

Del 7 al 10 de mayo de 2019

**CENTRO UNIVERSITARIO
SANTA ANA
ALMENDRALEJO**



**XLI JORNADAS
DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA
TIERRA DE BARROS**

I Congreso Agroalimentario de Extremadura

**XLI Jornadas
de VITICULTURA Y ENOLOGÍA
de la Tierra de Barros
I Congreso Agroalimentario de Extremadura**

Edita:

Centro Universitario Santa Ana
C/ IX Marqués de la Encomienda, nº 2
Almendralejo
Tel. 924 661 689
<http://www.univsantana.com>

Ilustración de portada:

© Vito Cano.
Detalle del mural del mercado de abastos “Las mercedes”
Almendarlejo (Badajoz)

Diseño original:

Tecnigraf S.A.

Maquetación: Virginia Pedrero

ISBN: 84-7930-109-0

D.L.:

Imprime: Impresal

Correlación entre las medidas de calidad y el contenido de compuestos funcionales con el índice de madurez no destructivo da-meter a lo largo de la maduración en melocotón “Carla”

FERNÁNDEZ-LEÓN, A.M.

RODRÍGUEZ GÓMEZ, M.J.

SERRADILLA, M.J.

PAVÓN GONZÁLEZ, G.

VELARDO MICHARET, B.

Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX-CICYTEX).

Avda. Adolfo Suárez s/n., 06007, Badajoz (Extremadura).

Tel. (+34) 924012669, e-mail: belen.velardo@juntaex.es

RESUMEN

Los melocotones muestran efectos saludables debido a la presencia de los diferentes compuestos bioactivos o funcionales, como carotenos y compuestos polifenólicos, entre otros, que también son responsables de atributos de calidad como el color. El contenido de los compuestos funcionales depende de numerosos factores entre los que destacan el cultivar y el estado de maduración, siendo este último factor muy importante para determinar el momento óptimo de recolección. Por ello, en los

últimos años ha aumentado el interés por desarrollar técnicas no destructivas que permitan determinar con precisión la madurez y calidad de la fruta. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el patrón de maduración de melocotón "Carla" mediante el uso de técnicas no destructivas. Para ello, se ha determinado el índice de madurez (I_{AD}) de los frutos con el DA-meter, con la finalidad de correlacionar el I_{AD} con los índices de cosecha tradicionalmente utilizados por los productores (calibre, firmeza, color y sólidos solubles totales), así como con la evolución de los compuestos funcionales (clorofilas, carotenos y compuestos polifenólicos) a lo largo de la maduración. El DA-meter presentó una elevada correlación con la firmeza y el color de los frutos, no presentando correlación con los sólidos solubles totales, ya que éstos permanecieron en valores próximos a 8 °Brix durante todo el ensayo. Respecto a la evolución de los compuestos funcionales, el DA-meter se correlacionó positivamente con los ácidos hidroxycinámicos y las clorofilas, compuestos presentes en los estadios más verdes, con valores de I_{AD} de 2,097 a 1,667. Con los compuestos responsables del color de la piel del melocotón (antocianidinas) y de la pulpa (β -caroteno), la correlación con el DA-meter fue negativa, ya que estos compuestos aumentan en la fruta madura, la cual adquiere valores de I_{AD} de 0,816 a 0,555. Por tanto, el DA-meter proporcionó una medida rápida y precisa, en tiempo real y adecuada al estado de madurez del fruto en las diferentes fechas de recolección.

Palabras claves: firmeza, color, clorofilas, carotenos, compuestos polifenólicos.

ABSTRACT

Peaches show healthy effects owing to the presence of different bioactive or functional compounds, such as carotenes and polyphenolic compounds, among others, which are also responsible for quality attributes such as color. The content of functional compounds depends on numerous factors such as cultivar and ripening stage, the latter being a very important factor in determining the optimum harvesting time. Bearing this in mind, in recent years, there has been increasing interest in developing non-destructive techniques to accurately assess fruit maturity and quality. The aim of this work has been to study the 'Carla' peach ripening pattern using non-destructive techniques. For this purpose, the fruit ripeness index (I_{AD}) has been determined with the DA-meter, in order to correlate the I_{AD} with the harvest indices traditionally used by producers

(size, firmness, color and total soluble solids), as well as with the evolution of functional compounds (chlorophylls, carotenes and polyphenolic compounds) throughout the ripening process. The DA-meter showed a high correlation with the firmness and colour of fruits, not showing correlation with the total soluble solids as they remained at values close to 8 °Brix throughout the trial. With respect to the evolution of functional compounds, DA-meter was positively correlated with hydroxycinnamic acids and, compounds present in the immature fruits, with I_{AD} values of 2.097 to 1.667. With the compounds responsible for peach skin colour (anthocyanidins) and flesh colour (β -carotene), the correlation with DA-meter was negative, as these compounds increase in ripe fruit, which acquires I_{AD} values of 0.816 to 0.555. Therefore, the DA-meter provided a fast and accurate, real-time and adequate measure of the fruit maturity stage at the different harvesting times.

Keywords: firmness, colour, chlorophylls, carotenoids, polyphenolic compounds.

1. INTRODUCCIÓN

La fruta se caracteriza por poseer capacidad antioxidante gracias a la presencia de compuestos funcionales como clorofilas, carotenos y compuestos polifenólicos, cuyo contenido se ve influenciado por el cultivar y el estado de madurez de los frutos (Serradilla *et al.*, 2017). Aunque se sabe que la fruta aporta gran cantidad de compuestos beneficiosos para la salud, en los últimos años ha descendido su consumo debido a la insatisfacción de los consumidores, que compran la fruta principalmente por su apariencia, pero sin embargo, deficientes en sabor y aromas (Gonçalves *et al.*, 2016).

Para obtener melocotones (*Prunus persica* L.) con una elevada calidad organoléptica se necesita conocer el tiempo óptimo de cosecha, así como el nivel adecuado de madurez (Gonçalves *et al.*, 2016; Pinto *et al.*, 2015). Para evaluar el índice de madurez de los melocotones, así como el de otras frutas de hueso, se utilizan tradicionalmente parámetros no destructivos, como calibre y color de piel, y parámetros destructivos como firmeza y sólidos solubles totales. Con estos parámetros no siempre se obtienen valores reproducibles, ya que varían con el cultivar, área de producción, condiciones climáticas y prácticas agronómicas (Crisosto *et al.*, 2004; Usenik *et al.*, 2008). Por ello, en los últimos años ha aumentado el interés por técnicas no destructivas para evaluar con precisión la maduración y la calidad de la

fruta (Pinto *et al.*, 2015). El DA-meter (TR Turoni, S.r.l., Forlì, Italy) es un instrumento portátil, desarrollado a partir de la espectroscopía visible e infrarrojo cercano (VIS/NIR), que determina el índice de madurez (I_{AD}) de la fruta, a través de la absorbancia en el rango activo de las clorofilas. El valor de DA es proporcional a la cantidad de clorofila presente en el fruto y, por tanto, un indicador preciso del estado de maduración de la fruta e independiente de las condiciones climáticas de la temporada. La sustitución de las técnicas destructivas tradicionales por esta tecnología supondría un ahorro en materia prima y en tiempo de análisis, así como la obtención de lotes de frutas más homogéneos (Infante *et al.*, 2011; Ziosi *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad del DA-meter como una herramienta no destructiva capaz de caracterizar los cambios de maduración del melocotón “Carla’ en el árbol, así como establecer los parámetros físico-químicos que mejor se correlacionan con el I_{AD} para establecer índices de cosecha en este cultivar.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material vegetal y diseño experimental

El ensayo se realizó en melocotón [*Prunus persica* (L.) Batsch] cv. Carla producido en 2018 en una finca comercial de las Vegas Bajas del Guadiana (Valdelacalzada, Extremadura). Se seleccionaron 3 árboles, marcándose 60 frutos (20 frutos/árbol), sobre los que se realizó un seguimiento periódico de la maduración del fruto en el árbol, desde 28 días antes de recolección comercial (frutos verdes) hasta 7 días después de recolección comercial (madurez organoléptica). La monitorización de la calidad se realizó con una periodicidad de 3-7 días (Tabla 1) recolectándose, en cada fecha de análisis, 15 frutos similares a los marcados en los árboles para las determinaciones de calidad en el laboratorio.

2.2. Métodos de análisis

2.2.1. Determinación de parámetros físico-químicos de calidad

Para el **color de piel** se utilizó un colorímetro portátil Minolta CR-400 empleándose las coordenadas de color CIE $L^*a^*b^*$ sobre las dos caras opuestas

del fruto. A partir de los parámetros L^* , a^* y b^* se calculó el ángulo de tono (Hue, H°) y el índice CIRG (Usenik *et al.*, 2008). El **calibre** se determinó con un calibrador de lazo, expresándose los resultados en milímetros (mm). El **índice de madurez** (I_{AD}) se midió con el DA-meter. La **firmeza** se determinó con un texturómetro Stable Micro Systems TAXT2i, mediante ensayo de penetración con sonda de 8 mm de diámetro, expresándose la firmeza en Newton (N). Los **Sólidos Solubles Totales (SST)** se midieron con un refractómetro digital portátil Atago, expresándose los resultados en $^\circ$ Brix. La **Acidez Titulable** se determinó con un valorador automático DL50 Graphix mediante valoración hasta pH 8,1, empleándose una disolución 0,1 N de NaOH, expresándose los resultados en gramos de ácido málico por 100 gramos de muestra fresca (% ácido málico).

2.2.2. Determinación de clorofilas, carotenoides totales y compuestos polifenólicos

Determinación de clorofilas y carotenoides totales

Las clorofilas fueron extraídas con acetona y determinadas según el método descrito por Fernández-León *et al.*, (2010), expresando los resultados como $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de muestra fresca. Los carotenoides totales también se determinaron sobre este extracto acetónico según el método descrito por Dragovic-Uzelac *et al.*, (2007), expresando la concentración en mg de β -caroteno 100 g^{-1} de muestra fresca.

Determinación de compuestos polifenólicos

La extracción, separación e identificación de los compuestos polifenólicos, se realizó según el método descrito por Manzano-Durán *et al.*, (2019), expresándose los resultados en $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de muestra fresca.

2.3. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se trataron estadísticamente mediante análisis de varianza ANOVA y test de comparación de Tukey ($p < 0,05$) con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Las relaciones entre los parámetros físico-químicos y el I_{AD} se evaluaron mediante la correlación de Pearson ($p \leq 0,01$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de madurez obtenido con el DA-meter (I_{AD}) está relacionado con el contenido en clorofilas del fruto a nivel de la pulpa, el cual es elevado en etapas tempranas de desarrollo (valores elevados de I_{AD}) y disminuye a medida que avanza la maduración (valores inferiores de I_{AD}).

3.1. Evolución de los parámetros físico-químicos de calidad

Los valores I_{AD} evolucionaron desde 2,10 en la cosecha 1 (C1) hasta 1,18 en recolección comercial (C6) y 0,55 en los frutos madurados en el árbol (C8), siguiendo una tendencia lineal descendente (datos no mostrados). Estos resultados están de acuerdo con la descripción realizada por otros autores (Pinto *et al.*, 2015).

Lógicamente, el color de la piel evolucionó con la maduración de los frutos (Tabla 2), caracterizada, en general, por una disminución significativa de los parámetros L^* y b^* y un aumento de a^* , resultado del cambio de color verde, en los estadios tempranos (C1), a rojo en los frutos maduros (C8). Los valores de L^* evolucionaron de 55,12 (C1) a 42,46 (C6). El parámetro a^* , aumentó significativamente con la maduración del fruto, pasando de valores negativos (-6,66) en C1, a 19,98 en recolección comercial (C6) y 30,67 en los frutos maduros (C8) (Figura 1). Los valores de b^* disminuyeron de 36,64 al inicio del ensayo (C1) a 25,29 (C8). El ángulo H° y el índice CIRG fueron los parámetros que mejor se correlacionaron con la evolución del color visual de los frutos, el cual cambió del verde en las primeras cosechas (valores de H° próximos a 100; CIRG = 0,95), pasando por tonalidades anaranjadas en recolección comercial (C6) (H° = 54,51; CIRG = 1,50) y finalizando con tonalidades rojizas en C8 (H° = 38,18; CIRG = 1,79). Estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores en otros cultivares de melocotón (Pinto *et al.*, 2015).

El calibre aumentó a lo largo del desarrollo y maduración de los frutos, acompañado de una disminución significativa de la firmeza y la acidez titulable (Tabla 3). Los SST se mantuvieron anormalmente constantes en un valor medio de 8,6 °Brix y bastante inferiores a los encontrados por otros autores en diferentes variedades de melocotón (Gonçalves *et al.*, 2016). Este bajo contenido de SST pudo estar ocasionado por las temperaturas suaves que se registraron durante mayo y junio de 2018, coincidiendo con la época de producción del melocotón. La Tabla 4 recoge las correlaciones de los

diferentes parámetros físico-químicos estudiados con el $I_{AD'}$, encontrándose una elevada correlación con el color de la piel, especialmente con los parámetros a^* , H° y el índice CIRG, el calibre y la acidez titulable. Aunque la correlación entre el I_{AD} y la firmeza, y el contenido en SST fue estadísticamente significativa, ésta fue muy baja, no considerándose por tanto, un buen índice de cosecha para los objetivos planteados en este trabajo. Con respecto a la falta de correlación entre los SST y el $I_{AD'}$, nuestros resultados coinciden con los obtenidos por otros autores (Gonçalves *et al.*, 2016; Infante *et al.*, 2011; Pinto *et al.*, 2015). En la Figura 1 se ha representado gráficamente la regresión lineal entre los parámetros a^* y SST con el $I_{AD'}$ pudiéndose observar un elevado coeficiente de regresión ($R^2=0,9119$) entre a^* y $I_{AD'}$ y la falta de correlación ($R^2=0,0947$) para los SST y el $I_{AD'}$.

3.2. Evolución del contenido de clorofilas, carotenos y compuestos polifenólicos

El contenido en clorofilas, carotenos y compuestos polifenólicos se determinó sólo en cuatro de las ocho fechas de recolección realizadas durante el proceso de maduración de los frutos, en C2, C4, C6 y C8.

El contenido clorofílico fue mayor en piel que en pulpa (Tabla 5), siendo en ambos casos la clorofila A la mayoritaria. El mayor contenido de clorofila se encontró en los frutos de las primeras fechas de recolección (C2), disminuyendo significativamente con la maduración de los frutos (C8). Así, en C2, el contenido de clorofila A en piel fue de $1,93 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ y en pulpa de $0,70 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ frente a los $0,54 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de clorofila A en piel y de $0,08 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de clorofila A en pulpa encontrados en la C8.

De las dos clorofilas determinadas en este trabajo, sólo la clorofila A, que es el pigmento clorofílico mayoritario, en piel y pulpa, presentó una elevada correlación con I_{AD} ($r = 0,840$ y $0,848$, respectivamente) (Tabla 6), considerándose un indicador fiable y preciso del desarrollo y la madurez del fruto (Zerbini *et al.*, 2006).

La evolución del contenido en carotenoides fue contraria al de las clorofilas, aumentando significativamente según avanzaba el estado de maduración de los frutos, tanto en piel como en pulpa (Tabla 7). Al igual que las clorofilas, el contenido de compuestos carotenoides fue superior en la piel que en la pulpa (Tabla 7), coincidiendo con los resultados obtenidos por otros autores (Dabbou *et al.*, 2016; Puerta-Gómez *et al.*, 2011). En la C6 (RC)

el contenido en piel fue de 6,09 mg β -caroteno 100 g⁻¹ y en pulpa de 3,95 mg β -caroteno 100 g⁻¹. La correlación del contenido de caroteoides en piel frente a I_{AD} fue mucho mayor que en pulpa, presentado en ambos casos una tendencia negativa (Tabla 8).

Respecto a los compuestos polifenólicos, se identificaron y cuantificaron cuatro familias en piel (antocianinas, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles y flavan-3-oles) y dos en pulpa (ácidos hidroxicinámicos y flavan-3-oles), como puede verse en las Tablas 9 y 11, respectivamente. En piel (Tabla 9), los ácidos hidroxicinámicos fueron los compuestos mayoritarios, disminuyendo a lo largo de la maduración, al igual que los flavonoles y los flavan-3-oles. Las antocianinas estuvieron lógicamente ausentes en las primeras fechas de recolección, empezándose a cuantificar a partir de la C6 (RC) y aumentando su contenido con la maduración del fruto, alcanzándose valores de 5,49 mg 100 g⁻¹ (C8). De todos los compuestos polifenólicos identificados en la piel del melocotón "Carla", los que mostraron una mayor correlación con el I_{AD} (Tabla 10) fueron las antocianinas ($r = -0,954$).

Con respecto al contenido de polifenoles en la pulpa (Tabla 11), de las dos familias identificadas, la que mayor contenido presentó fue la de los ácidos hidroxicinámicos, que disminuyeron a lo largo de la maduración, al igual que la familia de los flavan-3-oles. La correlación de los compuestos polifenólicos presentes en la pulpa y el I_{AD} se recoge en la Tabla 12.

4. CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que el I_{AD} puede utilizarse para establecer el tiempo óptimo de cosecha para el cultivar de melocotón "Carla", ya que existe una elevada correlación con los parámetros de cosecha color y calibre, así como con los compuestos funcionales estudiados.

Por lo tanto, el DA-meter proporciona una medida rápida y precisa, en tiempo real y adecuada del estado de madurez del fruto a lo largo del proceso madurativo, pudiéndose utilizar tanto en campo como en las centrales frutícolas.

5. AGRADECIMIENTOS

Al proyecto INNOACE “Innovación abierta e inteligente en la EUROACE”, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020 y a AFRUEX por la cesión del material vegetal.

6. BIBLIOGRAFÍA

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G.M.; BOWERMAN, E. (2004). “Increasing “Black amber” plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance”. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 237-244.

DABBOU, S.; MAATALLAH, S.; CASTAGNA, A.; GUIZANI, M.; SGHAEIR, W.; HAJLALOU, H.; RANIERI, A. “Carotenoids, phenolic profile, mineral content and antioxidant properties in fles and peel of *Prunus pérsica* fruits during two maturation stages”. *Plant Foods for Human Nutrition*, DOI 10.1007/s11130-016-0585-y.

DRAGOVIC-UZELAC, V.; LEVAJ, B.; MRKIC, V.; DANIJELA BURSAC, D.; BORAS, M. (2007). “The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region”. *Food Chemistry*, 102, 966-975.

FERNÁNDEZ-LEÓN, M.F.; LOZANO M.; AYUSO M.C.; FERNÁNDEZ-LEÓN, A.M.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. (2010). “Fast an accurate alternative UV-chemometric method for the determination of chlorophyll A and B in broccoli (*Brassica oleracea* Italica) and cabbage (*Brassica oleracea* Sabauda) plants”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 809-813.

GONÇALVES, R.G.; COUTO, J.; ALMEIDA, D.P. (2016). “On-tree maturity control of peach cultivars: Comparison between destructive and nondestructive harvest indices”. *Scientia Horticulturae*, 209, 293-299.

INFANTE, R.; CONTADOR, L.; RUBIO, P.; MESA, K.; MENESES, C. (2011). “Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skinned Japanese plums “Angeleno’ and “Autumn beaut’ on-tree and postharvest”. *Postharvest Biology and Technology*, 61 (1), 35-40.

MANZANO DURÁN, R.; FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, J.E.; VELARDO-MICHARET, B.; RODRÍGUEZ GÓMEZ, M.J. (2019). Multivariate optimization of ultrasound-assisted extraction for the determination of phenolic compounds in plums (*Prunus salicina* Lindl.) by high-performance liquid chromatography (HPLC). *Instrumentation Science & Technology*. DOI:10.1080/10739149.2019.1662438.

PINTO, C.; REGINATO, G.; SHINYA, P.; MESA, K.; DÍAZ, M.; ATENAS, C.E.E INFANTE, R. (2015). "Skin color and chlorophyll absorbance: Indices for establishing a harvest date on non-melting peach". *Scientia Horticulturae*, 192, 231-236.

PUERTA-GÓMEZ, A.F.; CISNERO-ZEVALLOS, L. (2011). "Postharvest studies beyond fresh market eating quality: Phytochemical antioxidant changes in peach and plum fruit during ripening and advanced senescence". *Postharvest Biology and Technology*, 60, 220-224.

SERRADILLA, M.J.; FOTIRIC AKSIC, M.; MANGANARIS, G. A.; ERCISLI, S.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D.; VALERO, D. (2017). In book: *Cherries: Botany, Production and uses Chapter: 17 Fruit chemistry, nutritional benefits and social aspects of cherries*. Boston, USA. CABIEditions: J Quero-García, Amy Lezoni, Joanna Pulawska, Gregory Lang.

SPADONI, A.; CAMELDIA, I.; NOFERINI, M.; BONORA, E.; COSTA, G.; MARIA, M. (2016). "An innovative use of DA-meter for peach fruit post-harvestmanagement". *Scientia Horticulturae* 201, 140-144.

USENIK, V.; KASTELEC, D.; VERBERIC, R.; STAMPAR, F. (2008). Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry*, 111, 830-836.

ZERBINI, P.E.; VANOLI, M.; GRASSIA, M.; RIZZOLO, A.; FIBIANI, M.; CUBEDDU, R.; PIFFERI, A.; SPINELLI, L.; TORRICELLI, A. (2006). "A model for the softening of nectarines based on sorting fruit at harvest by time-resolved reflectance spectroscopy". *Postharvest Biology and Technology*, 39 (3), 223-232.

V. ZIOSI, M. NOFERINI, G. FIORI, A. TADIELLO, L. TRAINOTTI, G. CASADORO, G. COSTA. (2008). A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49, 319-329.

Tabla 1. Periodicidad y fecha de los diferentes momentos de recolección durante el año 2018.

| CULTIVAR | COSECHAS | MUESTREOS | FECHA |
|----------------------|----------|-----------|----------|
| Melocotón "Carla" | C1 | 28 AC | 04-mayo |
| | C2 | 21 AC | 11-mayo |
| | C3 | 14 AC | 18-mayo |
| | C4 | 7 AC | 22-mayo |
| | C5 | 3 AC | 29-mayo |
| | C6 | RC | 01-junio |
| | C7 | 3 DR | 05-junio |
| | C8 | 7 DR | 08-junio |

AC: antes de recolección comercial; RC: recolección comercial; DR: después de recolección comercial.

Tabla 2. Evolución del Índice de madurez no destructivo (I_{AD}) y el color de la piel.

| COSECHA | IAD | L* | A* | B* | H° | CIRG |
|---------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| C1 | 2,10±0,05a | 55,12±2,25cd | -6,66±2,53f | 36,64±1,83b | 96,67±4,17a | 0,95±0,10d |
| C2 | 1,84±0,06b | 56,97±0,98bc | -9,24±1,28f | 38,27±0,80ab | 101,30±1,89a | 0,85±0,04d |
| C3 | 1,87±0,07b | 59,60±1,63a | -7,35±2,46f | 40,60±1,51a | 98,29±3,81a | 0,84±0,07d |
| C4 | 1,67±0,03c | 58,87±1,79ab | -1,36±3,37e | 40,68±1,40a | 89,57±5,06b | 0,93±0,08d |
| C5 | 1,30±0,08d | 52,65±1,72d | 14,56±2,57d | 33,17±2,12c | 63,67±4,83c | 1,35±0,09c |
| C6 (RC) | 1,18±0,07e | 49,73±1,89e | 19,98±1,62c | 29,58±2,18d | 54,51±3,56d | 1,50±0,09b |
| C7 | 0,82±0,11f | 44,93±1,78f | 25,84±1,94b | 24,64±2,27e | 42,45±3,63e | 1,70±0,11a |
| C8 | 0,55±0,11g | 42,46±2,40f | 30,67±1,20a | 25,29±2,98e | 38,18±3,48e | 1,79±0,15a |

Medias ± DS de n=10. Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre cosechas ($p \leq 0,05$).

Tabla 3. Evolución del calibre, firmeza, sólidos solubles totales (SST) y acidez de los frutos en las diferentes fechas de recolección.

| COSECHA | Calibre (mm) | Firmeza (N) | SST (°Brix) | Ácido málico (%) |
|---------|--------------|-------------|-------------|------------------|
| C1 | 36,79±1,81g | 43,9±7,1bc | 8,87±0,49ab | 0,99±0,05a |
| C2 | 39,60±1,43f | 52,5±8,8abc | 8,78±0,38ab | 1,02±0,06a |
| C3 | 49,45±1,96e | 67,3±8,2a | 8,92±0,62ab | 0,76±0,09b |
| C4 | 54,66±1,60d | 61,1±10,0ab | 9,04±0,44a | 0,65±0,05c |
| C5 | 62,07±1,71c | 46,1±13,4bc | 8,03±0,67b | 0,58±0,12c |
| C6 (RC) | 65,02±1,94b | 40,7±5,3bc | 8,09±0,73ab | 0,40±0,065d |
| C7 | 67,22±2,15b | 34,5±13,7c | 8,87±0,57ab | 0,36±0,046de |
| C8 | 69,94±1,95a | 10,5±5,9d | 8,13±1,21ab | 0,31±0,042e |

Medias ± DS de n=10. Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre cosechas ($p \leq 0,05$).

Tabla 4. Correlación de los parámetros de color, calibre, textura, SST y acidez con I_{AD} .

| CORRELACIÓN DE PEARSON | IAD |
|------------------------|---------|
| L* piel | ,870** |
| a* piel | -,955** |
| b* piel | ,858** |
| h piel | ,952** |
| CIRG piel | -,925** |
| Calibre (mm) | -,920** |
| Textura (N) | ,666** |
| SST(°Brix) | ,308** |
| Acidez (% Ac. málico) | ,899** |

Tabla 5. Evolución del contenido de clorofilas en piel y pulpa de los frutos en las diferentes fechas de recolección.

| COSECHA | CLOROFILA A PIEL | CLOROFILA B PIEL | CLOROFILA A PULPA | CLOROFILA B PULPA |
|---------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| C2 | 1,93±0,26a | 0,58±0,08a | 0,70±0,02a | 0,31±0,01a |
| C4 | 1,08±0,13b | 0,31±0,03b | 0,35±0,02b | 0,15±0,01b |
| C6 (RC) | 0,91±0,01bc | 0,38±0,03b | 0,14±0,01c | 0,08±0,01c |
| C8 | 0,54±0,01c | 0,41±0,03b | 0,08±0,01d | 0,07±0,01c |

Medias ± DS de n= 3, valores expresados en mg clorofila/ 100 g peso fresco (pf).

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre cosechas ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Diagrama de correlación-dispersión de los parámetros a^* piel y SST con I_{AD} .

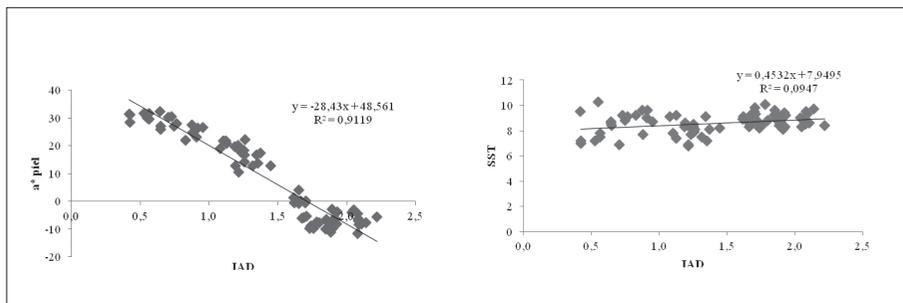


Tabla 6. Correlación del contenido de clorofilas con I_{AD} .

| CORRELACIÓN DE PEARSON | IAD |
|------------------------|--------|
| Clorofila A piel | ,840** |
| Clorofila B piel | ,304 |
| Clorofila A pulpa | ,848** |
| Clorofila B pulpa | ,787** |

Tabla 7. Evolución del contenido de carotenoides totales en piel y pulpa de los frutos en las diferentes fechas de recolección.

| COSECHA | Carotenos piel | Carotenos pulpa | Carotenos totales |
|---------|----------------|-----------------|-------------------|
| C2 | 4,29±0,58c | 2,23±0,22c | 6,52±0,44b |
| C4 | 3,52±0,19c | 2,68±0,12c | 6,20±0,28b |
| C6 (RC) | 6,09±0,23b | 3,9±0,29a | 10,03±0,10a |
| C8 | 7,47±0,26a | 3,27±0,09b | 10,74±0,29a |

Medias ± DS de n= 3, valores expresados en mg β-caroteno/100 g de muestra fresca. Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre cosechas ($p \leq 0,05$).

Tabla 8. Correlación del contenido de carotenoides con I_{AD} .

| CORRELACIÓN DE PEARSON | IAD |
|------------------------|---------|
| Carotenos piel | -,914** |
| Carotenos pulpa | -,648* |
| Carotenos totales | -,910** |

Tabla 9. Evolución de los compuestos polifenólicos en piel de los frutos en las diferentes fechas de recolección.

| Cosecha | Antocianinas | Acidos hidroxicinámicos | Flavonoles | Flavan-3-ol | Polifenoles totales |
|---------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------------|
| C2 | nd | 23,08±1,75a | 2,06±0,49a | 8,14±0,39a | 33,28±2,40a |
| C4 | nd | 5,70±0,28b | 1,26±0,48ab | 1,49±0,02b | 8,45±0,67b |
| C6 (RC) | 2,42±0,24b | 2,93±0,33c | 1,18±0,01ab | nd | 6,53±0,26b |
| C8 | 5,49±0,91a | 1,62±0,09c | 0,82±0,05b | nd | 7,93±0,90b |

Medias ± DS de n= 3, valores expresados en mg/100 g peso fresco (pf).

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre cosechas ($p \leq 0,05$).

Tabla 10. Correlación del contenido polifenólico en piel con I_{AD} .

| CORRELACIÓN DE PEARSON | IAD |
|------------------------|---------|
| Antocianinas | -,954** |
| Ác. Hidroxicinámicos | ,724** |
| Flavonoles | ,721** |
| Flavan-3-ol | ,714** |
| Polifenoles totales | ,616* |

Tabla 11. Evolución de los compuestos polifenólicos en pulpa de los frutos en las diferentes fechas de recolección.

| COSECHA | ÁCIDOS HIDROXICINÁMICOS | FLAVAN-3- OL | POLIFENOLES TOTALES |
|---------|----------------------------|-----------------|------------------------|
| C2 | 29,24±0,80a | 14,08±1,30a | 43,32±2,07a |
| C4 | 10,63±0,49b | 2,42±0,10b | 13,05±0,59b |
| C6 (RC) | 4,00±0,44c | 0,82±0,08bc | 4,83±0,52c |
| C8 | 1,95±0,15d | nd | 1,95±0,15c |

Medias ± DS de n= 3, valores expresados en mg/100 g pf.

Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas entre cosechas ($P \leq 0,05$).

Tabla 12. Correlación del contenido polifenólico en pulpa con I_{AD} .

| CORRELACIÓN DE PEARSON | IAD |
|-------------------------|--------|
| Ácidos Hidroxicinámicos | ,797** |
| Flavan-3-ol | ,712** |
| Polifenoles totales | ,770** |