

**Relación entre la madurez aparente al cosechar y la calidad post-cosecha
de cultivares de melocotón [*Prunus persica* (L). Batsch] con bajo
requerimiento de horas-frío en Puerto Rico**

Por

María Cristina Padilla Páez

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

En

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2009

Aprobado por:

José Pablo Morales Payán, PhD
Presidente, comité graduado

Fecha

Fernando Pérez, PhD
Miembro, comité graduado

Fecha

Consuelo Estévez de Jensen, PhD
Miembro, comité graduado

Fecha

Guillermo Fornaris, MSc
Miembro, comité graduado

Fecha

Inés Sastre de Jesús, PhD
Representante Escuela Graduada

Fecha

Miguel Muñoz, PhD
Director de Departamento

Fecha

ABSTRACT

The goal of this research was to establish the minimum initial apparent maturity at harvest (based on the external coloration of the fruit) so that peach fruits could have acceptable attributes of quality by time of the consumption. During 2007 and 2008, fruits of ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ and ‘UFSun’ in different percentages (30, 50, 70 y 90%) of apparent maturity (AM) were harvested in Adjuntas, Puerto Rico. These fruits were evaluated at four post-harvest moments: (a) at the harvest (initial), (b) after local storage or international shipping at low temperature (14d-0°C), (c) after short term storage in fresh atmosphere (5d-20°C), and (d) after local storage or international shipping at low temperature plus short term storage in fresh atmosphere (14d-0°C+5d-20°C). The quality attributes were: fruit skin and pulp coloration (L^* , a^* , b^* , Chroma and °Hue), total solid soluble (TSS), titratable acidity (TA), TSS/AT relationship, weight, percentage of lost mass, diameters (length, greater and smaller diameters), firmness and production of $\text{mg CO}_2 / \text{Kg h}$ and $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 / \text{Kg h}$. ‘Tropicbeauty’ showed consumer quality at 50 and 70% AM after 14d-0°C+5d-20°C and at 90% AM after 14d-0°C or after 5d-20°C. ‘Flordaglo’ showed consumer quality at 70% AM after 14d-0°C+5d-20°C and at 90% AM after 5d-20°C or after 14d-0°C. ‘Flordaprince’ showed consumer quality at 30 and 50% AM after 14d-0°C+5d-20°C, at 70% AM after 5d-20°C or after 14d-0°C and at 90% AM after 14d-0°C. ‘UFSun’ showed consumer quality at 30 and 50% AM after 14d-0°C+5d-20°C, at 70 and 90% AM after 14d-0°C or after 5d-20°C.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue establecer la madurez aparente inicial mínima (basada en la coloración externa de la fruta) con que deben cosecharse los frutos de melocotón para que alcancen atributos de calidad aceptables al momento del consumo. Durante el 2007 y 2008 en Adjuntas Puerto Rico, los frutos de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ se cosecharon en diferentes porcentajes (30, 50, 70 y 90%) de madurez aparente (MA). Estos frutos se sometieron a cuatro evaluaciones post-cosecha: (a) al momento de la cosecha (inicial), (b) después de un almacenamiento local o transporte internacional a baja temperatura (14d-0°C), (c) después de un almacenamiento de corto plazo en ambiente fresco (5d-20°C) y (d) después de un almacenamiento local o transporte internacional a baja temperatura más un almacenamiento a corto plazo en ambiente fresco (14d-0°C+5d-20°C). Los atributos de calidad evaluados fueron: coloración de la piel del fruto y la pulpa (L^* , a^* , b^* , Chroma y °Hue), sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), relación SST/AT, peso, porcentaje de masa perdida, diámetros (largo, diámetro mayor y menor), firmeza, producción de $\text{mgCO}_2/\text{Kg-h}$ y $\mu\text{lC}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$. ‘Tropicbeauty’ presentó calidad para consumo en 50 y 70% MA después de 14d-0°C+5d-20°C y en 90% MA luego de 14d-0°C o después de 5d-20°C. Para ‘Flordaglo’ la calidad de consumo se presentó en 70% MA después de 14d-0°C+5d-20°C y en 90% MA luego de 5d-20°C o después de 14d-0°C. En ‘Flordaprince’ la calidad para consumo estuvo en 30 y 50% MA después de 14d-0°C+5d-20°C, en 70% MA después de 5d-20°C o luego de 14d-0°C y en 90% MA luego de 14d-0°C. ‘UFSun’ mostró calidad para el consumo en 30 y 50% MA después de 14d-0°C+5d-20°C, en 70 y 90% MA luego de 14d-0°C o después de 5d-20°C.

DEDICATORIA

A mi Señor y Dios Jesucristo quien diariamente es mi luz y guía. A Byron mi perfecto mío,
por ser ese ejemplo en todo tiempo, te amo.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad de Puerto Rico, al Recinto Universitario de Mayagüez, a la Facultad de Ciencias Agrícolas, al Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, al programa de Horticultura. A la Estación Experimental Agrícola de Adjuntas. Personal Docente, Administrativo y Técnico de la Universidad por la oportunidad y confianza delegada a través de este proyecto.

A mis maestros, a la Dra. Annette Wszelaki, Dr. José Pablo Morales, Dra. Carol Harper, Dr. Raúl Macchiavelli, Dra. Linda Beaver, Dra. Consuelo Estévez, Dr. Fernando Pérez, Profesor Guillermo Fornaris y Dr. Eduardo Schroder por su ayuda, apoyo y sugerencias en todo momento.

A mis padres, Adolfo y Mariana y a mis hermanos, Mónica, Jenny, Patricio y José Luis. A Karla Deza por su ayuda en la parte inicial de esta investigación, a mis amigos y compañeros por su afecto y apoyo.

Al Centro Internacional de Teoterapia Integral con sus líderes en Puerto Rico, Ruby Salinas y Argenis Cigollén por su guía permanente, que me llevaron en cada situación a descansar en Dios.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades	4
Definiciones.....	7
Índices de calidad/madurez en frutas frescas	8
Fisiología post-cosecha	10
Fisiología de la respiración.....	12
Fisiología de la producción de etileno.....	13
Respuesta fisiológica al ataque de insectos	15
Almacenamiento post-cosecha	16
Enfermedades en melocotón	18
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Materiales	22
Ubicación del Experimento	22
Cultivares en estudio	22
Metodología.....	23
Recolección de Muestras.....	23
Variables evaluadas.....	24
Peso, porcentaje de masa perdida y diámetro.....	26
Color (CIE Lab).....	27
Firmeza.....	27

Sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT).....	28
Respiración en mg CO ₂ /Kg h y producción de etileno (µL C ₂ H ₄ /Kg h).....	29
Análisis estadístico.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
Color (L*, a*, b*, Chroma y °Hue).....	36
Sólidos solubles totales (SST).....	50
Acidez titulable (AT).....	55
Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT)	58
Diámetros (altura, diámetro mayor y menor).....	61
Peso y porcentaje de masa perdida.....	63
Firmeza.....	68
Producción de mg de CO ₂ /Kg-h.....	72
Producción de etileno (µl C ₂ H ₄ /Kg-h)	76
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES.....	82
LITERATURA CITADA.....	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de la interacción de los factores en estudio en cada cosecha.....	32
Tabla 2. Cambios del parámetro L* (claridad) en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) por evaluaciones post-cosecha (EP)	38
Tabla 3. Cambios de Chroma (saturación) en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)	39
Tabla 4. Cambios de °Hue (tonalidad) como índice de madurez en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	41
Tabla 5. Cambios de a* como índice de madurez en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)	42
Tabla 6. Cambios de L* (claridad) en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)	43
Tabla 7. Cambios de a* en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	44
Tabla 8. Cambios de b* en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (%MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	44
Tabla 9. Cambios de °Hue (tonalidad) en el color rojo presente en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	45
Tabla 10. Cambios de sólidos solubles totales en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	53
Tabla 11. Cambios de acidez titulable en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	56

Tabla 12. Cambios en la relación SST/AT de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción, porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	59
Tabla 13. Diámetro menor (cachete) encontrados en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA).....	61
Tabla 14. Promedio de diámetros encontrados en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA)	62
Tabla 15. Pesos promedios en la fruta de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP).....	64
Tabla 16. Porcentaje promedio de masa perdida en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ para cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)	67
Tabla 17. Cambios de firmeza en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ para la interacción de cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y cuatro evaluaciones post-cosecha (EP).....	70
Tabla 18. Promedios de respiración (mg CO ₂ /Kg h) en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)	74
Tabla 19. Producción promedio de etileno (µl CO ₂ /Kg-h) en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Síntesis de etileno la hormona gaseosa de maduración. (Modificado de Taiz y Zeiger 2002).	14
Figura 2. Porcentajes de madurez aparente (% MA) establecidos en cada cultivar de melocotón durante la cosecha del 2007 y del 2008.....	25
Figura 3. Equipo para medir el porcentaje de CO ₂ y envases de vidrio donde se recolectaba la muestra del gas.	30
Figura 4. Cambios del parámetro Chroma para el color de maduración en 50% MA de cuatro evaluaciones post-cosecha en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	46
Figura 5. Cambios del parámetro a* y °Hue para el color de maduración en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha inicial de ‘Tropicbeauty’, cosecha 2008.	46
Figura 6. Cambios del parámetro °Hue para el color de maduración en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	47
Figura 7. Cambios del parámetro °Hue para el color de maduración en cuatro evaluaciones post-cosecha en 50% de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	47
Figura 8. Cambios del parámetro a* para el color de la pulpa en cuatro porcentajes de madurez aparente y en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	48
Figura 9. Cambios del parámetro a* para el color de la pulpa en cuatro evaluaciones post-cosecha con 50% MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	48
Figura 10. Cambios del parámetro °Hue para el color de rojo en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	49
Figura 11. Cambios del parámetro °Hue para el color rojo en cuatro evaluaciones post-cosecha con 50% MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	49
Figura 12. Cambios en los sólidos solubles totales, en cuatro evaluaciones post-cosecha en 50%MA para cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	54

Figura 13. Cambios en los sólidos solubles totales en cuatro porcentajes de madurez aparente para la evaluación post-cosecha inicial de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.....	54
Figura 14. Cambios en acidez titulable para cuatro evaluaciones post-cosecha en 50%MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	57
Figura 15. Cambios en acidez titulable para cuatro porcentajes de madurez aparente luego de 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	57
Figura 16. Cambios en la relación SST/AT para cuatro porcentajes de madurez aparente luego de 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	60
Figura 17. Cambios en la relación SST/AT en 90%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha de tres cultivares de melocotón, cosecha 2007.....	60
Figura 18. Porcentajes promedio de masa perdida, en tres evaluaciones post-cosecha para 50%MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.....	67
Figura 19. Cambios en los valores firmeza, en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C, en cuatro porcentajes de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	71
Figura 20. Cambios en la firmeza, en la evaluación post-cosecha con 50%MA, en cuatro porcentajes de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	71
Figura 21. Comportamiento de la respiración (mg CO ₂ / Kg-h), producida en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 5d-20°C, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.....	75
Figura 22. Comportamiento de la respiración (mg CO ₂ / Kg-h), producida en 50%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	75
Figura 23. Respuesta de la producción de etileno (µl C ₂ H ₄ / Kg h), producido en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 5d-20°C, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.....	79
Figura 24. Respuesta de la producción de etileno (µl C ₂ H ₄ / Kg h), producido en 50%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008.	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Productos químicos utilizados en el cultivo de melocotón en el periodo comprendido entre enero del 2007 y julio del 2008.....	89
Anexo 2: Resumen de significancia estadística para ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y Flordaprince’ en 50, 70 y 90% madurez aparente, en las variables analizadas en dos años de cosecha (2007 y 2008).....	90

INTRODUCCIÓN

El cultivo de melocotón [*Prunus persica* (L.) Blatsch], es originario de China y Persia e ingresó a Estados Unidos en el siglo XVIII. En el 2007, Italia fue el primer productor y el tercer lugar fue Estados Unidos con 1.0 millón de toneladas métricas. La producción mundial para el año 2007 fue de 17.46 millones de toneladas métricas en una superficie cultivada de 1.49 millones de hectáreas (FAO www.faostat.fao.org 2009).

En Puerto Rico en el año fiscal 2007/2008 el sector de frutales alcanzó \$32.46 millones a nivel de producto y se destacaron por su aporte al ingreso bruto agrícola los cítricos (*Citrus* spp), el mango (*Mangifera indica*), el aguacate (*Persea americana*) y la papaya (*Carica pentagona*), etc (Ministerio de Agricultura www.agricultura.gobierno.pr 2009). En Puerto Rico el melocotón es un cultivo introducido que en las zonas montañosas puede ser considerado como una alternativa al cultivo de cítricos y café. (Librán et al., 2005).

Algunos cultivares de melocotón con bajo requerimiento de horas-frío (“*Chilling units*”) desarrollados para la zona sur del estado de Florida-USA, fueron introducidos a Puerto Rico en enero del 2002. Su evaluación se llevó a cabo bajo las condiciones de la zona de Adjuntas en Puerto Rico a 594.4 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (Pantoja et al., 2007). Los cultivares que mejor se adaptaron a las condiciones locales y con una producción en orden descendente fueron ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ iniciando producción en el 2005. ‘UFSun’ fue introducida en el 2005 e inició cosecha en el 2008.

Estos cultivares de melocotón requieren acumular 100 a 150 horas-frío. Como característica varietal todos presentan flor llamativa y hojas con glándulas reniformes. El fruto de ‘Flordaglo’ tiene pulpa blanca, madura a lo largo de la estación y se considera con buena firmeza. Por otro lado, ‘Flordaprince’ es de precoz maduración y ‘Tropicbeauty’ tiene un fruto de color muy atractivo, excelente forma y firmeza. Los últimos dos cultivares son susceptibles a la mancha bacteriana.

‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ son del tipo “*melting flesh*” (severa pérdida de la firmeza al final de la maduración). ‘Tropicbeauty’ es del tipo “*semifreestone*” (ligera separación del mesocarpo y el hueso de la fruta cuando está madura). ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ son del tipo “*semi-clingstone*” (ligera adherencia entre el mesocarpo y el hueso de la fruta cuando está madura). (Andersen et al., 2001; Sherman et al., 1982; Rouse y Sherman 1989; Sherman et al., 1988; Rouse et al., 2006). ‘UFSun’ es de tipo “*non-melting flesh*” (ligera pérdida de la firmeza al final de la maduración), de pulpa amarilla, posee características de “*clingstone*” (el mesocarpo y el hueso de la fruta se mantienen unidos cuando la fruta está madura) (Rouse y Sherman 2004; Rouse et al., 2006).

En Puerto Rico, por ser el melocotón un cultivar introducido, se desconoce la madurez óptima del fruto en la cosecha, así como la calidad del fruto luego de diversos almacenamientos en frío. Por el lado comercial, el productor desea cosechar la fruta con una larga vida post-cosecha y reducir riesgos en campo por el ataque de mosca frutera (*Anastrepha* spp.), (Ramos 2008). Por esta razón el momento o la madurez fisiológica al cosechar es muy importante para que la fruta alcance su desarrollo fisiológico normal luego de cosechada.

Tradicionalmente se usa el color de maduración o “*ground color*” (cambio de verde a amarillo en el melocotón) como un índice de madurez, pero en cultivares donde este color se enmascara con el rojo, se puede combinar este índice con la firmeza. Además, como indicadores adicionales están el tamaño, la forma, la firmeza de la pulpa, la concentración de sólidos solubles y la acidez titulable (Crisosto 1994). Esta fruta a temperatura ambiente pasa rápidamente de una maduración inicial a la sobre-maduración. Por esto, una práctica importante en post-cosecha de frutas frescas es el manejo de la temperatura (Crisosto 1994; Mitchell et al., 1995).

Los objetivos propuestos para esta investigación fueron:

1. Determinar la relación entre diferentes porcentajes de madurez aparente de la fruta (medidos en su coloración externa) y sus atributos de calidad (sólidos solubles totales, acidez titulable, relación SST/AT y firmeza) en melocotones de los cultivares ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ producidos bajo las condiciones prevalecientes en Adjuntas, Puerto Rico.
2. Determinar la madurez adecuada de cosecha para cada cultivar bajo diferentes evaluaciones post-cosecha: (a) al momento de la cosecha (inicial), (b) después de un almacenamiento local o transporte internacional a baja temperatura (14d-0°C), (c) después de un almacenamiento a corto plazo en ambiente fresco (5d-20°C) y (d) después de un almacenamiento local o transporte internacional a temperatura baja más almacenamiento a corto plazo en ambiente fresco (14d-0°C+5d-20°C).

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

El melocotón *P. persica* es originario de China, así lo demuestran relatos de literatura China en el año 1000 a.C. En Persia tomó el nombre de “Persian Apple”. En el año 330 a.C., llegó a Grecia y durante la edad media se extendió por toda Europa. Para el siglo XVI, llegó a México y en el siglo XVIII, misioneros españoles lo introdujeron en California, convirtiéndose en el cultivo de importancia económica por área cultivada, después de Italia y China (Lurie y Crisosto 2005; Crisosto y Kader 2000; Ogawa et al., 2000).

Datos estadísticos de la producción mundial de melocotones y nectarinos en el 2007, colocaron a Italia y España como principales productores con 1.72 y 1.15 millones de tonelada métricas (tm), respectivamente; seguidos de Estados Unidos y China, con 1.0 y 0.8 millones de tm, respectivamente. Para ese año a nivel mundial se alcanzó los 17.46 millones de tm (FAO www.faostat.fao.org 2009). California es la zona de mayor producción y embarque de melocotones en los Estados Unidos (Crisosto y Kader 2000).

El programa de mejoramiento de la Universidad de Florida ha desarrollado cultivares de melocotón para zonas subtropicales y tropicales. Estos cultivares poseen características de adaptación específicas, como una mínima cantidad de frío acumulado para su normal desarrollo, lo que se conoce como requerimiento de frío. El requerimiento de frío se mide en “chill unit” (cu) que es igual a una hora de exposición de la fruta a frío óptimo (alrededor de 13°C). ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ son cultivares de melocotón con un requerimiento bajo de frío menor a 300 cu (Williamson et al., 2005; Andersen et al.,

2001; Sherman et al., 1988). Los tres primeros cultivares corresponden genéticamente al tipo “*freestone*” pero fisiológicamente se comportan como “*semiclingstone*” o “*semifreestone*” porque su maduración final se produce antes de que la pulpa se separe del hueso de la fruta. La fruta “*freestone*” muestra una separación entre el hueso y la pulpa cuando inicia la cosecha comercial de la fruta (Sherman et al., 1988). En Puerto Rico se ha observado que ‘Tropicbeauty’ se comporta como “*semifreestone*”, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ se comportan como “*semiclingstone*” y ‘UFSun’ es considerado como un fruto “*clingstone*” típico (Rouse et al., 2006).

‘Tropicbeauty’ tiene una flor llamativa, las hojas con glándulas reniformes, la pulpa amarilla, y es del tipo “*semi-freestone*” y “*melting flesh*” (Andersen et al., 2001; Sherman et al., 1988; Rouse et al., 2006). Este cultivar se originó en 1982 y los genes de bajo requerimiento de frío utilizados provienen de ‘Hawaiian’ y ‘Jewel’. Este cultivar es de bajo requerimiento de frío (150 cu) y necesita una temperatura promedio en enero de 17.8°C por lo tanto es adecuado para climas subtropicales y tropicales. ‘Tropicbeauty’ tiene una calificación de 10 (más deseable) en la forma, la firmeza y el bronceado de pulpa y un peso promedio de 100 gramos, sin embargo en textura y sabor tiene una calificación de 8 (Rouse y Sherman 1989).

El cultivar ‘Flordaglo’ tiene una flor llamativa, hojas con glándulas reniformes, la pulpa blanca y es del tipo “*semi-clingstone*” y “*melting flesh*”. Este cultivar es de bajo requerimiento de frío (150cu) y necesita una temperatura promedio en enero de 17.8°C por lo tanto es adecuado para climas subtropicales y tropicales. ‘Flordaglo’ tiene una buena forma y firmeza, en resistencia a mancha bacteriana tiene una calificación de 8 (10 equivale a la mayor

resistencia), con un peso promedio de 78 a 94 gramos (Andersen et al., 2001; Williamson et al., 2005; Rouse et al., 2006).

El cultivar 'Flordaprince' tiene una flor llamativa, hojas con glándulas reniformes, la pulpa es amarilla y es del tipo "*semi-clingstone*" y "*melting flesh*". Este cultivar se originó en 1972 y los genes de bajo requerimiento de frío utilizados provienen de 'Hawaiian' y 'Okinawa'. El cultivar 'Flordaprince' es de bajo requerimiento de frío (150 cu) y necesita una temperatura promedio en enero de 17.8°C por lo tanto es adecuado para zonas subtropicales y tropicales. 'Flordaprince' tiene un fruto de precoz maduración, una moderada susceptibilidad a mancha bacteriana (*Xanthomonas pruni*), y un peso promedio del fruto es de 78 gramos (Andersen et al., 2001; Sherman et al., 1982; Sherman et al., 1988; Williamson et al., 2005; Rouse et al., 2006).

El cultivar 'UFSun' tiene una flor llamativa, hojas con glándulas reniformes, la pulpa es amarilla y es del tipo "*clingstone*" y "*non melting flesh*". Este cultivar se originó en 1995 y resultó de la cruce de 'Fla. 90-50cn' nectarine x 'UFGold' peach. 'UFSun' es de bajo requerimiento de frío (100 cu) y necesita una temperatura promedio en enero de 18°C por lo que es adecuado para zonas subtropicales y tropicales. Este cultivar tiene alta resistencia a mancha bacteriana, tiene buena forma, buen sabor, color externo deseable y un peso promedio de 105 gramos (Rouse y Sherman 2004; Williamson et al, 2005; Rouse et al., 2006).

Definiciones

Madurez: “*Maturity*” es la etapa de desarrollo que permite la madurez fisiológica. Es el estado de desarrollo en el que una planta o parte de esta, continúa desarrollándose incluso luego de ser cosechada.

Maduración: “*Ripening*” es un grupo de procesos complejos que ocurren en un estado de crecimiento y desarrollo avanzado de las primeras etapas de senescencia y dan lugar a las características estéticas, el valor nutritivo, la textura y otras cualidades sensoriales. También se refiere al período que transcurre entre la madurez y la senescencia de la fruta (Kays y Paull 2004).

Periodo Climaterico: es el periodo de desarrollo que envuelve una serie de cambios bioquímicos asociados con un natural incremento en la respiración y la producción de etileno. En este periodo la fruta se ablanda, el color amarillo se intensifica, la clorofila se pierde por el incremento de pigmentos llamados carotenos (Adaskaveg et al., 2002).

Calidad: “*Quality*” es el grupo de caracteres que individualizan a un producto y son significativos en la determinación de grados de aceptabilidad del producto por parte del comprador (Shewfelt 1986).

“*Melting-flesh*” (MF): Pérdida progresiva de la firmeza del tejido durante la etapa inicial de maduración y se torna blando rápidamente durante las últimas etapas de maduración (Brovelli et al., 1999; Manganaris et al., 2006). La actividad de la enzima endopoligalacturonasa (endoPG) se intensifica al final de la maduración (Lester et al., 1994).

“*Non-melting-flesh*” (NMF): La pulpa de la fruta no se ablanda durante la última etapa de maduración. La síntesis de la enzima endo-poligalacturonasa no se intensifica al final de la maduración (Brovelli et al., 1999; Manganaris et al., 2006).

“*Clingstone*” y “*Freestone*”: Difieren en la textura. Los primeros soportan el manejo mecánico en la cosecha y agroindustria (enlatados), mientras que, los segundos son más susceptibles al daño y bronceado de la pulpa con un manejo mecánico. El término “*Cling*” implica que el mesocarpo permanece unido al hueso de la fruta en la maduración, mientras que, el término “*Free*” implica que el mesocarpo se desprende del hueso en la maduración (Postlmayr et al., 1956; Kader 1983).

Índices de calidad/madurez en frutas frescas

El índice de calidad/madurez constituye el mínimo estado aceptable que una fruta presenta bajo criterios medibles en forma técnica. Estos índices son necesarios porque sirven para apoyar estrategias de comercialización. Para el melocotón los índices más utilizados son el color y la firmeza (Ogawa et al., 2000; Crisosto 1994).

Las características que se pueden usar en frutales como índices de madurez son:

1. Características cronológicas (días después de la floración)
2. Características físicas (firmeza, color)
3. Características químicas (SST, AT) (Reid 2002)

La mayoría de los cambios físicos y químicos ocurren en el mesocarpo del melocotón. Trabajos realizados con el melocotón ‘Majestic’ indican que durante la maduración la sacarosa se encuentra en alta concentración, el ácido málico y cítrico fluctúan durante este período, y la relación málico/cítrico podría utilizarse junto con el nivel de sacarosa como índices complementarios para determinar el grado de madurez fisiológica (Chapman et al., 1991).

El cambio de verde a naranja o amarillo en el melocotón constituye el principal indicador de madurez fisiológica y se le conoce como el color de maduración o “*ground color change*”. La presencia del color rojo en el melocotón no es un indicador de madurez, ya que depende de la exposición de la fruta a la luz solar, entonces, la posición de la fruta en el árbol y la cantidad de hojas en la planta están directamente relacionadas con su aparición. Por el contrario, el cambio del color de maduración en la piel y el color de la pulpa no son afectados por la luz solar. En California, se utiliza el cambio de verde a amarillo como guía para la cosecha. El uso de la firmeza como indicador de madurez se recomienda en cultivares donde el color de madurez se enmascara con el color rojo (Crisosto 1994; Crisosto y Kader 2000).

La textura es importante dentro del índice de madurez ya que decrece durante la maduración. Por textura se conoce a un grupo de características físicas propias de cada alimento (elementos estructurales), que pueden ser detectadas por la sensación del tacto en la mano o en la boca y que se relacionan con la deformación, la desintegración y la respuesta del alimento bajo una fuerza (Deza 2006). La pérdida de la firmeza es un proceso irreversible una vez iniciado. En el caso del melocotón la firmeza al momento de la cosecha debe estar entre 10 a 12 libras-fuerza medidos con un cilindro de 8mm de diámetro. Para consumo inmediato entre 2 a 3 libras son lo ideal; mientras que, entre 6 a 8 libras medidas en la zona lateral del

fruto son las más aceptadas por el consumidor (Crisosto 1994; Crisosto et al., 2009; Kays y Paull 2004).

Otro de los índices que proporciona calidad es el cambio en la composición de los carbohidratos, los mismos que se convierten en azúcares simples, proporcionando un mayor dulzor a la fruta. El contenido de sólidos solubles totales (SST) óptimo para melocotón es un mínimo de 10%, la acidez titulable (AT) recomendada está entre 0.5 y 0.8% y la relación SST/AT mínima es de 15. Estas características mejoran la aceptabilidad por parte del consumidor (Crisosto y Crisosto 2005; Kao et al., 2008).

El peso y el tamaño de la fruta son importantes como índices de madurez. Para la comercialización del melocotón se ha establecido 90 gramos como un peso óptimo, y un diámetro proporcional de 57 mm (Beckman et al., 2008; Kao et al., 2008).

Fisiología post-cosecha

La post-cosecha incluye una serie de cambios fisiológicos que ocurren después de la cosecha. (Deza 2006; Vielma et al, 2008). La madurez de las frutas y las hortalizas propicia la aparición de pigmentos, los cuales continúan formándose luego de la cosecha y resultan deseables en las frutas. Estos cambios incluyen la pérdida del color verde por disminución de la clorofila y el aumento de carotenos (color amarillo y naranja); en melocotón este es el principal criterio de madurez fisiológica. Otros ejemplos son, el color rosado y rojo en uvas por los pigmentos licopeno y beta-caroteno; antocianinas y compuestos fenólicos en manzana y naranjas los cuales broncean tejidos vegetales (Kader 2002; Kays y Paull 2004).

Los productos frescos como las frutas y las hortalizas presentan un contenido de agua superior al 85%. Durante la post-cosecha esta agua se pierde principalmente en estado de vapor a través de la cutícula, los estomas, y las heridas; fenómeno que se conoce como la transpiración. El agua celular está ligada estrechamente entre sí y su movimiento se da a través de espacios intercelulares donde el agua se vaporiza y satura el ambiente intercelular (>95% HR). La concentración de este vapor de agua celular reacciona con la temperatura en el producto y en su medio circundante. De ahí que una diferencia de temperatura entre el aire circundante y el producto provocará un desbalance de concentración del vapor de agua celular. Generalmente la humedad celular es mayor en el producto y por lo tanto éste tiende a perder agua (Carmona 2001).

La temperatura causa desórdenes fisiológicos durante la maduración. Temperaturas por sobre las tolerables (28 a 40°C) provocan en frutas de hueso escalde de la piel, rajaduras en pulpa y maduración anormal. Mientras que temperaturas entre 15 y 27°C inducen una rápida maduración y entre 2 y 10°C producen el daño por frío "*Chilling injury*". La severidad del último depende del cultivar; entre -0.5 y 1.5°C presentan una suavidad mínima en pulpa, bajo los -0.8° C existe un posible congelamiento que depende de la concentración de sólidos solubles presentes en la fruta (Mitchell et al., 1995).

Para el melocotón, el daño por frío se desarrolla con mayor severidad entre 2.2 y 7.6°C, que a 0°C. La temperatura óptima para maduración está entre los 20 y 25°C mientras que, entre -1.5 a -3°C se produce la congelación de los tejidos, dependiendo de la concentración de sólidos solubles (Crisosto y Kader 2000). El estándar internacional para el

melocotón indica que la temperatura óptima para prolongar la vida en almacenamiento está entre -1 y +2°C durante 2 a 4 semanas (Robertson et al., 1990).

Fisiología de la respiración

La respiración es un proceso que la planta efectúa durante todo su ciclo de vida y que termina el momento en que su sistema biológico agota todas sus reservas (Pardos 1985; Kays y Paull 2004) y constituye la principal causa del deterioro, la pérdida de calidad, la apariencia, la textura (flacidez) y los nutrimentos (Kader 2002).

Los resultados más importantes de no controlar la tasa de respiración son:

1. Disminución del tiempo de vida útil y comercial.
2. Pérdida de peso por liberación de anhídrido carbónico.
3. Valor nutritivo reducido por consumo de reservas.
4. Fermentación de la fruta por ambientes anaerobios.

La respiración es sensible a los cambios de temperatura, entendiéndose que a una temperatura de 0°C el rango de respiración será el más bajo. El incremento en la concentración de anhídrido carbónico (CO₂) es un buen indicador de la tasa de respiración, así en el melocotón se han reportado una producción de 2-3 mL CO₂/Kg-hr a 0°C, de 8-12 mL CO₂/Kg-hr a 10°C y de 32-55 mL CO₂/Kg-hr a 20°C (Crisosto y Kader 2000).

Fisiología de la producción de etileno

Etileno es la hormona universal de la maduración, que en forma de gas natural es producida por la mayoría de las frutas y las hortalizas. Su función es inducir la maduración de las frutas, promoviendo el envejecimiento de los tejidos vegetales.

De acuerdo con la producción de etileno las frutas se dividen en dos grupos: las climatéricas y las no climatéricas. Las primeras se refieren a la capacidad de incrementar la velocidad de producción del etileno y la respiración después de la cosecha, en tanto que, el segundo grupo mantiene un nivel estable y bajo de esta hormona luego de ser cosechada. El melocotón pertenece al grupo de las frutas climatéricas con una producción y una sensibilidad altas a etileno. (Carmona 2001). El melocotón durante su senescencia produce una tasa de etileno entre 10.0 y 100.0 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 20°C (Kader 2002).

La producción de etileno en el melocotón varía con la temperatura, de 0.01 a 5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$, a 0°C, de 0.02 a 10 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 5°C, de 0.05 a 50 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 10°C y de 0.1 a 160 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 20°C. De acuerdo con esta información, tanto la tasa de producción de etileno y el tiempo de vida comercial de la fruta dependen de la temperatura a la que se expone la fruta, entendiéndose que a mayor temperatura hay una mayor producción de etileno y una reducción en su vida útil (Crisosto y Kader 2000).

El etileno es producido por casi todos los órganos de las plantas superiores, pero la cantidad de producción depende del tipo de tejido y del estado de desarrollo. En general las zonas meristemáticas y de formación de nudos son las más activas en cuanto a la biosíntesis

de etileno. Sin embargo la producción de etileno incrementa durante la abscisión de hojas, la senescencia de flores y la maduración de frutos; además cualquier tipo de herida (incluyendo daños por insectos), el estrés fisiológico provocado por inundaciones, el frío, las enfermedades, la temperatura y la sequía inducen su biosíntesis (Taiz y Zeiger 2002).

El aminoácido metionina es el precursor del etileno, y el ACC (1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico) sirve como intermediario en la biosíntesis de metionina a etileno (Figura 1). El etileno es una olefina con un peso molecular de 28, su estructura química es C_2H_4 , en la mayoría de tejidos vegetales, el etileno puede ser completamente oxidado a CO_2 .

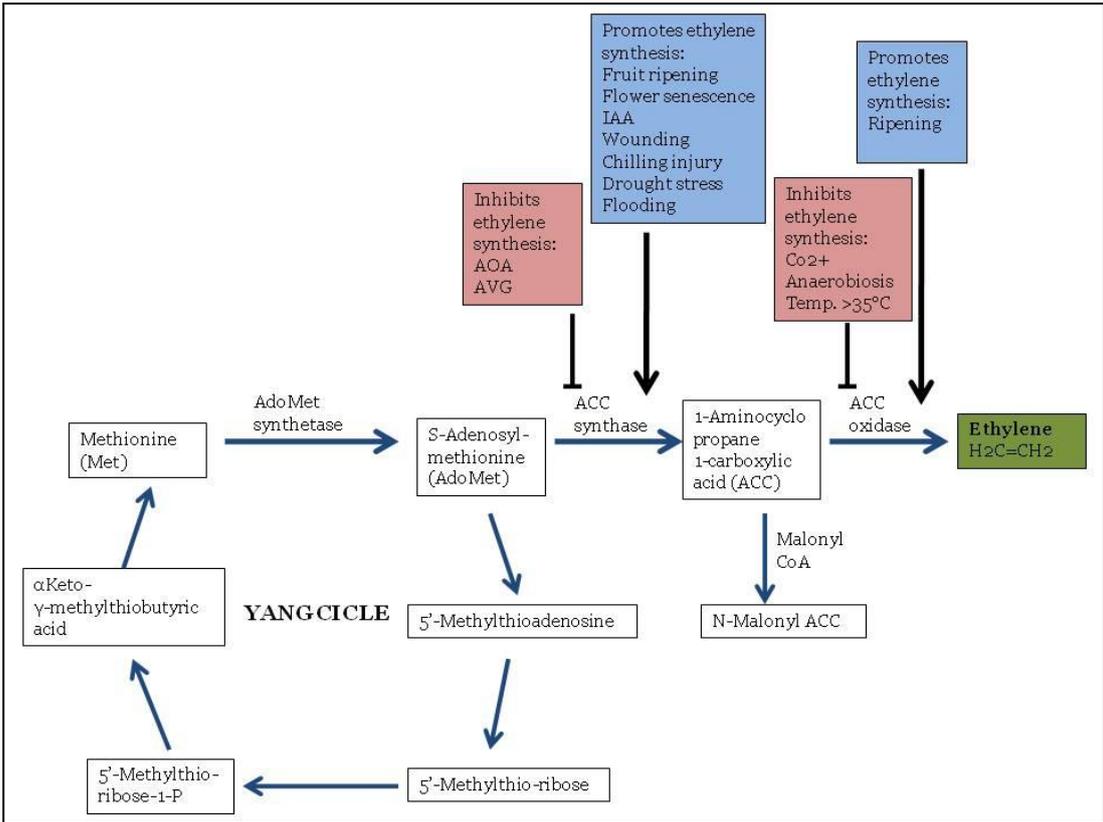


Figura 1. Síntesis de etileno la hormona gaseosa de maduración. (Modificado de Taiz y Zeiger 2002).

El etileno es liberado fácilmente desde los tejidos por difusión gaseosa entre los espacios intercelulares y fuera de los tejidos. Esta hormona se difunde fácilmente en forma de gas por los tejidos, y puede afectar los tejidos y los órganos adyacentes. Durante el almacenamiento de las frutas, los vegetales y las flores es posible capturar esta hormona beneficiando el control de la maduración.

El permanganato de potasio (KMnO_4) es un efectivo absorbente de etileno, reduciendo su concentración en áreas de almacenamiento, y así extender la vida mercadeable de las frutas (Taiz y Zeiger 2002; Palou y Crisosto 2003; Reid 2002).

La producción de etileno es alta en los tejidos senescentes y las frutas en maduración, mas sin embargo, todos los órganos de plantas superiores tienen la capacidad de sintetizarla. Esta hormona es activa en bajas concentraciones (menos de 1ppm), (Taiz y Zeiger 2002).

Respuesta fisiológica al ataque de insectos

El ataque de insectos, promueve dos tipos de defensas: las directas que llevan a la resistencia e indirectas que frenan la proliferación del insecto. Dentro de las defensas directas están:

- La activación de procesos celulares, como la muerte celular o la senescencia acelerada de la parte afectada, que limitan la propagación del insecto.
- La producción de metabolitos tóxicos como nicotina o furanocumarinas .

- La activación de genes de expresión que codifican proteínas de defensa como los inhibidores de proteasas o las polifenol oxidasas, que disminuyen el valor nutricional del área afectada.

Dentro de las defensas indirectas se menciona, la producción de compuestos volátiles que pueden servir para atraer parásitos o depredadores del insecto (Reigosa et al., 2004).

Almacenamiento post-cosecha

Extender la vida comercial de las frutas y los vegetales, es el principal objetivo del manejo post-cosecha, y esto se consigue de dos formas: disminuyendo el deterioro de los procesos fisiológicos (manipulación post-cosecha) o preservando sus tejidos por inactivación de procesos fisiológicos (alimentos preservados).

Dentro de la manipulación post-cosecha, los criterios de calidad (atributos inherentes al producto final) y las condiciones de almacenaje (dependen de las restricciones económicas) permiten manejar la vida comercial de frutas y vegetales. Dentro de la calidad de las frutas y los vegetales es necesario tener un control de los procesos de respiración, ya que una mayor respiración genera un mayor deterioro y también permite identificar los atributos que limitan su vida comercial. El manejo de las condiciones ambientales en almacenamiento, tales como, la temperatura y la humedad relativa, la luz y los productos químicos (fungicidas) post-cosecha promueven un alargamiento de la vida post-cosecha en las frutas y los vegetales. (Shewfelt 1986; Carmona 2001; Kays y Paull 2004).

La mayor pérdida de calidad y cantidad de las frutas y las hortalizas frescas, se presentan entre la cosecha y el consumo. Las pérdidas para países desarrollados se estiman entre el 5 y 25%, en tanto que para países en vías de desarrollo este valor está entre el 20 y 50%. Después de la cosecha, los tejidos vivos de las frutas, las hortalizas y las ornamentales sufren continuos cambios que no pueden detenerse, pero pueden ser manejados bajo ciertos tratamientos durante el almacenamiento (Kader 2002; Carmona 2001).

El almacenamiento se crea como una necesidad de aprovisionamiento de las frutas y las hortalizas en tiempos de escasa disponibilidad por condiciones climáticas. Durante el almacenamiento, tanto la atmósfera como la fruta deben mantenerse a bajas temperaturas. La temperatura influye directamente en el tiempo de vida útil de las frutas y las hortalizas frescas. Inmediatamente después de la cosecha es importante remover el calor de la fruta, ya sea utilizándose hidro-enfriamiento o cuartos fríos, entre otros (Kader 2002). El melocotón está clasificado dentro del grupo de las frutas altamente perecederas con una vida útil entre 1 y 5 semanas a 0°C, 90 al 95% de humedad relativa y una velocidad de aire de 50 pies-cúbicos por minuto durante el almacenamiento (Crisosto et al., 2009).

La humedad relativa en almacenamiento influye en la pérdida de agua, en el desarrollo de pudriciones, en la incidencia de desórdenes fisiológicos y en la maduración uniforme de la fruta, la cual debe estar entre 90 y 95% (Kader 2002). Para evitar el ataque de hongos post-cosecha en la fruta almacenada, la humedad relativa debe tener un valor menor que la atmósfera interna de la fruta, resultando una diferencia de humedad relativa y una continua salida de vapor de agua desde la fruta a la atmósfera de refrigeración esto es necesario para prevenir la presencia de agua libre sobre la superficie de la fruta (Mitchell et al., 1995).

Enfermedades en melocotón

El deterioro de frutas y vegetales por el ataque de hongos o bacterias es común, estos producen daños físicos y desórdenes fisiológicos. Las frutas y vegetales poseen una considerable resistencia en su vida post-cosecha; pero el estrés causado por daños mecánicos (heridas, cortes o golpes) o temperatura (altas o bajas) expone a la fruta a alteraciones fisiológicas e incrementan la susceptibilidad a ciertos patógenos (Kader 2002; Sommer et al., 2002).

Rodríguez y Hernández realizaron trabajos sobre cultivares de melocotones (UFGold, Flordaprince, TropicBeauty y UFGlo) establecidos en Puerto Rico donde se reportó la presencia de *Trichoderma* sp., *Fusarium solani*, *F. oxysporum* en la parte externa de las raíces de los árboles jóvenes. Adicionalmente se reportó la pudrición de raíz producido por *F. solani* y *F. oxysporum*, el cancro en tallo causado por: *F. solani*, *F. oxysporum* y *Rhizoctonia* sp., gomosis causado por *F. solani*, *Dothiorella* sp. y *Pestalotia* sp., la muerte descendente producida por *F. solani*, *F. oxysporum* y *Cladosporium* sp., y la mancha foliar causada por *Mucor hiemalis* (Rodríguez y Hernández 2004).

Durante el 2007 se presentaron daños en las flores y los frutos de tres cultivares de melocotón (Tropicbeauty, Flordaglo y Flordaprince) en Puerto Rico. *Phomopsis* sp. y *Cladosporium* sp., se encontró en frutos de los tres cultivares. *Curvularia* sp. se presentó en frutos de ‘Tropicbeauty’. *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp. y *Fusarium* sp. se presentaron en frutos de ‘Flordaprince’. *Colletotrichum gloesporoides* se aisló de las flores de todos los cultivares. En los pétalos de ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’ se encontró *Fusarium* sp. *Colletotrichum gloesporoides*, *Nigrospora* sp. y *Aspergillus* sp. (Padilla et al., 2008).

Los fitopatógenos asociados a la post-cosecha de melocotón son los siguientes:

Pudredumbre parda “*Brown Rot*”, cuyo agente causal es *Monilinia fructicola*, es la enfermedad más importante dentro de la post-cosecha del melocotón. El daño o la infección inicia con la floración y la pudrición puede ocurrir en campo pero también en post-cosecha. El control de la pudredumbre parda se inicia con la aplicación de fungicidas en campo y la reducción rápida de temperatura de la fruta en almacenamiento. (Crisosto y Kader 2000). El control de esta enfermedad se logra con Benomyl, Iprodione, Phenylphenols, Thiophanate, Triforine, Fenhexamid y 2,6-Dichloro-4 nitroaniline (Adaskaveg et al., 2002; Ogawa et al., 2000).

Pudrición Gris “*Gray Mold*”, causado por *Botrytis cinerea*. Su ataque es más severo en climas soleados y húmedos. Se encuentra en post-cosecha por contaminación de campo y heridas en el manejo. Su control efectivo está en el manejo de la temperatura y de daños mecánicos (Crisosto y Kader 2000). Su control se puede realizar con Benomyl, Iprodione, Phenylphenols, Fenhexamid y 2,6-Dichloro-4 nitroaniline (Adaskaveg et al., 2002)

Pudrición de Rhizopus “*Rhizopus Rot*”, cuyo agente causal es *Rhizopus stolonifer*. Su desarrollo lo promueven temperaturas de 20 a 25°C, donde se presenta la proliferación del hongo. El control en melocotón está a bajas temperaturas (0°C a -1°C) (Crisosto y Kader 2000). Como alternativa de control químico está 2,6-Dichloro-4 nitroaniline (Adaskaveg et al., 2002).

Pudrición de Mucor “*Mucor rot*”, cuyo agente es *Mucor piriformis* y *M. hiemalis*. Crece fácilmente bajo condiciones de alta humedad, se presenta en almacenamiento especialmente en material transportado desde Chile. No tiene importancia en fruta producida en California. Puede atacar frutos a -1°C de temperatura de almacenamiento. Su crecimiento se produce en fruta de desecho y en la materia orgánica del suelo (Sommer et al., 2002).

Moho azul “*Blue mold*”, cuyo agente causal es *Penicillium expansum*. Es común en melocotón después de una semana de almacenamiento a 0°C. Se encuentra en la fruta, en materia orgánica y en el suelo. Su ataque produce una zona acuosa y blanda. Se desarrolla a 0°C y su crecimiento se limita entre -3.3 y -2.2°C (Sommer et al., 2002).

Pudrición por Alternaria “*Alternaria rot*” causado por *Alternaria alternata*. Es común en campo cuando se presentan lluvias estacionales. La quemazón que se produce en campo puede afectar la fruta después de la cosecha. En post-cosecha se presenta generalmente en heridas con producción de lesiones secas a 0°C de temperatura (Sommer et al., 2002).

Pudrición por Cladosporium “*Cladosporium rot*”, causado por *Cladosporium herbarum*. Sus esporas se han encontrado en el aire de cuartos de almacenamiento. Crece fácilmente en temperaturas por debajo de los 0°C. Las frutas con hueso son raramente atacadas (Sommer et al., 2002).

Una alternativa de control biológico para enfermedades post-cosecha del melocotón es la bacteria *Cryptococcus laurentii*. Se ha encontrado actividad antagónica frente a *Botrytis cinerea*, con *Penicillium expansum* y *Rhizopus stolonifer*. Estos organismos reducen su incidencia en un 43%, sin cambios significativos en cuanto a la firmeza, a la cantidad de ácido ascórbico y a la acidez titulable, pero si, en cuanto a los sólidos solubles en donde de 10.2% del control baja a 8.7% en el tratamiento con la bacteria (Zhang, H. 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Ubicación del Experimento

La fruta para la investigación se tomó de huertos experimentales localizados en la Subestación Experimental Agrícola de Adjuntas, del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. La subestación está ubicada en la carretera PR 525, kilómetro 2.5, en la zona montañosa Centro Oeste de la isla de Puerto Rico, en la Latitud N 18°10'47", Longitud O 66°47'961" y a una altitud de 594.4 m.s.n.m. Los suelos del huerto son profundos, arcillosos, de baja fertilidad y pertenecientes al orden Mollisol serie Toa. La temperatura promedio para esta zona oscila entre 18.3 y 23.9°C. La precipitación anual fue de 1900 y 2100 mm para la cosecha del 2007 y 2008, respectivamente. Los análisis post-cosecha de la fruta se realizaron en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas en Mayagüez.

Cultivares en estudio

En la cosecha del 2007 se trabajó con tres cultivares de melocotón ('Tropicbeauty', 'Flordaglo' y 'Flordaprince') establecidos en dos huertos experimentales. Estos cultivares fueron desarrollados por el Programa de Mejoramiento de la Universidad de Florida. Los tres cultivares poseen características para consumo en mercado fresco, conocidas como "*melting flesh*" ya que su firmeza disminuye considerablemente cuando llega al estado final de la maduración. Durante la cosecha del 2008, se trabajó también con el cultivar 'UFSun' cuyos frutos son del tipo "*no-melting flesh*" desarrollado para su consumo en enlatados porque retiene su firmeza a través de todo el proceso de maduración.

Los cultivares ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ se sembraron en abril del 2002 y su cosecha comercial comenzó en abril del 2005. El cultivar ‘UFSun’ se injertó en agosto del 2005 sobre patrones de ‘Flordaglo red leaf’ ó ‘Flordaglo green leaf’ e inició cosecha en abril del 2008. Los huertos experimentales se manejaron bajo las prácticas establecidas para el cultivo de melocotón en el suroeste de Florida y fueron adaptadas a la zona en los primeros años de establecimiento del cultivo (Hernández com. pers.). Los productos químicos utilizados para el combate de plagas y enfermedades fueron similares en los dos años de cosecha (Anexo1).

Metodología

Recolección de Muestras

Se realizó una colecta semanal de los frutos de melocotón, durante la época de cosecha (abril y mayo), en dos años consecutivos de producción (2007 y 2008). La fruta cosechada se enfundó, etiquetó, y transportó a Mayagüez en recipientes refrigerados. Una vez en el laboratorio, se almacenaron en un cuarto frío a 0°C hasta su procesamiento. Previo al trabajo post-cosecha se eliminaron los frutos con deformidad externa (malformaciones), daño mecánico (pestes o golpes), tamaño menor a 25 gramos y fruta blanda. Durante la cosecha del 2007, la fruta se procesó un día después de cosechada, en tanto que, en la cosecha del 2008 se procesó hasta tres días después de la fecha de cosecha.

La madurez aparente se estableció para cada cultivar en forma visual. El establecimiento del porcentaje de madurez aparente se realizó cosechando todas las posibilidades de color que presentó cada cultivar en los diferentes grados de maduración. Las

diferencias en color se marcaron con la tabla de color, “*Royal Horticultural Society Colour Chart*”. Los frutos se clasificaron en base al color de madurez conocido como “*ground color*” que se define como el cambio de color en la piel del fruto de verde a amarillo (Delwiche y Baumgardner 1985; Crisosto y Kader 2000).

En la cosecha del 2007, se seleccionaron frutos con una madurez aparente de 50, 70 y 90% mientras que, para la cosecha del 2008 además de esos valores se añadió el 30%. Los valores se interpretaron así: 90% de cambio (o 10% de color verde), 70% de cambio (o 30% de color verde), 50 % de cambio (o 50% de color verde) y 30% de cambio (o 70% de color verde) (Figura 2).

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: peso, porcentaje de masa perdida, diámetros (altura, diámetro mayor y menor), firmeza, color de la piel (color de maduración y rojo), color de pulpa, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), relación SST/AT, producción de anhídrido carbónico y producción de etileno. Las observaciones se realizaron por cultivar para cada nivel de madurez de cada evaluación post-cosecha. Se realizaron 10 observaciones para las variables firmeza, color de pulpa, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación SST/AT, porcentaje de masa perdida, producción de anhídrido carbónico y producción de etileno. Se tomaron 20 observaciones para peso, diámetro, color de piel color de maduración y color rojo. La producción de etileno, porcentaje de masa perdida y color de pulpa se evaluaron solo en la cosecha del 2008, las demás variables se evaluaron en la cosecha del 2007 y 2008.

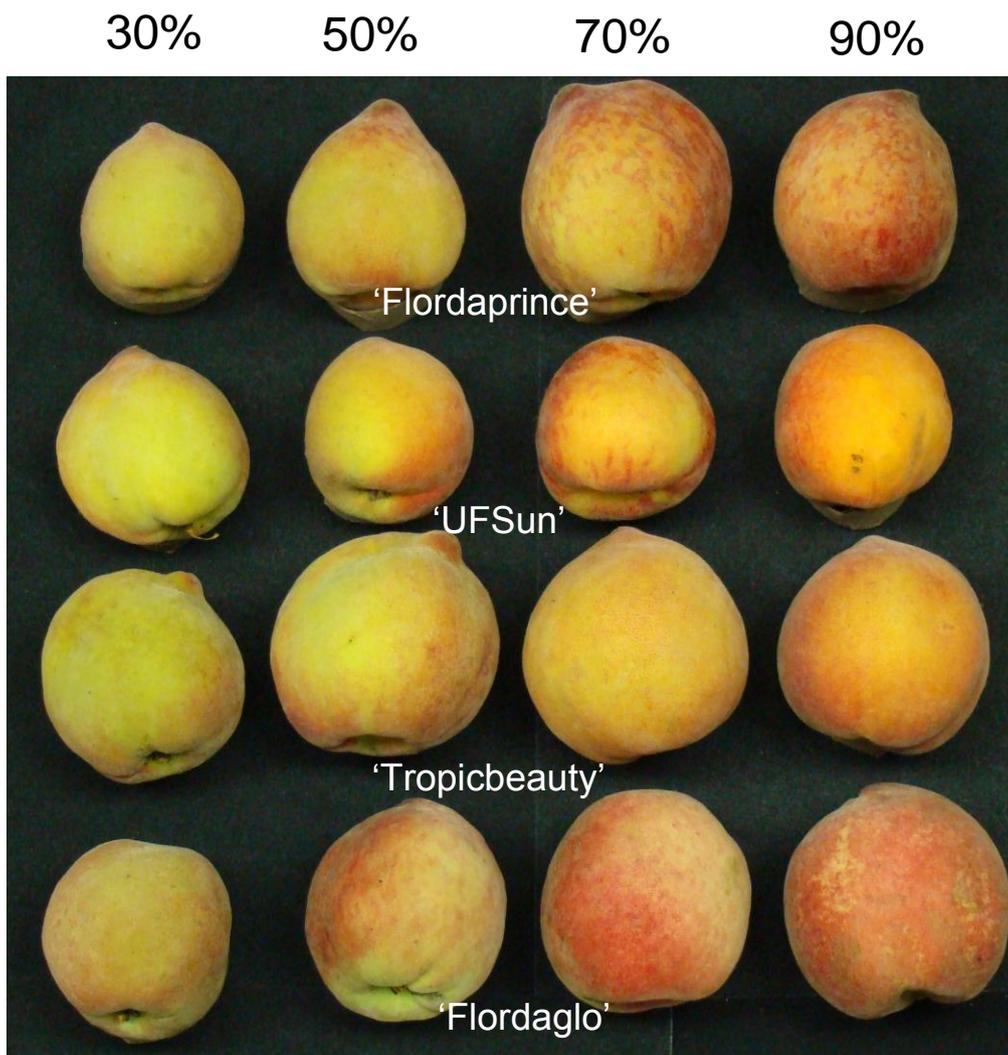


Figura 2. Porcentajes de madurez aparente (% MA) establecidos en cada cultivar de melocotón durante la cosecha del 2007 y del 2008.

El tiempo de almacenamiento (5 y 14 días) establecido en melocotón, estuvo basado en las observaciones previas realizadas al fruto en Puerto Rico y en la simulación de un viaje marítimo o almacenamiento prolongado de la fruta. La temperatura (0 y 20°C) estuvo basada en los reportes de la literatura para este fruto (Crisosto y Kader 2000).

Peso, porcentaje de masa perdida y diámetro

Se utilizó una balanza OHAUS “*Precisión Standard*” (“*VWR Scientific Products*” – Danville, Virginia) con precisión de 0.1 gramos. Esta variable se expresó en gramos. Además se registró la pérdida de masa, la cual se expresó en porcentaje con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Masa perdida} = [(W_1 - W_2) / W_1] \times 100$$

Donde:

W_1 = peso inicial

W_2 = peso final

El diámetro se tomó en milímetros (mm), para cada una de las medidas que presentó el fruto: altura (desde el pedúnculo hasta la punta), diámetro mayor (línea a línea) y diámetro menor (cachete a cachete). Para esto, se utilizó un calibrador “*Electronic Digital Caliper*” (Fisher Scientific, modelo 14-648-17) con resolución de 0.01mm.

La evaluación del peso se realizó en cuatro momentos de la post-cosecha (al inicio, luego de 14d-0°C, luego de 5d-20°C y luego de 14d-0°C+5d-20°C). El porcentaje de masa perdida se evaluó en el primer y último día de almacenamiento; así para 5d-20°C los días 1 y 5, para 14d-0°C los días 1 y 14, y para 14d-0°C+5d-20°C los días 15 y 19. El diámetro se evaluó solo en la evaluación post-cosecha inicial.

Color (CIE Lab)

Se utilizó un colorímetro HunterLab - MiniScan XE (Hunter Associate Laboratory, Inc., Reston, Virginia, USA) calibrado con estándar negro y blanco ($X=79.8$, $Y=84.6$, $Z=90.4$). Valores de L^* , a^* y b^* fueron medidos en el cachete de la fruta. “ L^* ” representa el valor de claridad (0 negro/blanco 100), el valor de a^* (-verde/rojo+) y valor de b^* (-azul/ amarillo+). El color se determinó en la piel de la fruta, para esto se estableció un área con el color de maduración y otra con el color rojo predominantes.

El color de la pulpa se registró luego de extraer y homogenizar la pulpa de la fruta con un “*Electric Food Processor*” marca Kitchen Gourmet, modelo HL-2029 y luego de colocarlo en placas petri de plástico transparente con un diámetro de 3.5 cm.

El “*ground color*”, color rojo y color de la pulpa se evaluaron en cuatro momentos de la post-cosecha (al inicio, luego de 14d-0°C, luego de 5d-20°C y luego de 14d-0°C+5d-20°C).

Firmeza

La textura se midió con el equipo “*Fruit Pressure Tester*” (Wagner) modelo FT 327, con un cilindro de 8 mm. Se trabajó en la zona más carnosa del fruto (cachete). Se expresó en libras-fuerza. La firmeza se evaluó en cuatro momentos de la post-cosecha (al inicio, luego de 14d-0°C, luego de 5d-20°C y luego de 14d-0°C+5d-20°C).

Sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT)

Para la determinación de sólidos solubles, se extrajo el zumo de la fruta y se colocaron 3 gotas en el prisma del refractómetro digital marca MISCO modelo PA 202 (Palm Abbe, Virginia, Cleveland). Esta variable se expresó en porcentaje. Para la determinación de la acidez titulable, se pesó en un matraz (PYREX, USA) de 125 mL de capacidad, 5 mL del zumo de la fruta y se añadió 45 mL de agua destilada. Se tituló esta mezcla hasta un pH final de 8.2, utilizando una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N (Sigma Aldrich, St. Louis, Missouri, USA). La titulación se efectuó en una bureta (Bürette Digital III. BRAND TECH SCIENTIFIC – USA) con una precisión de 0.01ml. La acidez total se expresó en términos del ácido málico usando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ acidez} = \{[\text{ml NaOH usado}] \times [\text{N NaOH}] \times [\text{m-eq factor}] \times [100]\} / \text{gramos muestra}$$

Donde:

ml NaOH =	Cantidad de hidróxido de sodio 0.1 N, utilizado para llegar a un pH de 8.2.
N Na OH =	Normalidad de la solución de hidróxido de sodio con la que se tituló cada muestra (0.1).
m-eq factor =	en términos de ácido málico (0.067 m-eq) (Garner et al., 2004; Wen et al., 1995)
muestra (gramos)=	peso en gramos de 5mL del zumo de la fruta. (Garner et al., 2004)

Para establecer la normalidad de la solución de hidróxido de sodio, se utilizaron las normas de la AOAC "Association of Analytical Communities".

La relación SST/AT, se obtuvo de la división entre el porcentaje de sólidos solubles totales y acidez titulable de cada interacción.

Los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT) y la relación SST/AT se evaluaron en cuatro momentos de la post-cosecha (al inicio, luego de 14d-0°C, luego de 5d-20°C y luego de 14d-0°C+5d-20°C).

Respiración en mg CO₂/Kg h y producción de etileno (μL C₂H₄/Kg h)

La producción de anhídrido carbónico y etileno se evaluó en un sistema estático. Se tomaron muestras de ±350 gramos de fruta (4 a 5) de cada interacción y se colocó dentro de frascos de vidrio de 1.9 y 3.8 L de capacidad, con tapas de goma o metálicas. Las frutas se colocaron dentro de los frascos por una hora y con un volumen conocido (Figura 3).

Para establecer el valor de CO₂ (%), se procedió a recolectar con una jeringa de 10.0 mL en el aire “*headspace*” generado en el espacio comprendido entre la superficie de la fruta y la tapa del envase. Para la respiración se procedió a inyectar dicho gas, en un medidor de CO₂ (SERVOMEX “*Food Package Analyzer*” Series, 1400 Sugar Land, Texas, USA) (Figura 3). Dicho equipo fue calibrado con estándares de gas a 30 y 99.9% de CO₂ y se utilizó Nitrógeno gaseoso para la calibración a cero (00.0).



Figura 3. Equipo para medir el porcentaje de CO₂ y envases de vidrio donde se recolectaba la muestra del gas.

La respiración fue calculada en miligramos de CO₂ por kilogramo por hora de peso fresco y multiplicado por un factor de conversión, tal como lo indica la siguiente ecuación:

$$\text{mg CO}_2 = \{[\text{CO}_2 (\%)] / 100\} * [“Head space” (\text{mL})] / [\text{tiempo (h)} * \text{peso (kg)}] * \text{factor de conversión}$$

Donde:

“Head space” (mL) = volumen del jarro (mL) – volumen de la fruta (ml). (Deza 2006)

Factor de conversión = 1.98 para 0°C y 1.84 para 20°C (Kader 2002).

Estas variables se expresaron en mg CO₂/ Kg h y μL C₂H₄/ Kg h, respectivamente. La evaluación de anhídrido carbónico y etileno se realizaron para 14d-0°C a los 1, 2, 7, 8, 13 y 14 días de almacenamiento; para 5d-20°C a los días 1, 3 y 5 y para la evaluación 14d-0°C+5d-20°C a los días 15, 17 y 19.

Para la determinación de etileno se extrajo una muestra de 1mL del “*headspace*”, se inyectó en un Cromatógrafo de gases (GC) Agilent 6850 con detector de ionización de llama. La entrada de inyección se ajustó a 200°C. Se utilizó como estándar 1mL de etileno al 1.1 ppm y 1000ppm (v/v) balanceado en nitrógeno. Los parámetros usados en este sistema fueron:

Detector: H₂ Flame – Ionization Detector (FID), 200°C flujo H₂ 30 mL min⁻¹

Columna: Columna empacada de acero, 1m x 2mm I.D., Porapak R (malla de 100-200).

Temperatura: 50°C.

Gas transportador: N₂, flujo 25.8 mL min⁻¹ (Santana 2007)

Análisis estadístico

Los valores a* y b* de la variable color se utilizaron para generar los valores de Chroma $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ y °Hue (arctangent b*/a*; donde 0° es rojo, 90° es amarillo, 180° es verde y 270° es azul). Esto se trabajó en el programa estadístico S.A.S. versión 9.1.3. Para generar el valor de Chroma y °Hue se utilizó los siguientes comandos:

Data color;

Input cultivar \$ %MA EP L a b;

C=SQRT((a*a)+(b*b));

Theta= (ATAN(b/a)/6.2832)*360;

if a>0 and b>=0 then h=theta;

if a<0 and b>=0 then h=180+theta;

if a<0 and b<0 then h=180+theta;

if a>0 and b<0 then h=360+theta;

output;

drop theta;

datalines; (McGuire 1992)

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un arreglo factorial 3x4 y 4x4 para las cosechas del 2007 y 2008, respectivamente en un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). El ANOVA se realizó por cultivar. Se aplicó la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad para los factores e interacciones (Tabla 1), que reportaron diferencia significativa. Los datos fueron sometidos a los supuestos de Homogeneidad de Varianza, Aleatoriedad y Normalidad. Los valores de a^* y $^{\circ}$ Hue se trabajaron en base a las gráficas de los residuos de estos parámetros. Se realizó un ANOVA en DCA para establecer significancia en años de producción.

Tabla 1. Esquema de la interacción de los factores en estudio en cada cosecha

Año	% Madurez Aparente	Evaluación Post-cosecha
2007	50	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
	70	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
	90	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
2008	30	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
	50	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
	70	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C
	90	Inicial 14d-0°C 5d-20°C 14d-0°C+5d-20°C

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportaron efectos significativos ($p \leq 0.05$) en años de producción de la variable color de maduración para el parámetro L^* en ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaprince’, para los parámetros a^* , Chroma y $^{\circ}$ Hue en los tres cultivares y para el parámetro b^* en ‘Flordaprince’ mientras que, no presentaron significancia en el valor de L^* del cultivar ‘Flordaglo’ y en el parámetro b^* de los cultivares ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’ (Anexo 2).

En la variable color rojo se mostraron diferencias significativas para el parámetro L^* en los tres cultivares, para los parámetros a^* , b^* y Chroma en ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’, para el parámetro $^{\circ}$ Hue en los cultivares ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’ en tanto que, efectos no significativos se presentaron para los parámetros a^* , b^* y Chroma en ‘Tropicbeauty’ y para el parámetro $^{\circ}$ Hue en el cultivar ‘Flordaprince’ (Anexo 2).

Se reportaron efectos significativos ($p \leq 0.05$) en años de producción de la variable diámetros: para altura (desde el pedúnculo hasta la punta) en los cultivares ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’, para diámetro mayor (línea a línea) y diámetro menor (cachete a cachete) en los tres cultivares mientras que, no se mostró diferencia significativa para altura en el cultivar ‘Flordaprince’ (Anexo 2).

Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en años de producción para las variables sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y firmeza en los tres cultivares, para la relación SST/AT en el cultivar ‘Flordaglo’, para las variables peso y producción de $\text{mg CO}_2/\text{Kg-hr}$ en ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’ mientras que, respuestas no significativas se

presentó en la relación SST/AT en los cultivares ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaprince’ y en la variable peso en el cultivar ‘Flordaprince’ (Anexo 2).

Las diferencias reportadas durante las cosechas del 2007 y 2008 pueden ser atribuidas en parte a que durante el 2007, uno de los huertos de melocotón estuvo bajo tratamiento con Spinosad (GF-120 NF Naturalyte) para el control de mosca frutera (*Anastrepha suspensa*). De acuerdo con Ramos, el tratamiento con Spinosad redujo significativamente el número de larvas de mosca frutera/ fruta/árbol versus el otro huerto trabajado sin aplicación de Spinosad (Ramos 2008).

El ataque de la mosca frutera no se visualiza en forma inmediata en el fruto porque el estado larval se desarrolla en el interior de la fruta (entre 13 y 28 días) siendo esta etapa la que más daño causa al fruto (Ramos 2008). Por otro lado el ataque de insectos promueve daño mecánico y acelera la respiración del fruto (Kader 2002), esto explica que durante el 2007 ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’ almacenadas a 0°C generaron una mayor respiración (11.10 y 21.44 mg CO₂ /Kg h en ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’, respectivamente) que en el 2008 (8.24 y 8.32 mg CO₂ /Kg h en ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’, respectivamente) (Tabla 18). Observaciones visuales en laboratorio, mostraron un 50% de daño por mosca frutera en ‘Flordaglo’ en la cosecha del 2007, en tanto que, en el 2008 fue de un 38%.

Las diferencias pueden también atribuirse a las condiciones climáticas prevalecientes en cada año y a prácticas culturales como la fertilización y el riego. En la Estación Experimental de Adjuntas, las condiciones climáticas como la temperatura, la precipitación y la fertilización fueron diferentes durante los dos años de producción. La temperatura

promedio entre enero y mayo del 2007 fue de 19°C en tanto que, en el 2008 fue de 18°C. La precipitación entre enero y mayo del 2007 fue de 470 mm mientras que, en el 2008 fue de 520 mm. Trabajos realizados en melocotones ‘Dixon’ demuestran que la temperatura y las prácticas culturales influyen la composición, calidad y sabor de la fruta (Kader et al., 1982; Vielma et al., 2008).

En esta investigación los resultados y la discusión se hicieron en base al tipo de fruta (“*melting flesh*” o “*non-melting flesh*”) y/o en características generales (“*Clingstone*” o “*Freestone*”).

Las figuras que se presentan durante los resultados y la discusión del presente documento representan apoyos visuales de las tablas presentadas, es decir que las figuras expresan en forma visual resultados relevantes de cada variable estudiada. Entonces las figuras apoyan las tablas presentadas más no aportan información adicional.

Color (L^* , a^* , b^* , Chroma y $^\circ$ Hue)

Para comunicar la percepción del color es necesario, no solamente la evaluación y descripción de sus características por parte de un individuo sino también, comunicar o transmitir dicha apreciación. Las cartas de color han desempeñado un papel único en la percepción del color, mas sin embargo, la evaluación visual ha sido a menudo errónea. La forma más efectiva para determinar el color, es usando un colorímetro fotoeléctrico por tri-estímulos. Este procedimiento ofrece una notación más objetiva, proporcionando una mayor reducción del potencial error humano en la evaluación del color que con el uso de la carta (Voss 1992; Ayala-Silva et al., 2005).

El criterio más utilizado por el consumidor para escoger una fruta o vegetal es la apariencia externa, donde el color es el más importante (Ayala-Silva et al., 2005). El cambio del color de maduración en la piel y en la pulpa de la fruta, pueden ser utilizados como índices de madurez por no ser afectados por la luz solar (Crisosto 1994). Las coordenadas (L^* , a^* y b^*) que son reportadas por el colorímetro se basan en un espacio de color tridimensional. Sin embargo, estos valores no proporcionan una idea clara de los aspectos de tonalidad ($^\circ$ Hue) y saturación (Chroma) del color, los cuales se utilizan en la comercialización de un producto (McGuire 1992; Ayala-Silva et al., 2005).

Trabajos realizados en la piel y pulpa de la fruta utilizando el colorímetro CIELAB concluyeron que el valor de a^* o $^\circ$ Hue pueden ser usados satisfactoriamente como índices de madurez (Tourjee et al., 1998).

La claridad es un parámetro que está vinculado al color. La presencia del color rojo en el melocotón está vinculada con la exposición de la fruta a la luz solar. Dicho efecto en melocotón se ha basado en la radiación solar, pero el efecto específico de la luz no está del todo claro. Adicionalmente, trabajos publicados en el año 2004 han reportado una disminución en el contenido de antocianinas en ausencia de la exposición a la radiación ultravioleta en melocotón ‘Hakuho’ ya que las antocianinas son las responsables de colores más oscuros como el rojo (Kataoka y Beppu 2004).

El parámetro L^* (claridad) de los melocotones “*melting flesh*” (MF) de Puerto Rico mostró en ‘Tropicbeauty’ ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ valores mínimos y máximos de 53.15 y 73.04 en las dos cosechas mientras que, el melocotón “*non-melting flesh*” (NMF) ‘UFSun’ reportó valores entre 60.73 y 69.50 en claridad (Tabla 2). Trabajos realizados durante los años 1997 y 1998, reportaron valores entre 38.3 y 48.4 para cultivares “*melting flesh*” (‘Flordaprince’, ‘Tropicbeauty’ y ‘Fla 94-36’); mientras que, para los “*non-melting flesh*” (‘UFGold’, ‘Fla 94-13C’, ‘Fla 94-25C’, ‘Fla 92-15C’ y ‘Fla 94-20C’) los valores fluctuaron entre 47.6 y 61.1 (Karakurt et al., 2000). Los valores de L^* en Puerto Rico son diferentes a los reportados por la Universidad de Florida en Gainesville (latitud N 29°), debido probablemente a la ubicación geográfica ya que, estos estudios se realizaron en un área que se encuentra en una latitud diferente a la de Puerto Rico (latitud N 18°). Los valores reportados en Puerto Rico mostraron resultados similares tanto en los melocotones MF como en los NMF.

Tabla 2. Cambios del parámetro L* (claridad) en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) por evaluaciones post-cosecha (EP)

Color de maduración (L*)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ^{1,2}					
50	inicial	65.01 ns	61.00 cde	68.66 abc	---
	5d-20°C	65.37 ns	63.79 bc	65.95 bcde	---
	14d-0°C	70.25 ns	66.78 ab	70.31 a	---
	14d-0°C+5d-20°C	71.08 ns	68.30 a	69.94 ab	---
70	inicial	65.35 ns	59.29 de	63.03 de	---
	5d-20°C	66.19 ns	63.53 bcd	63.62 de	---
	14d-0°C	68.57 ns	60.85 cde	67.24 abcd	---
	14d-0°C+5d-20°C	68.66 ns	61.18 cde	68.69 abc	---
90	inicial	63.98 ns	58.50 e	64.75 cde	---
	5d-20°C	64.18 ns	59.29 de	62.23 e	---
	14d-0°C	67.50 ns	61.20 cde	65.72 bcde	---
	14d-0°C+5d-20°C	66.32 ns	61.11 cde	63.62 de	---
Cosecha 2008 ^{1,2}					
30	inicial	68.92 ns	65.26 bc	64.54 bc	66.39 ns
	5d-20°C	69.33 ns	69.81 a	67.42 ab	67.18 ns
	14d-0°C	67.83 ns	65.22 bc	67.75 ab	68.37 ns
	14d-0°C+5d-20°C	73.04 ns	70.44 a	70.87 a	69.50 ns
50	inicial	65.50 ns	64.22 cd	64.21 bcd	66.06 ns
	5d-20°C	66.15 ns	63.70 cd	67.33 ab	66.84 ns
	14d-0°C	66.69 ns	64.04 cd	62.87 cd	67.19 ns
	14d-0°C+5d-20°C	69.01 ns	69.01 ab	63.92 bcd	68.82 ns
70	inicial	62.86 ns	57.41 fg	60.31 def	62.95 ns
	5d-20°C	64.81 ns	62.66 cde	61.34 cde	64.74 ns
	14d-0°C	63.64 ns	60.78 cdefg	60.65 cdef	64.28 ns
	14d-0°C+5d-20°C	67.37 ns	60.12 defg	63.92 bcd	65.37 ns
90	inicial	60.54 ns	57.54 fg	53.86 gh	61.42 ns
	5d-20°C	61.40 ns	61.86 cdef	53.15 h	60.73 ns
	14d-0°C	59.54 ns	57.01 g	57.60 efg	63.61 ns
	14d-0°C+5d-20°C	60.76 ns	58.40 efg	57.12 fgh	63.33 ns

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia (p≤0.05)

²ns = no significativo estadísticamente

El Chroma registrado en la maduración de los cultivares MF de Puerto Rico varió entre 32.36 y 56.51, mientras que, para el cultivar NMF fluctuó entre 47.69 y 62.53 (Tabla 3). Información recopilada en el año 1998, mostró valores entre 32.5 y 43.5 para cultivares MF mientras que entre 39.7 y 54.1 para los cultivares NMF en fruta almacenada por 5 días a 8°C (Karakurt et al, 2000), determinando que Chroma fue menor en los cultivares MF que en los NMF. Los resultados obtenidos en la presente investigación corroboran el comportamiento de saturación de los cultivares MF y NMF en Puerto Rico (Figura 4).

Tabla 3. Cambios de Chroma (saturación) en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Color de maduración (Chroma)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ^{1,2}					
50	inicial	44.06 ns	32.36 e	42.63 c	---
	5d-20°C	48.09 ns	35.20 cd	44.65 bc	---
	14d-0°C	46.85 ns	35.18 cd	43.05 c	---
	14d-0°C+5d-20°C	55.26 ns	41.30 a	53.42 a	---
70	inicial	46.42 ns	32.57 e	42.14 c	---
	5d-20°C	50.18 ns	37.21 bc	44.96 bc	---
	14d-0°C	48.63 ns	35.60 bcd	44.02 bc	---
	14d-0°C+5d-20°C	56.51 ns	39.50 a	52.30 a	---
90	inicial	46.51 ns	33.76 de	42.40 c	---
	5d-20°C	50.83 ns	35.49 bcd	43.00 c	---
	14d-0°C	49.27 ns	37.33 b	43.80 bc	---
	14d-0°C+5d-20°C	54.57 ns	40.79 a	46.48 b	---
Cosecha 2008 ¹					
30	inicial	46.00 fg	34.58 def	43.98 de	47.69 j
	5d-20°C	49.09 def	38.52 abc	52.98 a	53.37 efgh
	14d-0°C	44.33 g	33.68 ef	44.60 de	51.78 ghi
	14d-0°C+5d-20°C	54.07 ab	39.40 a	51.77 ab	62.29 a
50	inicial	46.18 fg	34.38 def	43.37 de	49.26 ij
	5d-20°C	51.29 bcde	39.31 a	51.79 ab	57.91 bc
	14d-0°C	45.74 fg	33.34 f	44.18 de	52.34 fghi
	14d-0°C+5d-20°C	54.75 a	39.24 a	50.49 ab	62.53 a
70	inicial	46.33 fg	33.54 f	41.48 e	50.22 hij
	5d-20°C	52.15 abcd	37.53 abc	48.57 bc	57.51 bcd
	14d-0°C	44.43 g	32.82 f	44.37 de	53.09 fgh
	14d-0°C+5d-20°C	54.00 ab	38.52 abc	48.92 bc	59.27 ab
90	inicial	47.95 ef	36.11 cde	44.04 de	55.44 cdef
	5d-20°C	50.56 cde	38.67 ab	46.50 cd	56.54 bcde
	14d-0°C	46.67 fg	36.56 bcd	44.47 de	54.30 defg
	14d-0°C+5d-20°C	52.91 abc	37.46 abc	48.82 bc	54.73 cdefg

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia (p≤0.05)

²ns= no significancia estadística

En la cosecha del 2008, los valores °Hue reportados en Puerto Rico para el MF ‘Tropicbeauty’ en 50% MA cambiaron de 80.46° en la EP inicial a 70.26° luego de 5d-20°C. Para el NMF ‘UFSun’ en 50% MA se obtuvieron valores de cambio de 75.72° en la EP inicial a 64.35° luego de 5d-20°C (Tabla 4 y Figura 7). Reportes en melocotón muestran que el °Hue del MF ‘TropicBeauty’ cambió de 41.8° en la cosecha a 38.6° luego de 5d-8°C, mientras que, el NMF ‘UFGold’, mostró valores de cambio de 53.2° en la cosecha a 48.3° luego de 5d-8°C (Karakurt et al, 2000), esto indica que el valor de °Hue disminuye a medida que incrementa el

almacenamiento y que este comportamiento es independiente al grado de madurez y a la temperatura. En términos de °Hue, la fruta en Puerto Rico pasó de un tono amarillo verdoso a un tono amarillo o naranja o naranja rojizo, a medida que la fruta maduró.

En los cultivares de Puerto Rico, los valores de a^* y °Hue en el color de maduración presentaron una relación inversa. A medida que incrementó a^* , °Hue disminuyó (Figura 5). Para ‘Tropicbeauty’ durante la cosecha del 2008, la interacción 30% MA x EP inicial mostró valores de 0.05 y 89.95° en a^* y °Hue respectivamente, mientras que, en 90% MA x EP inicial presentó valores de 23.30 y 60.44° en a^* y °Hue respectivamente (Tablas 4 y 5). Estos resultados concuerdan con reportes de a^* en tres grados de madurez (inmaduro, maduro y sobre maduro) en melocotones “*Clingstone*”, en donde se observó un incremento del valor a^* a medida que la madurez incrementó (Kader et al., 1982; Robertson et al., 1990).

Al observar los porcentajes de madurez aparente se encontró una disminución de °Hue a medida que incrementó la madurez de la fruta cosechada (Figura 6) ya que, ‘Tropicbeauty’ (MF) y ‘UFSun’(NMF) para la cosecha del 2008 mostraron en 30% MA x EP inicial valores de 89.95 y 83.60°, mientras que en 70% MA x EP inicial los valores fueron de 70.41 y 65.07° respectivamente, esto mostró que la fruta cambió de tonalidad acercándose a colores más amarillos o naranjas (Tabla 4).

En las evaluaciones post-cosecha se observó una disminución de °Hue a medida que incrementó el almacenamiento (Figura 7) ya que, ‘Tropicbeauty’ (MF) y ‘UFSun’ (NMF) en 50% MA x EP inicial presentaron en la cosecha del 2008, valores de 80.46 y 75.72°, mientras que, en 50% MA x EP 14d-0°C+5d-20°C fue de 69.16 y 63.85° respectivamente, (Tabla 4).

Estos resultados muestran el comportamiento climatérico de la fruta, ya que su madurez incrementó con el almacenamiento, además indica un cambio de tonalidad después del almacenamiento.

Tabla 4. Cambios de °Hue (tonalidad) como índice de madurez en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

		Color de maduración (°Hue)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ¹					
50	Inicial	78.80 a	74.69 a	81.27 a	---
	5d-20°C	70.36 bc	67.56 bc	70.85 b	---
	14d-0°C	78.53 a	71.28 ab	76.67 a	---
	14d-0°C+5d-20°C	69.47 bc	64.10 c	65.39 bc	---
70	Inicial	71.44 b	61.40 cd	66.90 bc	---
	5d-20°C	66.31 cd	55.58 de	62.69 cd	---
	14d-0°C	70.40 bc	52.51 ef	67.76 bc	---
	14d-0°C+5d-20°C	64.68 de	53.18 e	62.81 cd	---
90	Inicial	64.47 de	53.70 e	62.86 cd	---
	5d-20°C	61.16 e	46.53 f	58.15 de	---
	14d-0°C	64.81 de	49.86 ef	62.84 cd	---
	14d-0°C+5d-20°C	63.45 de	51.50 ef	56.70 e	---
Cosecha 2008 ¹					
30	Inicial	89.95 a	89.50 a	81.21 a	83.60 a
	5d-20°C	81.85 bc	80.32 b	66.40 ef	73.32 bc
	14d-0°C	85.03 b	79.74 b	78.59 ab	76.64 b
	14d-0°C+5d-20°C	79.05 cd	77.18 bc	72.38 cd	66.61 de
50	Inicial	80.46 bc	78.70 bc	75.75 bc	75.72 b
	5d-20°C	70.26 f	62.18 ef	68.66 de	64.35 ef
	14d-0°C	75.09 de	73.39 cd	66.50 ef	69.43 cd
	14d-0°C+5d-20°C	69.16 fg	67.41 de	60.26 gh	63.85 ef
70	Inicial	70.41 ef	55.48 gh	63.64 fg	65.07 ef
	5d-20°C	63.97 h	56.41 fgh	54.98 ij	58.30 h
	14d-0°C	64.99 gh	57.99 fg	55.62 hi	62.51 fg
	14d-0°C+5d-20°C	64.12 h	50.76 hi	58.48 hi	59.82 gh
90	Inicial	60.44 hi	46.23 ij	48.51 kl	57.51 hi
	5d-20°C	58.02 ij	52.47 gh	44.29 l	53.72 i
	14d-0°C	53.33 j	42.05 j	50.61 jk	56.94 hi
	14d-0°C+5d-20°C	53.95 j	45.87 ij	48.93 kl	56.44 hi

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia (p≤0.05)

Tabla 5. Cambios de a* como índice de madurez en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Color de maduración (a*)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ¹					
50	inicial	8.25 d	8.66 i	6.45 f	---
	5d-20°C	16.14 c	13.43 gh	14.30 e	---
	14d-0°C	9.28 d	11.17 hi	9.89 f	---
	14d-0°C+5d-20°C	19.36 b	17.91 ef	22.17 ab	---
70	inicial	14.28 c	15.50 fg	15.95 de	---
	5d-20°C	20.12 b	21.03 cde	20.07 bc	---
	14d-0°C	16.25 c	21.77 bcd	17.05 cde	---
	14d-0°C+5d-20°C	23.99 a	23.66 abc	23.75 a	---
90	inicial	19.40 b	19.09 de	19.28 bcd	---
	5d-20°C	24.3 a	24.34 ab	22.68 ab	---
	14d-0°C	20.95 b	23.99 abc	19.89 bc	---
	14d-0°C+5d-20°C	24.38 a	25.34 a	25.45 a	---
Cosecha 2008 ¹					
30	inicial	0.05 j	0.24 h	6.65 k	5.35 g
	5d-20°C	7.00 hi	4.85 g	21.18 fg	15.90 e
	14d-0°C	3.82 i	5.91 fg	8.83 jk	11.98 f
	14d-0°C+5d-20°C	10.29 fg	8.53 f	15.60 i	24.69 c
50	inicial	7.55 gh	6.71 fg	10.57 j	12.12 f
	5d-20°C	17.27 de	17.58 cde	20.04 gh	24.97 c
	14d-0°C	11.60 f	9.30 f	17.58 hi	18.45 de
	14d-0°C+5d-20°C	19.44 d	14.87 e	24.37 ef	27.52 bc
70	inicial	15.46 e	18.56 cd	18.08 ghi	21.03 d
	5d-20°C	23.60 c	20.64 bc	27.40 cde	30.14 ab
	14d-0°C	18.65 de	16.74 de	25.00 de	24.41 c
	14d-0°C+5d-20°C	23.32 c	23.86 ab	25.48 de	29.55 b
90	inicial	23.30 c	24.88 a	29.00 bc	29.83 b
	5d-20°C	26.32 bc	24.39 a	33.02 a	33.29 a
	14d-0°C	27.59 ab	25.27 a	28.42 cd	29.52 b
	14d-0°C+5d-20°C	30.51 a	26.52 a	31.91 ab	30.02 b

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

En los cultivares de Puerto Rico el color registrado en la pulpa fresca para el parámetro L* fluctuó entre 55.13 y 71.88, para el parámetro a* varió entre -4.04 y 19.11 y para el parámetro b* varió entre 22.20 y 62.53 (Tablas 6, 7 y 8). Investigaciones realizadas en pulpa de melocotones “*Clingstone*” (‘UC18, 8-23’, ‘Corona’, ‘Halford’, ‘Hesse’, ‘Kakamas’ y ‘Ross’) a 1cm de profundidad de la piel en la zona ecuatorial reportaron valores de L* entre 60.1 y 70.9, para a* entre 12.7 y 23.8 y para b* entre 49.3 y 54.6 (Tourjee et al., 1998). Aunque los melocotones de Puerto Rico tienen un comportamiento similar a los estudiados, la

diferencia en los valores se debe posiblemente a la metodología utilizada durante la evaluación, a la madurez de la fruta y a características propias de cada cultivar.

Tabla 6. Cambios de L* (claridad) en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

		Color pulpa (L*)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2008 ¹					
30	inicial	64.03 cd	61.51 gh	60.83 bcde	60.30 e
	5d-20°C	65.56 abc	65.00 cdefg	62.50 abcd	62.84 bcde
	14d-0°C	65.18 abc	64.80 cdefg	57.97 ef	60.26 e
	14d-0°C + 5 d-20°C	62.86 de	67.46 bcd	59.39 de	62.62 bcde
50	inicial	63.89 cd	71.88 a	63.63 ab	61.45 cde
	5d-20°C	60.00 f	62.05 fgh	59.98 cde	61.22 de
	14d-0°C	64.90 abcd	62.63 efgh	62.90 abc	64.04 bcd
	14d-0°C + 5 d-20°C	66.25 ab	67.41 bcd	64.38 a	60.24 e
70	inicial	64.32 bcd	70.68 ab	57.93 ef	61.33 cde
	5d-20°C	59.22 f	65.74 cdef	64.37 a	64.94 ab
	14d-0°C	66.66 a	67.96 abc	64.69 a	63.10 bcde
	14d-0°C + 5 d-20°C	65.85 abc	60.35 h	64.53 a	67.86 a
90	inicial	63.75 cd	66.33 cde	60.67 bcde	59.98 e
	5d-20°C	60.07 f	65.59 cdef	61.30 abcde	63.19 bcde
	14d-0°C	65.01 abcd	68.68 abc	62.65 abcd	61.47 cde
	14d-0°C + 5 d-20°C	60.72 ef	63.59 defgh	55.13 f	64.54 bc

¹Letras distintas en cada columna indican significancia ($p \leq 0.05$)

Al comparar los valores de a* en todos los cultivares (Figuras 8 y 9), se apreció que ‘Flordaglo’ mostró los valores más bajos en todas las evaluaciones post-cosecha y en todos los porcentajes de madurez aparente esto debido a que su pulpa es de color blanco y el resto de cultivares son de color amarillo (Rouse et al., 2006).

Tabla 7. Cambios de a* en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Color de pulpa (a*)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty' ¹	'Flordaglo' ¹	'Flordaprince' ¹	'UFSun' ¹
Cosecha 2008					
30	inicial	4.86 g	-4.84 h	0.31 h	4.93 h
	5d-20°C	9.51 ef	-1.23 fg	13.01 cd	16.74 abc
	14d-0°C	4.95 g	-3.10 gh	7.49 g	8.76 fg
	14d-0°C + 5 d-20°C	17.54 a	4.86 bc	12.52 d	18.69 a
50	inicial	8.07 f	-4.04 h	6.59 g	7.39 gh
	5d-20°C	11.76 d	2.32 d	14.09 c	13.77 cde
	14d-0°C	5.17 g	-1.79 fg	7.65 fg	11.53 def
	14d-0°C + 5 d-20°C	12.99 cd	3.65 bcd	14.05 cd	16.49 abc
70	inicial	9.92 e	2.64 d	9.49 e	9.18 fg
	5d-20°C	15.80 b	1.55 de	16.57 ab	11.33 ef
	14d-0°C	9.71 ef	4.99 b	9.06 ef	14.95 bcd
	14d-0°C + 5 d-20°C	13.75 c	7.58 a	13.97 cd	18.51 ab
90	inicial	11.78 d	2.80 cd	16.30 b	11.60 def
	5d-20°C	19.11 a	2.98 bcd	15.71 b	18.58 a
	14d-0°C	11.60 d	-0.27 ef	12.86 cd	18.06 ab
	14d-0°C + 5 d-20°C	17.92 a	7.27 a	17.88 a	18.53 a

¹Letras distintas en cada columna indican significancia (p≤0.05)

Tabla 8. Cambios de b* en el color de pulpa de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (%MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Color de pulpa (b*)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2008 ¹					
30	inicial	49.52 hi	29.79 def	52.04 defg	49.60 abc
	5d-20°C	54.77 cde	32.56 bcde	62.53 a	53.23 a
	14d-0°C	47.22 i	28.90 ef	42.10 j	47.15 c
	14d-0°C + 5 d-20°C	58.04 ab	38.36 a	52.57 def	53.90 a
50	inicial	50.61 gh	30.06 def	52.43 def	50.14 abc
	5d-20°C	56.21 bc	33.21 bcd	57.36 bc	47.81 bc
	14d-0°C	47.23 i	29.46 def	47.81 hi	49.55 abc
	14d-0°C + 5 d-20°C	53.42 def	34.82 ab	54.17 bcd	49.69 abc
70	inicial	49.80 hi	23.56 gh	48.43 ghi	50.72 abc
	5d-20°C	55.40 cd	34.33 abc	62.50 a	46.99 c
	14d-0°C	52.56 efg	22.20 h	49.89 efghi	52.06 abc
	14d-0°C + 5 d-20°C	54.79 cde	27.70 fg	53.66 cde	53.48 a
90	inicial	49.32 hi	35.97 ab	49.76 fghi	51.57 abc
	5d-20°C	59.76 a	30.58 cdef	57.72 b	51.95 abc
	14d-0°C	51.50 fgh	24.23 gh	50.82 defgh	52.89 ab
	14d-0°C + 5 d-20°C	56.58 bc	30.37 cdef	46.88 i	49.57 abc

¹Letras distintas en cada columna indican significancia (p≤0.05)

En Puerto Rico se evaluó el color rojo presente en la piel de la fruta, el cual no reportó relación alguna con los índices de madurez establecidos para melocotón. Los valores de los

cultivares MF en °Hue variaron entre 28.50 y 44.45, mientras que, para el cultivar NMF varió entre 34.80 y 39.41. Los valores de °Hue encontrados no se relacionaron con el porcentaje de madurez aparente ni con las evaluaciones post-cosecha (Tabla 9 y Figuras 10 y 11). Trabajos en melocotón establecen que la coloración roja en el melocotón enmascara el color de maduración y no es considerado un índice de madurez (Crisosto 1994; Crisosto y Kader 2000). El color rojo es considerado un índice de madurez en frutas como el tomate, donde el valor de a^* registra una respuesta de incremento de 3.2 a 10.1 en 5 días de almacenamiento a 12°C (Lurie y Klein 1992).

Tabla 9. Cambios de °Hue (tonalidad) en el color rojo presente en la piel de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

		Color rojo (°Hue)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty' ¹	'Flordaglo' ¹	'Flordaprince' ¹	'UFSun' ¹
Cosecha 2007 ²					
50	inicial	40.94 ns	38.62 ns	37.54 ns	---
	5d-20°C	39.72 ns	36.25 ns	36.44 ns	---
	14 d-0°C	44.45 ns	35.84 ns	38.17 ns	---
	14d-0°C + 5d-20°C	39.71 ns	36.78 ns	37.70 ns	---
70	inicial	40.64 ns	37.27 ns	36.52 ns	---
	5d-20°C	41.72 ns	30.51 ns	36.97 ns	---
	14 d-0°C	41.08 ns	33.32 ns	36.65 ns	---
	14d-0°C + 5d-20°C	39.16 ns	36.24 ns	37.48 ns	---
90	inicial	38.36 ns	35.99 ns	36.08 ns	---
	5d-20°C	38.16 ns	31.41 ns	36.05 ns	---
	14 d-0°C	39.27 ns	33.37 ns	35.61 ns	---
	14d-0°C + 5d-20°C	40.10 ns	37.16 ns	36.34 ns	---
Cosecha 2008 ^{1,2}					
30	inicial	44.21 ns	36.53 ns	41.99 a	38.16 ns
	5d-20°C	42.09 ns	34.20 ns	37.33 abc	36.27 ns
	14d-0°C	43.11 ns	36.55 ns	37.90 abc	39.41 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	40.06 ns	36.60 ns	37.77 abc	39.07 ns
50	inicial	42.25 ns	34.86 ns	36.85 abc	38.95 ns
	5d-20°C	38.72 ns	31.88 ns	36.78 abc	36.20 ns
	14d-0°C	39.44 ns	31.06 ns	39.08 abc	38.75 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	39.16 ns	32.13 ns	36.90 abc	39.15 ns
70	inicial	38.99 ns	33.65 ns	36.29 bc	38.39 ns
	5d-20°C	37.08 ns	31.86 ns	35.28 bc	35.16 ns
	14d-0°C	37.19 ns	31.94 ns	39.15 abc	34.80 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	37.24 ns	31.08 ns	40.00 ab	36.91 ns
90	inicial	38.39 ns	31.02 ns	35.41 bc	36.17 ns
	5d-20°C	34.91 ns	31.62 ns	35.03 bc	35.69 ns
	14d-0°C	37.51 ns	31.22 ns	35.37 bc	36.21 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	37.56 ns	28.50 ns	34.14 c	35.95 ns

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$) ²ns= no significancia estadística

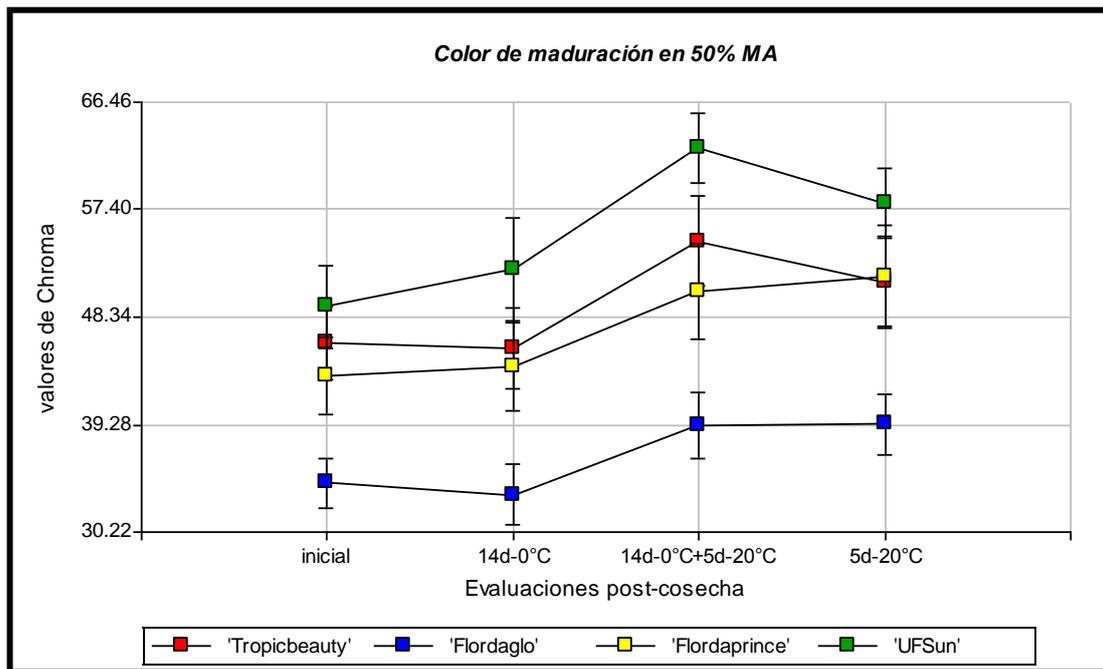


Figura 4. Cambios del parámetro Chroma para el color de maduración en 50% MA de cuatro evaluaciones post-cosecha en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

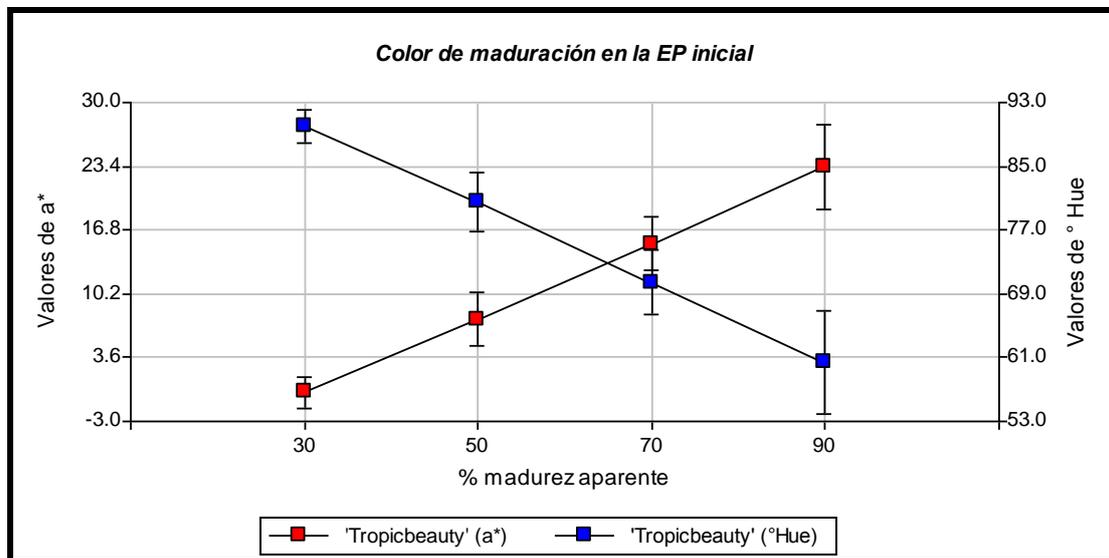


Figura 5. Cambios del parámetro a^* y $^{\circ}\text{Hue}$ para el color de maduración en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha inicial de 'Tropicbeauty', cosecha 2008

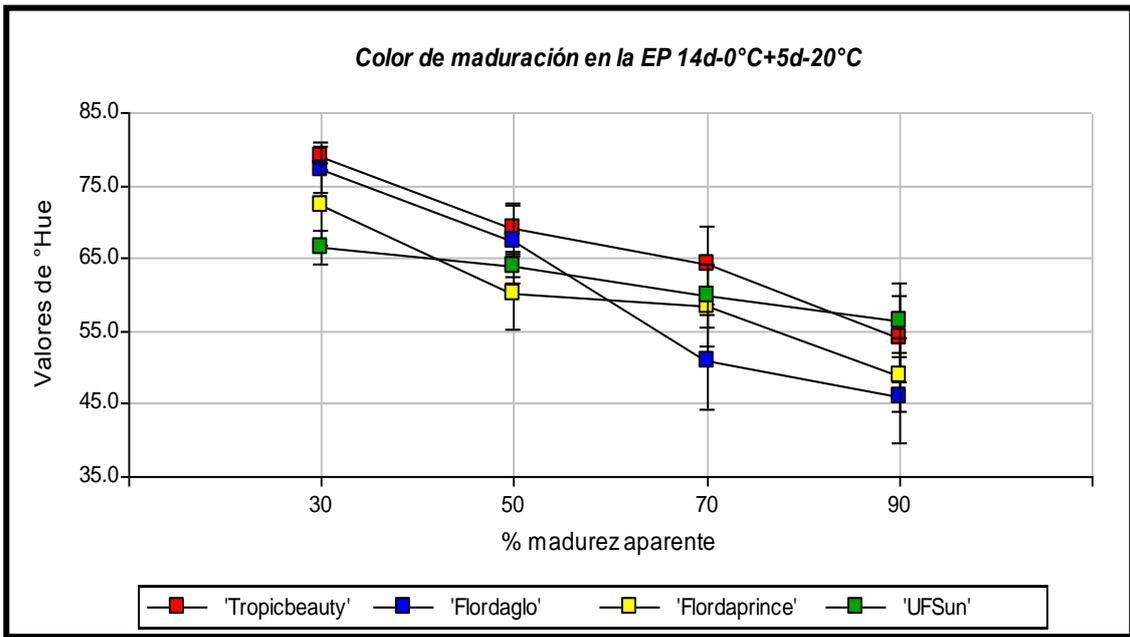


Figura 6. Cambios del parámetro °Hue para el color de maduración en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

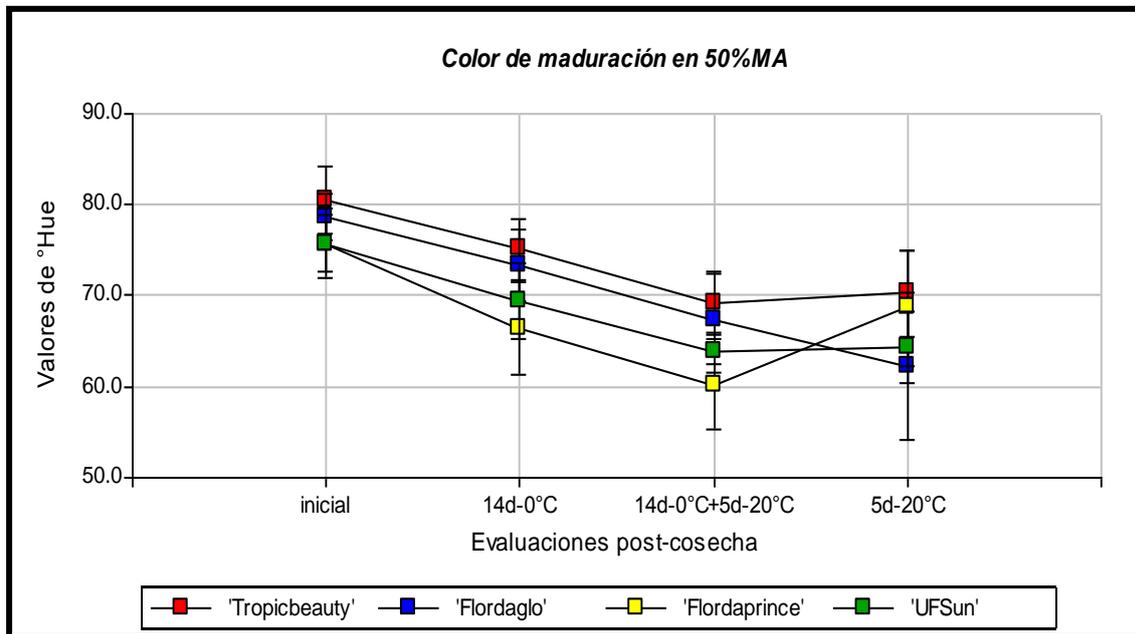


Figura 7. Cambios del parámetro °Hue para el color de maduración en cuatro evaluaciones post-cosecha en 50% de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

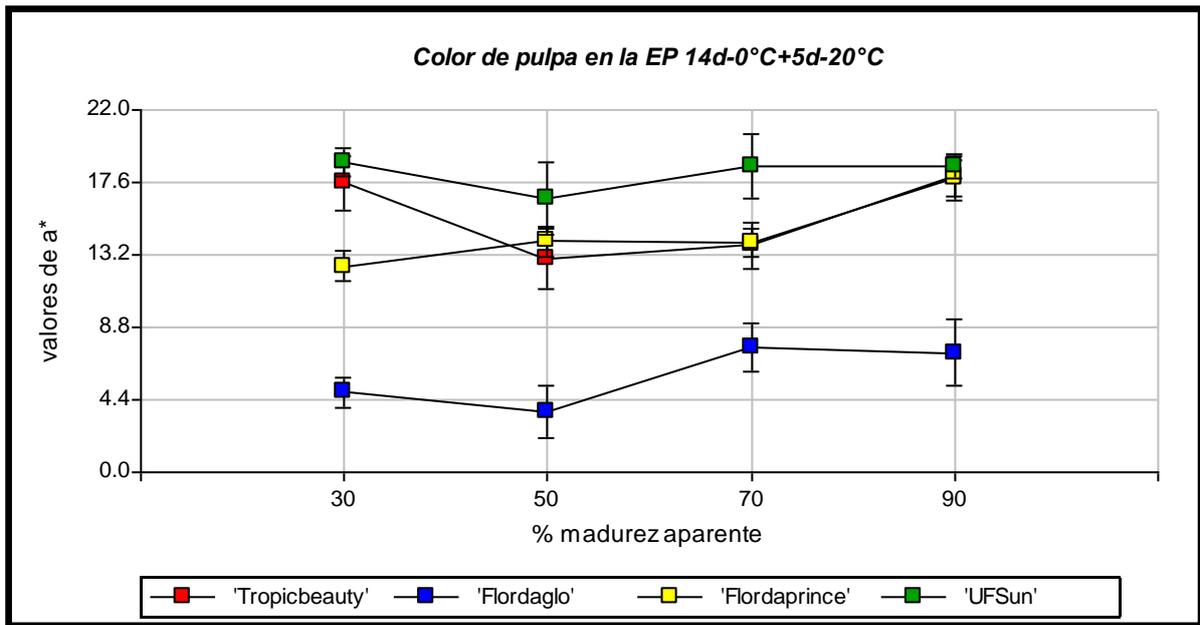


Figura 8. Cambios del parámetro a* para el color de la pulpa en cuatro porcentajes de madurez aparente y en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

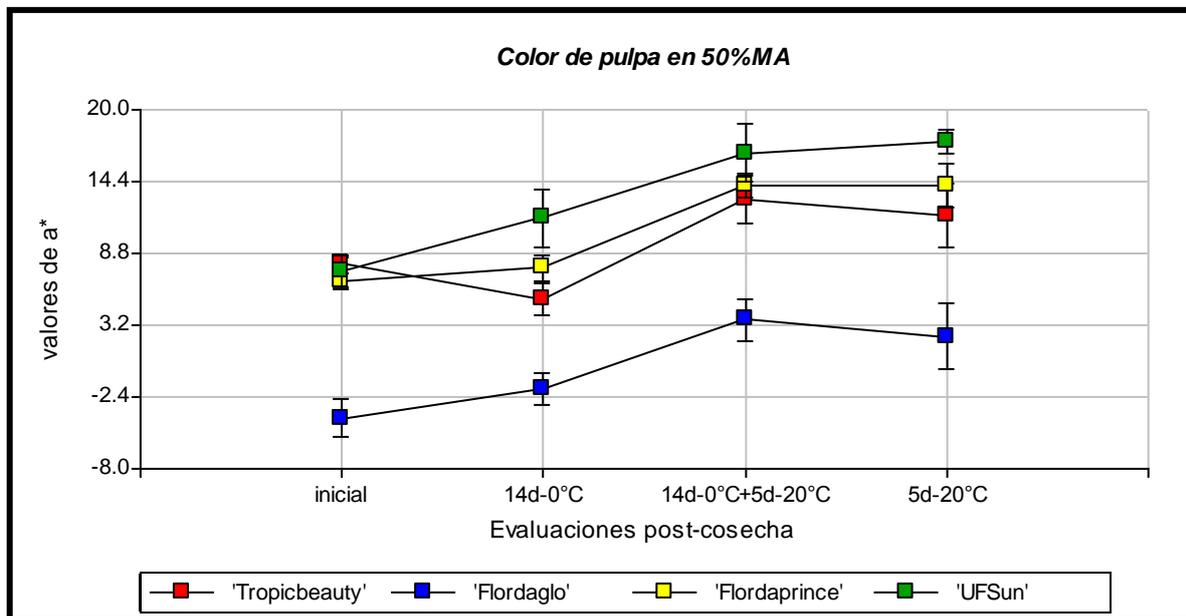


Figura 9. Cambios del parámetro a* para el color de la pulpa en cuatro evaluaciones post-cosecha con 50% MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

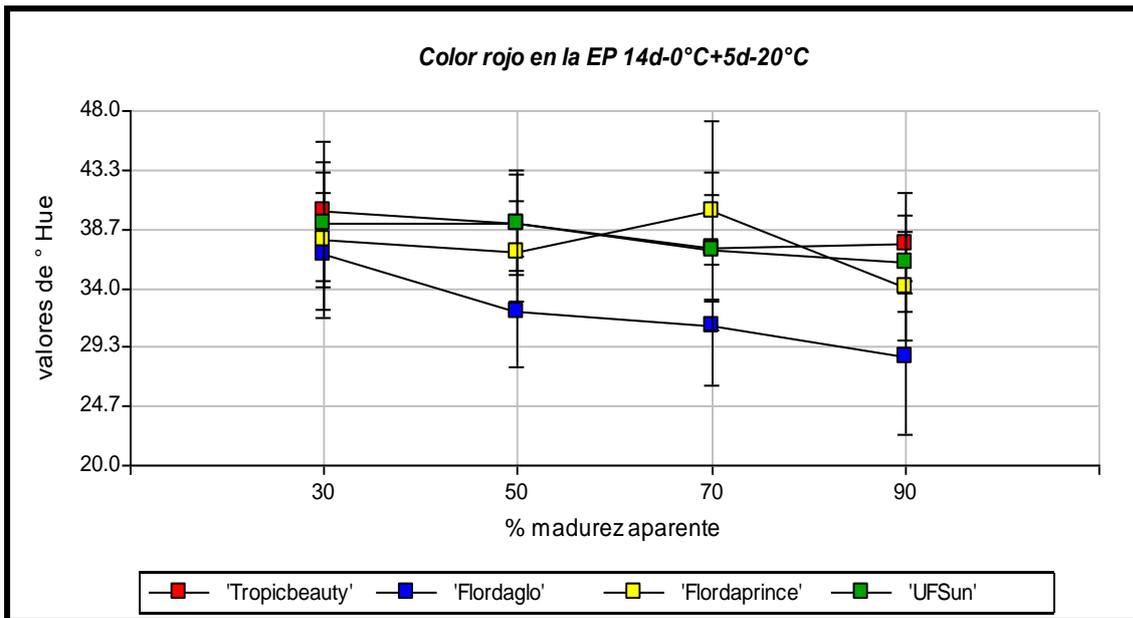


Figura 10. Cambios del parámetro °Hue para el color rojo en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

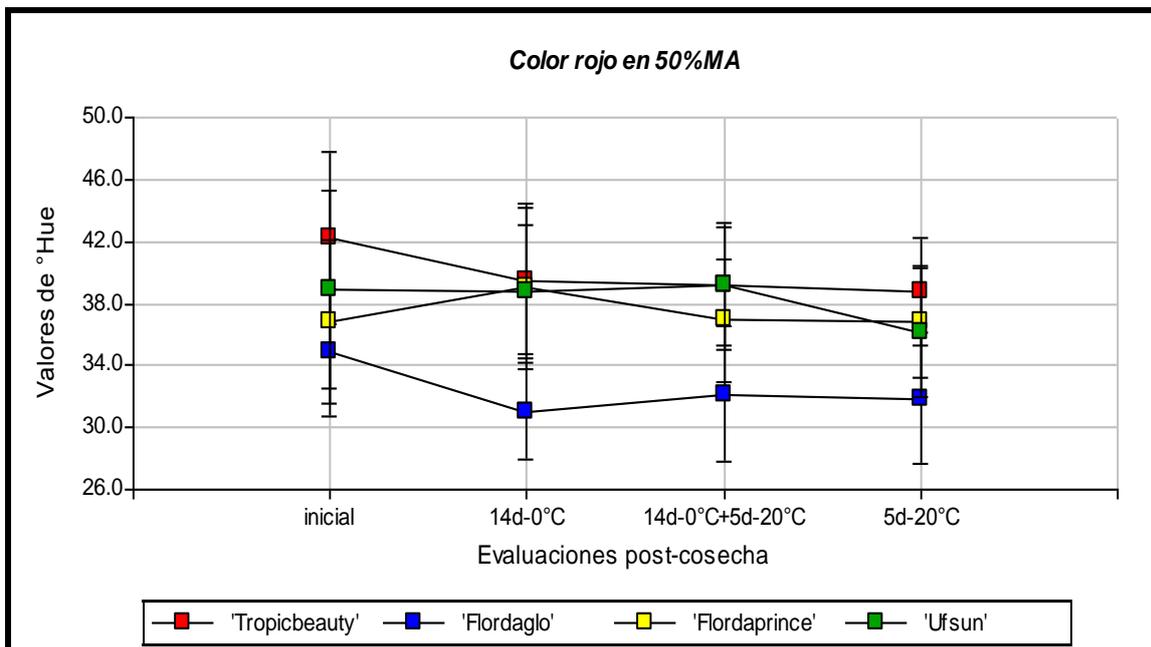


Figura 11. Cambios del parámetro °Hue para el color rojo en cuatro evaluaciones post-cosecha con 50% MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Sólidos solubles totales (SST)

El proceso de maduración en frutas incluye cambios fisiológicos como la disminución de la acidez y el incremento de los sólidos solubles totales (Crisosto 1994). En la post-cosecha del melocotón se establecen parámetros de calidad para su comercialización. Los valores de acidez titulable (AT) deben fluctuar entre 0.5 y 0.8%, un mínimo de 10% de contenido de Sólidos Solubles Totales (SST) y una relación SST/AT mínima de 15 (Kao et al., 2008; Kader 2002).

Los consumidores establecen un 80% de aceptación, cuando la fruta presenta un mínimo de 11.0% de SST y una AT inferior a 0.7%. También se menciona a la AT y a la relación SST/AT como los factores más importantes en la aceptación del melocotón, y estos son los parámetros más importantes en el establecimiento de la calidad de la fruta (Crisosto 1994; Crisosto y Kader 2000).

La investigación sobre melocotón realizada en Puerto Rico ha generado información importante sobre la calidad de la fruta. Para los cultivares MF se obtuvieron valores superiores a 10% de SST en todos los porcentajes de madurez aparente y todas las evaluaciones post-cosecha, excepto en 'Flordaprince' en la evaluación inicial de 70 y 90% MA. El NMF 'UFSun', mantuvo valores menores a los reportados en los MF (Tabla 10 y Figura 12).

En los melocotones de Puerto Rico la cantidad de SST varió con el porcentaje de madurez así, en ‘Tropicbeauty’ cambió de 10.21 a 10.19% en el 2008 en la evaluación inicial con 30 y 90% MA, respectivamente ‘Flordaprince’ cambió de 10.25 a 9.38% en el 2008 en la evaluación inicial con 30 y 90% MA, respectivamente. En el NMF ‘UFSun’ varió de 10.71 a 8.98% en el 2008 en la evaluación inicial de 30 y 90% MA, respectivamente (Figura 13). Trabajos realizados (Kader et al, 1982) con ocho cultivares de melocotón y tres grados de madurez (inmaduro, maduro y sobre maduro) son contrarios en la respuesta de los cultivares MF y NMF del 2008 pero concuerdan con los resultados del 2007 y con ‘Flordaglo’ en el 2008. Los resultados del 2008, muestran una alta variación de sólidos solubles contraria a la presentada en el 2007 debido probablemente a que en el 2008 se presentó un mayor tiempo de congelamiento (-20°C) de las muestras antes de su procesamiento final, esto debido al incremento de variables y factores dentro de la investigación.

En la cosecha del 2007, la evaluación 14d-0°C+5d-20°C en 90%MA presentó una disminución en el valor de SST con respecto a las evaluaciones 14d-0°C y 5d-20°C ya que, en ‘Tropicbeauty’ disminuyó de 13.51 y 12.20 a 11.75%, en ‘Flordaglo’ disminuyó de 12.02 y 12.68 a 11.90% y en ‘Flordaprince’ disminuyó de 12.83 a 11.86% (Tabla 10), esto se debió probablemente a que la respiración fue mayor en el 2007 a 0°C (‘Tropicbeauty’ con 11 y ‘Flordaglo’ con 21 mg CO₂/Kg-h) y no permitió que la fruta mantuviera su calidad en almacenamiento prolongado por un mayor ataque de mosca frutera ya que 90% es un avanzado estado de madurez para la cosecha y porque este ataque acelera la respiración, la cual establece el consumo de azúcares simples para generar energía, agua y dióxido de carbono (Taiz y Zeiger 2002).

En el 2008 el comportamiento es contrario, porque incrementa el valor de sólidos solubles en 90%MA cuando la fruta es almacenada a 14d-0°C+5d-20°C que cuando, se almacena a 14d-0°C o 5d-20°C (Tabla 10), esto se debe probablemente a que el tiempo de almacenamiento benefició la concentración de sólidos solubles porque la respiración del año 2008 fue menor en el almacenamiento a 0°C ('Tropicbeauty' con 8.2 y 'Flordaglo' con 8.3 mg CO₂/Kg-h), por consiguiente se gastó menos azúcares en el proceso respiratorio celular y porque se utilizó Spinosad para el ataque de mosca frutera en los dos huertos.

Trabajos en melocotón, indican que los cultivares MF fueron entre un 16 y 25% menores en la cantidad de SST que los cultivares NMF, pero que no fueron significativamente diferentes (Crisosto 1994; Karakurt et al., 2000). En los cultivares de Puerto Rico se observó un efecto similar ya que el NMF presentó valores algo inferiores a los MF.

Tabla 10. Cambios de sólidos solubles totales en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Sólidos solubles totales (SST)					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007^{1,2}					
50	inicial	10.79 ns	12.58 ns	10.70 b	---
	5d-20°C	12.33 ns	11.18 ns	10.45 b	---
	14 d-0°C	11.36 ns	11.22 ns	10.42 b	---
	14d-0°C + 5d-20°C	11.10 ns	11.26 ns	11.08 b	---
70	inicial	11.50 ns	13.33 ns	11.75 ab	---
	5d-20°C	12.03 ns	12.11 ns	10.78 b	---
	14 d-0°C	11.37 ns	12.54 ns	10.25 b	---
	14d-0°C + 5d-20°C	11.30 ns	12.00 ns	10.95 b	---
90	inicial	12.80 ns	12.17 ns	11.30 ab	---
	5d-20°C	13.51 ns	12.02 ns	12.83 a	---
	14 d-0°C	12.20 ns	12.68 ns	11.18 b	---
	14d-0°C + 5d-20°C	11.75 ns	11.90 ns	11.86 ab	---
Cosecha 2008^{1,2}					
30	inicial	10.21 def	10.23 hi	10.25 de	10.71 a
	5d-20°C	10.80 bcd	10.62 fgh	11.26 ab	10.54 ab
	14d-0°C	9.75 f	10.04 i	10.54 cde	10.40 abc
	14d-0°C + 5 d-20°C	11.62 a	11.31 bcd	11.31 ab	10.23 abc
50	inicial	10.75 bcde	10.71 efg	10.96 bc	9.68 cde
	5d-20°C	11.35 abc	10.10 i	10.42 cde	9.71 cde
	14d-0°C	10.10 ef	10.35 ghi	10.34 cde	9.93 bcd
	14d-0°C + 5 d-20°C	11.08 abc	11.43 bc	10.66 bcde	10.59 ab
70	inicial	11.39 ab	11.08 cde	9.11 f	9.44 de
	5d-20°C	11.01 abc	11.33 bcd	11.23 ab	10.39 abc
	14d-0°C	10.31 def	10.91 def	10.07 e	10.57 ab
	14d-0°C + 5 d-20°C	10.69 cde	11.57 b	10.80 bcd	10.61 ab
90	inicial	10.19 def	11.68 ab	9.38 f	8.98 e
	5d-20°C	11.30 abc	11.59 ab	10.50 cde	10.05 abcd
	14d-0°C	10.75 bcde	11.48 bc	10.89 bcd	10.39 abc
	14d-0°C + 5 d-20°C	11.38 ab	11.99 a	11.71 a	10.07 abcd

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

² ns = no significancia estadística

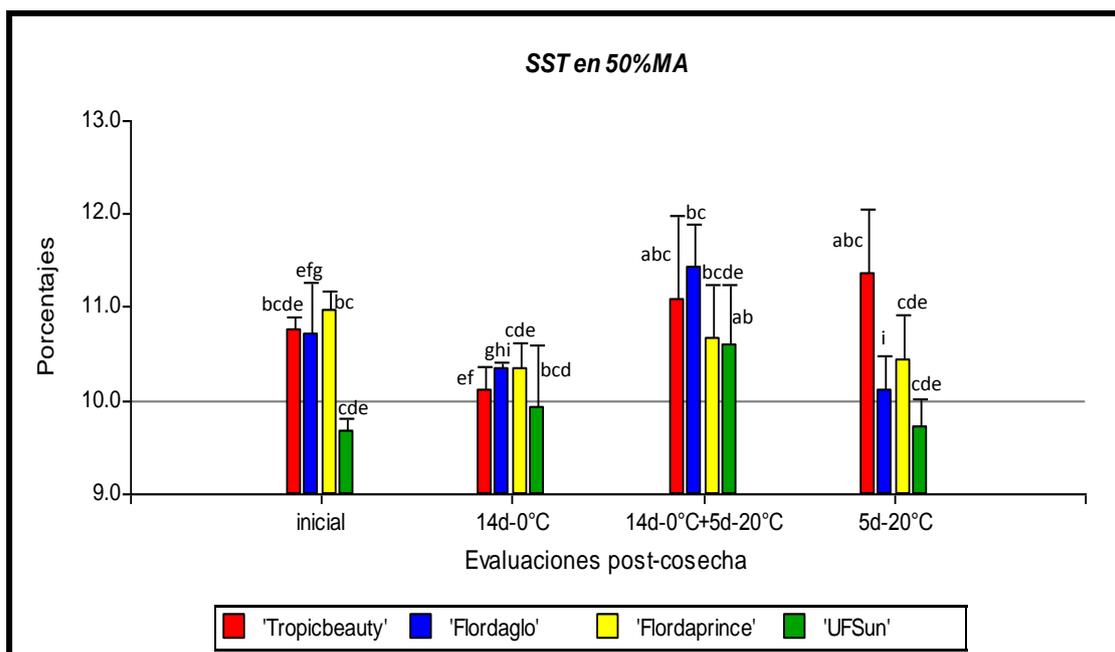


Figura 12. Cambios en los sólidos solubles totales, en cuatro evaluaciones post-cosecha en 50%MA para cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

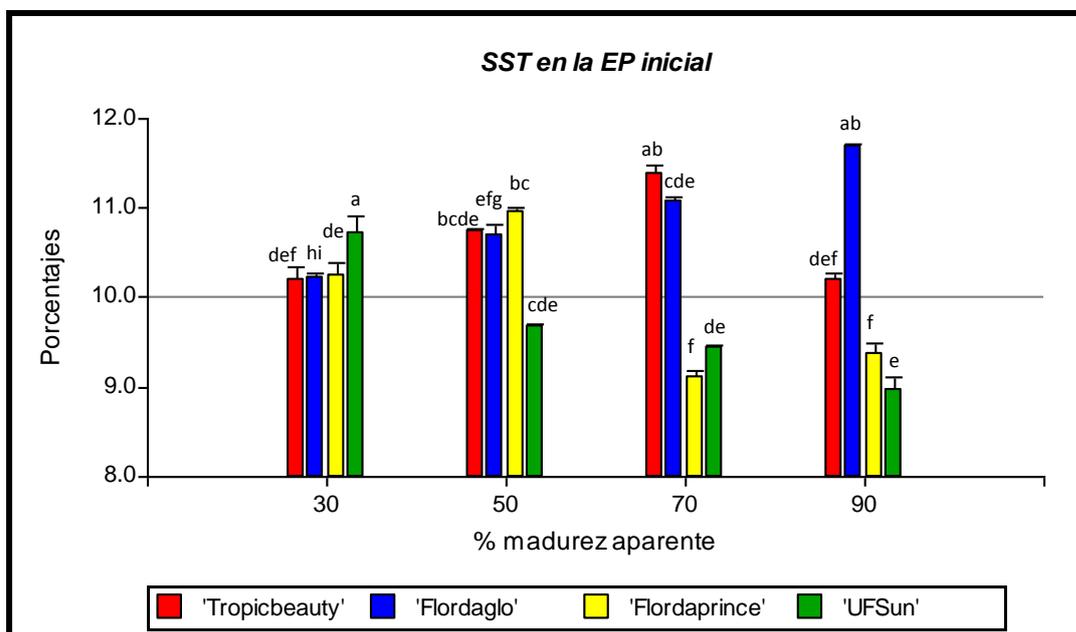


Figura 13. Cambios en los sólidos solubles totales en cuatro porcentajes de madurez aparente para la evaluación post-cosecha inicial de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Acidez titulable (AT)

Al comparar los valores de acidez titulable (0.5 a 0.8%) con los establecidos para calidad en melocotón, se observó que la acidez reportada en los cultivares MF a 14d-0°C y 14d-0°C+5d-20°C estuvo dentro de los valores óptimos de calidad (Tabla 11 y Figura 14). En 5d-20°C se obtuvieron valores más ácidos que los establecidos para melocotón, esto se debe probablemente al corto tiempo de almacenamiento. El cultivar NMF fue menos ácido que los cultivares MF (Tabla 11).

El comportamiento del melocotón en Puerto Rico muestra que la acidez disminuye con el almacenamiento porque ‘UFSun’ cambió de 0.74 a 0.60, 0.63 y 0.46% de acidez en 50% MA en las EP inicial 5d-20°C, 14d-0°C y 14d-0°C+5d-20°C, respectivamente (Figura 14). Al comparar valores de acidez luego de 14d-0°C+5d-20°C en todos los porcentajes de madurez aparente para ‘Tropicbeauty’ se observó que la acidez disminuyó de 0.94 a 0.69 a 0.66 y a 0.63%, respectivamente (Tabla 11 y Figura 15). Estos resultados corroboran los obtenidos (Kader et al., 1982) en tres grados de madurez (inmaduro, maduro y sobre maduro) en 8 cultivares de melocotón ya que la acidez disminuyó de 0.61 a 0.50%.

En la cosecha del 2007, la evaluación 14d-0°C+5d-20°C en 90%MA presentó un incremento en el valor de la acidez con respecto a las evaluaciones 14d-0°C y 5d-20°C ya que, en ‘Tropicbeauty’ incrementó de 0.72 a 0.89%, en ‘Flordaglo’ incrementó de 0.71 a 0.77% y en ‘Flordaprince’ incrementó de 0.71 a 0.80% (Tabla 11). Esto se debió probablemente a la formación de compuestos ácidos, que se producen cuando la fruta está en

sobre-madurez e indica que la fruta cosechada con un alto grado de madurez, no toleró un almacenamiento prolongado en el 2007.

Tabla 11. Cambios de acidez titulable en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

		Acidez titulable (AT)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
		----- Cosecha 2007 ¹ -----			
50	inicial	1.09 f	1.16 e	0.86 cd	---
	5d-20°C	1.04 f	0.74 ab	0.97 d	---
	14 d-0°C	0.80 bc	0.82 ab	0.81 bcd	---
	14d-0°C + 5d-20°C	0.83 bcd	0.82 ab	0.67 ab	---
70	inicial	1.00 ef	1.04 de	0.94 d	---
	5d-20°C	0.92 de	0.83 bc	0.80 bcd	---
	14 d-0°C	0.80 bc	0.76 ab	0.59 a	---
	14d-0°C + 5d-20°C	0.68 a	0.70 a	0.71 abc	---
90	inicial	1.00 ef	0.73 ab	0.73 abc	---
	5d-20°C	0.93 de	0.96 cd	0.87 cd	---
	14 d-0°C	0.72 ab	0.71 ab	0.71 abc	---
	14d-0°C + 5d-20°C	0.89 cd	0.77 ab	0.80 bcd	---
		----- Cosecha 2008 ¹ -----			
30	inicial	0.99 i	1.12 h	0.95 j	0.92 h
	5d-20°C	0.94 ghi	1.03 g	0.70 def	0.65 f
	14d-0°C	0.88 fgh	0.92 ef	0.94 j	0.86 h
	14d-0°C + 5 d-20°C	0.94 hi	0.88 de	0.70 def	0.61 def
50	inicial	0.94 ghi	0.99 fg	0.90 ij	0.74 g
	5d-20°C	0.82 ef	0.91 def	0.71 def	0.60 def
	14d-0°C	0.88 fg	0.91 ef	0.85 hi	0.63 ef
	14d-0°C + 5 d-20°C	0.69 bc	0.86 cde	0.65 bcd	0.46 ab
70	inicial	0.96 i	0.94 ef	0.81 gh	0.59 cdef
	5d-20°C	0.83 ef	0.82 cd	0.64 bc	0.51 bc
	14d-0°C	0.78 de	0.88 de	0.75 fg	0.61 def
	14d-0°C + 5 d-20°C	0.66 ab	0.73 ab	0.64 bc	0.47 ab
90	inicial	0.80 de	0.88 de	0.67 cde	0.54 bcde
	5d-20°C	0.75 cd	0.78 bc	0.57 a	0.39 a
	14d-0°C	0.77 de	0.88 de	0.71 ef	0.52 bcd
	14d-0°C + 5 d-20°C	0.63 a	0.67 a	0.61 ab	0.47 ab

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

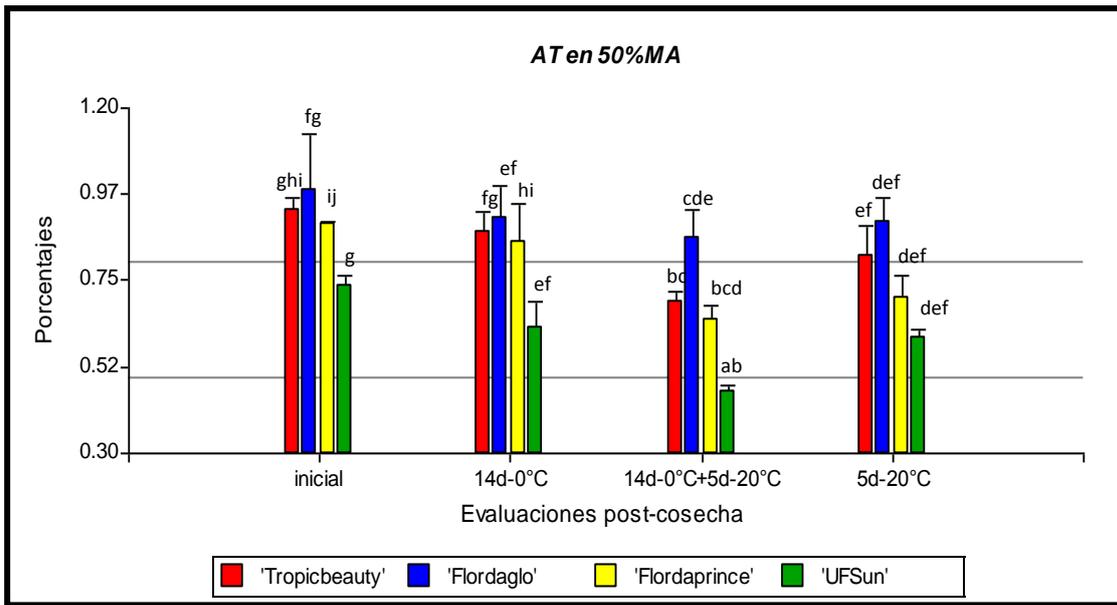


Figura 14. Cambios en acidez titulable para cuatro evaluaciones post-cosecha en 50%MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

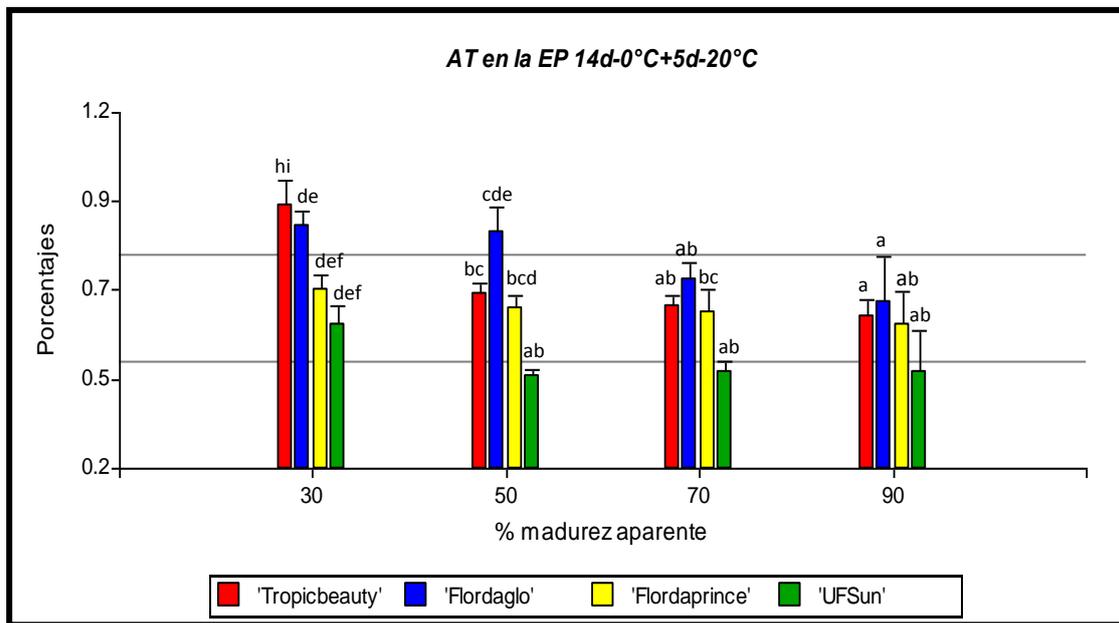


Figura 15. Cambios en acidez titulable para cuatro porcentajes de madurez aparente luego de 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Relación sólidos solubles totales/acidez titulable (SST/AT)

Para Puerto Rico el cultivar NMF presentó en una madurez aparente mayor a 50% una relación SST/AT mayor de 15 en todas las evaluaciones post-cosecha posteriores a la inicial mientras que, los cultivares MF alcanzaron valores de 15 o más en 70 y 90% de madurez aparente y luego de 14d-0°C y 14d-0°C+5d-20°C (Tabla 12).

Los cultivares MF presentaron una relación SST/AT menor que el cultivar NMF. Se observó que luego de la evaluación inicial la relación SST/AT incrementó a medida que el porcentaje de madurez aparente incrementó (Tabla 12 y Figura 16). Trabajos realizados en tres grados de madurez (inmaduro, maduro y sobre maduro) de 8 cultivares de melocotón del tipo “*clingstone*” mostraron un comportamiento similar al encontrado en Puerto Rico ya que la relación SST/AT incrementó de 17.7 a 24.6 (Kader et al 1982).

En la cosecha del 2007, la evaluación 14d-0°C+5d-20°C en 90%MA presentó una disminución en la relación SST/AT con respecto a 14d-0°C. En ‘Tropicbeauty’ bajó de 16.86 a 13.28, en ‘Flordaglo’ bajó de 17.87 a 15.50 y en ‘Flordaprince’ bajó de 15.86 a 14.84 (Tabla 13 y Figura 17). Esto se debió probablemente al efecto de la disminución en sólidos solubles totales e incremento de la acidez titulable ya que, esta relación depende del cambio de los valores individuales.

Tabla 12. Cambios en la relación SST/AT de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción, porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

Relación SST/AT					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007¹					
50	inicial	9.89 d	10.93 e	12.44 cd	---
	5d-20°C	11.81 cd	15.36 abcd	10.90 d	---
	14 d-0°C	14.27 b	13.86 bcde	12.92 cd	---
	14d-0°C + 5d-20°C	13.37 bc	13.70 cde	16.71 ab	---
70	inicial	11.52 cd	12.83 de	12.57 cd	---
	5d-20°C	13.09 bc	15.15 abcd	13.61 bcd	---
	14 d-0°C	14.41 b	16.68 abc	17.96 a	---
	14d-0°C + 5d-20°C	16.63 a	17.22 ab	15.82 abc	---
90	inicial	12.76 bc	16.81 abc	15.48 abc	---
	5d-20°C	14.51 b	12.52 de	14.87 abc	---
	14 d-0°C	16.86 a	17.87 a	15.86 abc	---
	14d-0°C + 5d-20°C	13.28 bc	15.50 abcd	14.84 abc	---
Cosecha 2008¹					
30	inicial	10.34 i	9.16 k	10.76 h	11.71 e
	5d-20°C	11.57 h	10.35 jk	15.98 cde	16.25 d
	14d-0°C	11.09 hi	11.01 ij	11.24 h	12.07 e
	14d-0°C + 5 d-20°C	12.38 fg	12.80 defg	16.14 cde	16.95 d
50	inicial	11.50 h	11.01 ij	12.23 gh	13.11 e
	5d-20°C	13.98 d	11.21 hij	14.80 ef	16.16 d
	14d-0°C	11.54 h	11.46 ghij	12.26 gh	15.94 d
	14d-0°C + 5 d-20°C	16.00 b	13.31 de	16.51 cde	22.90 b
70	inicial	11.87 gh	11.88 fghi	11.29 h	16.09 d
	5d-20°C	13.36 de	13.92 cd	17.58 bc	20.59 c
	14d-0°C	13.31 de	12.41 efgh	13.52 fg	17.64 d
	14d-0°C + 5 d-20°C	16.26 b	15.90 b	17.08 bcd	22.53 bc
90	inicial	12.73 ef	13.34 de	13.99 fg	17.02 d
	5d-20°C	15.12 c	14.94 bc	18.43 ab	25.97 a
	14d-0°C	14.05 d	13.11 def	15.30 def	20.71 c
	14d-0°C + 5 d-20°C	18.21 a	18.46 a	19.98 a	22.38 bc

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

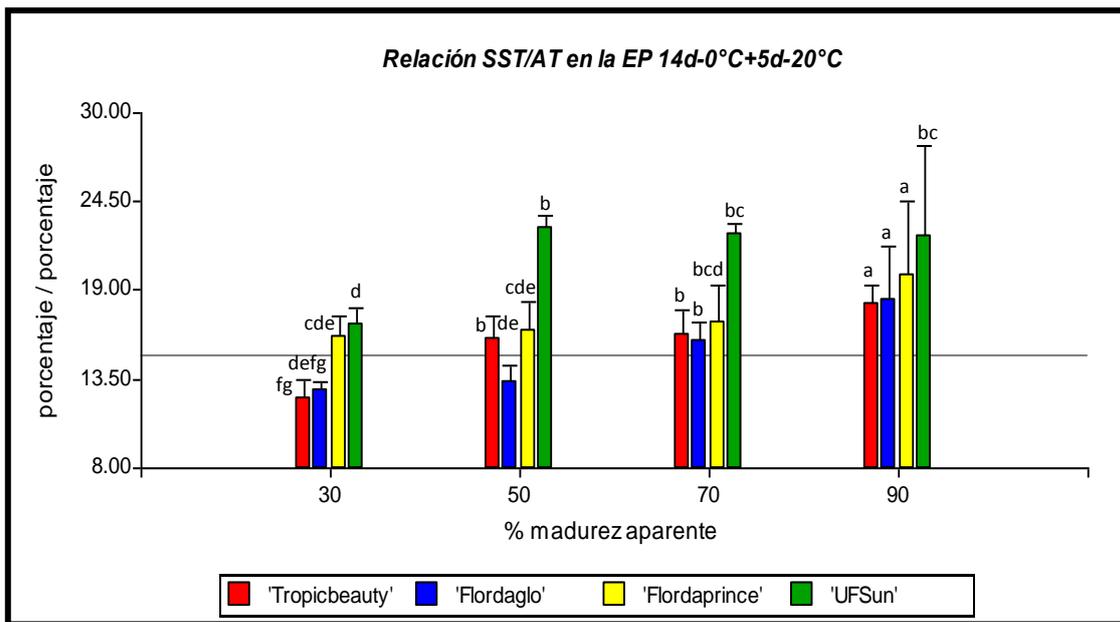


Figura 16. Cambios en la relación SST/AT para cuatro porcentajes de madurez aparente luego de 14d-0°C+5d-20°C de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

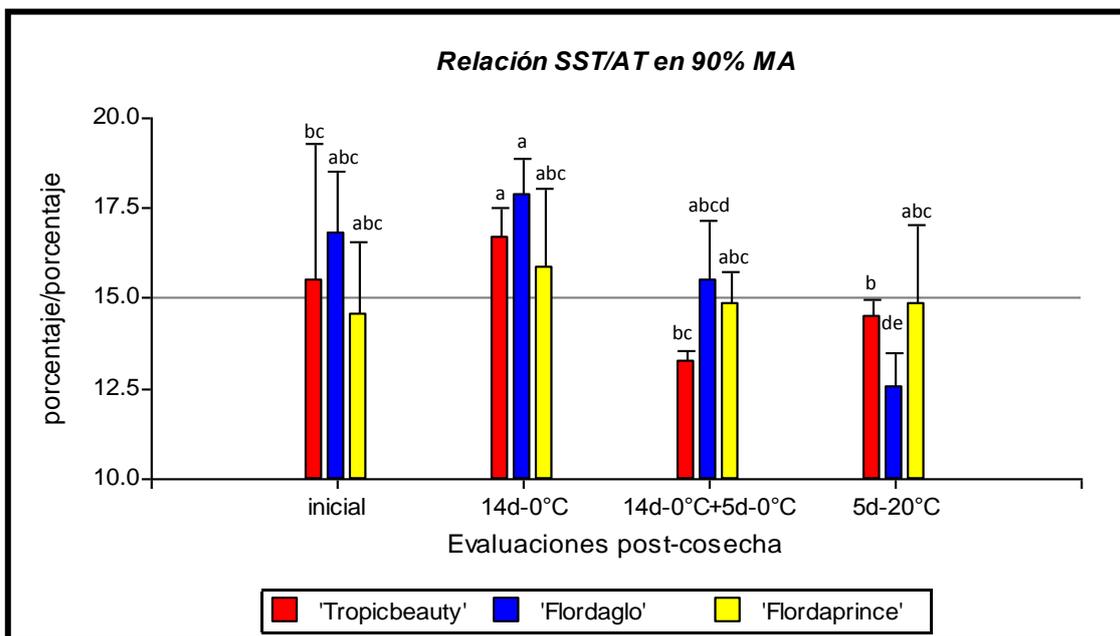


Figura 17. Cambios en la relación SST/AT en 90%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha de tres cultivares de melocotón, cosecha 2007

Diámetros (altura, diámetro mayor y menor)

El diámetro menor (cachete) de ‘Tropicbeauty’ en la cosecha del 2008, presentó a 30% MA (52.95 mm) una disminución significativa con respecto al resto de los porcentajes de madurez aparente (Tabla 13), esto probablemente demuestra que el área del cachete puede ser considerado como un índice de madurez bajo ciertos criterios (Crisosto 1994) y 30% MA no permitió el desarrollo fisiológico completo de ‘Tropicbeauty’.

Tabla 13. Diámetro menor (cachete) encontrados en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA)

Diámetro menor (mm)				
% MA	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ^{1,2}				
50	49.30 b	48.41 ns	45.26 ns	---
70	52.26 a	48.14 ns	44.92 ns	---
90	50.87 ab	47.82 ns	45.03 ns	---
Cosecha 2008 ^{1,2}				
30	52.95 b	51.96 ns	48.08 ns	46.02 b
50	58.12 a	53.65 ns	46.38 ns	46.73 b
70	59.08 a	52.67 ns	46.65 ns	47.76 ab
90	58.73 a	50.76 ns	46.78 ns	50.42 a

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

² ns = no significancia estadística

El tamaño y la forma de la fruta pueden estar influenciados por la cantidad de frutas en el árbol, las condiciones climáticas y las prácticas culturales (Crisosto 1994). Trabajos realizados en cultivares NMF encontraron un peso promedio de 90 gramos con un diámetro proporcional de 57 mm en frutos cosechados para mercado en fresco y este valor es considerado para calidad en melocotón (Beckman et al., 2008; Kao et al., 2008).

El diámetro promedio en los cultivares cosechados en Puerto Rico, varió durante los dos años de evaluación, se observó un valor menor en la cosecha del 2007, comparada con la cosecha del 2008. En ‘Tropicbeauty’ los diámetros variaron entre 53.53 y 59.45mm, en ‘Flordaglo’ de 50.62 a 54.72 mm y en ‘Flordaprince’ de 49.48 a 51.64mm. Para el NMF ‘UFSun’ (50.33mm) se observó un menor diámetro comparado con los cultivares MF (Tabla 14).

El diámetro de 57 mm como valor de referencia se encontró en ‘Tropicbeauty’ (59.45 mm) en la cosecha del 2008, mientras que, en el resto de cultivares no se alcanzó este valor. Para los MF en los dos años de cosecha se observó una relación entre el peso y el diámetro ya que a medida que incrementó el peso, el diámetro incrementó (Tablas 14 y 15).

Tabla 14. Promedio de diámetros encontrados en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA)

Diámetro promedio (mm)				
%MA	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007				
50	52.11 ¹	51.15	49.66	
70	55.15	50.49	49.51	
90	53.32	50.21	49.27	
Promedio	53.53 ²	50.62	49.48	
Cosecha 2008				
30	56.09	56.10	53.50	49.30
50	60.35	55.70	51.15	49.82
70	60.79	54.49	51.21	49.95
90	60.57	52.61	50.69	52.26
Promedio	59.45	54.72	51.64	50.33

¹Valor promedio de tres diámetros (altura, diámetro mayor y menor) en cada fruta.

²Promedio general de diámetros

Peso y porcentaje de masa perdida

El peso promedio de ‘Tropicbeauty’ (78.89 y 87.05 g) y ‘Flordaglo’ (65.65 y 80.02 g) fue mayor en la cosecha del 2008 que en la del 2007 mientras que, ‘Flordaprince’ (61.50 y 62.11 g) tuvo un peso similar en las dos cosechas. El cultivar NMF (51.81 g) presentó el menor peso al compararlo con los cultivares MF (Tabla15).

Información de años anteriores muestran a ‘Tropicbeauty’ con 63.0g a ‘Flordaglo’ con 41.0g y a ‘Flordaprince’ con 61.0g en los mismos huertos de esta investigación (Rouse et al., 2006). Estos resultados son menores en el caso de ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’, pero similares para ‘Flordaprince’ debido probablemente a que la producción de frutos mostró una mayor variabilidad durante el tiempo de cosecha en ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaglo’, además la fruta utilizada en esta investigación fue seleccionada en cuanto a peso (≥ 25 gramos). En el caso de ‘UFSun’ el bajo peso presentado fue afectado por ser la primera cosecha y porque no se realizó labor de raleo a este cultivar. El peso de 90 gramos considerado como calidad en melocotón, no fue alcanzado por el promedio que presentaron los cultivares de Puerto Rico.

Tabla 15. Pesos promedios en la fruta de ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ en la interacción porcentajes de madurez aparente (% MA) y evaluaciones post-cosecha (EP)

		Peso (gramos)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
		----- Cosecha 2007 ^{1,2} -----			
50	Inicial	75.02 ns	70.56 ns	63.06 ns	
	5d-20°C	61.09 ns	55.64 ns	54.63 ns	
	14 d-0°C	80.73 ns	71.23 ns	67.30 ns	
	14d-0°C + 5d-20°C	75.55 ns	66.76 ns	62.29 ns	
70	Inicial	86.72 ns	69.47 ns	63.32 ns	
	5d-20°C	73.13 ns	60.39 ns	52.56 ns	
	14 d-0°C	91.55 ns	71.12 ns	67.92 ns	
	14d-0°C + 5d-20°C	86.65 ns	67.13 ns	64.78 ns	
90	Inicial	80.84 ns	67.57 ns	61.77 ns	
	5d-20°C	65.80 ns	51.26 ns	51.84 ns	
	14 d-0°C	87.26 ns	73.33 ns	68.53 ns	
	14d-0°C + 5d-20°C	82.35 ns	63.30 ns	59.98 ns	
	Promedio	78.89	65.65	61.50	
		----- Cosecha 2008 ^{1,2} -----			
30	Inicial	80.59 ns	77.86 ns	58.75 ns	49.43 ns
	5d-20°C	64.46 ns	67.92 ns	55.14 ns	44.14 ns
	14d-0°C	79.92 ns	87.56 ns	60.18 ns	49.93 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	73.54 ns	82.08 ns	60.24 ns	46.56 ns
50	Inicial	97.36 ns	90.55 ns	57.23 ns	49.20 ns
	5d-20°C	79.88 ns	79.85 ns	59.26 ns	49.50 ns
	14d-0°C	86.50 ns	86.41 ns	67.20 ns	52.38 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	95.97 ns	87.02 ns	66.09 ns	46.02 ns
70	Inicial	105.94 ns	88.70 ns	61.96 ns	52.21 ns
	5d-20°C	85.72 ns	75.04 ns	57.01 ns	58.37 ns
	14d-0°C	82.42 ns	73.14 ns	64.31 ns	63.45 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	83.04 ns	78.69 ns	61.97 ns	51.62 ns
90	Inicial	109.8 ns	63.51 ns	64.33 ns	48.99 ns
	5d-20°C	97.08 ns	57.59 ns	58.04 ns	52.95 ns
	14d-0°C	82.60 ns	83.43 ns	67.99 ns	59.42 ns
	14d-0°C + 5 d-20°C	87.93 ns	101.02 ns	74.02 ns	54.75 ns
	Promedio	87.05	80.02	62.11	51.81

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

² ns = no significancia estadística

El peso de la fruta puede verse afectado por las condiciones pre-cosecha que se presenten en el campo. En California el peso de la fruta ‘O Henry’ se reduce cuando el riego es limitado (50% ET) en la etapa de crecimiento de los árboles. Por otro lado el peso de la fruta está relacionado con la cantidad de frutos en la planta ya que, a mayor peso menor cantidad de frutos. (Crisosto et al., 1997). Del mismo modo trabajos realizados en ‘Elegant Lady Peach’ concluyen que el estrés por agua y la cantidad de frutos en la planta afectan el

tamaño del fruto cosechado (Mahhou et al., 2006). En Puerto Rico, las condiciones de riego (lluvia) presentes en cada año o el número de frutos por planta pudieron afectar el peso de la fruta.

De acuerdo al reporte de actividades realizadas en los huertos de melocotón en Puerto Rico, la metodología de riego fue una descarga de 8.0 L/h en un sistema maxi-jet por dos hora, tres veces a la semana. Esto mayormente en los meses de enero y febrero de cada año y se complementó con la lluvia. Durante los dos años de evaluación, se realizaron raleos en la semana 3 y 4 luego de iniciada la floración (Hernández, E. com. pers.). En Puerto Rico la floración es continua y la mano de obra es limitada. Este periodo de raleo probablemente es deficiente para el tipo de floración que se presenta en Puerto Rico. En cuanto al riego, su aplicación no responde a una necesidad de requerimiento hídrico real sino estimativa. Por lo antes mencionado se puede atribuir en parte, al riego y al número de frutos en el árbol, la respuesta de peso reportada en los cultivares de melocotón en Puerto Rico.

La fruta de melocotón pierde aproximadamente entre 5 y 8% en su peso con respecto al momento de la cosecha (Crisosto y Mitchell 2002). Trabajos realizados sobre cultivares NMF mostraron que la pérdida de peso estuvo entre 4 y 8% y este porcentaje no fue significativamente diferente a los genotipos MF, el tiempo de almacenamiento fue de 5 días a 4°C y luego 2 días a 20°C (Beckman et al 2008). La pérdida de peso en Puerto Rico, estuvo influenciada por los diferentes tiempos (5 y 14 días) y temperaturas (0 y 20°C) de almacenamiento (Figura 18).

Dentro de los cultivares MF ‘Flordaglo’, ‘Tropicbeauty’ y ‘Flordaprince’ mostraron valores dentro de los reportados para el melocotón en 5d-20°C (6.67, 5.60 y 7.81%) y en 14d-0°C (3.62, 3.85 y 5.61%), mientras que, en 14d-0°C+5d-20°C (11.60, 9.17 y 14.27%) se observaron valores más altos a los reportados (Tabla 16), esto probablemente se debió a que las condiciones post-cosecha fueron diferentes a las trabajadas en Puerto Rico. Por otro lado, el cultivar ‘Flordaprince’ (7.81% luego de 5d-20°C, 5.61% luego de 14d-0°C y 14.21 luego de 14d-0°C+5d-20°C) mostró el mayor porcentaje de masa pérdida dentro de las MF (Tabla 16), debido probablemente a que en la cosecha presentó una piel delgada y fácil de lastimar lo que produjo la pérdida de agua más fácilmente.

El NMF ‘UFSun’ mostró un valor promedio alto en porcentaje de masa perdida en las diferentes evaluaciones post-cosecha ya que, luego de 5d-20°C fue de 9.90%, luego de 14d-0°C fue de 6.25% y luego de 14d-0°C+5d-20°C fue de 19.60% (Tabla16); esto se debe probablemente a que esta fruta tiene mayor facilidad para perder agua, aunque su apariencia externa sea firme, la calidad de este fruto se pierde por la pérdida de peso.

La mayor pérdida de peso se produjo en la evaluación luego de 14d-0°C+5d-20°C (‘Tropicbeauty’ con 9.17%, ‘Flordaglo’ con 11.60%, ‘Flordaprince’ con 14.21% y ‘UFSun’ con 19.60%), en tanto que, la menor pérdida fue luego de 14d-0°C (‘Tropicbeauty’ con 3.85%, ‘Flordaglo’ con 3.62%, ‘Flordaprince’ con 5.61% y ‘UFSun’ con 6.25%) en los dos tipos de MF y NMF (Figura 18). En los cultivares MF y NMF el porcentaje de madurez aparente no mostró un efecto frente a la pérdida de peso.

Tabla 16. Porcentaje promedio de masa perdida en 'Tropicbeauty', 'Flordaglo', 'Flordaprince' y 'UFSun' para cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)

Porcentaje promedio de masa perdida					
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2008					
30	5d-20°C ¹	5.51	6.06	7.39	8.97
	14d-0°C ²	4.62	3.05	5.97	6.96
	14d-0°C+5d-20°C ³	9.13	10.66	11.14	16.50
50	5d-20°C	4.85	5.84	7.41	10.92
	14d-0°C	5.15	2.94	6.31	4.73
	14d-0°C+5d-20°C	9.29	10.25	19.63	19.65
70	5d-20°C	6.05	5.92	7.71	7.26
	14d-0°C	3.32	3.28	4.89	4.36
	14d-0°C+5d-20°C	8.83	10.72	11.98	18.44
90	5d-20°C	6.00	8.87	8.72	12.44
	14d-0°C	2.29	5.22	5.28	8.96
	14d-0°C+5d-20°C	9.42	14.78	14.07	23.82
Promedios	5d-20°C	5.60	6.67	7.81	9.90
	14d-0°C	3.85	3.62	5.61	6.25
	14d-0°C+5d-20°C	9.17	11.60	14.21	19.60

¹ Se promedió el peso inicial y final de la fruta almacenada por 5 días a 20°C

² Se promedió el peso inicial y final de la fruta almacenada por 14 días a 20°C

³ Se promedió el peso inicial y final de la fruta almacenada por 5 días a 20°C después de 14 días a 0°C.

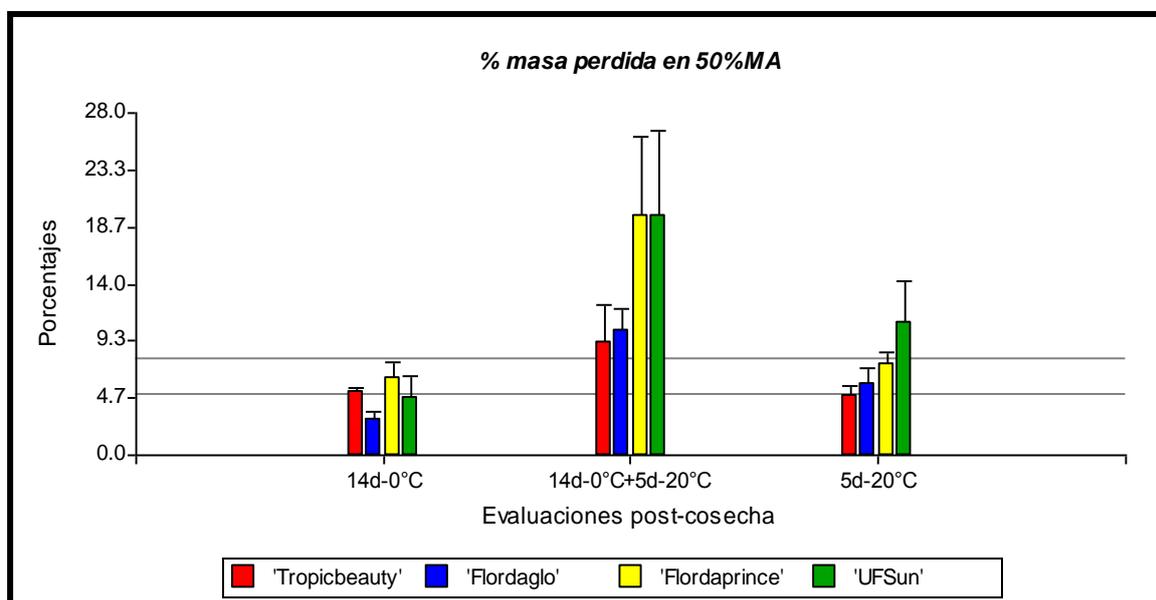


Figura 18. Porcentajes promedio de masa perdida, en tres evaluaciones post-cosecha para 50%MA de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Firmeza

Los valores de calidad para firmeza en melocotón se ubican entre 9 a 10 libras-fuerza al momento de la cosecha, en tanto que, la firmeza de la fruta lista para comer, está entre 2 a 3 libras-fuerza. (Crisosto y Kader 2000; Kao et al., 2008). En la cosecha del 2007, la MF ‘Flordaglo’ y en la cosecha del 2008 todas las MF (‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’), la interacción 90% MA en la EP inicial, no alcanzó la firmeza sugerida para el momento de la cosecha. Esto se debió probablemente a que 90% es un grado alto de maduración para cosechar un fruto con calidad inicial.

Los valores de firmeza (2 a 3 libras-fuerza) requeridos para el consumo se presentaron en todas la evaluaciones post-cosecha y en todos los porcentajes de madurez aparente, excepto en ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ en la cosecha del 2008 donde la interacción 90%MA x 14d-0°C+5d-20°C presentó 1.86 y 1.60 libras, respectivamente y en ‘Flordaprince’ en la interacción 90%MA x 5d-20°C, que alcanzó 1.99 libras (Tabla 17). Este valor de firmeza encontrado estuvo relacionado al almacenamiento prolongado, de manera que fruta con un alto grado de madurez no soporta un largo almacenamiento.

La firmeza de los cultivares MF y NMF disminuyó con el incremento del porcentaje de madurez aparente. En la cosecha del 2008, el MF ‘Tropicbeauty’ reportó una firmeza inicial de 10.46 libras-fuerza en 30% y de 8.74 libras-fuerza en 90%. Un efecto similar se observó en el NMF ‘UFSun’, que en 30% mostró una firmeza de 10.18 libras-fuerza y en 90% el valor fue de 8.62 libras-fuerza. Esta respuesta concuerda con el trabajo realizado en 8 cultivares de melocotón tipo “*clingstone*” en tres grados de madurez (inmaduro, maduro y

sobre maduro) donde la firmeza disminuyó a medida que incrementó el grado de madurez de 4.3 a 3.3 Kg (Kader et al., 1982). En el NMF 'UFSun' aunque su comportamiento fue similar a los MF, su firmeza disminuyó en menor grado que para los cultivares MF (Tabla 17 y Figura 19).

La disminución de la firmeza fue mayor en los cultivares MF en comparación con el cultivar NMF (Figuras 19 y 20). En 'Tropicbeauty' se presentó una firmeza de 3.39 libras-fuerza en la interacción 50% MA en la EP 14d-0°C+5d-20°C, mientras que 'UFSun' mostró una firmeza de 6.93 libras-fuerza en la misma interacción (Tabla 17). Trabajos realizados en melocotón muestran una disminución de la firmeza durante el almacenamiento en cultivares MF y NMF (Karakurt et al 2000). Estos resultados concuerdan con los encontrados en Puerto Rico, ya que la firmeza disminuyó con el tipo de almacenamiento, porque se presentó una mayor pérdida de firmeza en las evaluaciones a 5d-20°C y en 14d-0°C+5d-20°C, en los cultivares MF con respecto a 14d-0°C (Figura 20).

El NMF 'UFSun' perdió firmeza en forma similar a los MF en 14d-0°C pero cuando la fruta se almacenó en 14d-0°C+5d-20°C y en 5d-20°C la firmeza fue significativamente mayor que las reportadas en los cultivares MF. (Tabla 17 y Figura 20). Esto se debe probablemente a la característica genética del cultivar de no ablandar su pulpa en las etapas finales de maduración (Brovelli et al., 1999).

Tabla 17. Cambios de firmeza en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, Flordaprince’ y ‘UFSun’ para la interacción de cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y cuatro evaluaciones post-cosecha (EP)

		Firmeza (libras-fuerza)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007 ¹					
50	inicial	13.22 a	11.02 a	13.84 a	---
	5d-20°C	6.68 cd	5.82 d	4.03 d	---
	14 d-0°C	10.96 b	8.85 b	9.39 b	---
	14d-0°C + 5d-20°C	4.06 ef	3.32 f	3.45 d	---
70	inicial	11.74 ab	8.92 b	12.56 a	---
	5d-20°C	5.84 de	4.18 ef	4.02 d	---
	14 d-0°C	10.57 b	6.58 cd	7.53 c	---
	14d-0°C + 5d-20°C	4.34 ef	3.26 f	2.62 d	---
90	inicial	11.05 b	7.66 bc	10.32 b	---
	5d-20°C	5.17 def	4.00 f	4.17 d	---
	14 d-0°C	8.04 c	5.53 de	6.51 c	---
	14d-0°C + 5d-20°C	3.81 f	3.00 f	3.17 d	---
Cosecha 2008 ¹					
30	inicial	10.46 a	10.29 a	9.83 a	10.18 a
	5d-20°C	5.28 e	2.80 gh	2.87 hi	7.23 def
	14d-0°C	8.66 b	7.87 cd	8.64 c	7.76 cde
	14d-0°C + 5 d-20°C	4.88 e	2.66 gh	3.75 g	6.46 fgh
50	inicial	9.88 a	9.76 ab	9.59 ab	10.00 a
	5d-20°C	3.49 f	3.35 g	3.34 gh	5.99 ghi
	14d-0°C	8.25 bc	7.83 d	7.55 d	7.99 bcd
	14d-0°C + 5 d-20°C	3.39 fg	2.33 gh	2.75 hi	6.93 defg
70	inicial	9.72 a	8.91 bc	8.95 bc	8.89 b
	5d-20°C	2.79 fgh	2.83 gh	2.31 ij	5.25 ij
	14d-0°C	7.34 c	6.29 ef	6.37 e	7.17 def
	14d-0°C + 5 d-20°C	2.80 fgh	2.59 gh	1.95 j	5.59 hij
90	inicial	8.74 b	7.32 de	8.29 cd	8.62 bc
	5d-20°C	2.51 gh	2.00 h	1.99 j	5.01 ij
	14d-0°C	6.22 d	5.28 f	4.79 f	6.78 efg
	14d-0°C + 5 d-20°C	2.06 h	1.86 h	1.60 j	4.66 j

¹Letras distintas en cada columna y año de cosecha, indican significancia ($p \leq 0.05$)

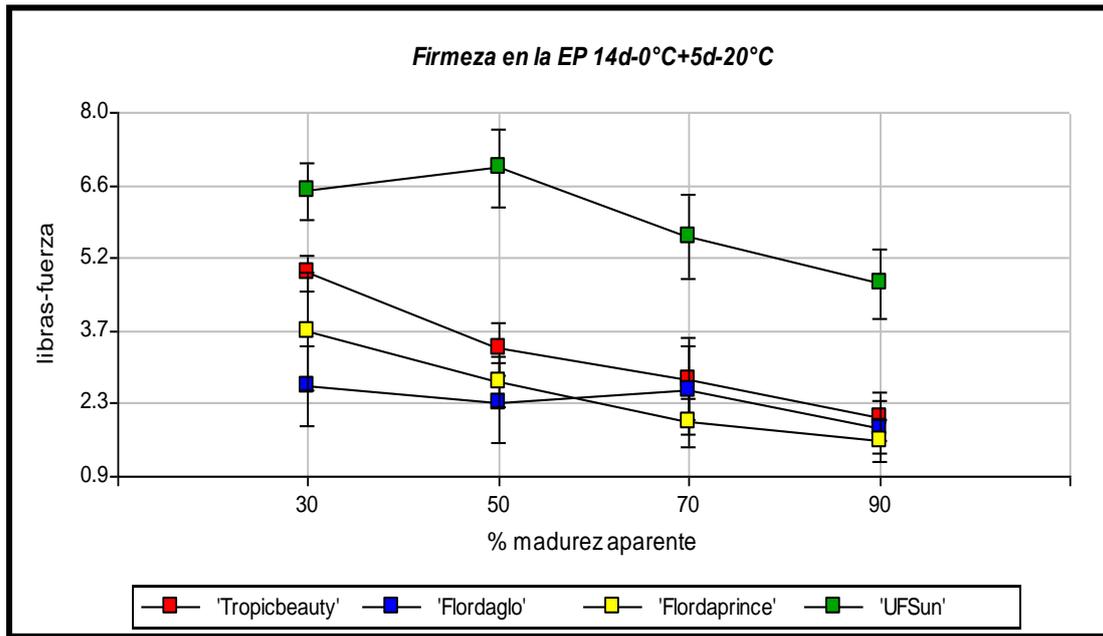


Figura 19. Cambios en los valores firmeza, en la evaluación post-cosecha 14d-0°C+5d-20°C, en cuatro porcentajes de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

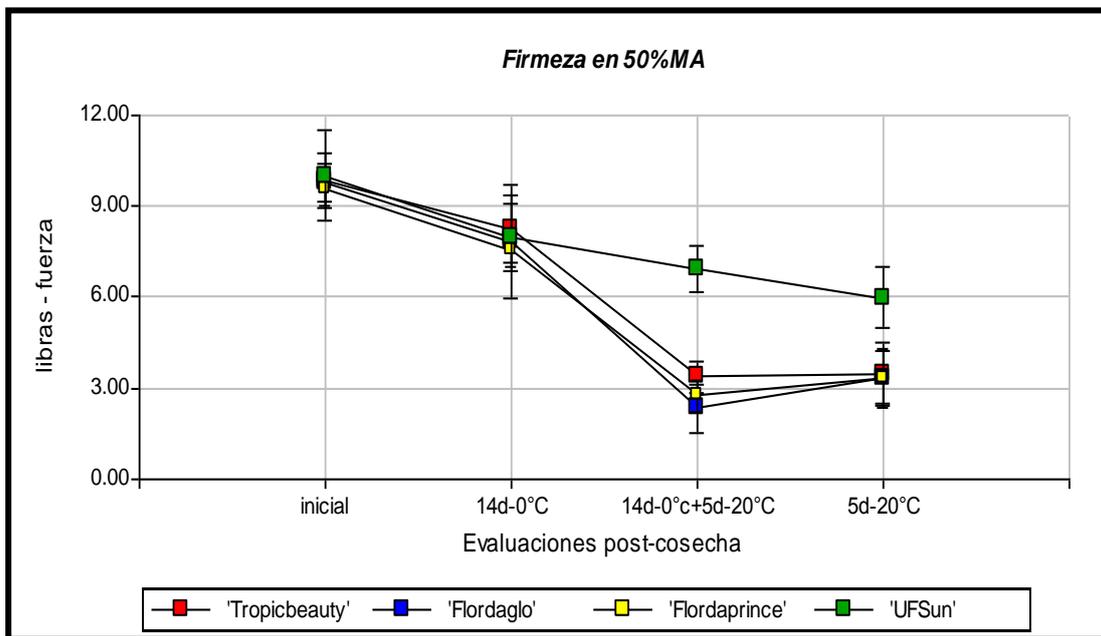


Figura 20. Cambios en la firmeza, en la evaluación post-cosecha con 50%MA, en cuatro porcentajes de madurez aparente de cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Producción de mg de CO₂ /Kg-h

La respiración es el proceso biológico por el cual compuestos orgánicos se reducen, movilizan y oxidan de una manera controlada. Durante la respiración, se libera energía que se puede utilizar fácilmente para el mantenimiento y el desarrollo de la planta (Taiz y Zeiger 2002). La respiración en la post-cosecha se acelera durante la maduración de la fruta, esto afecta la calidad del producto final. El control de la respiración es el punto crítico durante el almacenamiento post-cosecha.

La tasa de respiración varía con la temperatura. Para melocotón se ha reportado una producción de 4-6 mg CO₂/Kg-h a 0°C, de 15-23 mg CO₂/Kg-h a 10°C y de 59-105 mg CO₂/Kg-h a 20°C (Crisosto y Kader 2000; Kader 2002). La tasa de respiración en Puerto Rico fue mayor a las reportadas, esto se debe probablemente a la metodología utilizada, ya que representan un promedio de los días de almacenamiento; así en 14d-0°C a los 1, 2, 7, 8, 13 y 14 días de almacenamiento; para 5d-20°C a los días 1, 3 y 5 y para la evaluación 14d-0°C+5d-20°C a los días 15, 17 y 19.

El rango de respiración para ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en Puerto Rico durante el almacenamiento a 14d-0°C estuvo entre 8 y 12 mg CO₂/Kg-h excepto en ‘Flordaglo’ cuyos valores de respiración estuvieron entre 17 y 28 mg CO₂/Kg-h a 0°C en la cosecha del 2007 (Figura 21 y Tabla 18). Esta diferencia se debió probablemente al daño causado por mosca frutera. Para ‘Flordaglo’ en el 2007 el porcentaje de daño visual en el

fruto cosechado fue del 50%, mientras que en el 2008 este valor fue del 38%. En fisiología el daño producido por insectos provoca daño mecánico y acelera la respiración (Kader 2002).

Trabajos en trozos de melocotón establecen valores de respiración de 2.97 a 4.02 mg CO₂ / Kg-h en fruta inmadura, en tanto que, 4.98 a 6.03 mg CO₂ / Kg-h en fruta sobre-madura a 0°C (Gorny et al., 1999). Para uso en agroindustria el cultivar NMF 'UFSun' presentó en frutos enteros un comportamiento similar de respiración al establecido en el estudio de trozos de melocotón, porque durante el almacenamiento a 0°C la respiración fue de 8.13 mg CO₂ /Kg-h en 30% MA y de 12.35 mg CO₂ /Kg-h en 90% MA (Tabla 18), lo que indica que la respiración incrementó con el grado de madurez (Figura 21).

La respiración en 90% MA mostró un mayor valor y una mayor variación con respecto al resto de porcentajes de madurez aparente, esto se debe probablemente a que en esta etapa de madurez la fruta está expuesta a mayores riesgos en campo (clima y plagas) y su manipuleo puede causar daño mecánico con mayor facilidad que en porcentajes menores de madurez.

'Tropicbeauty', 'Flordaprince' y 'UFSun' presentaron una relación directa entre la respiración y el porcentaje de madurez aparente en 5d-20°C, mientras que, 'Flordaglo' mostró su mayor valor de respiración en 70 y 50%MA en la cosecha del 2007 y 2008, respectivamente (Figura 21). La diferencia observada en 'Flordaglo' se debió probablemente a que este cultivar reportó el mayor daño visual causado por mosca frutera en el 2007 y 2008. Además, la apariencia visual del fruto pudo influir en la preferencia de la mosca, ya que, este fruto presentó el color rojo en la piel desde una etapa inicial de desarrollo.

La respiración estuvo directamente influenciada por la temperatura. La evaluación en 14d-0°C mostró los menores valores de respiración, tanto en MF y NMF, mientras que en las evaluaciones de 14d-0°C+5d-20°C y 5d-20°C la respiración mostró los valores más altos en los dos tipos de cultivares (Figura 22). Esto confirma que la conservación de la fruta a 0°C alarga la vida post-cosecha de la fruta (Kader 2002).

Tabla 18. Promedios de respiración (mg CO₂/Kg h) en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)

		Respiración (mg CO₂ / Kg h)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2007					
50	5d-20°C ¹	84.11	82.46	---	---
	14 d-0°C ²	10.89	27.96	---	---
	14d-0°C+5d-20°C ³	134.57	151.40	---	---
70	5d-20°C	88.57	88.05	---	---
	14 d-0°C	11.33	19.08	---	---
	14d-0°C+5d-20°C	133.46	156.32	---	---
90	5d-20°C	120.80	68.05	---	---
	14 d-0°C	11.09	17.29	---	---
	14d-0°C+5d-20°C	139.06	136.29	---	---
Cosecha 2008					
30	5d-20°C	104.22	128.53	118.18	127.38
	14 d-0°C	7.87	9.38	7.87	8.13
	14d-0°C+5d-20°C	121.84	148.80	137.89	145.13
50	5d-20°C	109.93	135.26	125.48	131.49
	14 d-0°C	7.71	8.96	8.94	9.58
	14d-0°C+5d-20°C	123.54	141.21	146.97	148.24
70	5d-20°C	119.61	128.90	129.18	146.36
	14 d-0°C	8.02	7.90	8.76	11.30
	14d-0°C+5d-20°C	127.44	134.04	140.77	149.37
90	5d-20°C	128.93	113.52	131.27	153.18
	14 d-0°C	8.98	8.11	9.41	12.35
	14d-0°C+5d-20°C	127.28	136.66	144.69	161.48

¹ Se promedió la producción de etileno de los días 1,3 y 5 a 20°C.

² Se promedió la producción de etileno de los días 1, 2, 7, 8, 13 y 14 a 0°C.

³ Se promedió la producción de etileno de los días 15, 17 y 19 a 20°C luego de 14d-0°C.

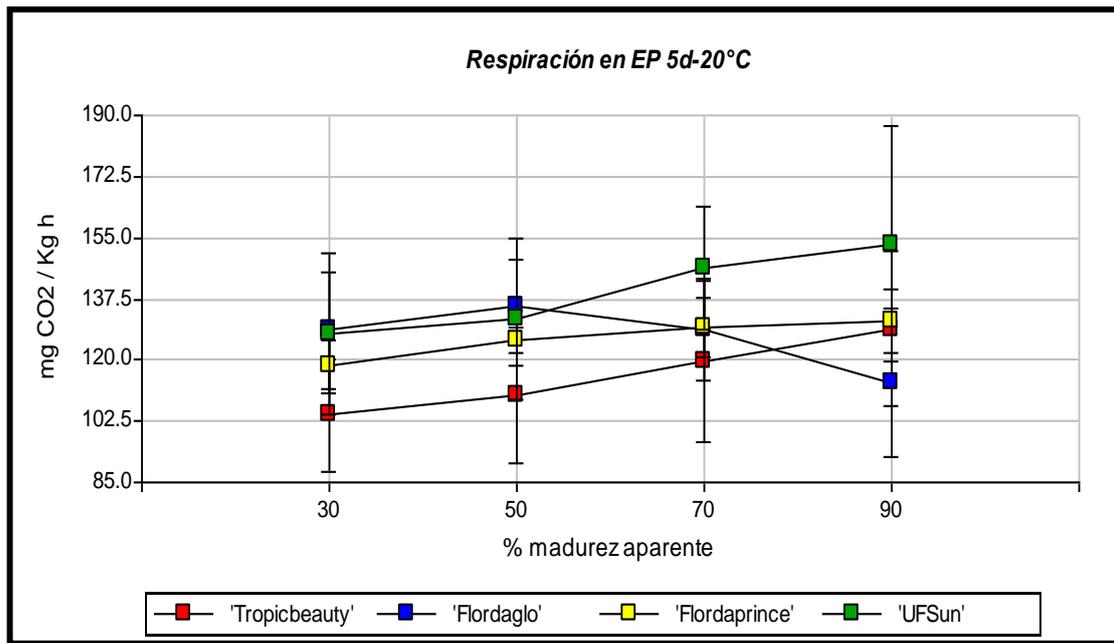


Figura 21. Comportamiento de la respiración (mg CO₂ / Kg-h), producida en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 5d-20°C, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

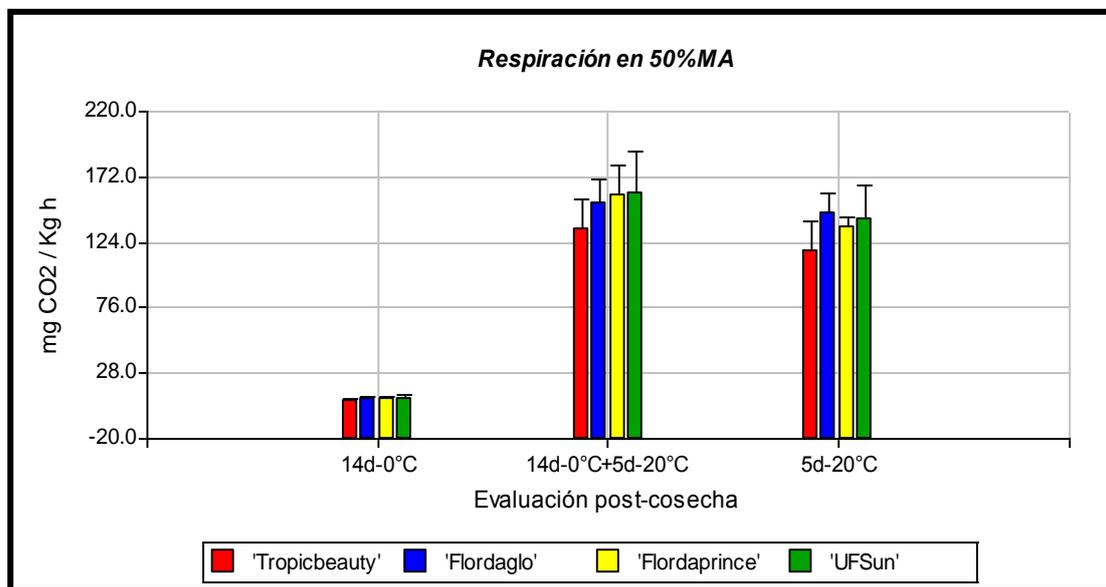


Figura 22. Comportamiento de la respiración (mg CO₂ / Kg-h), producida en 50%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

Producción de etileno ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$)

El aumento en la producción de etileno ocurre al inicio de la fase climatérica, y es la característica dominante que controla el inicio de cambios en color, aromas, textura y sabor. Así como los melocotones, otras frutas climatéricas aceleran la maduración después de la cosecha, con respecto a las frutas que están en el árbol. Trabajos realizados con cultivares de melocotón establecen que la mayor producción de etileno se produce durante el mayor ablandamiento de la fruta (Budde et al., 2000).

La producción de etileno en melocotón varió con la temperatura, de 0.01 a 5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$, a 0°C, de 0.02 y 10 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 5°C, de 0.05 a 50 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 10°C y de 0.1 a 160 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 20°C. De acuerdo con esta información, tanto la tasa de producción de etileno y el tiempo de vida comercial de la fruta dependen de la temperatura a la que se exponga la fruta. A mayor temperatura, hay una mayor producción de etileno y una reducción en la vida útil (Crisosto y Kader 2000).

En 1999 trabajos realizados en trozos de melocotón comercial de California demostraron que la producción de etileno incrementó con la temperatura y con el grado de madurez. Melocotones en estado inmaduro produjeron de 0.97 a 2.98 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$, mientras que, en frutos sobre maduros su producción fue de 2.02 a 4.03 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ a 0°C. En 10°C, la producción de etileno fue de 22.01 a 54.03 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ y de 74.03 a 91.04 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg-h}$ en trozos inmaduros y sobre maduros, respectivamente (Gorny et al., 1999).

En los cultivares de Puerto Rico los valores de etileno incrementaron con la madurez del fruto por ejemplo en la EP 5d-20°C ‘Tropicbeauty’ presentó una producción de etileno que varió de 7.95 en 30% MA a 16.03 en 50% MA a 31.38 en 70% MA y a 33.15 en 90% MA (Tabla 19 y Figura 23), demostrando una respuesta similar al estudio realizado en trozos de melocotón, ya que a medida que el porcentaje de madurez incrementó la producción de etileno aumentó.

Por otro lado el almacenamiento prolongado produjo una mayor cantidad de etileno. En ‘Tropicbeauty’ y ‘UFSun’ en la interacción 50% MA en la EP 5d-20°C presentaron valores de 16.03 y 56.25 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{Kg-h}$, mientras que, en 50% MA en la EP 14d-0°C+5d-20°C la producción fue de 46.99 y 123.68 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{Kg-h}$, respectivamente (Tabla 19 y Figura 24) esta respuesta muestra que con el incremento del tiempo de almacenamiento se incrementa la producción de esta hormona.

La producción de etileno estuvo dentro de los valores establecidos para el melocotón. Los cultivares MF de Puerto Rico presentaron una producción promedio de etileno menor que en el cultivar NMF en todas las evaluaciones post-cosecha (14d-0°C, 5d-20°C y 14d-0°C+5d-20°C), (Tabla 19). Trabajos realizados en melocotón indican que la producción de etileno tiene un pico más alto en los cultivares NMF (‘Oro A’ y FL 86-28C) que en los MF (FL 90-20 y ‘TropicBeauty’), esto corrobora los resultado obtenidos en Puerto Rico (Brovelli et al., 1999).

La producción de etileno se controla en forma efectiva cuando la fruta se almacena a 0°C (Figura 24), esto se observó en todos los cultivares de Puerto Rico (MF y NMF) entonces resulta ideal el almacenamiento de los frutos de melocotón a 0°C para controlar la producción de esta hormona.

Tabla 19. Producción promedio de etileno ($\mu\text{l CO}_2/\text{Kg-h}$) en ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’, ‘Flordaprince’ y ‘UFSun’ en cuatro porcentajes de madurez aparente (% MA) y tres evaluaciones post-cosecha (EP)

		Promedio de etileno ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{Kg-h}$)			
% MA	E. P.	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'	'UFSun'
Cosecha 2008					
30	5d-20°C ¹	7.94	32.86	9.75	50.16
	14 d-0°C ²	0.00	0.02	0.18	0.01
	14d-0°C+5d-20°C ³	44.91	88.94	46.97	115.74
50	5d-20°C	16.03	42.14	12.73	56.25
	14 d-0°C	0.00	0.05	0.15	0.05
	14d-0°C+5d-20°C	46.99	84.88	52.29	123.68
70	5d-20°C	31.38	49.16	15.47	63.74
	14 d-0°C	0.00	0.09	0.02	0.27
	14d-0°C+5d-20°C	61.35	78.44	48.98	143.13
90	5d-20°C	33.15	51.49	15.02	63.29
	14 d-0°C	0.04	0.11	0.09	0.28
	14d-0°C+5d-20°C	44.98	64.46	41.84	108.40

¹ Se promedió la producción de etileno de los días 1,3 y 5 de almacenamiento a 20°C.

² Se promedió la producción de etileno de los días 1, 2, 7, 8, 13 y 14 de almacenamiento a 0°C.

³ Se promedió la producción de etileno de los días 15, 17 y 19 de almacenamiento a 20°C luego de 14d-0°C.

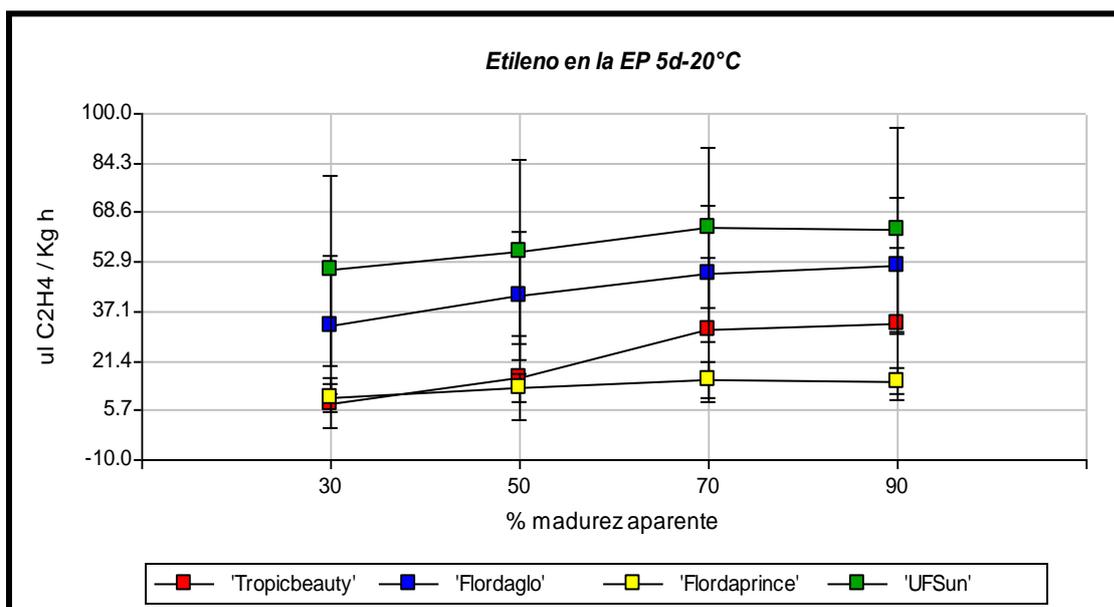


Figura 23. Respuesta de la producción de etileno ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{Kg h}$), producido en cuatro porcentajes de madurez aparente en la evaluación post-cosecha 5d-20°C, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

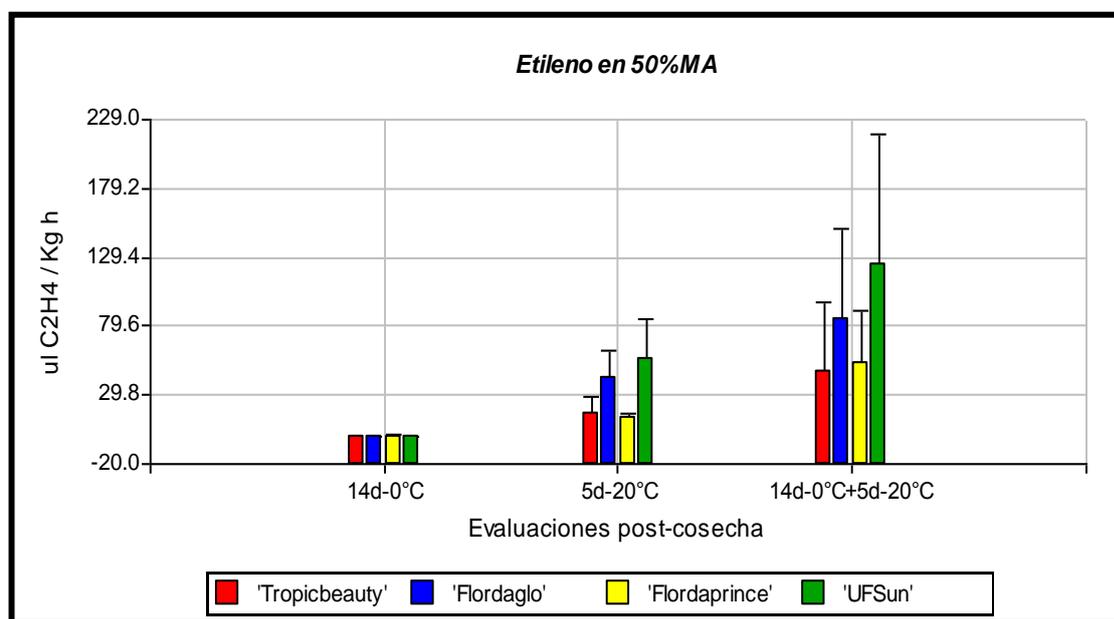


Figura 24. Respuesta de la producción de etileno ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{Kg h}$), producido en 50%MA y cuatro evaluaciones post-cosecha, en cuatro cultivares de melocotón, cosecha 2008

CONCLUSIONES

Tomado como base de calidad, un mínimo de 10% de sólidos solubles totales (SST), entre 0.5 y 0.8% de acidez titulable (AT), una relación SST/AT mínima de 15 y una firmeza entre 2 y 3 libras-fuerza, se establecen los porcentajes de madurez aparente y el almacenamiento que permita el consumo en fresco de melocotón.

1. Para el cultivar 'Tropicbeauty'

- a. En 30% MA no se consiguió la calidad mínima en ningún almacenamiento post-cosecha.
- b. En 50 y 70% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- c. En 90% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.

2. Para el cultivar 'Flordaglo'

- a. En 30 y 50% MA no se consiguió la calidad mínima bajo ningún almacenamiento post-cosecha.
- b. En 70% MA la fruta puede ser almacenada por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14d-0°C más 5 días a 20°C.
- c. En 90% MA la fruta puede ser almacenada por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C.

3. Para el cultivar 'Flordaprince'

- a. En 30 y 50% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- b. En 50% MA el fruto se puede almacenar por 5 días a 20°C.
- c. En 70% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- d. En 90% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.

4. Para el cultivar 'UFSun'

- a. En 30% MA el fruto se puede almacenar por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- b. En 50% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- c. En 70% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
- d. En 90% MA el fruto se puede almacenar por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.

RECOMENDACIONES

1. Cosechar ‘Tropicbeauty’ en 50 o 70% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C. En 90% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
2. Cosechar ‘Flordaglo’ en 70% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C. En 90% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C.
3. Cosechar ‘Flordaprince’ con 30 y 50% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C. Con 50% MA y almacenarlo por 5 días a 20°C. Con 70 y 90% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
4. Cosechar ‘UFSun’ con 30% MA y almacenarlo por 5 días a 20°C y por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C. Con 50, 70 y 90% MA y almacenarlo por 14 días a 0°C o por 5 días a 20°C o por 14 días a 0°C más 5 días a 20°C.
5. Se recomienda utilizar los cultivares ‘Tropicbeauty’ y ‘UFSun’ por el comportamiento presentado, tanto en campo como en su manipulación post-cosecha.
6. Establecer criterios de calidad para los consumidores de Puerto Rico a través de evaluaciones sensoriales.
7. Trabajar sobre los tipos de poda y raleo en campo para mejorar el peso y diámetros de los cultivares de melocotón.

LITERATURA CITADA

- Andersen, P. C., W. B. Sherman. y J. G. Williamson. 2001. Low chill peach and nectarine cultivars from the University of Florida Breeding Program: 50 years of progress. Proc. Fla. State Hort. Soc. 114: 33-36.
- Adaskaveg, J. E., H. Förster, N.F. Sommer. 2002. Postharvest biology and technology. En: A. Kader (ed.) Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. University of California, Oakland. pp 163-195.
- Ayala-Silva, T., R.J. Schnell, A. W. Meerow, M. Winrterstein, C. Cervantes y J. S. Brown. 2005. Determination of color and fruit traits of Half-Sib families of mango (*Mangifera indica* L.). Proc. Fla. State Hort. Soc. 118: 253-257.
- Beckman, T.G., J. X. Chaparro y W.B. Sherman. 2008. Potential of nonmelting flesh peaches for the early season fresh market. Journal of the American Pomological Society 62(2):52-57.
- Brovelli, E.A., J.K. Brecht, W.B. Sherman y C.A. Sims. 1999. Nonmelting-flesh trait in peaches is not related to low ethylene production rates. HortScience 34(2): 313-315.
- Budde, C.O., M. P. Blanco y H. A. Altube. 2000. Fruit firmness, ground color and ethylene evolution in two cultivars of peach (*Prunus persica* L. Batsch). Agriscientia. 17:69-72.
- Carmona, V. G. 2001. Rol de la Temperatura en el almacenamiento de productos frescos. Guía Técnica Post-cosecha No. 5. Área Post-cosecha. Dirección Calidad Agrícola. Consejo Nacional de Producción. Costa Rica. pp. 1-17.
- Chapman G.W., R. J. Horvat y W. R. Forbus. 1991. Physical and chemical changes during the maturation of peaches (Cv. Majestic). J. Agric. Food Chem. 39: 867-870.
- Crisosto, C. H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. Postharvest News and Information. 5:65-68.
- Crisosto, C.H. y G.M. Crisosto. 2005. Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. Postharvest Biology and Technology 38: 239-246.

- Crisosto, C.H., R. S. Johnson, T. DeJong y K. R. Day. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience* 32(5): 820:823.
- Crisosto, C.H. y A. A. Kader. 2000. Peach postharvest quality maintenance guidelines. Department of Pomology. University of California. Davis. pp 1-10.
- Crisosto, C.H., E.J. Mitcham y A.A. Kader. 2009. Peach and nectarine: recommendations for maintaining postharvest quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/necpch.shtml>
- Crisosto, C.H., F.G. Mitchell. 2002. Peach, nectarine, and plum. En: A. Kader (ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. pp 345-356. University of California, Oakland.
- Delwiche M. J., R. A. Baumgardner. 1985. Ground color as a peach maturity index. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 110 (1):53-57.
- Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2009. www.agricultura.gobierno.pr
- Deza, K. M. 2006. Modified atmosphere packaging and postharvest quality of pigeon pea. Tesis M.S. University of Puerto Rico, Mayagüez, P.R., 128 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2009. www.faostat.fao.org
- Garner, D., C. H. Crisosto, P. Wiley y G.M. Crisosto. 2004. Measurement of pH and titratable acidity. En: C.H. Crisosto (ed.) *Central Valley Postharvest Newsletter*. University of California, Cooperative Extension. Vol.13 No. 1. pp. 7.
- Gorny J.R., B. Hess-Pierce y A.A. Kader. 1999. Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut nectarines and peaches. En: L. Michalczuk (ed.) *Proc. Int. Symp. On effect of pre-and post-harvest factors on storage of fruit*. Acta Hort. 485. ISHS: 173-179.
- Kader, A.A. 1983. Influence of harvesting methods on quality of deciduous tree fruits. *HortScience* 18(4): 409-411.
- Kader, A. A. 2002. Postharvest biology and technology. En: A. Kader (ed.) *Postharvest technology of horticultural crops*. pp 39-48. University of California, Oakland.

- Kader, A.A., C.M. Heintz y A. Chordas. 1982. Postharvest quality of fresh and canned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (6): 947-951.
- Kao, M. W., J. Brecht y J. Williamson. 2008. Optimum harvest maturity for extended postharvest quality of melting & non-melting flesh subtropical peach varieties. Universidad de Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/>.
- Karakurt, Y., D. J. Huber y W. B. Sherman. 2000. Quality characteristics of melting and non-melting flesh peach genotypes. *J. Sci. Food Agric* 80: 1848-1853.
- Kataoka, I. y K. Beppu. 2004. UV irradiance increases development of red skin color and anthocyanins in 'Hakuho' peach. *HortScience* 39 (6): 1234-1237.
- Kays S.J. y R.E. Paull. 2004. Postharvest biology. Editorial Exon Press, Athens GA, 568 pp.
- Lester, D.R., J. Speirs, G. Orr y C.J. Brady. 1994. Peach (*Prunus persica*) endopolygalacturonase cDNA isolation and mRNA analysis in melting and nonmelting peach cultivars. *Plant Physiol.* 105: 225-231.
- Librán, C., R.E. Rouse., E. Hernández, y L. Cardona. 2005. Melocotones tropicalizados (*Prunus persica* L.): cultivo alterno para la zona montañosa de Puerto Rico. ISTH. Resumen Oral # 41.
- Lurie, S. y C.H. Crisosto. 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology.* 37. p 195 – 208.
- Lurie, S. y J.D. Klein. 1992. Ripening characteristics of tomatoes stored at 12°C and 2°C following a pre-storage heat treatment. *Scientia Horticulturae* 51: 55-64.
- Mahhou A., T.M. DeJong, K.S. Shackel y T. Cao. 2006. Water stress and crop load effects on yield and fruit quality of Elegant Lady peach [*Prunus persica* (L.) Batch]. *Fruits* 61(6): 407-418.
- Manganaris, G.A., M. Vasilakakis, G. Diamantidis y I. Mignani. 2006. Diverse metabolism of cell wall components of melting and non-melting peach genotypes during ripening after harvest or cold storage. *J. Sci. Food Agric* 86: 243-250.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27(12): 1254-1255.

- Mitchell, F.G. y C.H. Crisosto. 1995. Postharvest quality in fresh market stone fruits. En Postharvest quality and derived products in stone-fruits. Lleida, 17-18 Octubre. pp. 7-16.
- Ogawa J.M., E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu y J.K. Uremoto. 2000. Plagas y enfermedades de los frutales de hueso. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi-Prensa, Minnessota, 97pp.
- Padilla, M.C., J.P. Morales-Payan y C. Estevez de Jensen. 2008. Peach fruit diseases in Puerto Rico: a 2008 survey. HortScience 43(4): 1249.
- Palou, L. y C. H. Crisosto. 2003. Postharvest treatments to reduce the harmful effects of ethylene on apricots. En: B.E. Verlinden et al. (ed.). Proc. Postharvest Unltd. Acta Hort. 599, ISHS, pp 31-38.
- Pantoja A., P. Stansly, B. Rouse, E. Hernández, M. C. Librán y J. Ortiz. 2007. *Pseudaulacaspis pentagona* from peaches in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 91(3-4):227-228.
- Pardos, J. A. 1985. Fisiología vegetal. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. pp. 134-157.
- Postlmayr, H.L., B.S. Luh y S.J. Leonard. 1956. Characterization of peach changes in freestone and clingstone peaches during ripening and processing. Food Technology 618-625.
- Ramos, S. E. 2008. Identificación de la mosca frutera del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) y la evaluación de un método de control en tres cultivares de melocotón en Adjuntas, P.R. Tesis. M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 62pp.
- Reid, M. S. 2002. Maturation and maturity indices En: Postharvest Techonology of Horticultural Crops. pp 55-62. University of California, Oakland.
- Reigosa, M.J., N. Pedrol y A. Sánchez. 2004. La Eco-fisiología vegetal. Una ciencia de síntesis. Editorial Thomson, España, 1193pp.
- Robertson, J.A., F. I. Meredith, R.J. Horvat y S.D. Senter. 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (Cv. Cresthaven). J. Agric. Food. Chem. 38: 620-624.
- Rodríguez R. P. y E. Hernández. 2004. Mucor foliar spot and mycoflora in stem and root lesions of peach. J. Agric. Univ. P.R. 88(3-4):155-160.

- Rouse, R.E., M.C. Librán, E. Hernández y L. Cardona. 2006. Low-chill peaches adapted to subtropical florida and tropical Puerto Rico. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119:25-28.
- Rouse, R. E. y W. B. Sherman. 1989. ‘TropicBeauty’: A low-chilling peach for subtropical climates. *HortScience* 24 (1):165-166.
- Rouse, R. E. y W.B. Sherman. 2004. ‘UFSun’ peach for subtropical central and south Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 117: 239-241.
- Santana, J. M. 2007. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas arbóreas para sombra de café en Puerto Rico. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 103pp.
- Sherman, W.B., P.M. Lyrene, J.A. Mortensen y R.H. Sharpe. 1982. ‘Flordaprince’ peach. *HortScience* 17 (6):988.
- Sherman, W.B., P.M. Lyrene, F.G. Gmitter y P.C. Andesen. 1988. Low-chill peach and nectarine cultivars for trial in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 101: 241-244.
- Shewfelt, R.L. 1986. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Technology* (5): 70-80.
- Sommer, N. F., R.J. Fortlage y D.C. Edwards 2002. Postharvest biology and technology. En: A. Kader (ed.) *Postharvest diseases of selected commodities*. University of California, Oakland. pp 197-249.
- Taiz, L y E. Zeiger. 2002. *Plant physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland USA, 690 pp.
- Tourjee, K.R, D.M. Barret, M.V. Romero y T.M. Gradziel. 1998. Measuring flesh color variability among processing clingstone peach genotypes differing in carotenoid composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (3):433-437.
- Vielma, M.S., F.B. Matta y J.L. Silva. 2008. Optimal harvest time of various apple cultivars grown in northern Mississippi. *Journal of the American Pomological Society* 62(1):13-20.
- Voss, D.H. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart. *HortScience* 27 (12):1256-1260.
- Wen, Ien-Chi., K.E. Koch y W.B. Sherman. 1995. Comparing fruit and tree characteristics of two peaches and their nectarine mutants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(1):101-106.

Williamson, J.G., P.C. Andersen y W.B. Sherman. 2005. Peaches and nectarines for central and north Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>.

Zhang, H., X. Zheng y T. Yu. 2007. Biological control of postharvest diseases of peach with *Cryptococcus laurentii*. Food Control 18: 287-291.

Anexo 1: Productos químicos utilizados en el cultivo de melocotón en el periodo comprendido entre enero del 2007 y julio del 2008.

PRODUCTOS		DOSIS	FECHAS APLICACIÓN		RAZÓN DE LA APLICACIÓN
			2007	2008	
Fungicidas	Abound (Azoxystrobin) EPA Reg # 10182-415	0.7 gramos / Litro	19-abril	16-abril	Roya del melocotón
			14-junio	18-junio	
			16-agosto	----	
			17-octubre	----	
	Elite 45 DF (Tebuconazole) EPA Reg # 3125-388	0.6 gramos / Litro	22-mayo	15-may	Roya del melocotón
			19-julio	16-julio	
18-septiembre			----		
		15-noviembre	----		
Insecticidas	Lorsban 4E (Chlorpyrifos) EPA Reg # 62719-220	0.6 a 4.7 Litros /Ha	21-marzo	10-abril	Queresa blanca del melocotón
			13-noviembre	----	Chinche ala de encaje
	Naturalyte GF-120-NF (Spinosad 0.1%) Reg # 28336	700 mL / Litro	2 a 3 semanas antes que la fruta madure y cada 7 días		Mosca frutera
defoliante	Sulfato de Zinc (ZnSO4 2%)	20 gramos / Litro	3 o 4 semana de enero	3 o 4 semana de enero	Eliminación de hojas

Anexo 2: Resumen de significancia estadística para ‘Tropicbeauty’, ‘Flordaglo’ y ‘Flordaprince’ en 50, 70 y 90% madurez aparente, en las variables analizadas en dos años de cosecha (2007 y 2008).

VARIABLES	'Tropicbeauty'	'Flordaglo'	'Flordaprince'
Color maduración			
L*	* ²	ns	*
a*	*	*	*
b*	ns ¹	ns	*
Chroma	*	*	*
°Hue	*	*	*
Color rojo			
L*	*	*	*
a*	ns	*	*
b*	ns	*	*
Chroma	ns	*	*
°Hue	*	*	ns
Diámetros			
Altura	*	*	ns
D. Mayor	*	*	*
D. Menor	*	*	*
SST			
SST	*	*	*
AT			
AT	*	*	*
SST/AT			
SST/AT	ns	*	ns
Firmeza			
Firmeza	*	*	*
Peso			
Peso	*	*	ns
mg CO₂ /Kg h			
mg CO ₂ /Kg h	*	*	-----

ns = no significativo estadísticamente. ²* Significancia ($p \leq 0.05$)