

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE LA CALIDAD Y SENSIBILIDAD AL DESARROLLO DE
OSCURECIMIENTO INTERNO DEL
DURAZNO cv. HERMOSILLO**

por

**Isabella BIANCHI MAFFONI
Agustín BRANÁA MORAES
Nicolás CHIESA VARELA**

TESIS presentada como uno
de los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Producción Vegetal Intensiva)

**CANELONES
URUGUAY
2003**

TABLA DE CONTENIDO

<i>PÁGINA DE APROBACIÓN</i>	<i>III</i>
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>IV</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>V</i>
<i>LISTA DE FOTOGRAFÍAS</i>	<i>VII</i>
<i>LISTA DE FOTOGRAFÍAS</i>	<i>VII</i>
<i>LISTA DE CUADROS</i>	<i>VII</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	2
2.2. PRODUCCIÓN DE DURAZNO EN URUGUAY	2
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR HERMOSILLO	2
2.4. VARIABLES DE CALIDAD	3
2.4.1. Transpiración.....	3
2.4.2. Color.....	4
2.4.3. Firmeza de pulpa.....	5
2.4.4. Sólidos Solubles.....	6
2.4.5. Acidez Total Titulable.....	7
2.5. DESORDENES FISIOLÓGICOS	7
2.5.1. Harinosidad.....	8
2.5.2. Oscurecimiento interno - Polifenoloxidasas.....	8
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1. INSTALACIÓN DEL ENSAYO	10
3.2. METODOLOGÍA DE LABORATORIO	11
3.2.1. Nivel de Oscurecimiento Interno.....	11
3.2.2. Actividad de la Polifenoloxidasas.....	12
3.2.3. Fenoles.....	13
3.2.4. Variables de calidad.....	13
3.2.4.1. Pérdida de peso.....	13
3.2.4.2. Color de fondo.....	14
3.2.4.3. Contenido de jugo.....	14
3.2.4.4. Firmeza de la pulpa.....	14
3.2.4.5. Sólidos solubles.....	14
3.2.4.6. Acidez titulable.....	15
3.2.4.7. Relación sólidos solubles / acidez.....	15
3.3. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA	15

4.	<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	16
4.1.	OSCURECIMIENTO INTERNO	16
4.2.	ACTIVIDAD DE LA ENZIMA POLIFENOLOXIDASA (PFO)	19
4.3.	CONTENIDO DE FENOLES	21
4.4.	VARIABLES DE CALIDAD	22
4.4.1.	Pérdida de peso.....	22
4.4.2.	Color de Fondo.....	23
4.4.3.	Jugosidad.....	26
4.4.4.	Firmeza de pulpa.....	28
4.4.5.	Sólidos Solubles.....	30
4.4.6.	Acidez Total Titulable (ATT).....	32
4.4.7.	Relación sólidos solubles / acidez.....	34
5.	<i>CONCLUSIONES</i>	36
6.	<i>RESUMEN</i>	37
7.	<i>SUMMARY</i>	38
8.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	39
9.	Anexos	43

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Director:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma_

Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma_

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra Directora de tesis, Ingeniera Agrónoma. Alicia Feippe, por su calidez y apoyo en todas las etapas de realización de este trabajo.
- A los Ingenieros Agrónomos Antonio Formento y Fernanda Zaccári por la ayuda brindada.
- Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) “Las Brujas”, por permitirnos la realización de esta tesis en sus instalaciones y acogernos en dicha casa.
- A la Facultad de Agronomía por formarnos como profesionales y como personas.
- A nuestras familias por todo el apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura N° 1. Nivel de oscurecimiento interno (escala 1-6) en duraznos cv. Hermosillo, luego de 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura N° 2. Nivel promedio de oscurecimiento interno en duraznos cv. Hermosillo sobre la base de la escala predeterminada de 1 al 6, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura N° 3. Actividad de Polifenoloxidasa (PFO) en duraznos cv. Hermosillo expresada en unidades/minuto/gramo, al momento de la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 4. Actividad de Polifenoloxidasa (PFO) en duraznos cv. Hermosillo expresada en unidades/minuto/gramo, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura N° 5. Contenido promedio de ácido tánico en duraznos cv. Hermosillo expresada en miligramos/100 gramos de pulpa, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura N° 6. Pérdida porcentual de peso en duraznos cv. Hermosillo, luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado (0°C, 85-90% HR.). Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura N° 7. Variable a* en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura N° 8. Variable a* en duraznos cv. Hermosillo para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas entre cada par de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura N° 9. Variable b* en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura N° 10. Contenido porcentual de jugo en duraznos cv. Hermosillo, a los 0 y 4 días a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura N° 11. Firmeza de la pulpa en la sutura en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>28</i>

<i>Figura N° 12. Firmeza de la pulpa en la sutura en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura N° 13. Firmeza de pulpa en el lateral en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Las letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura N° 14. Sólidos solubles en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 15. Acidez Total Titulable en duraznos cv. Hermosillo, expresado en porcentaje de ácido málico, a los 0 y 4 días de temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 16. Acidez Total Titulable en duraznos cv. Hermosillo, expresado en porcentaje de ácido málico, para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada par de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 17. Valores medios de la relación sólidos solubles / acidez total titulable en duraznos (cv. Hermosillo), a los 0 y 4 días de temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 18. Relación sólidos solubles / acidez total titulable en duraznos (cv. Hermosillo), para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura N° 19. Rango de colores para los variables a* y b*.....</i>	<i>43</i>

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<i>Foto N° 1. Niveles de oscurecimiento interno en duraznos cv. Hermosillo.....</i>	<i>12</i>
<i>Foto N° 2. Apariencia externa de duraznos (cv. Hermosillo) a los 0 días de temperatura ambiente, al momento de cosecha.....</i>	<i>44</i>
<i>Foto N° 3. Apariencia externa de duraznos cv. Hermosillo, inmediatamente a la salida de cámara y para todos los períodos de almacenamiento.....</i>	<i>45</i>
<i>Foto N° 4. Apariencia externa de duraznos cv. Hermosillo luego de 4 días en condiciones de temperatura ambiente, para todos los períodos de almacenamiento refrigerado.....</i>	<i>46</i>
<i>Foto N° 5. Apariencia interna de duraznos cv. Hermosillo a los 0 días de temperatura ambiente, luego de 3 semanas de almacenamiento refrigerado.....</i>	<i>47</i>

LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro N° 1. Escala de nivel de incidencia de oscurecimiento interno en durazno cv. Hermosillo.....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro N° 2 Resumen del análisis de varianza (Grados de libertad y niveles de significancia) para las variables firmeza de pulpa en la sutura, firmeza de pulpa lateral, sólidos solubles, variables a^* y b^*, pérdida de peso, actividad de PFO y contenido de fenoles.....</i>	<i>48</i>
<i>Cuadro N° 3. Resumen del análisis de varianza (Grados de libertad y niveles de significancia) para las variables acidez, relación sólidos solubles/acidez, nivel de oscurecimiento interno y contenido de jugo.....</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro N° 4 Medias y desvíos estándar para las variables firmeza de pulpa en la sutura (N), firmeza de pulpa lateral (N), variable a^*, acidez (%) y relación sólidos solubles/acidez.....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro N° 5. Medias y desvíos estándar para las variables sólidos solubles ($^{\circ}$brix), variable b^*, nivel de oscurecimiento interno, pérdida de peso (%), contenido de jugo (%), actividad de PFO (u.e./gr/min) y contenido de fenoles (mg ac. Tánico/100gr).....</i>	<i>51</i>

1. INTRODUCCIÓN

Uruguay cultiva en este momento más de 1906 hectáreas de durazneros. La composición, por época de maduración, indica aproximadamente un 27% de los denominados muy tempranos, un 31% de tempranos, un 28% de estación y un 14% de tardíos.

Si bien la mayor parte de la producción se destina al mercado interno, cada vez adquiere mayor importancia la necesidad de exportación. Esta posibilidad obliga a manejar correctamente las tecnologías de conservación, a fin de llegar a los mercados compradores con productos de buena calidad.

Existen algunos cultivares que presentan, por lo menos en algunos años, tendencia al oscurecimiento de la pulpa, cuando son conservados por un período más o menos prolongado. Los duraznos mantenidos en frigorífico durante 20 a 30 días, bajo condiciones “estándar” de 0 a 1°C y 85% 90% de HR mantienen buena calidad externa. No obstante, en condiciones de estantería, la misma puede ser afectada en forma notoria, lo cual perjudica su comercialización.

A los efectos de poder realizar un manejo correcto de los nuevos cultivares que se evalúan como promisorios para las condiciones del país, así como también para evaluar su potencial exportable, será necesario conocer las cualidades que los mismos expresan ante condiciones estándar de conservación frigorífica. Por otra parte, es importante relacionar estas características bajo condiciones de estantería, a los efectos de evaluar el comportamiento de estos frutos en condiciones ambientales normales, durante la época de comercialización.

El oscurecimiento interno en durazno, si bien está genéticamente determinado, depende en parte del estado de madurez de la fruta. Por otra parte, este desorden fisiológico es considerado una de las principales limitantes en el mantenimiento de la calidad luego de la cosecha.

Basándose en las consideraciones anteriores, se planteó como objetivo del presente trabajo evaluar las características de los duraznos del cultivar Hermosillo, así como analizar su evolución en el tiempo de conservación frigorífica en atmósfera regular y de vida de estantería, bajo las condiciones de producción y comercialización del área sur del país.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El duraznero (*Prunus persica L.*) pertenece a la familia de las *Rosáceas*, subfamilia *Prunoidae*, género *Prunus*. Presenta un fruto totalmente desarrollado, simple, tipo drupa, con mesocarpio carnoso y una sola semilla contenida en el endocarpio lignificado (carozo). Estos frutos forman parte junto con las ciruelas, los damascos y los nectarinos de los llamados frutos de carozo o de hueso. Presentan como característica, una sutura más o menos pronunciada, en el plano longitudinal, que varía en función del cultivar (Brady, 1993)

2.2. PRODUCCIÓN DE DURAZNO EN URUGUAY

De acuerdo a la Encuesta Frutícola (MGAP-DIEA, 2003), el cultivo de duraznero (*Prunus persica L.*) en Uruguay se desarrolla en una superficie de 1906 hectáreas, con una producción de 10334 toneladas. El 94% de las explotaciones, de un total de 969, se encuentran en el sur del país.

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR HERMOSILLO

El cultivar de durazno Hermosillo fue creado por el Dr. W. Sherman en el año 1984 en la Universidad de Florida, EEUU, a partir de una amplia gama de material genético. Bajo las condiciones productivas del Uruguay se cosecha entre el 3 y el 14 de diciembre, clasificándose como de maduración temprana. Los frutos son de tamaño grande, redondeados, de ápice plano, color de fondo verde amarillento y carozo libre. La pulpa es amarilla, pudiendo presentar ciertas coloraciones rojizas, firme, medio jugosa y fibrosa (Soria et al., 2003).

2.4. VARIABLES DE CALIDAD

La calidad de una fruta es definida como las combinaciones de aquellas características físicas y químicas que hacen a un producto poseer atractividad y aceptabilidad por parte del consumidor (Chitarra, 1998).

El color, tamaño, forma, turgencia y ausencia de defectos externos son atributos que hacen a la apariencia de un fruto. Este conjunto de criterios son los más utilizados por el consumidor a la hora de decidir la compra de un producto. No obstante ello, cabe mencionar, que con los avances de los conceptos de inocuidad de alimentos, está tomando cada vez mayor importancia los antecedentes de buenas prácticas agrícolas, que aseguren el consumo de frutas sanas.

La firmeza de la pulpa, azúcares, acidez, y ausencia de defectos internos, son también variables indicadores de las características cualitativas de una fruta.

2.4.1. Transpiración

La turgencia o contenido de agua de los tejidos vegetales es regulado por el proceso de transpiración. Esta turgencia es mantenida antes de la cosecha por el flujo normal de nutrientes en la relación planta - fruto. Cuando un fruto es cosechado se anula el vínculo anterior, pero no obstante el proceso de transpiración continua (Wills et al., 1989; Salunkhe et al., 1991). Entre el 80 y 85% del peso fresco de los frutos esta compuesto por agua, ácidos y sustancias volátiles en pequeña proporción, el resto lo constituye los sólidos de diferente naturaleza. El agua en las frutas y hortalizas se encuentra de dos formas, como agua ligada y como agua libre. El agua ligada es una proporción pequeña y muy estable, mientras que el agua libre puede ser removida por el vegetal con facilidad (Carballo, 2003). Las consecuencias de la pérdida de agua son diferentes según se trate de frutos aún en el árbol o ya recolectados. Estos últimos no pueden absorber agua del ambiente cuando se deshidratan, por lo que el resultado final es una pérdida real de peso de fruto (De la Plaza, 1986).

Esta pérdida de agua es de gran importancia, porque afecta la apariencia externa, la textura, y el peso comercial del producto. Cuando un producto ha perdido entre un 5% y un 8% de su peso se aprecia una disminución de la turgencia que desmerece su valor comercial para el mercado en fresco (Carballo, 2003). Por otra parte la pérdida de agua altera los componentes del sabor y aroma de la fruta ocasionando una disminución de la calidad (Salunkhe et al., 1991).

El porcentaje de pérdida de peso por deshidratación, esta en función del cultivar, estado de madurez, tamaño de fruto, estructuras naturales presentes en la cáscara, ambiente entorno al producto dado por la temperatura, humedad relativa y composición atmosférica (Feippe, 1995; Luchsinger, 2000).

2.4.2. Color

El color de la piel es el cambio más evidente en muchas frutas y es comúnmente el criterio más utilizado por el consumidor para determinar el estado de madurez de un fruto (Wills et al., 1989).

El color de la piel de los frutos y vegetales es el resultado de los pigmentos, clorofila y carotenoides en cloroplastos y cromoplastos, y de los pigmentos fenólicos (antocianos, flavonoides, y proantocianos) en las vacuolas. La expresión del color de los pigmentos esta también influenciado por factores físicos, como la presencia de ceras cuticulares, pelos epidérmicos, y de la forma y orientación de las células de la epidermis y subepidermis. Los pigmentos y la topografía de la superficie del fruto, absorben y refractan la luz incidente visible, para producir un espectro de reflejo característico de la piel de una fruta o vegetal (Lancaster et al., 1997). La clorofila tiende a desaparecer a medida que el fruto madura en el árbol. Para Luchsinger et al. (1997a), la desaparición de la clorofila está asociada con la síntesis y/o la aparición de pigmentos que van del rango del amarillo al rojo, muchos de estos pigmentos son carotenoides. Los carotenoides son compuestos estables que permanecen intactos en el tejido incluso cuando ha ocurrido una senescencia extensiva (Wills et al., 1989). Este proceso se ve afectado por la temperatura, que es específica del tipo de pigmento; así como también de niveles adecuados de oxígeno y pequeñas cantidades de etileno (Luchsinger et al., 1997).

La coloración, si bien es una característica varietal, es afectada por el grado de luminosidad y aquellos duraznos provenientes de regiones del árbol más expuestas a la luz, tienden a presentar colores de recubrimiento más luminosos e intensos (Bible et al., 1993). El mantenimiento del color original en el período de poscosecha, es importante dado que cualquier alteración del mismo incide directamente en la calidad, como por ejemplo oscurecimientos y decoloraciones (Cheng et al., 1995).

Para algunos autores como Delwiche y Baumgardner (1985 citados por Luchsinger. et al., 1997a), el color de fondo a la cosecha, fue un mejor indicador de la calidad comestible, después de un período de maduración, comparado con la firmeza del fruto.

2.4.3. Firmeza de pulpa

La firmeza de pulpa es un variable importante en la determinación del momento óptimo de cosecha de muchos frutos. Sin embargo no siempre puede ser utilizado como única variable siendo que en algunos casos ha sido relacionada con el color de la piel, tamaño del fruto, contenido de almidón en el caso de las manzanas, días luego de plena flor, entre otros. La cuantificación de esta variable es esencial en los puntos de control de calidad, permitiendo obtener una aproximación del potencial de almacenamiento, facilidad de manipulación y comportamiento durante la vida de estantería (Feippe, 2000).

Debido a que las frutas de carozo son climatéricas se les cosecha a partir de un mínimo de madurez fisiológica, pero no con madurez de consumo (Crisosto, 2000a). Los cambios en la textura de los frutos carnosos están mayormente representados por el ablandamiento de la pulpa. Tal proceso es irreversible y está estrechamente ligado a su estado de madurez. El ablandamiento del fruto continúa luego de cosechado con una velocidad más o menos rápida, dependiendo de la consistencia inicial y de la tecnología de conservación empleada (Guarinoni, 2000).

Los cambios en la firmeza que ocurren durante la maduración han sido atribuidos a la disociación de las paredes celulares bajo la acción enzimática (Fischer y Bennett 1991, Huber 1983; citados por Maness et al., 1992). La temperatura afecta la velocidad de las reacciones químicas involucradas en éstos procesos (Crisosto, 2000b). Así mismo, se verifica que a 10°C la tasa respiratoria es 4.5 veces mayor que a 0°C. Altas temperaturas causan aumentos en la tasa respiratoria y por tanto en las reacciones bioquímicas provocando rápido ablandamiento e incluso muerte del producto. Esta afirmación muestra la importancia de bajar rápidamente la temperatura de la fruta, luego de la cosecha (Flores Cantillano, 1987).

La capacidad de ablandamiento inmediatamente a la cosecha o del almacenamiento, es una característica deseable en el caso de los frutos de carozo. Las frutas con 6 a 8 libras (26 a 36 N) de firmeza de pulpa son consideradas “listas para la compra”. En tanto frutas con 2 a 3 (9 a 13 N) libras de firmeza de pulpa se consideran “listas para el consumo” (Crisosto, 2000c).

2.4.4. Sólidos Solubles

El 65 % a 80% de los sólidos solubles en duraznos y nectarinos corresponden a azúcares. Frutas con valores superiores al 10% garantizan una calidad aceptable. La sacarosa se reporta como el más importante de los azúcares solubles con valores entre el 54% y 75% del total. La glucosa alcanza niveles entre el 9% y 21%; la fructosa 3% al 25% y el sorbitol 4% al 11% (Meredith et al., 1989; Wills et al., 1983; citados por Byrne et al., 1991). A veces el sorbitol, se transforma en fructosa, la fructosa es más dulce que la sacarosa y ésta que la glucosa. Por lo tanto frutos con el mismo contenido de azúcar pueden ser más o menos dulces según sean sus niveles relativos de estos azúcares (De la Plaza, 1986).

El contenido de sólidos solubles de la fruta es afectado por factores genéticos, de precosecha tales como clima, portainjerto, prácticas de manejo, y de poscosecha lo que conduce a diferencias en el dulzor entre los distintos cultivares.

En las condiciones de cultivo de Uruguay se reporta que duraznos como EarliGrande, de maduración temprana, presentan de 8 a 9% de sólidos solubles, los cuales son valores significativamente inferiores por ejemplo a los 11 a 13% que alcanza el Flavorcrest, de maduración de estación (Feippe, 1997).

Durante la etapa de crecimiento y desarrollo los procesos bioquímicos involucrados conducen a un aumento del contenido de sólidos solubles, hasta alcanzar valores más o menos constantes durante la maduración. Diferentes muestreos de duraznos del cultivar Junegold, mostraron que al final del período de desarrollo los sólidos solubles aumentaron de 8 a 9% manteniéndose constante durante el período poscosecha (Feippe et al., 1997).

2.4.5. Acidez Total Titulable

Los ácidos no volátiles presentes en duraznos son málico, cítrico y quínico, siendo el porcentaje de succínico menor a 0,1%. En las primeras etapas de crecimiento, el ácido quínico presenta un mayor porcentaje, disminuyendo luego rápidamente, para permanecer constante durante el resto del período. El ácido cítrico se mantiene en un nivel constante, y luego disminuye, registrándose un aumento del ácido málico (Chapman et al., 1990). Los valores registrados para durazno indican que el ácido málico es el predominante, correspondiendo al 50 a 60% del total, seguido por ácido cítrico y quínico, ambos entre el 20 a 25% del total (Byrne et al., 1991).

Los ácidos orgánicos son constituyentes solubles naturales de la fruta, los cuales dependiendo de su concentración ofrecen sensación de mayor o menor acidez. De acuerdo con Brady (1993) los frutos de duraznos son considerados ácidos cuando el nivel supera el 1%.

Los ácidos pueden ser considerados una fuente de energía para la fruta, que a través de los procesos fisiológicos de la maduración hacen que disminuyan a medida que esta progresa (Wills et al., 1989).

2.5. DESORDENES FISIOLÓGICOS

Un desorden fisiológico es definido como el colapso experimentado por el tejido vegetal que no es causado por la invasión de patógenos ni daños mecánicos. Se desarrollan en condiciones adversas ambientales, principalmente temperatura o carencias nutricionales durante el crecimiento y desarrollo del fruto (Wills et al., 1989).

El desorden más importante desde el punto de vista de la calidad interna y que afecta directamente el valor comercial y de consumo, es el denominado daño por frío. Este desorden fisiológico se desarrolla durante el almacenamiento a bajas temperaturas y se manifiesta cuando las frutas son transferidas a temperatura ambiente. Entre los múltiples síntomas asociadas al daño por frío y que limitan la vida poscosecha del durazno, los nectarinos y las ciruelas, se encuentran: la textura harinosa, el oscurecimiento de la pulpa, la incapacidad de la fruta para madurar, la pérdida del sabor, la descomposición interna, y desarrollo de coloración rojiza de la pulpa. Se ha observado que esta variabilidad de síntomas no siempre aparece conjuntamente y que en ciertas ocasiones se puede observar solamente textura harinosa. Al almacenar frutos de carozo a 5°C, el daño por frío, expresado como descomposición interna, es mayor que al hacerlo a 0°C (Mitchel y Kader 1989, citados por Luchsinger et al., 1997b). Sin embargo, los autores del presente artículo han determinado que a 0°C se produce una fuerte inhibición de la maduración, producto de la baja tasa de producción de etileno, con una retención de la firmeza del fruto lo cual provoca un retraso en la expresión del síntoma.

2.5.1. Harinosidad

La harinosidad es considerada como un factor de gran importancia económica porque es uno de los primeros síntomas de daño por frío. Al igual que muchos desórdenes fisiológicos, la harinosidad se manifiesta solo al cortar el fruto, siendo muy difícil su determinación externa. El síntoma no se visualiza durante o inmediatamente después de la salida del almacenaje refrigerado, sino más bien en el período de maduración o comercialización, generalmente después de un día a 15 – 20 °C en mostrador (Luchsinger et al., 1997b).

La textura harinosa no ocurre por deshidratación de la fruta sino que obedece a problemas en la retención del agua en forma de gel a nivel de pared celular y de la laminilla media que hace que la misma no se encuentre disponible en el estado líquido. Una de las formas de medir la harinosidad consiste en la determinación del contenido de jugo del fruto ya que a menor contenido del mismo mayor será la harinosidad y viceversa, situación que ha sido corroborada con paneles de degustación entrenados (Lill et al., 1988 citado por Luchsinger et al., 1997b). Es importante mencionar los avances técnicos en la detección de disturbios fisiológicos en la textura, como es la utilización del láser Doppler, sin necesidad de realizar cortes en la fruta, lo que facilita el control de la calidad principalmente en los mercados de mayor concentración (Muramatsu et al., 1999, citado por Feippe, 2000).

2.5.2. Oscurecimiento interno - Polifenoloxidasa

El oscurecimiento interno de la pulpa es responsable de la pérdida total de calidad comercial y de consumo debido al detrimento de los atributos internos de calidad principalmente el desarrollo de sabores extraños. Los síntomas suelen manifestarse inicialmente como un enrojecimiento en forma de vetas distribuidas cerca de la piel o también alrededor del carozo. En algunos cultivares es una característica normal al momento de cosecha, por lo cual no debe confundirse con el daño. En tanto, cuando los síntomas avanzan, las tonalidades rojizas adquieren matices del marrón al negro (Feippe, 2000).

Desde el punto de vista bioquímico, la actividad de la enzima polifenoloxidasa (PFO) ha sido relacionada con el desarrollo de oscurecimiento interno en duraznos almacenados a bajas temperaturas por varias semanas (Brady, 1993; Feippe, 2000).

El grado de oscurecimiento entre distintos cultivares varía en función de las diferencias en el contenido de fenoles y la actividad de la polifenoloxidasa (Lake y Davidson, 1941; Grice et al., 1952 citados por Chang et al., 1990). Según Chang et al., (1990) los compuestos fenólicos y la PFO son en general directamente responsables del daño de la fruta por las reacciones de oscurecimiento enzimático que aparecen en el período poscosecha.

Chang et al. (1990) identificaron los compuestos fenólicos de diferentes cultivares de durazno, encontrando que la catequina, la procianidina B3, y los ácidos clorogénico, neoclorogénico, y cafeico fueron los predominantes siendo el ácido clorogénico el principal. El nivel de este último fue más alto en aquellos cultivares más sensibles al oscurecimiento que tuvieron, a su vez mayor actividad de Polifenoloxidasas.

La polifenoloxidasa es una enzima que se encuentra tanto soluble en el citosol como ligada a las membranas de organelos celulares y de la pared celular. El grado de ligamiento a las membranas depende del tejido, del tipo de producto y del estado de desarrollo del mismo. La actividad de esta enzima durante el desarrollo de los frutos generalmente es más alta en las primeras etapas del desarrollo que en las frutas maduras; sin embargo, los cambios no son los mismos para distintas formas de PFO. En algunos frutos como el durazno y el aguacate la actividad se incrementa conforme avanza el proceso de la maduración (Silva, 2000).

A la PFO se le asocian dos tipos de reacciones: primero la capacidad de hidroxilar un monofenol y dar un ortodifenol que no tiene color; y este ortodifenol es posteriormente oxidado por esta enzima para generar una ortoquinona, la cual ya muestra un color ligeramente amarillo. Estas últimas al ser muy reactivas, son objeto de posteriores reacciones secundarias, enzimáticas o no enzimáticas, que finalmente llevan a la formación de compuestos coloridos (Silva, 2000). Esta coloración de las quinonas va a depender de los compuestos de los cuales fueron originadas y de las condiciones ambientales al momento de las reacciones. (Forget et al., 1997 citado por Feippe, 2000).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. INSTALACIÓN DEL ENSAYO

Para la realización de este experimento se utilizaron trescientos sesenta frutos de durazno del cultivar Hermosillo. Estos fueron cosechados el 22 de noviembre de 2001, al azar, de un monte comercial de 6 años de edad de la zona de Los Cerrillos, departamento de Canelones, Uruguay. El mismo está plantado a 4,5m x 2,5 m (888 pl/ha) sobre el portainjerto Cuaresmillo.

El índice de cosecha utilizado correspondió al criterio utilizado por el productor sobre la base de color de fondo y tamaño de fruto. La cosecha fue realizada en las primeras horas de la mañana y trasladada inmediatamente a la Estación Experimental I.N.I.A. “Las Brujas”, a 10 km de distancia del lugar de origen.

Al momento de instalación del experimento se pesaron los frutos con una balanza marca Shimadzu EL-6000, se midieron los diámetros longitudinales y transversales con un calibre digital marca Bio-Cal, y se estimó el porcentaje de sobrecolor de manera de caracterizar los frutos.

El peso promedio de los frutos utilizados fue de 121 gramos, con un diámetro transversal de 62,8 milímetros y el longitudinal de 58,1 milímetros. El promedio de sobrecolor de los frutos fue del 72%.

Los tratamientos analizados fueron: cinco períodos de conservación en cámara frigorífica (0, 1, 2, 3, 4 y 5 semanas), seguidos de 0 y 4 días a temperatura ambiente, a los efectos de simular la vida de estantería. Las variables analizadas dentro de cada tratamiento fueron las siguientes: peso de fruta, color de fondo, nivel de oscurecimiento interno, firmeza de la pulpa, contenido de jugo, sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles/ acidez titulable, actividad de la polifenoloxidasas y contenido de fenoles. La actividad de la polifenoloxidasas y contenido de fenoles fue determinada a partir de las muestras previamente mantenidas en freezer a -20°C .

Para el almacenamiento refrigerado se utilizó la cámara frigorífica de INIA “Las Brujas” con una capacidad de 6m^3 . Las condiciones de conservación fueron de $0-1^{\circ}\text{C}$ de temperatura y una humedad relativa de 85-90%. Para simular las condiciones de mostrador los frutos se mantuvieron en condiciones de laboratorio, a una temperatura media de 20°C .

3.2. METODOLOGÍA DE LABORATORIO

3.2.1. Oscurecimiento Interno

Los niveles de oscurecimiento interno, se determinaron sobre la base de una escala de elaboración propia de acuerdo al grado de pigmentación observado en la pulpa. A cada nivel de pigmentación se le adjudicó un número entre el 1 y el 6. Se consideró, por las características propias del cultivar que hasta el nivel 3 inclusive, la fruta mantuvo su valor de consumo. El siguiente cuadro describe las características de cada nivel de pigmentación de la pulpa, considerándose que a partir del nivel 4 comienza a desarrollarse la sintomatología de oscurecimiento interno, el cual es ilustrado por la foto N° 1.

Escala	Características de la pulpa
1	Ausencia de pigmentación rojiza en la pulpa (pulpa amarilla)
2	Vetas rojas apenas en el eje alrededor del carozo (pulpa amarilla)
3	Vetas rojas en el eje y extendidas en la periferia (pulpa amarilla- anaranjado)
4	Vetas rojas- bordó en el eje y periferia o mesocarpio (pulpa rojiza)
5	Comienza color marrón alrededor del carozo
6	Color marrón en mayor proporción, alrededor del carozo

Cuadro N° 1. Escala de nivel de incidencia de oscurecimiento interno en durazno cv. Hermosillo.

Fuente: Elaboración Propia

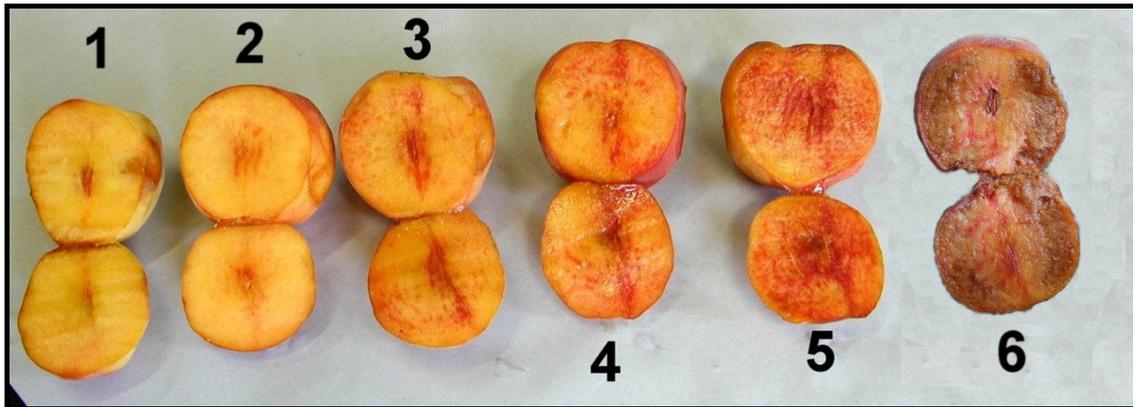


Foto N° 1. Niveles de oscurecimiento interno en duraznos cv. Hermosillo.

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Actividad de la Polifenoloxidasa

Para la determinación de la actividad de la polifenoloxidasa, se utilizó el método de Teisson (1979). Para ello se pesaron 10 gramos de pulpa congelada, a la cual se le adicionó 50 ml de tampón fosfato ($\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$) 0.05M, a pH 7, para conservar el pH de la enzima. Esta solución fue homogeneizada en politrón y luego filtrada a través de gasa. El homogeneizado obtenido fue centrifugado durante 10 minutos, a una velocidad de 10000 r.p.m., y una a temperatura de 0 °C, recuperándose el sobrenadante para la determinación de la actividad enzimática.

A una alícuota de 1 ml de extracto enzimático se le agregó 3.6 ml de tampón fosfato 0.1M a pH 7 y 0.1 ml de Catechol (10 mM), se incubó por 30 minutos en baño María a 30 °C. La reacción fue interrumpida por la adición de 1.6 ml de ácido perclórico 2N, y el progreso de la misma fue medido por el cambio de absorbancia a 395 nm en espectrofotómetro UV-160A, marca Shimadzu.

Los resultados se expresaron en unidades enzimáticas por gramo de pulpa y por minuto.

3.2.3. Fenoles

Para la determinación de la concentración de fenoles se utilizó la técnica descrita por Slinkard et al., (1977).

Para esta determinación se pesaron 5 gramos de pulpa descongelada y triturada, la cual se colocó en un Erlenmeyer de 250 ml, con tapón y cánula de vidrio, para evitar el posterior reflujo. Se le agregó 50 ml de metanol al 80%. Se llevó a hervir por 15 minutos en baño María. Se filtró y se acrecentó el residuo con 50 ml de metanol al 80% y se colocó a hervir nuevamente, repitiéndose este proceso tres veces. Los tres filtrados se colocaron en un Erlenmeyer de 250 ml y se llevó a hervir en chapa eléctrica a 150 °C hasta un volumen de aproximadamente 5 ml. Se dejó enfriar y se le agregaron 50 ml de agua destilada. Se dosificó 0,1 ml de solución, 8,4 ml de agua destilada, 0,5 ml de reactivo Folin-Dennis y 1,0 ml de carbonato de sodio. Se midió la absorbancia a 760 nm en espectrofotómetro UV-160A, marca Shimadzu. Para la elaboración de la curva padrón se sustituyó la solución por distintas concentraciones de ácido tánico.

La concentración de fenoles se expresó en miligramos de ácido tánico por cada 100 ml de jugo.

3.2.4. Variables de calidad

Como variables de calidad fueron analizados en cada uno de los tratamientos los siguientes indicadores: pérdida de peso, color de fondo, contenido de jugo, firmeza de la pulpa, sólidos solubles, acidez titulable y se calculó la relación sólidos solubles/acidez.

3.2.4.1. Pérdida de peso

Se determinó por la diferencia de peso entre el registrado al momento de entrada y salida del almacenamiento refrigerado. Dicha pérdida fue expresada como porcentaje del peso inicial. Para realizar esta determinación se esperó 3 horas para que la fruta lograra la temperatura ambiente antes de registrar el peso.

3.2.4.2. Color de fondo

Se midió utilizando un colorímetro Minolta, modelo CR-200. Este colorímetro utiliza el sistema colorimétrico Munsell (L^* a^* b^*) CIE 1976 (Commission Internationale de L' Eclairage). El instrumento mide el color utilizando tres variables a saber:

- a) Variable **L** mide la luminosidad del color y varía de cero (color negro) a 100 (color blanco).
- b) Variable **a** (coordenada horizontal) varía de (-100) a 100, correspondiendo los valores negativos a distintas tonalidades de verde y los positivos al rojo.
- c) Variable **b** varía de (-100) a 100, correspondiendo los valores negativos a distintas tonalidades del azul y los positivos a distintas tonalidades de amarillo (Figura N° 19).

3.2.4.3. Contenido de jugo

Para su determinación se procedió a retirar la sección de la sutura sin piel, de una muestra de 10 frutos, la cual fue pesada y procesada separándose la pulpa del jugo mediante una juguera doméstica. El jugo fue pesado y los resultados obtenidos se expresaron en forma porcentual con respecto al peso de la pulpa (Feippe, 2000).

3.2.4.4. Firmeza de la pulpa

Se utilizó para ello un penetrómetro manual marca Effegi con un puntero de 8 mm de diámetro y una precisión de 0,25 libras fuerza (lbf). Se realizaron tres medidas por fruta, siendo la primera en la sutura y las otras dos en ambas caras laterales. Los valores obtenidos en libras se convirtieron a Newton (N) sobre la base de las siguiente equivalencia: $1N = 1\text{ lbf} \times 4.448$

3.2.4.5. Sólidos solubles

Se obtuvieron los valores a partir del jugo procesado, utilizándose para su determinación un refractómetro manual marca ATAGO PR 1000, de compensación automática de la temperatura y con una precisión de 0.2 grados. Los resultados fueron expresados en grados Brix.

3.2.4.6. Acidez titulable

Se determinó la acidez total por acidialcalimetría con NaOH 0.1 N de 5 ml de jugo diluido con 20 ml de agua destilada y tres gotas de fenofaleína de acuerdo con el Instituto Adolfo Lutz (1985). Los resultados obtenidos fueron corregidos por el factor de ácido oxálico y se expresaron en porcentaje de ácido málico.

3.2.4.7. Relación sólidos solubles / acidez

Fue calculada a partir del cociente entre los valores medios obtenidos de los sólidos solubles totales y de la acidez total titulable.

3.3. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

El experimento fue dispuesto en un diseño enteramente al azar con tres repeticiones de 20 frutas cada una. Los tratamientos fueron dispuestos en un esquema factorial $6 \times 2 \times 3$, correspondiendo a 6 períodos de almacenamiento refrigerado (0, 1, 2, 3, 4 y 5 semanas), 2 períodos de condiciones de temperatura ambiente (0 y 4 días) y 3 repeticiones.

Cuando la prueba F demostró diferencias significativas entre los efectos de los tratamientos se realizó la comparación de medias a través del test de Tukey, con una probabilidad del 0.05.

Para la evaluación estadística se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System), utilizando el procedimiento GLM.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. OSCURECIMIENTO INTERNO

Las características externas de los frutos al momento de cosecha se mantuvieron durante todos los períodos estudiados de almacenamiento refrigerado. Inmediatamente a cada uno de ellos y seguidos de cuatro días de temperatura ambiente, los frutos presentaron un aspecto turgente, buena coloración y sin alteraciones en la piel. (Foto N° 2, Foto N° 3 y Foto N° 4).

La primera sintomatología de oscurecimiento interno estuvo caracterizada por una intensificación y expansión de las estrías rojizas, características del cultivar, en la región adyacente a la piel. Con la intensificación del daño, los tejidos afectados, fueron aumentando la pigmentación hacia un color rojo-bordó y expandiéndose por toda la pulpa. Cuando los síntomas de oscurecimiento fueron más avanzados, se detectó una textura harinosa (Foto N° 1).

El nivel de incidencia de oscurecimiento interno se vio afectado, por los factores semanas de almacenamiento refrigerado y días a temperatura ambiente. Se observó un aumento en el nivel de incidencia de oscurecimiento interno a partir de la quinta semana de almacenamiento refrigerado. En la tercer y cuarta semana los valores promedios de 2,5 ($\pm 0,53$) y 2,6 ($\pm 0,38$) respectivamente indicaron la ausencia de oscurecimiento de acuerdo a la escala preestablecida. (Foto N° 1 y Foto N° 5) En tanto en la quinta semana, aunque la media observada fue de 3,2 ($\pm 1,2$), el alto valor del desvío estándar indicó que cierto porcentaje de frutas presentaron sintomatología del daño (Figura N° 1).

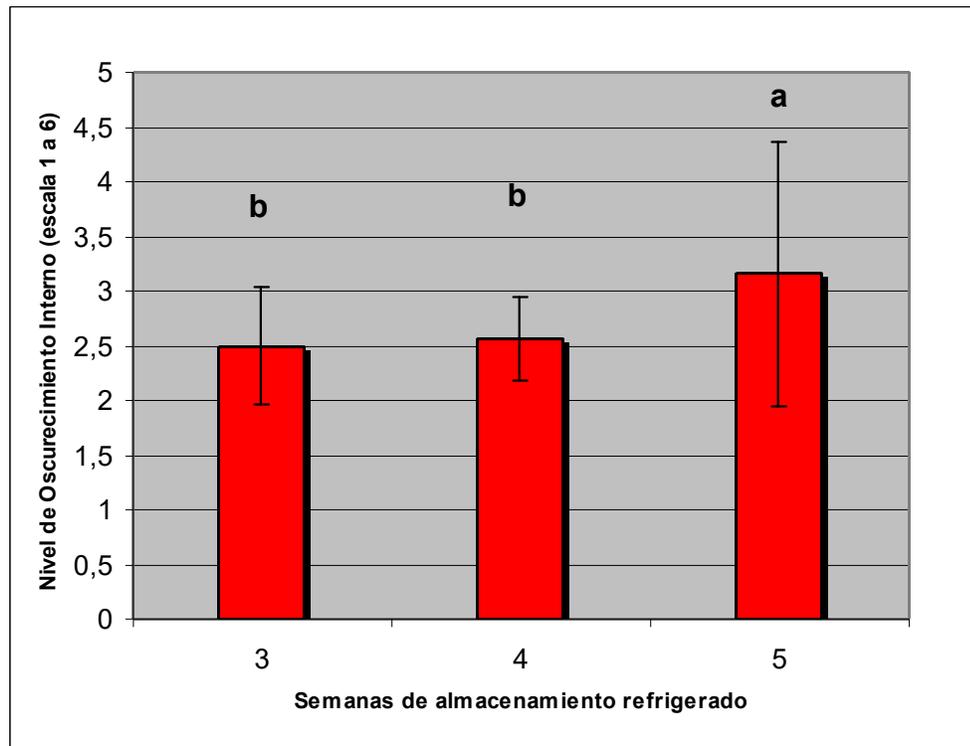


Figura N° 1. Nivel de oscurecimiento interno (escala 1-6) en duraznos cv. Hermosillo, luego de 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Al momento de salida de cámara o día cero a temperatura ambiente, la fruta presentó un valor de 2.3 ± 0.24 , siendo éste indicativo del grado de pigmentación natural del cultivar. En tanto, a los cuatro días de temperatura ambiente, el valor promedio de 3.2 ± 0.92 , de acuerdo a la escala preestablecida, correspondió con el desarrollo de síntomas de oscurecimiento interno. Estadísticamente las diferencias entre ambos valores fueron significativas (Figura N° 2). Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Von Mollendorff et al., (1988); Lill et al., (1989) y Feippe (2000), quienes encontraron que los síntomas surgieron luego de tres semanas de almacenamiento refrigerado y durante el período de almacenamiento a temperatura ambiente.

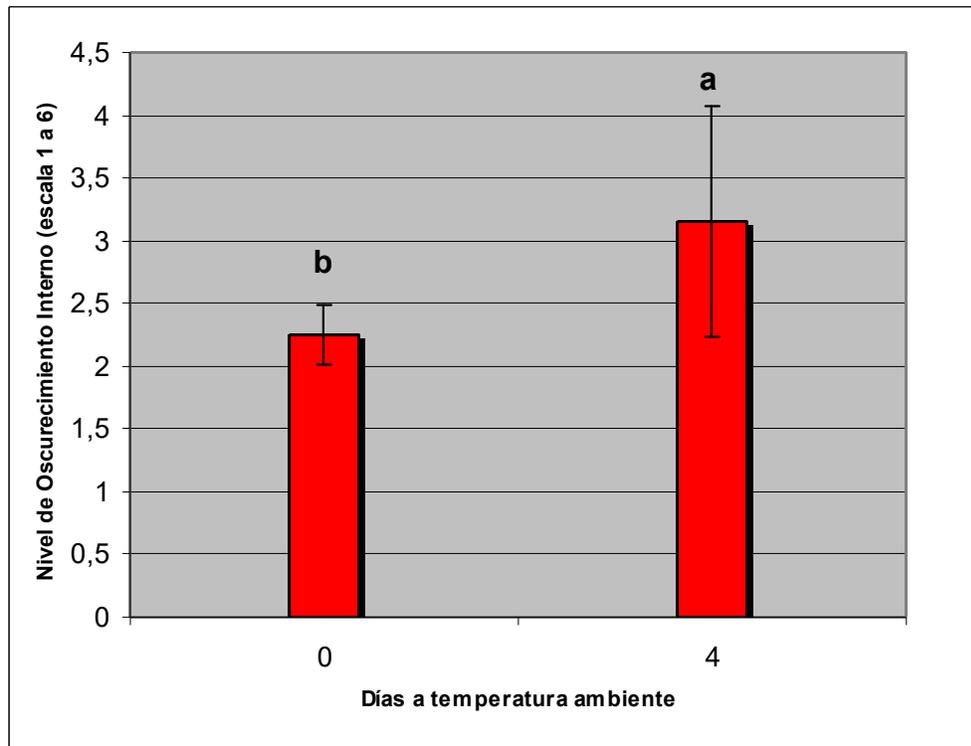


Figura N° 2. Nivel promedio de oscurecimiento interno en duraznos cv. Hermosillo sobre la base de la escala predeterminada de 1 al 6, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.2. ACTIVIDAD DE LA ENZIMA POLIFENOLOXIDASA (PFO)

Los factores que incidieron en la actividad de la PFO fueron las semanas de almacenamiento refrigerado y los días a temperatura ambiente. Durante la primer semana de almacenamiento se registró el valor mínimo de actividad enzimática, el cual correspondió a 116.2 ± 21.4 unidades/minuto/ gramo. El máximo valor se registró a la cuarta semana, siendo el mismo 179.6 ± 32.4 unidades/minuto/gramo y estadísticamente superior al valor de la primera semana (Figura N° 3).

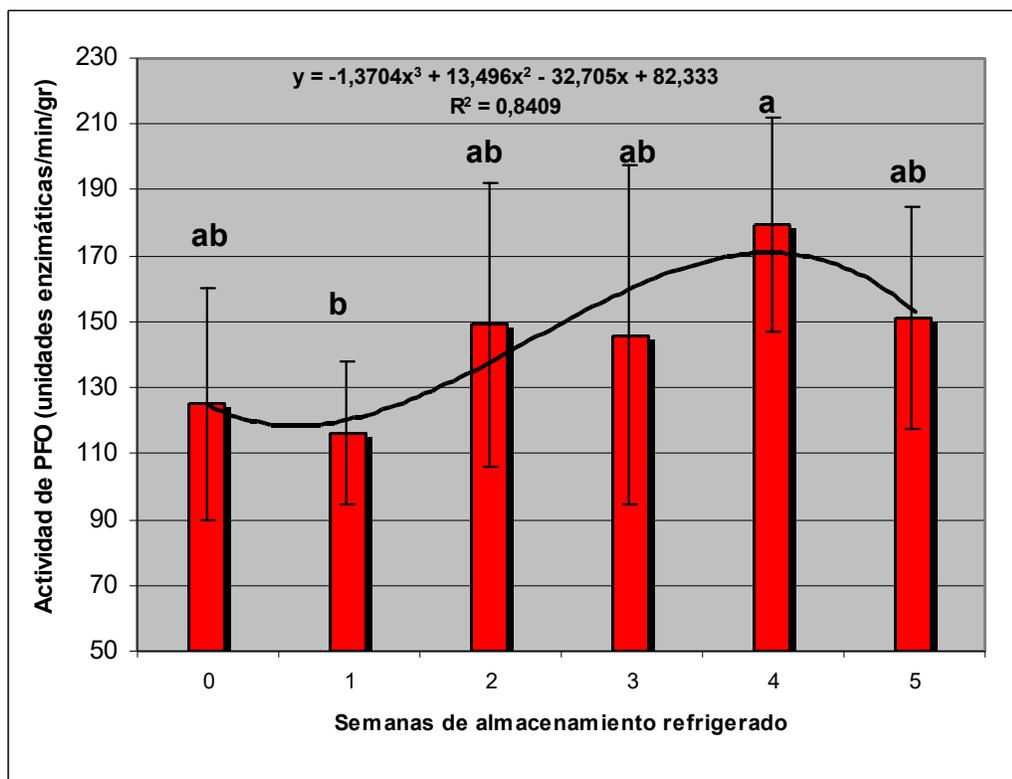


Figura N° 3. Actividad de Polifenoloxidasas (PFO) en duraznos cv. Hermosillo expresada en unidades/minuto/gramo, al momento de la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Perez-Tello et al. (1999), quienes obtuvieron un patrón de comportamiento alternante a lo largo de los 25 días de conservación de frutos de Mamey Sapote (*Pouteria sapota*). Las bajas temperaturas de almacenamiento modifican ciertos procesos enzimáticos, como el metabolismo celular de fenoles, donde está involucrada, entre otras, la enzima polifenoloxidas. Por otra parte, ElShiekh et al. (1996) reportaron en duraznos “Early Grande”, una alta actividad de la PFO a la cosecha, una disminución durante el almacenamiento y un aumento significativo luego de 30 días del mismo.

En condiciones de temperatura ambiente la actividad enzimática aumentó de 125 ± 38 unidades/minuto/gramo en el día 0 a $164 \pm 32,8$ unidades/minuto/gramo a los 4 días. Este incremento significativo de la actividad enzimática coincidió con el desarrollo de síntomas de oscurecimiento interno. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Feippe et al. (2001) quienes encontraron que la actividad de esta enzima aumentó significativamente y se desarrolló sintomatología de oscurecimiento interno durante el almacenamiento a 20°C (Figura N° 4).

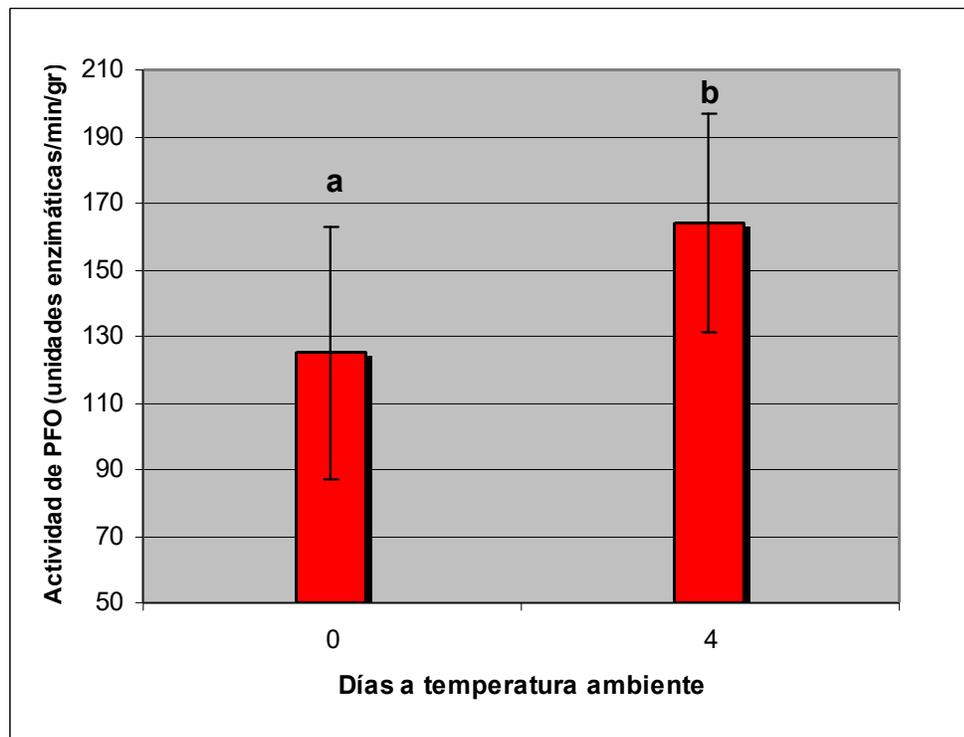


Figura N° 4. Actividad de Polifenoloxidas (PFO) en duraznos cv. Hermosillo expresada en unidades/minuto/gramo, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Cheng et al. (1995) trabajando en duraznos y nectarinos reportaron que el oscurecimiento de la piel depende de la actividad enzimática de la PFO, y la presencia del ácido clorogénico, considerados como los principales precursores del oscurecimiento de la pulpa de estos frutos.

4.3. CONTENIDO DE FENOLES

Estos compuestos fueron analizados a través del tenor de ácido tánico. Los niveles encontrados fueron afectados de forma significativa por el factor días a temperatura ambiente. A los 0 días, la fruta registró un valor promedio de 210 ± 59 mg de ácido tánico/100 gramos de pulpa, mientras que a los 4 días el valor fue de 170 ± 59 mg de ácido tánico/100 gramos de pulpa (Figura N° 5).

Relacionando lo expuesto anteriormente con el incremento de la actividad de la PFO a temperatura ambiente, se puede explicar esta disminución por la utilización de los fenoles, como sustrato respiratorio para dicha enzima. Cheng et al. (1995) concluyeron que en duraznos de los cultivares FlavorCrest, Elegant Lady y O'Henry, la actividad de la PFO causó la oxidación de los compuestos fenólicos.

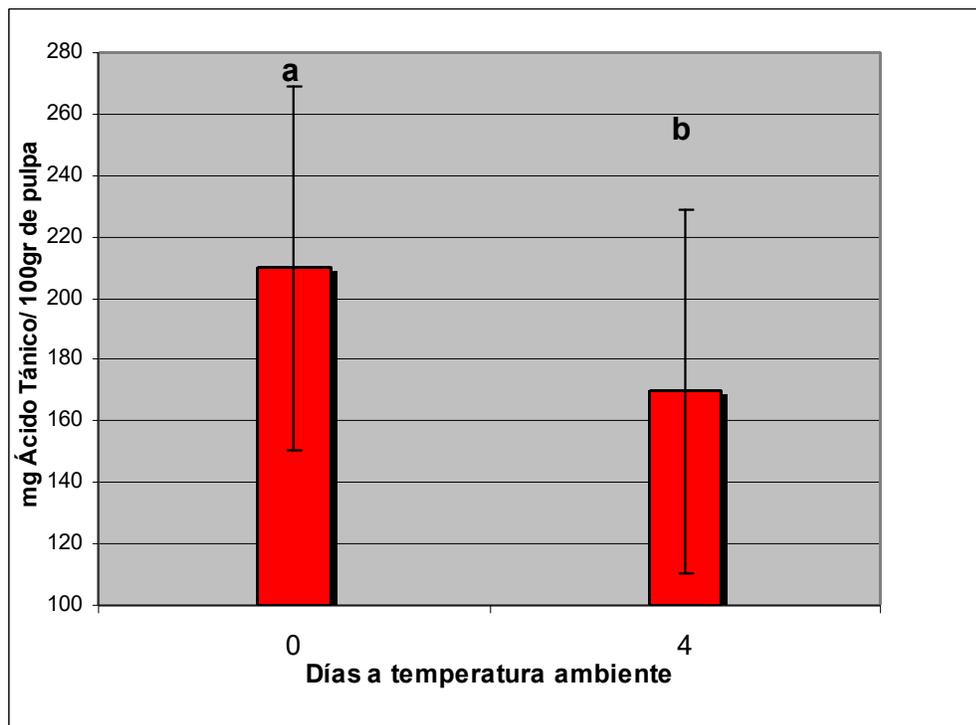


Figura N° 5. Contenido promedio de ácido tánico en duraznos cv. Hermosillo expresada en miligramos/100 gramos de pulpa, a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

No se encontraron diferencias significativas entre semanas de conservación, para esta variable. No obstante, datos obtenidos por ElShiekh et al. (1996), indican que el contenido total de fenoles aumentó significativamente luego de 30 días de almacenamiento refrigerado (2°C, 85-90% HR.) en el cultivar de durazno “EarlyGrande”.

En trabajos realizados por Chang et al. (1990) se observó una correlación entre el grado de oscurecimiento interno con el contenido de fenoles ($r = 0.67$) y la actividad de la PFO en duraznos, en donde aquellos con alto contenido de fenoles presentaron una alta tasa de oscurecimiento, y aquellos con una alta actividad de la enzima presentaron también una alta tasa de ocurrencia de dicha fisiopatía ($r = 0.65$).

La mayor incidencia de oscurecimiento interno a los cuatros días de temperatura ambiente coincidió con un incremento de la actividad de la enzima PFO y una disminución del contenido de fenoles.

4.4. VARIABLES DE CALIDAD

4.4.1. Pérdida de peso

La pérdida de peso fue afectada significativamente por el factor semanas de almacenamiento refrigerado. La mayor pérdida de peso fue de $4,41 \pm 0,18\%$ y se observó luego de cinco semanas en condiciones de 0°C y 85-90% de HR, siendo significativamente superior a los valores registrados en los anteriores períodos de almacenamiento (Figura N° 6). Estos resultados son similares a los reportados por Dündar (1997), quien observó un aumento de pérdida de peso de 5,46% en duraznos del cultivar J.H.Hale a los 32 días de almacenamiento refrigerado (0 °C, 85-90% HR).

En las condiciones de este experimento, a pesar de los valores de pérdida de peso, no se observaron síntomas de deshidratación que afectaran la calidad externa. No obstante una disminución del total de kilogramos a comercializar podría ser importante desde el punto de vista del retorno económico. Varios autores coinciden que dicha sintomatología se presenta luego de 5-10% de pérdida de peso dependiendo del tipo de vegetal y cultivar (Feippe, 2000). Para Guarinoni (2000) los frutos como los duraznos, que presentan cerca del período de la maduración una elevada tasa metabólica, la pérdida de peso parece ser mayor cuanto más maduro se lo coseche, probablemente por la contribución a la pérdida de peso que hacen los substratos respirados. Por otra parte, según Feippe et al. (1997) en frutos cosechados sin alcanzar la madurez óptima de consumo, las pérdidas por deshidratación son también importantes.

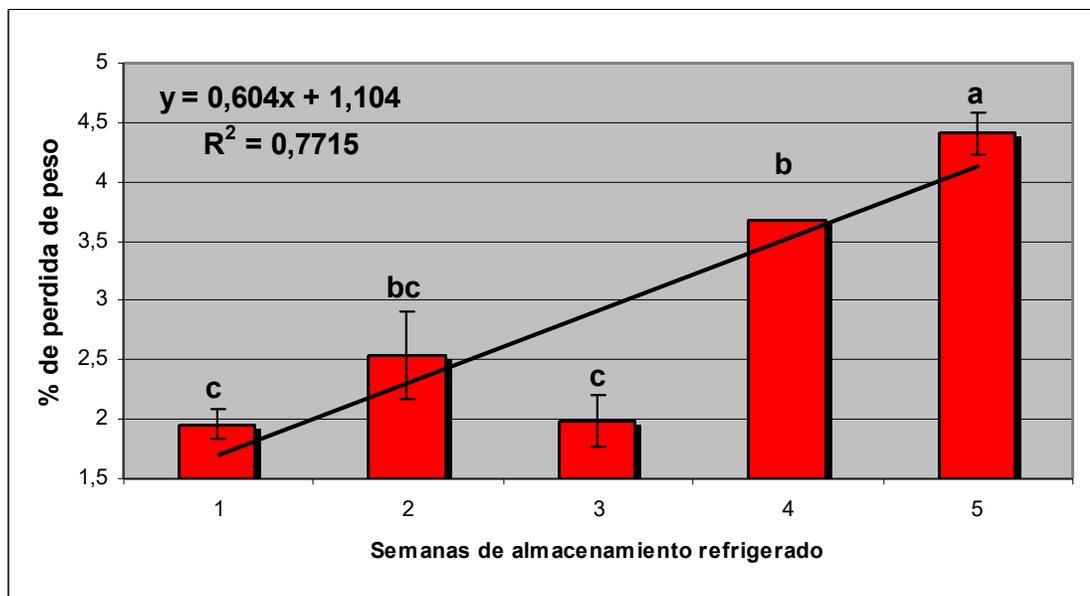


Figura N° 6. Pérdida porcentual de peso en duraznos cv. Hermosillo, luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado (0°C, 85-90% HR.). Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.4.2. Color de Fondo

El factor semanas de almacenamiento refrigerado interactuó con el factor días a temperatura ambiente, incidiendo significativamente en la variable a*. A los 0 días a temperatura ambiente, la fruta que permaneció en frío durante cuatro semanas, presentó un color de fondo significativamente menos verde (-2.94 ± 0.39) comparada con la de cosecha y aquella que permaneció una semana en cámara, en donde los valores de color fueron (-6.35 ± 0.92) y (-6.45 ± 0.09), respectivamente. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Dündar (1997), quien no encontró cambios de color de fondo durante el almacenamiento refrigerado de duraznos del cultivar J.H.Hale.

Para el tratamiento de 4 días a temperatura ambiente, luego del almacenamiento en frío, se constató un incremento del color de fondo, expresado a través de la variable a*. A medida que transcurrieron las semanas de almacenamiento refrigerado, el color de fondo aumentó hacia las tonalidades menos verdes, obteniéndose valores más altos y significativos en aquella fruta proveniente de la cuarta (8.29 ± 0.64) y la quinta (12.57 ± 2.09) semana de frío (Figura N° 7).

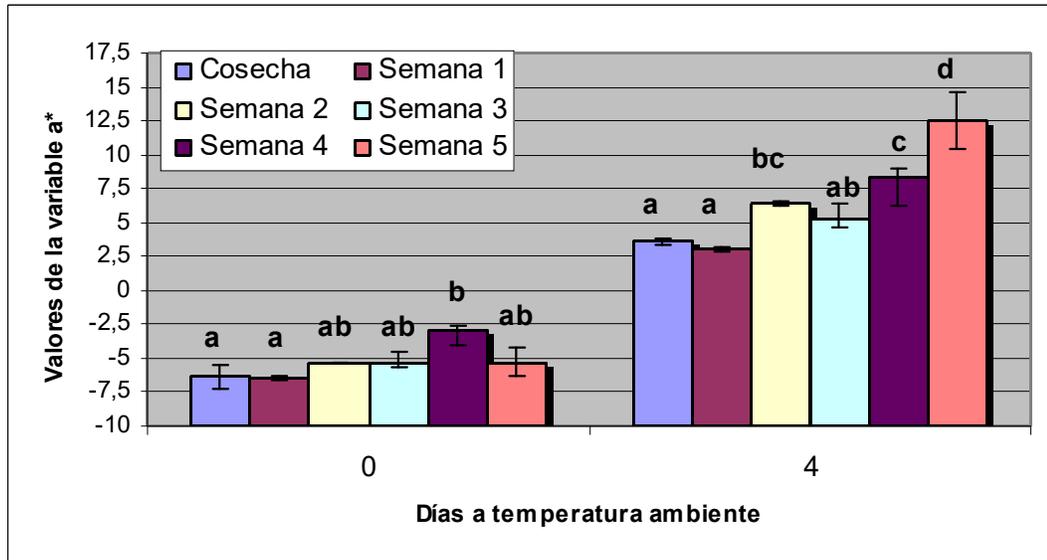


Figura N° 7. Variable a* en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Para cada período de almacenamiento refrigerado se observó un aumento significativo del color de fondo de la variable a* entre los 0 y 4 días a temperatura ambiente. (Figura N° 8).

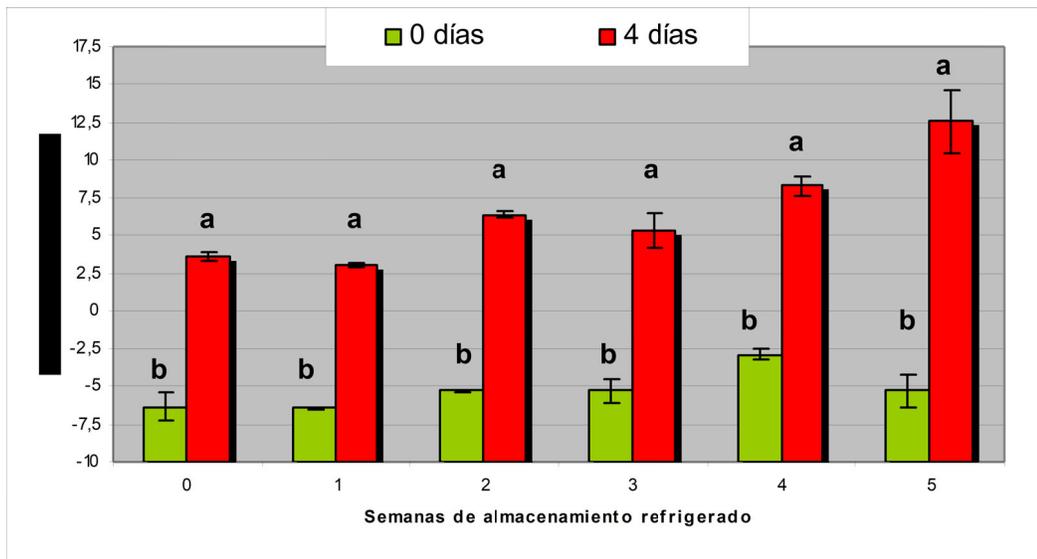


Figura N° 8. Variable a* en duraznos cv. Hermosillo para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas entre cada par de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Byrne et al. (1991) también encontraron correlación entre el color de fondo, - expresado por el valor de la variable a* de Hunter -, con la firmeza de la pulpa en 12 genotipos de durazneros. Para los genotipos estudiados el rango de la variable a* osciló entre 3,1 y 10,3. Según Lancaster et al. (1997), el aumento en el factor a* se debe a dos cambios en los pigmentos: la disminución de la clorofila y el aumento de los antocianos.

Para la variable b* se observó un efecto del factor días de almacenamiento a temperatura ambiente, donde los valores fueron de 48.89 ± 2.37 al momento de salida de cámara y 54.8 ± 0.92 luego de 4 días a 20°C , significando esto un cambio del color de fondo del verde amarillento al amarillo (Figura N° 9).

La relación entre el color de fondo determinado con un colorímetro triestímulo (que mide en forma objetiva el color y madurez) fue estudiada por Delwiche et al. (1983) en 13 cultivares de duraznero. Diferencias entre color de fondo y estado de madurez se observaron preferentemente en la coordenada "a" del sistema de medición de color de Hunter, no así en las coordenadas L* y b*. Los valores medios de a*, durante la maduración de los 13 cultivares pasaron de (-5.4) a +2.5.

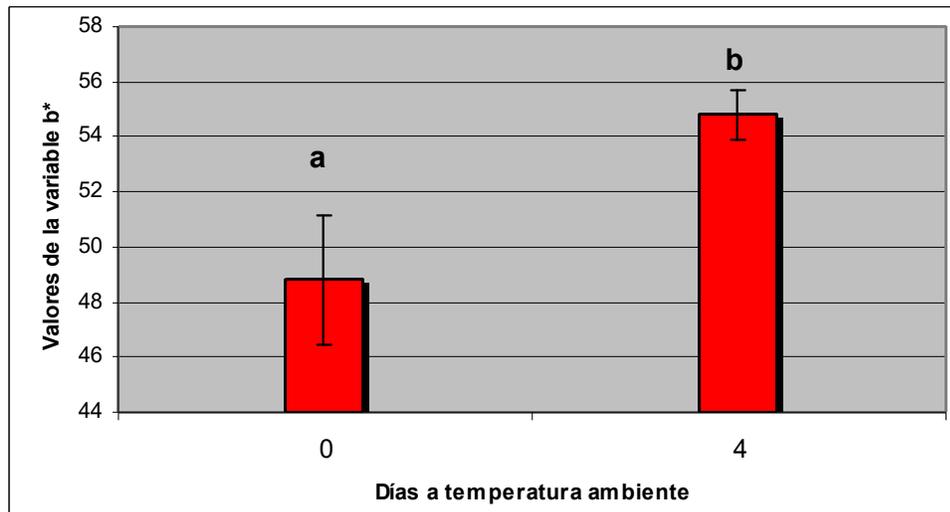


Figura N° 9. Variable b* en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Según Génard et.al. (1994) el color de los duraznos no puede ser fácilmente utilizable para predecir otras variables de calidad ya que el color es altamente dependiente a la exposición de la fruta a la radiación solar.

4.4.3. Jugosidad

El factor días a temperatura ambiente incidió significativamente en el porcentaje de jugo presente en los frutos. Los duraznos expuestos cuatro días a temperatura ambiente, presentaron un nivel de contenido de jugo del $48 \pm 13.1\%$ comparados con un $63 \pm 7.5\%$ en el día 0 (Figura N°10). Esta disminución en la jugosidad, al madurar los frutos, concuerda con trabajos realizados por Von Mollendorff et al. (1992) en nectarinos, en donde el porcentaje de jugo extractable disminuía al progresar la maduración.

La jugosidad de una fruta, importante variable de calidad, establece que cuando se alcanzan niveles por debajo del 50% se obtiene una textura de consistencia “harinosa”. En el caso de este experimento puede afirmarse que los valores se mantuvieron normales comparados con los niveles necesarios para que se manifieste dicha textura. El desarrollo de harinosidad en la pulpa ha sido reportado como una característica asociada con la indisponibilidad permanente o transitoria de agua al estado líquido al nivel de la pared celular (Bramlage, 1992 citado por Feippe, 2000).

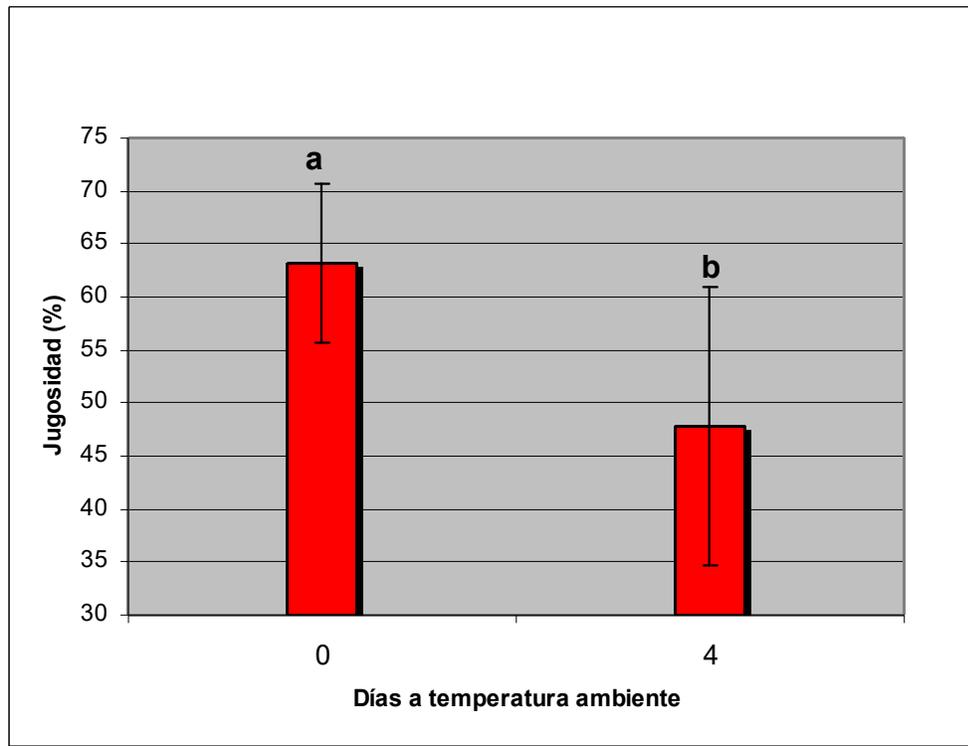


Figura N° 10. Contenido porcentual de jugo en duraznos cv. Hermosillo, a los 0 y 4 días a temperatura ambiente. Letras distintas entre barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Por otra parte Fernandez-Trujillo et al. (1998) observaron una disminución importante de la jugosidad en duraznos del cultivar “Paraguay” mantenidos durante tres semanas en almacenamiento refrigerado y luego de tres días a temperatura ambiente. Esta pasó de 73% al momento de cosecha a 35% luego de tres días a temperatura ambiente.

4.4.4. Firmeza de pulpa

Los valores de la firmeza de pulpa de la sutura de los frutos fueron afectados por la interacción entre el período del almacenamiento refrigerado y los días de exposición a temperatura ambiente. La sutura de la fruta experimentó un ablandamiento significativo durante el período de almacenamiento a 0 día de temperatura ambiente, comparado con el valor obtenido a la cosecha. Para la misma, se registró un valor de $40,7 \pm 4,7$ N, el cual descendió en la tercer, cuarta y quinta semana de frío a $32,5 \pm 2,5$, $32,2 \pm 3,1$, $31,9 \pm 1,5$ N respectivamente. En el tratamiento de 4 días de mostrador no se encontraron diferencias significativas en las semanas de conservación, presentando un promedio de $4,4 \pm 0,5$ N para la firmeza de pulpa en la región de la sutura (Figura N° 11).

Contrariamente, Von Mollendorff et al. (1992) encontró que la firmeza no disminuía apreciablemente durante el almacenamiento refrigerado tanto a $(-0,5)$ °C como a 3 °C, en nectarinos del cultivar “Independence”.

El almacenamiento a temperatura ambiente por 4 días determinó una reducción significativa en la firmeza de la sutura para todas las semanas de almacenamiento (Figura N° 12).

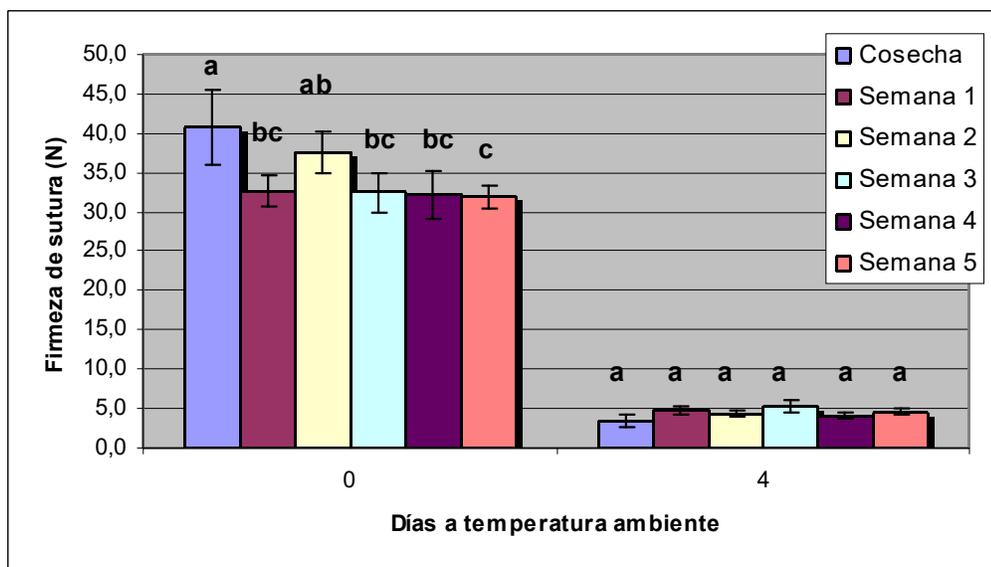


Figura N° 11. Firmeza de la pulpa en la sutura en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

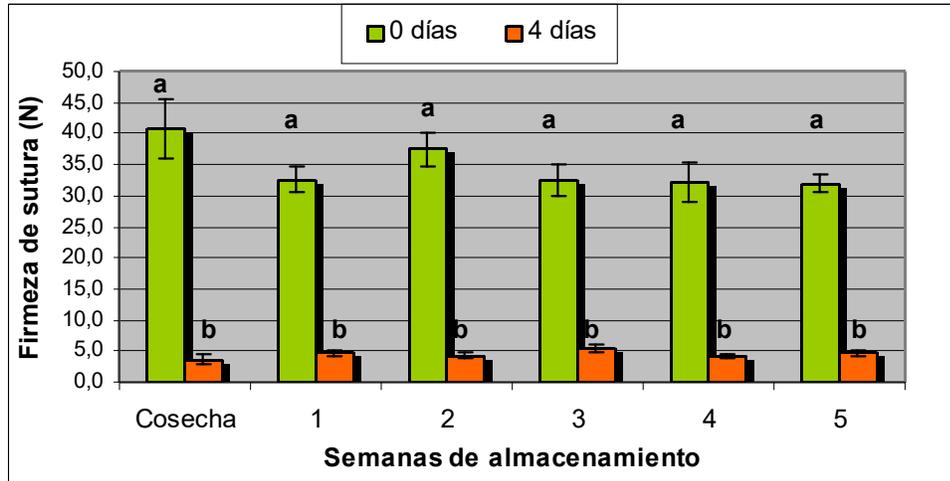


Figura N° 12. Firmeza de la pulpa en la sutura en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

La firmeza de la pulpa lateral fue afectada por el factor días a temperatura ambiente. Los duraznos experimentaron un ablandamiento significativo durante el período de maduración de 0 y 4 días, registrando valores de 52.5 ± 4.6 N a 6 ± 0.8 N respectivamente (Figura N° 13).

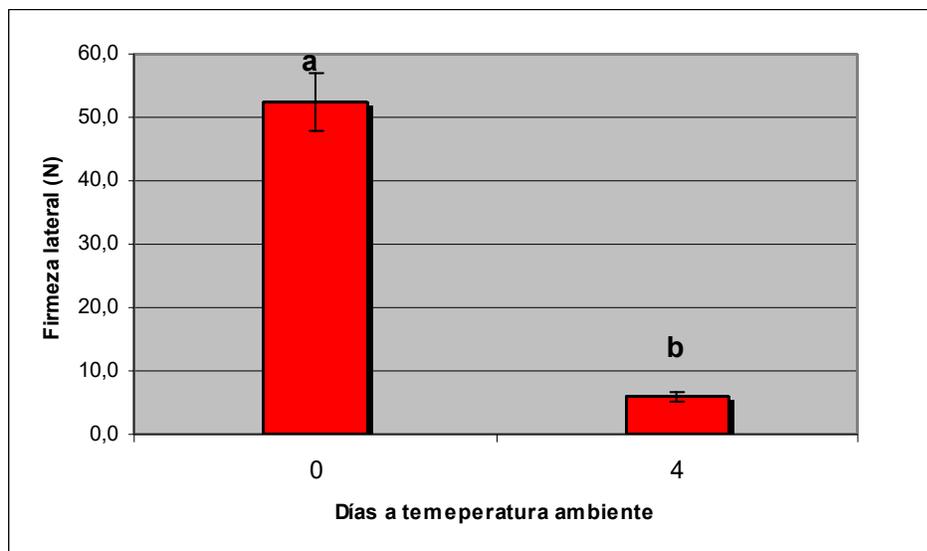


Figura N° 13. Firmeza de pulpa en el lateral en duraznos cv. Hermosillo expresada en Newton (N) a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Las letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los resultados obtenidos con respecto a la firmeza de pulpa son similares a los encontrados por Fernández-Trujillo et al. (1998) en los que los frutos del cultivar "Paraguay" experimentaron un ablandamiento, pasando de $52 \pm 3\text{N}$ al momento de cosecha a $12 \pm 1\text{ N}$ luego de 3 semanas de almacenamiento refrigerado y 3 días a $20\text{ }^\circ\text{C}$.

La diferencia entre la firmeza de la pulpa lateral y la de la sutura en duraznos es considerada como una característica fisiológica de muchos cultivares. La región de la sutura tiene una tendencia a presentar valores menores que en la región lateral y su ablandamiento es más acelerado. Por lo tanto, es importante incluir los valores de esta variable conjuntamente con el del tamaño, del color, y de la firmeza lateral en el momento de determinar cuando cosechar la fruta (Feippe, 2000). Según Feippe et al. (1997), las diferencias de firmeza en la parte lateral y en la sutura para algunos cultivares de durazneros de pulpa amarilla, muestran que la segunda puede ser 20 a 30% menor que la primera.

Durante el almacenamiento refrigerado, el durazno del cultivar Hermosillo conservó las características de firmeza de pulpa requeridas para una correcta manipulación tanto en la sutura como en los laterales, que según Crisosto (2000c) este límite se encuentra entre los 26 a 36 N. En tanto, el grado de ablandamiento apto para el consumo, fue menor que el límite establecido por Crisosto (2000c) de 6 a 8 N. Esto podría ser explicado por las oscilaciones de temperatura ocurrida en las condiciones de laboratorio.

4.4.5. Sólidos Solubles

El contenido de sólidos solubles fue afectado significativamente por el factor días de exposición a temperatura ambiente. En este ensayo se encontró que los mismos aumentaron de $11,5 \pm 0.48\text{ }^\circ\text{Brix}$ en el día cero a $13,2 \pm 0.81\text{ }^\circ\text{Brix}$ en el día cuatro. (Figura N° 14). Dentro del concepto de calidad, Brady (1993) estimó que en nectarinos y duraznos, valores de $10\text{ }^\circ\text{Brix}$ son suficientes para que los mismos sean considerados aceptables para el consumo, lo cual coincide con los datos del presente experimento.

Estos resultados son similares a los encontrados por Fernandez-Trujillo et al. (1998) donde fruta del cv. "Paraguay" al ser mantenida durante tres días a temperatura ambiente varió de 13.3° Brix a 14.9° Brix. También Barcelon et al. (1999) reportaron el aumento de los sólidos solubles durante la maduración poscosecha de duraznos.

Byrne et al. (1991) estudiando la variabilidad de azúcares en doce genotipos de duraznero, encontraron que en general los sólidos solubles y los niveles de azúcares aumentaban con la disminución de la firmeza, pero siendo significativo únicamente el aumento en la fructosa. También encontraron que los sólidos solubles no se correlacionan con los niveles individuales de azúcar o con la dulzura relativa porque al ser éstos medidos con refractómetro se refleja la presencia de todos los compuestos solubles ópticamente activos, incluyendo pectinas, sales, ácidos y azúcares (Jacobs 1944, citado por Byrne 1991).

Según Aly et al. (1981) citados por Abdi et al. (1997), los niveles de sólidos solubles en nectarinos y duraznos pueden aumentar o permanecer constantes durante el período de almacenamiento.

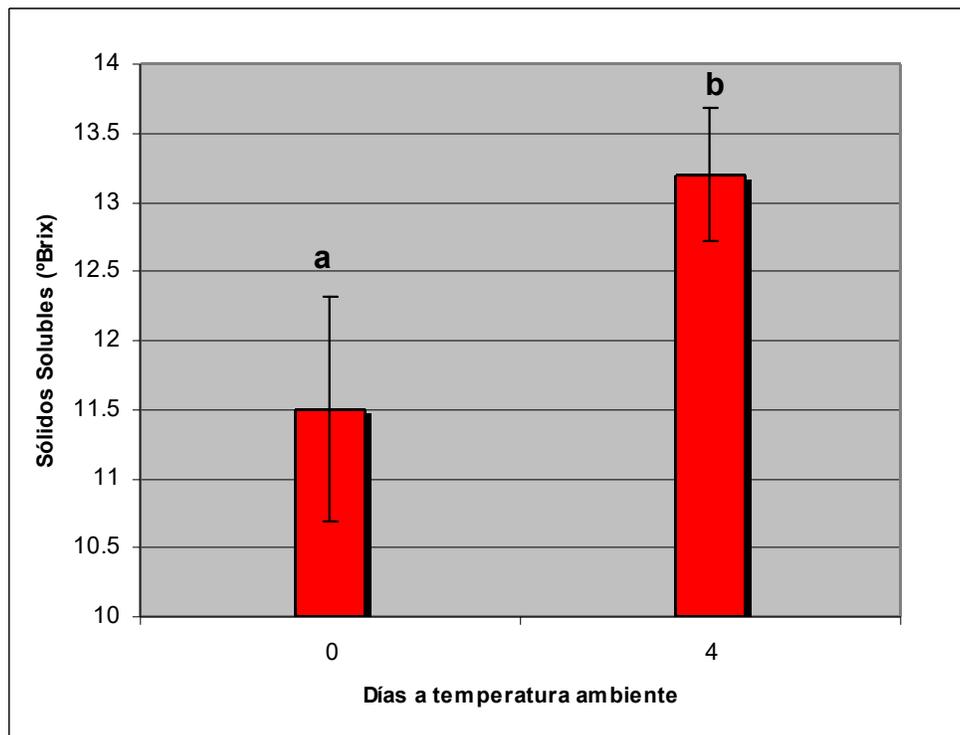


Figura N° 14. Sólidos solubles en duraznos cv. Hermosillo a los 0 y 4 días de expuestos a temperatura ambiente. Letras distintas representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

4.4.6. Acidez Total Titulable (ATT)

Para la variable acidez total titulable el factor semanas de almacenamiento refrigerado interactuó con el factor días a temperatura ambiente. La acidez de la fruta registrada a la cosecha se mantuvo durante la primera y segunda semana de almacenamiento refrigerado con relación al día 0 de temperatura ambiente. En la tercera, cuarta y quinta semana de almacenamiento, la acidez de la fruta descendió en forma significativa en relación con los períodos anteriores. En tanto, cuando la fruta fue expuesta a temperatura ambiente, se observaron diferencias significativas entre la primera y cuarta, con la tercera y quinta semana (Figura N° 15).

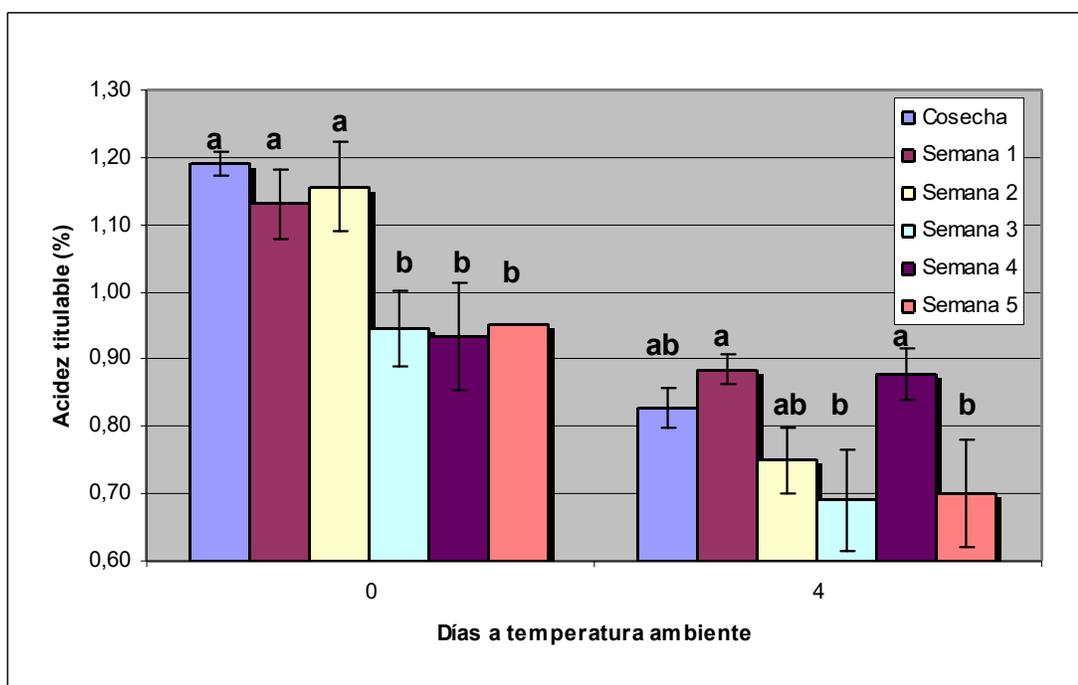


Figura N° 15. Acidez Total Titulable en duraznos cv. Hermosillo, expresado en porcentaje de ácido málico, a los 0 y 4 días de temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Durante el período de maduración de cuatro días, la fruta experimentó una disminución significativa de acidez inmediatamente a la cosecha, y para la primera, segunda, tercera y quinta semana; excepto para la fruta mantenida durante cuatro semanas en cámara, donde no se observó diferencias significativas (Figura N° 16).

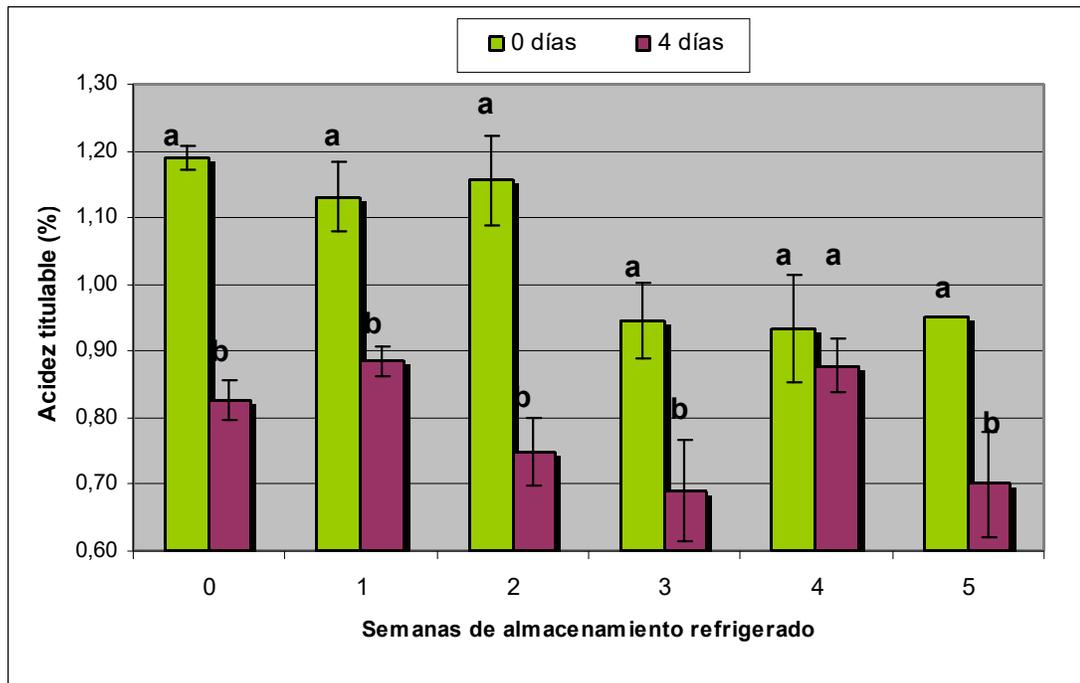


Figura N° 16. Acidez Total Titulable en duraznos cv. Hermosillo, expresado en porcentaje de ácido málico, para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada par de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0,05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Los resultados obtenidos en este trabajo durante 0 y 4 días, concuerdan con lo expuesto por Byrne (1991), en donde al madurar el fruto la acidez total disminuía, principalmente explicado esto por una disminución del ácido cítrico.

Botondi et al. (1999), trabajando con damascos, observó que durante la maduración la acidez bajó de 1,20 % a 0,71%.

Dünder (1997) encontró en duraznos del cultivar J.H.Hale, que el contenido de ácido málico pasó de 0,57% a la cosecha, a 0,3% luego de seis semanas de almacenamiento refrigerado.

En condiciones de temperatura ambiente o vida de estante, es importante que la fruta alcance la madurez de consumo, en la cual una de las características es la disminución de la acidez de cosecha. En este sentido el cultivar Hermosillo, en condiciones de maduración obtuvo valores de ácido málico, inferiores al 1%, el cual no se considera ácido.

4.4.7. Relación sólidos solubles / acidez

Para la relación sólidos solubles/acidez se observó una interacción significativa entre los factores semanas de almacenamiento refrigerado y días a temperatura ambiente. En el tratamiento de 0 día o salida de cámara, no se observaron diferencias significativas, puesto que el contenido de sólidos solubles no fue afectado por los diferentes períodos de almacenamiento refrigerado. En el tratamiento de 4 días de temperatura ambiente se encontraron diferencias significativas, siendo las mismas explicadas a través de una disminución de la acidez y no por un aumento en el contenido de sólidos solubles. (Figura N° 17)

El equilibrio en la relación de sólidos solubles totales / acidez total titulable es responsable del sabor y esa relación presenta una amplia variabilidad entre los diferentes cultivares. Valores altos de este cociente no siempre son indicadores de una mayor dulzura, sino que pueden indicar una disminución del sabor al hacer que un fruto pierda el equilibrio entre azúcares y acidez (Feippe, 2000).

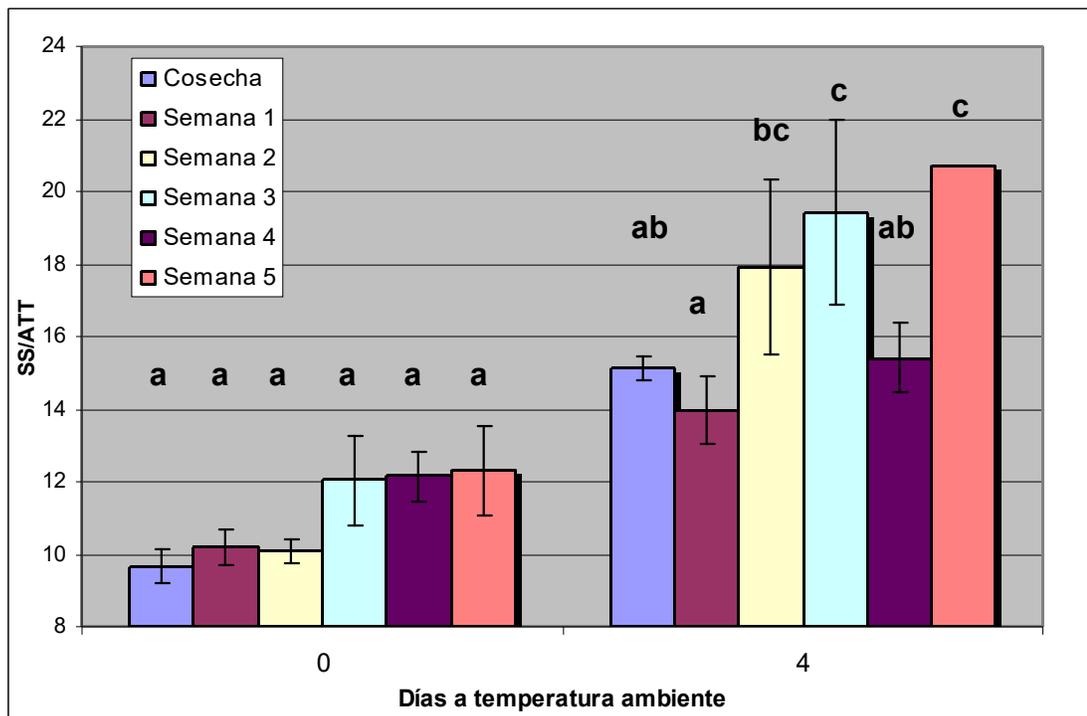


Figura N° 17. Valores medios de la relación sólidos solubles / acidez total titulable en duraznos (cv. Hermosillo), a los 0 y 4 días de temperatura ambiente, inmediatos a la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

Comparando el día 0 con el día 4 a temperatura ambiente, luego de cada período de conservación frigorífica, se observó un aumento en la relación sólidos solubles /acidez. La fruta fue cosechada con una relación de 9.66 ± 0.46 , la cual aumentó significativamente a 15.11 ± 0.33 , luego de cuatro días a temperatura ambiente. Para la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta semana de frío, esos valores fueron de 10.17 ± 0.49 y 13.96 ± 0.94 , 10.09 ± 0.33 y 17.94 ± 2.41 , 12.03 ± 1.24 y 19.42 ± 2.56 , 12.14 ± 0.7 y 15.41 ± 0.96 , 12.32 ± 1.23 y 20.7 ± 0 respectivamente; pero estadísticamente solo se encontraron diferencias en la cosecha, segunda, tercera y quinta semana de almacenamiento refrigerado (Figura N° 18).

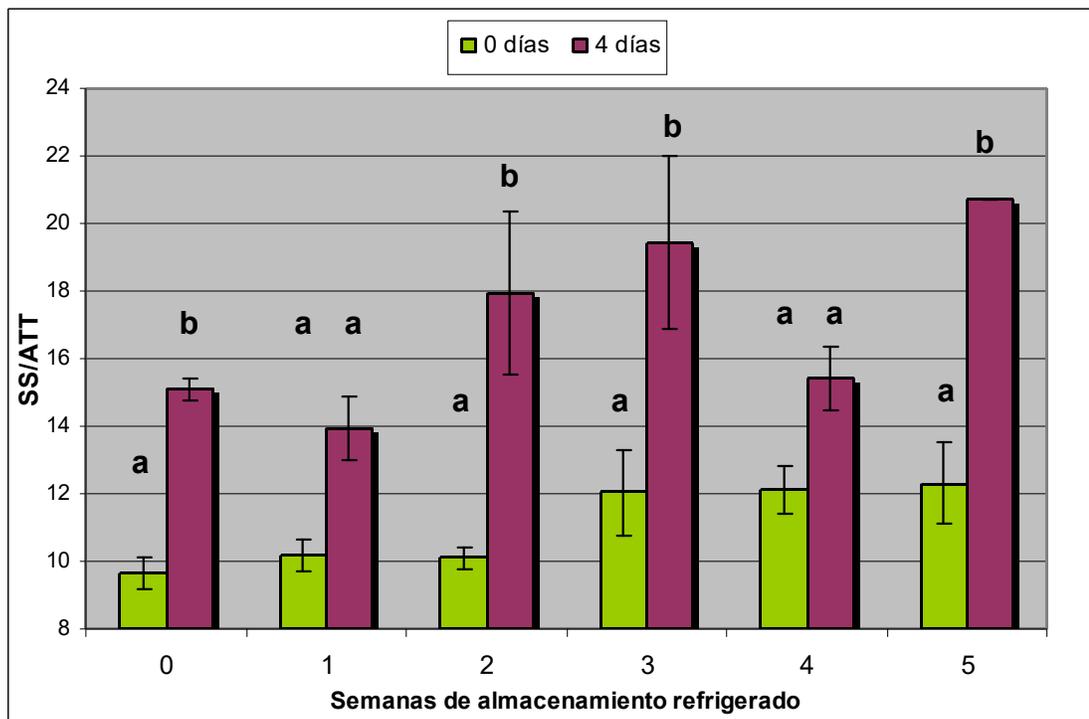


Figura N° 18. Relación sólidos solubles / acidez total titulable en duraznos (cv. Hermosillo), para la cosecha y luego de 1, 2, 3, 4 y 5 semanas de almacenamiento refrigerado seguido de 0 y 4 días de temperatura ambiente. Letras distintas dentro de cada grupo de barras representan diferencias significativas con una $p \leq 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones de este experimento se concluye que:

- Los frutos del cultivar Hermosillo cosechados con una firmeza de pulpa de 41 N, 11.5 °Brix de sólidos solubles y una acidez total titulable de 1.2%, se pueden conservar a 0°C y 85-90% de HR, bajo condiciones de comercialización adecuada durante 4 semanas.
- Existe una tendencia a mejorar las cualidades organolépticas cuando la fruta se mantiene en temperatura ambiente durante 4 días.
- La característica que influye más en el deterioro comercial en el durazno del cultivar Hermosillo fue el desarrollo de oscurecimiento interno.
- La actividad de la Polifenoloxidasa (PFO) coincidió con la ocurrencia de oscurecimiento interno

6. RESUMEN

BIANCHI, I.; BRANÁA, A. A.; CHIESA, N. E. 2003. Estudio de la sensibilidad al desarrollo de oscurecimiento interno en durazno cultivar “Hermosillo”. Tesis de grado. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

Uruguay cultiva en este momento más de 1906 hectáreas de durazneros. Si bien la mayor parte de la producción se destina al mercado interno, cada vez adquiere mayor importancia la necesidad de exportación. A los efectos de poder realizar un manejo correcto de los nuevos cultivares que se evalúan como promisorios para las condiciones del país, así como también para evaluar su potencial exportable, será necesario conocer las cualidades que los mismos expresan ante condiciones estándar de conservación frigorífica y de vida de estantería. Basándose en las consideraciones anteriores, se planteó como objetivo del presente trabajo evaluar las características de los duraznos del cultivar Hermosillo, así como analizar su evolución en el tiempo de conservación frigorífica en atmósfera regular y de vida de estantería, bajo las condiciones de producción y comercialización del área sur del país. Para la realización del experimento se utilizó fruta de un predio comercial de la zona de Los Cerrillos, Canelones, Uruguay. El experimento fue realizado en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, I.N.I.A. “Las Brujas”. El mismo, fue instalado en un diseño enteramente al azar. Los tratamientos fueron dispuestos en un esquema factorial $6 \times 2 \times 3$, correspondiendo a 6 períodos de almacenamiento refrigerado (0, 1, 2, 3, 4 y 5 semanas) en atmósfera regular (0°C , 85-90% H.R), 2 períodos de condiciones de temperatura ambiente (0 y 4 días) y 3 repeticiones de 20 frutos cada una. Las variables analizadas dentro de cada tratamiento fueron: nivel de oscurecimiento interno, peso de fruta, color de fondo ($L^*a^*b^*$), firmeza de la pulpa, contenido de jugo, sólidos solubles, acidez titulable, relación sólidos solubles/ acidez titulable, actividad de la enzima polifenoloxidasas (PFO) y contenido de fenoles. Las características externas de los frutos al momento de cosecha se mantuvieron durante todos los períodos estudiados de almacenamiento refrigerado y de vida de estantería. Se observó un aumento en el nivel de incidencia de oscurecimiento interno a partir de la quinta semana de almacenamiento refrigerado y al ser mantenida la fruta durante 4 días a temperatura ambiente. El máximo valor de la actividad de la PFO se registró en la cuarta semana, y al ser mantenida 4 días a temperatura ambiente. El contenido de fenoles y de jugo disminuyó al ser mantenidos durante 4 días a temperatura ambiente. La firmeza de pulpa en la sutura decreció significativamente durante el almacenamiento refrigerado y durante los 4 días a temperatura ambiente, y la firmeza de pulpa lateral disminuyó significativamente sólo al ser mantenido 4 días a temperatura ambiente. La variable a^* del color de fondo aumentó durante el almacenamiento refrigerado y al ser mantenida la fruta 4 días a temperatura ambiente, mientras que el variable b^* sólo aumentó durante el período de vida de mostrador. El contenido de sólidos solubles aumentó durante los 4 días a temperatura ambiente. La acidez titulable disminuyó significativamente durante el almacenamiento refrigerado y durante los 4 días a temperatura ambiente. La relación sólidos solubles/acidez titulable aumentó durante el período de almacenamiento y al ser mantenida la fruta 4 días a temperatura ambiente. Los frutos del cultivar Hermosillo cosechados con una firmeza de pulpa de 41 N, 11.5 °Brix de sólidos solubles y una acidez total titulable de 1.2%, se pueden conservar a 0°C y 85-90% de HR, bajo condiciones de comercialización adecuada durante 4 semanas. Existe una tendencia a mejorar las cualidades organolépticas cuando la fruta se mantiene en temperatura ambiente durante 4 días. La cualidad que influye más en el deterioro comercial en el durazno del cultivar Hermosillo fue el desarrollo de oscurecimiento interno. La actividad de la PFO coincidió con la ocurrencia de oscurecimiento interno.

7. SUMMARY

BIANCHI, I.; BRANÁA, A. A.; CHIESA, N. E. 2003. Estudio de la calidad y sensibilidad al desarrollo de oscurecimiento interno en durazno cultivar “Hemosillo”. Tesis de grado. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

Uruguay is currently growing more than 1906 há. of peach trees. Although most of the production is for the internal market, the need of exportation is becoming more relevant each time. In order to carry out a good handling of the new cultivars that are evaluated as promising for the condition of the country, as well as to evaluate its exportable potential, it will be necessary to know the qualities that they show in standard condition of cool storage and shelf life. According to previous considerations, the present work aims at evaluating the characteristics of cultivar peach “Hermosillo”, as well as analysing its evolutions during cool storage at regular atmosphere and of shelf life, under the production and commercialization conditions of the southern region of the country. For this experiment, fruit from a commercial farm in Los Cerrillos, Canelones, Uruguay was used. The experiment was carried out in the Agriculture Research National Institute (INIA), “Las Brujas”. The design for the experiment was chosen entirely at random. The treatments were placed in a 6x2x3 factorial diagram corresponding to six periods of cooled storage (0,1,2,3,4 and 5 weeks), two periods of room temperature (0 and 4 days) and three repetitions of 20 fruits peach each. The analyzed variables of each of the treatments were: level of internal browning, fruit weight, underground color ($L^*a^*b^*$), pulp firmness, juice content, soluble solids, titratable acidity, relation between soluble solids and titratable acidity, activity of the polyphenoloxidase (PPO) enzyme and contents of phenols. The external characteristics of the fruit at the time of harvesting were kept during all the studied periods of cool storage and shelf life. An increase of internal browning was observed in the fifth week of cool storage and during four days under room temperature. The highest value of the PPO activity was observed on the fourth week and also after keeping the fruit for four days under room temperature. The contents of the phenols of juice decreased when kept for four days under room temperature. The firmness of the pulp in suture decreased significantly during the cool storage and during the four days at room temperature. The firmness of the lateral pulp decreased significantly only when kept for four days at room temperature. The variable a^* of the underground color increased during the cool storage and during four days at room temperature whereas variable b^* only increased during the shelf life period. The contents of the soluble solids increased during the four days at room temperature. The titratable acidity decreased significantly during the cool storage and during the four days that the fruit was kept at room temperature. The relation between soluble solids and titratable acidity increased during the period of storage and during the four days that the fruit was kept at room temperature. The fruit of the “Hermosillo” cultivar harvested with 41 N pulp firmness, 11,5°Brix soluble solids and 1,2% of total titratable acidity can be kept 0°C and RH 85-90% under conditions of adequate commercialization for four weeks. There is a tendency to improve the organoleptic factors when the fruit is kept at room temperature for four days. The characteristic that mainly affects the commercial deterioration of the internal browning. The PPO activity coincided with the appearance of internal browning.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABDI, N.; HOLFORD, P.; MCGLASSON, W. 1997. Effects of harvest maturity on the storage life of Japanese type plums. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37:391-397.
2. BARCELON, E. G.; TOJO, S.; WATANABE, K. 1999. X-ray computed tomography for internal quality evaluation of peaches. *Journal of agricultural engineering research*. 73(4):323-330. Tomado de: Institute for Scientific Information. <http://webofscience.fapesp.br>
3. BIBLE, B.B.; SINGHA, S. 1993. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. *Hortscience, Alexandria*. 28(10):992-993.
4. BOTONDI, R.; MASSANTINI, R.; CRISA, A.; MENCARELLI, F. 1999. Effect of low oxygen treatment for 9 days at 5°C or 18°C on postharvest quality of ripe apricots. *Ital. J. Food. Sci.* 3(11):207-220
5. BRADY, J. 1993. *Biochemistry of fruit ripening*. London: Chapman & Hall.
6. BYRNE, D.; NIKOLIC, A; BURNS, E. 1991. Variability in Sugars, Acids, Firmness, and Color Characteristics of 12 Peach Genotypes. *Journal of America Society for Horticultural Science*. 116(6):1004-1006.
7. CARBALLO, S. 2003. Fisiología de la respiración y transpiración de frutas y hortalizas. *In Seminario/Taller Actualización técnica en fisiología y manejo postcosecha de frutas y hortalizas*. 2003, Uruguay. INIA.
8. CHANG, L.; KAGAN, V.; JAWORSKI, A.; BROWN, S. 1990. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among varios peach cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38(1):99-101.
9. CHAPMAN, G.W.; HORVAT, R.J. 1990. Changes in nonvolatile acids, sugars, pectin and sugars composition of pectin during peach (cv. Monroe) maturation. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 38(2):383-387.
10. CHENG, G.; CRISOSTO, C. 1995. Browning potential phenolic composition and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarines skin tissue. *Journal of America Society for Horticultural Science*. Alexandria. 120(5):835-838.
11. CHITARRA, M.I.F. 1998. *Congresso Brasileiro de Engenharia Agronómica*. Poços de Caldas, Brasil.

12. CRISOSTO, C. 2000a. Pasos para madurar duraznos y nectarinos en los centros de distribución. In Maduración de Frutos. Procedimientos y Recomendaciones. Series de Horticultura de Poscosecha N° 95. California, U.S.A. U.C. Davis. pp 30-30H.
13. _____. 2000b. Procedimiento óptimo para la maduración de frutas de carozo. In Maduración de Frutos. Procedimientos y Recomendaciones. Series de Horticultura de Poscosecha N° 95. California, U.S.A. U.C. Davis. pp 28-30.
14. _____. 2000c. Optimum procedures for ripening stone fruit. Postharvest Newsletter. University of California, U.S.A. 9(1):1-3.
15. DE LA PLAZA, J. L. 1986. La vida poscosecha recolección de los frutos (2ª Parte). Fruticultura profesional, 2:28-35
16. DELWICHE, M.; BAUMGARDNER, R. 1983. Ground Color Measurements of Peach. Journal of America Society for Horticultural Science. 108(6):1012-1016.
17. DÜNDAR, Ö. 1997. Investigations in cold storage and postharvest physiology of J.H. Hale peach. Acta Horticulturae. 441:411-414.
18. ELSHIEK, A. F.; HABIBA, R. A.. 1996. Effect of storage time on the quality of peach fruit held in cold storage in different types of packaging. Gartenbauwissenschaft. 61(1):7-10. Tomado de: Institute for Scientific Information. <http://webofscience.fapesp.br>.
19. FEIPPE, A. 1995. Desórdenes Fisiológicos y problemas más comunes observados durante el almacenamiento de manzanas peras y ciruelas en Uruguay. Boletín de Divulgación N° 55 INIA. Canelones, Uruguay. 20p.
20. _____. 2000. Influência da atmosfera modificada e armazenamento no escurecimento interno de pêssegos cv. Marli. Universidad Federal de Lavras. Minas Gerais, Brasil. 118p.
21. FEIPPE, A.; CARBALLO, S. 2003. Guía práctica de análisis físico-químico de frutas y hortalizas. Actividad de Difusión N° 331. INIA. Canelones, Uruguay-. 18p.
22. FEIPPE, A.; VILASBOAS, E. 2001. Estudio de la actividad enzimática poscosecha de polifenoloxidasa y peroxidasa en duraznos. Revista Iberoamericana de Tecnología de Poscosecha 3(2):179-184.

23. FEIPPE, A; RODRIGUEZ, P.; PISANO, J. 1997. Manejo de cosecha y poscosecha en durazneros: determinación del momento óptimo de cosecha y evaluación poscosecha en variedades de frutales de carozo. Actividad de Difusión N° 154. INIA. Uruguay.
24. FERNANDEZ-TRUJILLO, J.; CANO, A.; ARTES, F.1998. Postharvest Biology and Technology. 13(1998):109-119.
25. FLORES CANTILLANO, F. 1987. Fisiología e manejo de póscolheita de ameixa. EMBRAPA. Comunicado Técnico N°54. pp. 1-10.
26. GÉNARD, M.; SOUTY, M.; HOLMES, S.; REICH, M.; BREUILS, L. 1994. Correlations among quality parameters of peach fruit. Journal of the science and food agriculture. 66(2):241-245.
27. GUARINONI, A. 2000. Efecto del estado de madurez de los frutos a la cosecha sobre su conservación. In Congreso Iberoamerica/no de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones (2do. 2000, Colombia). pp. 29-38.
28. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análisis de alimentos. 3ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. V.1. 533p.
29. LANCASTER, J.; REAY, P.; TRIGGS, C. 1997. Influence of Pigment Composition in a Wide Range of Fruti and Vegetables. Journal of America Society for Horticultural Science. 122(4):594-598.
30. LILL, R. E.,O'DONOGHUE, E. M., KING,G.A. 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. Horticultural review. 11:413-452.
31. LUCHSINGER, L. WALSH, C. 1997a. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. Parte I: Indices de Cosecha. Aconex. 55:5-10.
32. LUCHSINGER, L. 2000. Control de Fisiopatías en frutos de carozo (hueso). In: Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, 3., Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el Almacenamiento en Frio. 3., Santa Fe de Bogotá, Colombia. pp. 87-93.
33. _____. 1997b. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. Parte II: Desórdenes fisiológicos. In: Influencia del Manejo Poscosecha en la Calidad y Comercialización de Frutas Frescas. 1999. Montevideo, Uruguay.
34. MANESS, N.; BRUSEWITZ, G.; MCCOLLUM, G. 1992. Internal variation in peach fruit firmness. Hortscience 27(8):903-905.

35. PÉREZ-TELLO, G.O.; BRICEÑO, T.O.; VARGAS-ARISPURO, I.; DÍAZ-PÉREZ, J.C.; MARTÍNEZ-TELLÉZ, M.A.; 1999. Actividad de Polifenoloxidasas y peroxidasa en frutos de Mamey Sapote (*Pouteria sapota*). Revista Iberoamericana de Tecnología de Postcosecha. 1(2):120-125.
36. SALUNKHE, D.K.; BOLING, H.R.; REDDY, N.R. 1991. Storage, processing and nutritional quality of fruit and vegetables. Boca Ratón. CRC Press. 323p.
37. SAS. 1997. Statistical Analysis System, v.6.12.1997; S.A.S. Institute, Cary, N.C. U.S.A
38. SILVA, E. 2000. Mecanismos Bioquímicos de Fisiopatías Importantes de Frutas. In Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones (2do. 2000, Colombia). pp. 5-19.
39. SLINKARD, K.; SINGLETON, V. 1977. Total phenol analysis : Automation and comparison with manual methods. Amer. J. Enol. Viticult. 28:49-55.
40. SORIA, J.; PISANO, J. 2003. Variedades de Duraznero y Nectarina para el Uruguay. Serie Técnica N° 130. INIA. Canelones, Uruguay.
41. TEISSON, C. 1979. Le brunissement interne de l'ananas. Fruits. Paris. 34(4):245-261.
42. VON MOLLENDORFF, L.J., VILLIERS, O.T. 1988. Physiological change associated with the development of wooliness in "Pergrine" peaches during low-temperatura storage. Journal of Horticultural Science. 63(1):47-51.
43. VON MOLLENDORFF, L.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O. 1992. Effect of temperature manipulation during storage and ripening on firmness, extractable juice and wooliness in nectarines. Journal of Horticultural Science. 67(5):655-662.
44. WILLS, R.; LEE, T.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W.; HALL, E. 1989. Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. 3ª Ed. AVI Publishing Company Inc. Australia.161p.
45. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2003. Encuesta frutícola Zafra 2002/2003. Montevideo. 36p.

8. ANEXOS

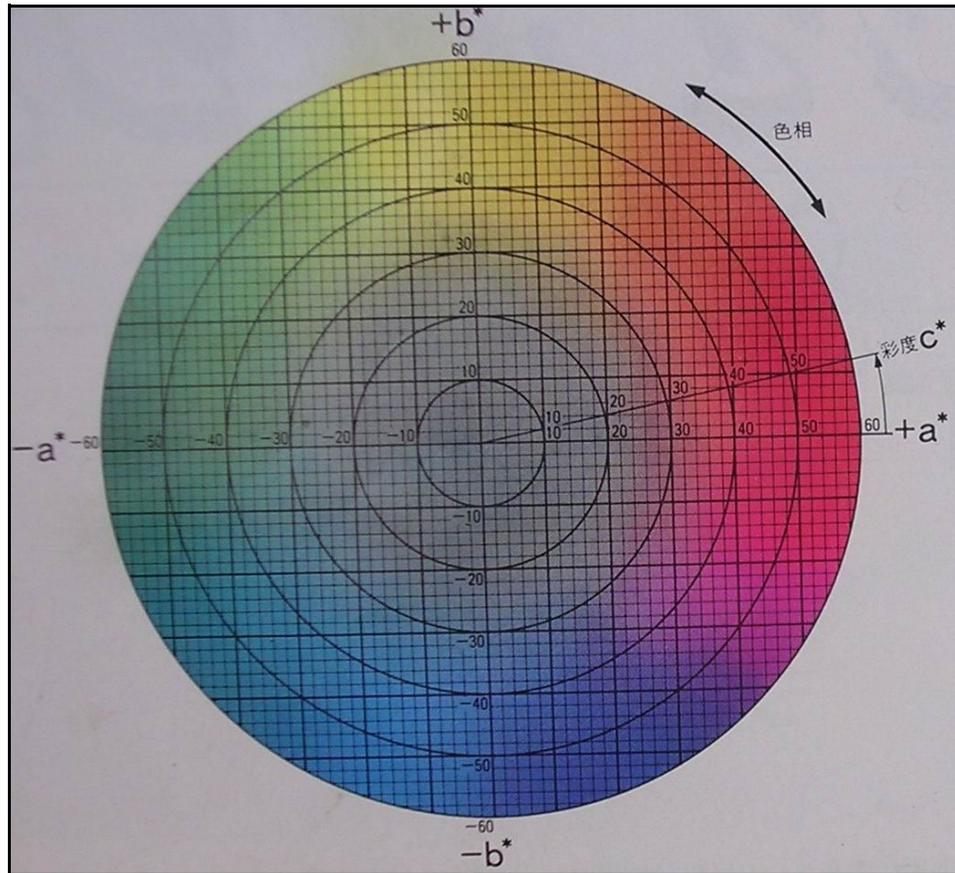


Figura N° 19. Rango de colores para los variables a^* y b^* .



Foto N° 2. Apariencia externa de duraznos cv. Hermosillo, a los 0 días de temperatura ambiente, al momento de cosecha.



Foto N° 3. Apariencia externa de duraznos cv. Hermosillo, inmediatamente a la salida de cámara y para todos los períodos de almacenamiento



Foto N° 4. Apariencia externa de duraznos cv. Hermosillo luego de 4 días en condiciones de temperatura ambiente, para todos los períodos de almacenamiento refrigerado.



Foto N° 5. Apariencia interna de duraznos cv. Hermosillo a los 0 días de temperatura ambiente, luego de 3 semanas de almacenamiento refrigerado.

Cuadro N° 2 Resumen del análisis de varianza (Grados de libertad y niveles de significancia) para las variables firmeza de pulpa en la sutura, firmeza de pulpa lateral, sólidos solubles, variables a* y b*, pérdida de peso, actividad de PFO y contenido de fenoles.

Firmeza Lateral				Firmeza Sutura			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem ¹	5	1,58	0,2033	Sem	5	3,62	0,0139***
Temp ²	1	2253,8	0,0001***	Temp	1	1859,14	0,0001***
Sem * Temp	5	2,17	0,0916	Sem * Temp	5	5,84	0,0012***
Error	0,6611			Error	0,4718		
CV%	10,06			CV%	10,75		

Sólidos Solubles				Variable a*			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem	5	2,42	0,0652	Sem	5	36,97	0,0001***
Temp	1	79,17	0,0001***	Temp	1	1666,93	0,0001***
Sem * Temp	5	2,01	0,1133	Sem * Temp	5	18,84	0,0001***
Error	0,5713			Error	1,8338		
CV%	4,62			CV%	8,16		

Variable b*				PFO			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem	5	2,03	0,1099	Sem	5	2,8	0,0395***
Temp	1	113,62	0,0001***	Temp	1	12,82	0,0015***
Sem * Temp	5	1	0,4415	Sem * Temp	5	0,54	0,7435
Error	1,5387			Error	0,1629		
CV%	3,045			CV%	22,54		

Fenoles				Pérdida de Peso			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem	5	2,07	0,1043	Sem	5	3,18	0,0466***
Temp	1	4,57	0,0429***	Temp	0	-	-
Sem * Temp	5	0,58	0,7157	Sem * Temp	0	-	-
Error	0,0935			Error	4,487		
CV%	29,75			CV%	3,77		

¹ Sem : Factor Semanas de Almacenamiento refrigerado.

² Temp: Factor Días a Temperatura Ambiente

Cuadro N° 3. Resumen del análisis de varianza (Grados de libertad y niveles de significancia) para las variables acidez, relación sólidos solubles/acidez, nivel de oscurecimiento interno y contenido de jugo.

Contenido de Jugo				Nivel de Oscurecimiento			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem	5	1,31	0,2965	Sem	2	6,14	0,0182***
Temp	1	16,85	0,0005***	Temp	1	4,66	0,0033***
Sem * Temp	5	0,2	0,9573	Sem * Temp	1	3,09	0,1095
Error	0,1089			Error	0,557		
CV%	19,38			CV%	19,94		

Acidez				SS/Acidez			
Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F	Causas de Variación	G.L.	Valor de F	Pr.>F
Sem	5	11,94	0,0001***	Sem	5	8,97	0,0001***
Temp	1	170,88	0,0001***	Temp	1	168,18	0,0001***
Sem * Temp	5	7,16	0,0004***	Sem * Temp	5	3,77	0,0128***
Error	0,515			Error			
CV%	5,99			CV%	9,4		

Cuadro N° 4 Medias y desvíos estándar para las variables firmeza de pulpa en la sutura (N), firmeza de pulpa lateral (N), variable a*, acidez (%) y relación sólidos solubles/acidez..

	Firmeza Sutura				Firmeza Lateral			
	0 días		4 días		0 días		4 días	
	Media	D.E. ³	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Cosecha	40,74	4,67	3,51	0,80	57,38	4,45	5,25	0,98
Semana 1	32,60	2,05	4,71	0,44	51,11	3,16	6,14	0,40
Semana 2	37,50	2,62	4,27	0,40	53,11	1,56	6,36	1,16
Semana 3	32,51	2,49	5,29	0,67	49,86	5,34	6,76	0,27
Semana 4	32,16	3,07	4,09	0,40	48,66	5,56	5,47	0,27
Semana 5	31,94	1,51	4,63	0,36	54,93	2,98	5,74	0,58

	Acidez				Rel. SS/ATT			
	0 días		4 días		0 días		4 días	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Cosecha	1,190	0,017	0,826	0,029	9,66	0,46	15,11	0,33
Semana 1	1,130	0,052	0,885	0,022	10,17	0,49	13,96	0,94
Semana 2	1,156	0,067	0,749	0,050	10,09	0,33	17,94	2,41
Semana 3	0,946	0,055	0,691	0,075	12,03	1,24	19,42	2,56
Semana 4	0,934	0,079	0,878	0,039	12,14	0,70	15,41	0,96
Semana 5	0,952	0,000	0,700	0,079	12,32	1,23	20,70	0,00

	Variable a*			
	0 días		4 días	
	Media	D.E.	Media	D.E.
Cosecha	-6,35	0,922	3,61	0,25
Semana 1	-6,46	0,091	3,00	0,14
Semana 2	-5,32	0,036	6,39	0,18
Semana 3	-5,28	0,782	5,34	1,14
Semana 4	-2,94	0,394	8,29	0,65
Semana 5	-5,29	1,086	12,57	2,09

³ D.E.: Desvío Estandar

Cuadro N° 5. Medias y desvíos estándar para las variables sólidos solubles (°brix), variable b*, nivel de oscurecimiento interno, pérdida de peso (%), contenido de jugo (%), actividad de PFO (u.e./gr/min) y contenido de fenoles (mg ac. Tánico/100gr).

	0 días		4 días	
	Media	D.E.	Media	D.E.
Osc.Interno	2,25	0,24	3,15	0,92
Jugo	63,20	7,55	47,80	13,10
Variable b*	48,80	2,37	54,80	0,92
PFO	125,00	38,00	164,00	32,80
Fenoles	209,90	59,14	169,64	59,14
SS	11,5	0,81	13,2	0,485

	PFO		Pérdida de peso		Osc. Int.	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Cosecha	125	35,4	-	-	-	-
Semana 1	116,2	21,4	1,96	0,12	-	-
Semana 2	149,2	43,0	2,54	0,37	-	-
Semana 3	145,8	51,4	1,99	0,22	2,5	0,53
Semana 4	179,6	32,4	3,68	0,00	2,56	0,38
Semana 5	151	33,6	4,41	0,18	3,16	1,21