



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EVALUACION DE LA APLICACION PRECOSECHA  
Y POSTCOSECHA DE CLORURO DE CALCIO  
EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD  
DE DURAZNO Cv. FLAVOR CREST**

**por**

Gladys Raquel MORI ALVEZ  
Ana Cecilia SILVEIRA GOMEZ

**TESIS**

**2000**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---

Tesis aprobada por:

Director: Albertina Guarinoni.  
Nombre completo y firma

Martin Achard.  
Nombre completo y firma

Gianfranca Campei.  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: Gladys Raquel Mori Alvarez.  
Nombre completo y firma

Ana Cecilia Silveira Gomez.  
Nombre completo y firma

## TABLA DE CONTENIDO.

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.2 MADURACIÓN .....	3
2.3 CAMBIOS IMPLICADOS EN EL PROCESO DE MADURACIÓN... 4	
2.3.1 <u>Cambios en la consistencia de la pulpa</u> .....	4
2.3.2 <u>Cambios en la composición de los ácidos orgánicos</u> .....	5
2.2.3 <u>Cambios en la composición de carbohidratos</u> .....	6
2.3.4 <u>Cambios en la producción de etileno</u> .....	7
2.3.5 <u>Consistencia de la pulpa</u> .....	7
2.4 INDICES DE MADUREZ.....	8
2.4.1 <u>Forma y tamaño</u> .....	9
2.4.2 <u>Color de Fondo</u> .....	9
2.4.3 <u>Consistencia de la pulpa</u> .....	10
2.4.4 <u>Sólidos solubles</u> .....	11
2.4.5 <u>Acidez titulable</u> .....	11
2.4.6 <u>Indices múltiples</u> .....	11
2.5 EFECTOS DEL CALCIO SOBRE LA MADUREZ DE LOS FRUTOS .....	12
2.6 INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ DEL FRUTO AL MOMENTO DE LA COSECHA, EN LA CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA.....	15
2.6.1 Alteraciones de la calidad del fruto.....	16
2.6.1.1 <u>Daños y lesiones mecánicas</u> .....	17
2.6.1.2 <u>Daños por frío</u> .....	18
2.6.1.3 <u>Podredumbres</u> .....	21
2.6.1.4 <u>Decoloración de la piel</u> .....	22

2.7 FISIOLÓGÍA DE POSTCOSECHA.....	23
2.7.1 <u>Transpiración, respiración y pérdida de peso</u> .....	24
2.7.2 <u>Consistencia de la pulpa</u> .....	26
2.7.3 <u>Evolución de los Sólidos solubles</u> .....	27
2.7.4 <u>Evolución de la Acidez titulable</u> .....	27
2.7.5 <u>Evolución del color</u> .....	28
2.7.6 <u>Producción de etileno</u> .....	28
2.7.7 <u>Cambios en la producción de aromas</u> .....	29
2.8 TECNOLOGÍA POSTCOSECHA.....	30
2.8.1 <u>Prerrefrigeración</u> .....	32
2.8.2 <u>Atmósfera normal</u> .....	33
2.8.3 <u>Atmósfera controlada</u> .....	33
2.8.4 <u>Atmósfera modificada</u> .....	35
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	37
3.1 DESCRIPCIÓN VARIEDAD FLAVOR CREST.....	37
3.2 INSTALACIÓN DEL ENSAYO DE CAMPO .....	38
3.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO .....	39
3.4 INSTALACIÓN DEL ENSAYO DE POSTCOSECHA .....	39
3.5 METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	40
3.6 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	41
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1 EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL FRUTO .....	43
4.2 INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE CLORURO DE CALCIO PRECOSECHA EN LA MADURACIÓN .....	47
4.3 INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES PRE Y POSTCOSECHA DE CLORURO DE CALCIO EN LA CONSERVACIÓN DE LOS FRUTOS .....	51
4.3.1 <u>Evaluación de los parámetros fisicoquímicos según el tiempo     y modalidad de conservación</u> .....	51
4.4 INCIDENCIA DE PODREDUMBRES Y DAÑOS POR FRÍO .....	58
5 CONCLUSIONES.....	59
6. RESÚMEN.....	60
7 SUMMARY .....	61
8 BIBLIOGRAFÍA.....	62

## AGRADECIMIENTOS

A nuestra directora de Tesis Ing. Agr. Albertina Guarinoni por su invaluable apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Al productor Sr. Sergio Martínez por habernos permitido realizar el trabajo de campo en su predio y su disposición para el cumplimiento del mismo.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional durante este tiempo.

A nuestros amigos por su colaboración en el trabajo de campo y laboratorio.

A la empresa JUMECAL por habernos cedido las cajas para la instalación del ensayo de conservación.

A la Ing. Agr. Milka Ferrer por prestarnos los cajones cosecheros.

Al Ing. Agr. Ernesto Falchi, gerente de producción de la empresa MI GRANJA S.A. por su aporte de material bibliográfico.

Al Ing. Agr. Pedro Mondino, de la Cátedra de Fitopatología por colaborar con material bibliográfico para la revisión.

Al técnico de campo Daniel Larguero, de la empresa MI GRANJA S.A. por sus comunicaciones personales a la respecto de la variedad estudiada.

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.

CUADROS	Página
Cuadro N° 1: Valores medidos de los diámetros mayor y menor del fruto obtenidos en las fechas de muestreo .....	45
Cuadro N° 2: Parámetros fisicoquímicos en cosecha en la primera y segunda fecha .....	48
Cuadro N° 3: Parámetros fisicoquímicos medidos en cosecha .....	49
Cuadro N° 4: Efecto de la conservación frigorífica y vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos.....	52
Cuadro N° 5: Efecto de la conservación frigorífica y vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos con aplicaciones pre y postcosecha de $\text{CaCl}_2$ .....	54
Cuadro N° 6: Parámetros fisicoquímicos en conservación frigorífica y vida de mostrador ( <i>shelf life</i> ) .....	56
Cuadro N° 7: Efecto de 15 días de conservación frigorífica y 2 días de vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos según tratamiento .....	58
GRÁFICOS	
Gráfico N° 1: Curva de crecimiento - diámetro mayor y sus máximos y mínimos.....	43
Gráfico N° 2: Curva de crecimiento - diámetro menor y sus máximos y mínimos.....	44
Gráfico N° 3: Correlación y tendencia entre diámetro menor y mayor .....	45
Gráfico N° 4: Curva de crecimiento - peso máximos y mínimos .....	46
Gráfico N° 5: Acidez e índice de madurez según tratamiento .....	50
Gráfico N° 6: Consistencia de la pulpa para los tratamientos $\text{CaCl}_2$ en precosecha e inmersión en solución de $\text{CaCl}_2$ postcosecha... ..	55
Gráfico N° 7: Pérdida de peso en conservación frigorífica y vida de mostrador para los tratamientos con y sin inmersión en solución de $\text{CaCl}_2$ .....	57

## 1. INTRODUCCION

En los últimos años, las exigencias de calidad en los mercados de frutos frescos, tanto a nivel regional como mundial se han ido incrementando rápidamente. Esta situación hace imperante la creación y/o adaptación de nuevas tecnologías que permitan a la producción nacional establecerse en una posición de alta competitividad.

Si bien la mayor producción se destina al mercado interno, el aumento de la misma derivado de la aplicación de nuevas tecnologías a nivel de campo que saturan el mercado, abre la posibilidad de la exportación. Esta posibilidad obliga a manejar correctamente la tecnología de conservación a fin de llegar a los mercados compradores con productos de buena calidad.

Por otro lado, en los últimos años se ha venido constatando la necesidad de desarrollar manejos alternativos al control químico, -utilizado tradicionalmente- para el control de los patógenos causantes de podredumbres postcosecha que limitan el período de conservación frigorífica. Esta necesidad se fundamenta en el desarrollo de resistencia a los productos químicos por parte de los mismos y a la concientización generalizada del costo ecológico que su uso implica. El reclamo por parte de los consumidores de productos libres de residuos es otro de los factores que hacen urgente el cambio.

En este sentido, y en el marco de las tecnologías de producción integrada que se vienen implementando a nivel mundial y también en nuestro país, cobran importancia manejos alternativos como los tratamientos con calcio que además prolongan la vida postcosecha de los frutos al retardar los procesos de madurez.

Evaluar estas técnicas en nuestras condiciones ajustando fuentes de calcio empleadas, susceptibilidad varietal, momentos de tratamiento, dosis etc., resulta esencial para su aplicación.

## 1.1 OBJETIVOS

Determinar el efecto sobre la calidad del fruto de tecnologías de postcosecha de mínimo impacto ambiental , basadas en el manejo fisiológico de los mismos.

### 1.1.1 Objetivos específicos.

Determinar el efecto sobre la calidad de los frutos de aspersiones de calcio, realizadas en precosecha.

Determinar el efecto sobre la calidad de los frutos de la inmersión en solución de cloruro de calcio, realizada en postcosecha.

Establecer el periodo máximo de conservación frigorífica y vida de mostrador que permita mantener la calidad del fruto.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO.

En forma teórica y general para todos los duraznos, la curva de crecimiento del fruto se divide en tres fases variando la duración de cada una de ellas, según el cultivar.

La primer fase abarca desde la floración hasta cuarenta - cincuenta días después de esta. El fruto en esta etapa crece muy rápidamente y el desarrollo presenta aproximadamente igual intensidad para todas las variedades. El fin de esta fase coincide con el comienzo del endurecimiento del carozo, que en este tiempo ha completado casi su desarrollo, así como los tegumentos de la semilla. La división de las células se enlentece considerablemente unos treinta días después de la floración, y el desarrollo de la pulpa es muy lento. La caída de frutos adquiere en estos momentos su mayor intensidad.

La segunda fase se caracteriza por un crecimiento menos rápido. Su duración es muy variable en relación con la época de madurez de cada variedad. En los precoces abarca solamente cinco días, veintiocho en los de maduración media y cuarenta y dos en los más tardíos. El desarrollo del fruto en esta fase es bastante limitado, pero es constante el incremento de la materia seca; se completa el endurecimiento del hueso y se observa ya el desarrollo de los cotiledones en su interior.

En la tercera fase el fruto crece muy rápidamente hasta alcanzar la maduración. La amplitud de este período depende de la variedad siendo breve en los precoces y más prolongada en los tardíos. En ella predomina la distensión frente a la división celular, con lo cual aumenta notablemente la dimensión de las células. Se verifica la separación de la pulpa del hueso en aquellas variedades que no están firmemente adheridas a estos, madura la semilla, aumenta el contenido de materia seca y además la pulpa y el epicarpio adquieren las características propias de la madurez.

El desarrollo del carozo y la semilla no son paralelos; el hueso adquiere las mayores dimensiones en la primera época (que corresponde a la primera fase de crecimiento) y en este período el embrión es microscópico pero en el comienzo de la segunda fase se observa un rápido engrosamiento hasta que alcanza la dimensión final.

En las variedades muy precoces la tercera fase del desarrollo del fruto se inicia antes que el embrión haya alcanzado la dimensión final y en estos casos la semilla se ha arrugado ó abortado, lo cual induce a una maduración precoz.

En las variedades tardías por el contrario, la tercera fase se inicia cuando ya el embrión ha alcanzado las máximas dimensiones y las semillas son ya viables (Martínez F., 1964).

## 2.2 MADURACION

La maduración es el proceso que transforma a los frutos irreversiblemente y que los conduce a la senescencia (López M. et al, 1998).

En el proceso de maduración de los duraznos se distinguen dos etapas: una primera en que la consistencia de la pulpa disminuye lentamente y otra posterior donde el descenso de la consistencia es muy rápido asociado con un fuerte incremento en la actividad de la poligalacturonasa. En esta primera etapa se producen cambios en la coloración, sabor y textura que proporcionan las características organolépticas que los hacen comestibles. La segunda fase se caracteriza por la emanación de compuestos volátiles que imprimen el aroma al fruto (López, M. et al, 1998).

Se puede distinguir la madurez fisiológica (*mature*), que es cuando el fruto se desprende fácilmente del árbol y la madurez de consumo (*ripe*), que es cuando el

fruto presenta la máxima expresión de condiciones organolépticas y de atractividad. (Luchsinger L., 1997a).

En fisiología de postcosecha se considera madurez fisiológica al estado en el cual el fruto ha alcanzado un desarrollo tal que, luego de la cosecha y período postcosecha su calidad será por lo menos la mínima aceptable por el consumidor (Reid, 1992 citado por Crisosto, 1994).

Según Baumgardner y Delwiche citado por Crisosto (1994), la madurez es el período entre el crecimiento final del fruto y el comienzo de maduración de consumo (*ripening*) y senescencia. Así mismo, la madurez de consumo, se define como el punto final del proceso de maduración.

Durante el proceso de madurez ocurren en los frutos una serie de cambios físicos y químicos que transforman al fruto inmaduro en un fruto listo para el consumo. Estos cambios incluyen ablandamiento de la pulpa -por cambios en la composición de sustancias pépticas-; disminución de la acidez y cambios en la composición de los ácidos orgánicos; y producción de determinados compuestos volátiles que dan a los frutos un aroma característico (Chapman y Horvat, 1990; Do et al, 1969 citado por Crisosto, 1994).

Incrementos en la respiración y en la producción de etileno son cambios fisiológicos también asociados a la madurez fisiológica y al *ripening* (Amoros et al, 1989; Sistrunk, 1985 citado por Crisosto, 1994).

## 2.3 CAMBIOS IMPLICADOS EN EL PROCESO DE MADURACIÓN.

### 2.3.1 Cambios en la consistencia de la pulpa.

El ablandamiento de la pulpa es un factor importante del proceso de maduración fisiológica y *ripening* en la mayoría de los frutos y es sabido que este proceso es acompañado por cambios en las paredes celulares (Brady, 1987; Fischer y Bennett, 1991 citado por Nunan K, et al 1998).

Los cambios en la dureza que ocurren durante el *ripening* en los tejidos de los frutos son atribuidos a una disociación enzimática de las paredes celulares (Fischer y Bennett, 1999; Huber 1983, citado por Huysamer, M., et al 1997).

Las enzimas hidrolíticas son responsables de la disolución de la laminilla media así como de la degradación de las células de la pared; esto lleva a la pérdida de cohesión de los tejidos que determina el ablandamiento (Huysamer M., et al 1997).

En tomate (durante el *ripening*), la aparición secuencial de poligalacturonasas en el pericarpio del fruto (Tieman y Handa 1989) se correlaciona con el ablandamiento diferencial observado en los tejidos (Hall, 1987 citado por Huysamer M., et al 1997).

La modificación de los componentes de la pared está usualmente acompañada por la incorporación de otros compuestos que se sintetizan en ella (Gabeaut y Carpita, 1994; Seymour y Gross, 1996; citado por Nunan, K., et al 1998). La síntesis de polímeros en las paredes celulares es un proceso continuo a partir del *ripening* y los cambios en las relaciones entre ellos, afectan a los restantes componentes de la pared (Lackey et al; 1980 citado por Nunan, K., et al 1998).

Los frutos del duraznero se caracterizan por la facilidad con que se separa el carozo de la pulpa y por la textura de la pulpa cuando el fruto madura (carozo tipo pavía /pulpa firme - carozo prisco /pulpa blanda). Los frutos de carozo pegado se ablandan considerablemente menos que los de carozo despegado y esas diferencias en la textura están asociadas con diferentes formas moleculares y contenido de las poligalacturonasas (Pressey y Avants, 1978 citado por Maness N., et al 1992).

Los autores citados demostraron que el ablandamiento de los duraznos es acompañado por la conversión de las pectinas insolubles en pectinas solubles y que además se solubilizan una mayor cantidad de pectinas en duraznos priscos que en los pavías.

En 1986 Pressey observó la presencia de una exo y endo-galacturonasa en los duraznos priscos, mientras que los pavías poseían solamente la exo-galacturonasa. Por lo que concluyó que la endo-galacturonasa era responsable del ablandamiento en los frutos priscos (citado por Maness N., 1992).

### 2.3.2 Cambios en la composición de los ácidos orgánicos.

En duraznos y nectarinos los ácidos orgánicos predominantes son: málico, cítrico, quinico y trazas de ácido succínico (Chapman y Horvat, 1990 citado por Barcelon et al, 1999).

La acidez de los frutos de durazno se debe principalmente a los ácidos málico y cítrico (Genevois et al, 1947; Ulrich, 1970 citado por Souty M. et al, 1998).

Las cantidades relativas de cada uno de ellos es una característica genética. La calidad sensorial del fruto está fuertemente determinada por la concentración de estos

ácidos (Ruygo, 1964; Souty et al, 1975; Monet, 1979; Sausville, 1965; Gardner, 1966; citados por Souty et al, 1998).

La acidez total del fruto aumenta hasta aproximadamente 130 días luego de plena floración, y después disminuye. La disminución en la concentración de ácidos durante el crecimiento y madurez se observa a menudo en frutos climatéricos (Ulrich, 1952 citado por Souty et al, 1998).

Ishida et al 1971 (citado por Barcelon et al, 1999) observaron que la acidez era baja en las etapas tempranas de desarrollo del fruto y aumentaba hasta alcanzar niveles máximos a mediados de estación para comenzar a declinar en forma sostenida a medida que el fruto maduraba.

En un ensayo realizado por Barcelon et al (1999) los valores de acidez de duraznos en estado inmaduro fueron de 12.2 gramos de ácido málico por kilo mientras que luego de transcurridas dos semanas, estos valores eran de 9 gramos por kilo.

En cuanto al pH, el autor antes citado encontró que no disminuye significativamente entre el comienzo y fin de la madurez.

La disminución de la acidez total observada en los frutos a medida que estos maduran se debe principalmente a la disminución del ácido málico (Deshpande y Salunkhe, 1964; Romani y Jennings, 1971 citado por Robertson J. et al 1990, Chapman G. et al 1991 respectivamente).

### 2.3.3 Cambios en la composición de carbohidratos.

Los niveles de sacarosa por gramo de peso fresco de los frutos de duraznero, se mantienen bajos y constantes durante los estados inmaduros. Aumentan rápidamente a medida que los frutos maduran y se transforman en el principal componente (más del 70%) de los azúcares totales acumulados en los frutos maduros.

En los frutos que han alcanzado la madurez, tres azúcares principales (glucosa, fructosa y sacarosa) representan entre 6 y 14 gramos del peso seco total; la sacarosa representa el 70 a 80% de este valor, mientras que la glucosa y la fructosa representan entre el 15 y 20% del total (Souty M. et al, 1998).

La glucosa y la fructosa están presentes en cantidades más ó menos iguales y son utilizadas constantemente. El sorbitol -otro de los carbohidratos presentes-, se mantiene prácticamente constante durante todo el desarrollo del fruto y representan cerca del 4% de los azúcares totales en los frutos maduros.

En investigaciones realizadas por Tokaya M. et al 1990, se encontró que existe una relación entre la composición de azúcares y la actividad relativa de las enzimas. La enzima sorbitol oxidasa cataliza la conversión del sorbitol a glucosa. La glucosa y la fructosa son productos de la acción de las enzimas oxidasa e invertasa.

#### 2.3.4 Cambios en la producción de etileno.

Una manifestación fundamental del metabolismo del fruto lo constituye la emisión de calor y anhídrido carbónico como resultado de la respiración. De acuerdo con el patrón seguido por la respiración, los frutos se distinguen en climatéricos y no climatéricos. El climaterio es un período de actividad vital de algunos frutos durante el cual suceden una serie de cambios bioquímicos que se inician con la producción auto-catalítica de etileno. Esta, a su vez involucra un incremento de la respiración, acelerando consecuentemente la maduración (Guarisoni A., 2000).

El durazno se encuentra en el grupo de frutos climatéricos, por lo tanto, en proximidad de la maduración presenta un aumento de actividad respiratoria conjuntamente con un incremento en la producción de etileno endógena. Estos dos procesos están asociados a un elevado metabolismo que implica una intensa actividad bioquímica (Testoni A. 1995).

En los frutos climatéricos el *ripening* se caracteriza por un aumento en la producción de etileno que cumple un rol esencial en el proceso. La relación entre el etileno y la hidrólisis de las paredes celulares ha sido demostrada en muchas especies frutales (Cristhoffersen et al, 1989 Grierson et al, 1985 citado por Luchsinger L. et al, 1998).

Amorós et al (1989) observaron que la biosíntesis del etileno se activa durante el *ripening* en los frutos de duraznos y que la producción y conjugación de ACC (precursor de etileno) regula la cantidad producida (citado por López et al, 1998).

Los duraznos deben ser considerados entre las especies frutales en las cuales el pico climatérico y el pico de etileno, coinciden con el estado de madurez de consumo (Given, 1993 citado por Tonutti et al, 1996).

#### 2.3.5 Cambios en el color de la piel.

Es la variación más evidente que ocurre en la mayoría de los frutos en esta etapa. Se da como consecuencia de la degradación de la clorofila y el desenmascaramiento y/o síntesis de pigmentos.

La clorofila es degradada por la enzima clorofilaza, que remueve el grupo fitol resultando en una pérdida del color verde y aparición de tonalidades amarillas y naranjas.

Entre los pigmentos que se sintetizan paralelamente a la degradación de la clorofila se encuentran los pigmentos carotenoides (50 tipos identificados). Este proceso se ve afectado por la temperatura, que es específica del tipo de pigmento; niveles adecuados de O<sub>2</sub> y pequeñas cantidades de etileno (Luchsinger L. et al, 1997a).

## 2.4 INDICES DE MADUREZ

Las características de los frutos que cambian con la madurez, son de valioso uso como indicadores del momento de cosecha (Lill et al, 1989 citado por Luchsinger L. et al, 1997 a).

La medición de las características fisiológicas internas ó externas del fruto que se relacionan con la madurez fisiológica, se denominan índices de madurez (Luchsinger L. et al, 1997 a).

La determinación de un índice de madurez involucra el establecimiento de cambios físicos y/o químicos consistentes que ocurren en el fruto, tales como la tasa de producción de etileno, tasa respiratoria, firmeza de la pulpa, sólidos solubles, acidez titulable y pH entre otros (Reid 1992 citado por Luchsinger L. et al, 1997 a).

Luego de esta determinación, algunos de estos indicadores (índices de madurez) son seleccionados. Para ello se utilizan ensayos de almacenamiento y/o evaluaciones sensoriales para determinar cual ó cuales de ellos son útiles para determinar el grado de madurez de los frutos cosechados en todas las estaciones, para todos los cultivares y zonas de producción (Bhargava et al, 1986; Chander et al, 198; Crochon, 1985; Josan et al, 1982; Shewfelt et al, 1987; Sims et al, 1963 citado por Crisosto C. 1994).

La búsqueda de un buen método para determinar la madurez de un producto perecedero, debe considerar lo siguiente:

a- la medición debe ser preferentemente simple, fácil de aplicar en el campo, rápida y de bajo costo.

b-el índice debe ser objetivo (una medición) y no subjetivo (una evaluación), en lo posible un método no destructivo.

c-el parámetro a medir debe mostrar un cambio progresivo con la maduración, y de esta forma permitir la predicción de una madurez determinada a cosecha ó durante el almacenaje postcosecha (Luchsinger L. et al, 1997 a).

De los numerosos índices propuestos, solo algunos son efectivamente prácticos y utilizables a campo por su facilidad de aplicación. Para duraznos, nectarinos y ciruelos se han sugerido los siguientes índices de madurez: tamaño, peso, forma, color de fondo (cambios de verde a amarillo), firmeza, sólidos solubles y acidez (Crisosto, C. 1994).

#### 2.4.1 Forma y Tamaño

El logro de un tamaño determinado es un posible índice de madurez, pero no se lo puede tomar como único índice de referencia, ya que en muchos casos puede estar influenciado por la carga de la planta, las condiciones climáticas y las prácticas culturales. La forma del fruto, el desarrollo de los hombros, el ensanchamiento lateral y de la sutura, son indicativos de madurez (Lill et al 1989; Kader y Mitchell, 1989 citado por Crisosto C.1994).

El peso medio puede ser válido en cuanto muestra un incremento progresivo durante la maduración y es típico para los diversos cultivares (Testoni A.1995).

#### 2.4.2 Color de fondo

El color de los frutos es determinado por varios pigmentos presentes en la piel y en la pulpa (Rood, 1957; Stenbridge et al, 1972 citado por Crisosto, 1994).

A medida que el fruto madura la clorofila tiende a desaparecer y el color pasa de verde a amarillo ó rojo (Kader y Mitchell,1989; Mitchell et al, 1979; Romani y Jennings, 1971; Kyall y Pentzer, 1982 citado por Crisosto, 1994). Con respecto al color de fondo, se probó que este índice está bien correlacionado con las características organolépticas del fruto durante la maduración.

Delwiche et al (1987) citado por Luchsinger L. (1997 a) han desarrollado una carta colorimétrica estándar con valores de referencia que van de 1 a 6, donde 1 significa fruto inmaduro (color de fondo verde) y 6 significa fruto completamente maduro (color de fondo amarillo naranja). El color de referencia 3, corresponde al

grado de suficiente madurez y está sugerido como valor mínimo de cosecha para muchos cultivares. Muchos autores (Eccher P. et al, 1990; Pratella G. et al, 1988; Ventura M. et al, 1992 citado por Testoni A. 1995) han confirmado como el color valorado objetivamente con un colorímetro utilizando los parámetros “L”, “a”, “b” de la escala internacional C.I.E., resulta extremadamente relacionado con la calidad organoléptica, dureza, acidez, y residuo refractométrico.

De las numerosas pruebas realizadas en Italia utilizando la carta colorimétrica, resultó que los frutos presentaban una notable uniformidad no solo por el color sino también por la dureza y el residuo refractométrico. El uso de carta colorimétrica comparativa presenta algunas limitaciones de aplicación para algunos cultivares de duraznos y nectarinos que presentan una precoz, acentuada y total extensión del sobre color rojo (Testoni A. 1995).

La relación entre el color de fondo utilizando un colorímetro triestímulo que mide en forma objetiva el color y la madurez, fue estudiada en trece cultivares de durazno. Diferencias entre color de fondo y estado de madurez, se observaron preferentemente en la coordenada “a” del sistema de medición de color Hunter. En términos generales, el color de fondo a la cosecha fue un mejor indicador de la calidad comestible después de un período de maduración al ser comparado con la firmeza del fruto (Delwiche y Baumgardner, 1985 citado por Luchsinger L. et al, 1997 a).

En las variedades conocidas como de coloración roja total (*full color*), la coloración rojiza sobre el fruto dificulta la determinación del color de fondo. En este caso se hace necesario determinar si hay correlación con otros parámetros de madurez (Luchsinger L. et al, 1997 a).

Por otro lado, el desarrollo de sobrecolor en duraznos y nectarinos depende de la exposición a la luz que está influenciada por la posición de los frutos en el árbol, sin embargo el color de fondo es menos afectado por la luz y por eso es un índice de madurez más confiable (Kader y Mitchell, 1989; Mitchell et al 1979; Romani y Jennings, 1971; Kyall y Pentzer, 1982 citado por Crisosto, 1994).

### 2.4.3 Consistencia de la pulpa

La firmeza de la pulpa es otro de los parámetros que disminuyen durante la madurez. En general, duraznos cosechados con una presión de 12-18 libras, maduran en postcosecha y pueden alcanzar una mejor calidad que aquellos cosechados a una presión de 12-15 libras (Kader y Mitchell, 1989 citado por Crisosto, 1994). Los cultivares tempranos de duraznos, nectarinos y ciruelos son por lo general menos

firmes al momento de alcanzar la madurez mínima que los cultivares tardíos. Los valores promedio de presión característicos del estado mínimo de madurez son de: 9-10; 11-12 y 13-14 libras para cultivares tempranos, de estación y tardíos respectivamente. La desventaja de este índice es el de ser destructivo (Kader y Mitchell, 1989 citado por Crisosto, 1994).

#### 2.4.4 Sólidos solubles

Los sólidos solubles medidos a través del residuo refractométrico se consideran como índice de madurez y de calidad. Los valores dependen de la zona de producción, por ejemplo en Italia (Verona) no deben ser inferiores a 10°Brix en duraznos precoces, 11°Brix en aquellos de maduración media y 12°Brix para aquellos de maduración tardía (Testoni A. 1989 citado por Testoni A. 1995).

La cantidad de sólidos solubles se incrementa con la madurez y en el *ripening*. El uso de sólidos solubles, como índice de madurez, comenzó principalmente cuando se introdujeron los cultivares de ciruelo de piel oscura en California donde el uso de otros índices como el color de fondo, resultaban inefectivos. Posteriormente su uso por parte de los productores fue dejado debido a su poca practicidad (Dann y Jerre, 1988; Mitchell et al, 1990 citado por Crisosto, 1994).

#### 2.4.5 Acidez Titulable

A medida que transcurre el tiempo los frutos pierden acidez. Esta característica de madurez es afectada por el cultivar y la variación estacional (Boggess et al, 1974; Rood, 1957; Salunkle et al, 1968 citado por Crisosto, 1994) y su medición es más compleja que la medición de sólidos solubles.

El índice de maduración (relación entre el contenido de sólidos solubles y acidez), se ha encontrado mejor relacionado con la calidad que el contenido de sólidos ó la acidez total por sí solos, pero es una característica variable entre años (Kader et al, 1982; Kader y Mitchell, 1989; Lill et al, 1989; Meredith et al, 1989 citado por Crisosto, 1994).

#### 2.4.6 Índices Múltiples

En muchos casos, el uso de un solo índice de madurez, como por ejemplo el color de fondo, no es suficiente y puede ser de mayor utilidad en combinación con otros índices. En California, una serie de nuevos cultivares en los cuales el sobrecolor enmascara el color de fondo ya desde muy temprano, limita el uso de este como índice. Para estos casos, Mitchell afirma que el color de la pulpa puede ser de utilidad para determinar correctamente la madurez y garantizar una óptima calidad de la fruta.

En Sudáfrica, debido a la variación del sobrecolor de estación a estación, el uso de la firmeza de la pulpa en asociación con el color de fondo, se recomienda como el único método confiable para establecer la madurez mínima (Visagie and Eksteen, 1981 citado por Crisosto, 1994).

Estos investigadores han observado que los frutos más maduros tienen mejor color de la cáscara, más sabor y color de la pulpa; menos firmeza de la pulpa, alto contenido de sólidos solubles, y menores niveles de acidez que los frutos verdes. De ahí la importancia de utilizar más de un índice de madurez.

Las medidas de las características del fruto tradicionalmente destructivas pueden en un futuro cercano volverse no destructivas. Las determinaciones no destructivas de sólidos solubles totales, peso seco, color de la pulpa, firmeza y contenidos de azúcares y ácidos se pueden realizar mediante luz infrarroja, resonancia magnética, trasmittancia de la luz y otras técnicas (Mitchell 1991 citado por Crisosto, 1994). Si esta nueva tecnología se vuelve disponible, resultará en cambios en la industria frutícola (principalmente en lo que a postcosecha se refiere) con respecto a la determinación de los índices de madurez y los atributos de calidad.

## 2.5 EFECTOS DEL CALCIO SOBRE LA MADUREZ DE LOS FRUTOS.

Los frutos luego de cosechados pasan por una serie de etapas antes de ser consumidos. Estas etapas incluyen preenfriado, clasificación, empaque, transporte y almacenamiento. Si no se realizan adecuadamente, la calidad de los mismos se deteriora y se hacen evidentes machucones, heridas y/o ataques fúngicos.

Como consecuencia de esto, la vida de mostrador (*shelf life*) disminuye resultando en gastos adicionales, menores precios a los productores y altos precios al consumidor (Ochei C. et al, 1993).

Los iones calcio son mensajeros intracelulares importantes en las plantas (Báez-Saduño et al, 2000).

DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACIÓN Y  
BIBLIOTECA

Varios aspectos fisiológicos de la célula se ven influenciados por los cambios en la estructura de la pared celular, permeabilidad en las membranas y activación enzimática, las que a su vez se ven alteradas por la presencia de calcio que es transportado por medio de calmodulina. Evidencias experimentales recientes, sugieren que ciertas funciones celulares son reguladas parcialmente por el calcio y la calmodulina (Poovaiah, 1986 citado por Báez - Saduño et al 2000).

Estudios de senescencia de hojas y madurez de frutos han indicado que frecuentemente la senescencia depende del nivel de calcio en el tejido, y que debido al incremento de los niveles de éste, se alteran varios parámetros como la respiración, el contenido de clorofila, proteínas y fluidez de las membranas (Sams y Conway, 1984; Poovaiah, 1986 citado por Báez - Saduño, 2000; Ferguson, 1984; citado por Alaniz y Allaiume, 1998).

El calcio juega un rol muy importante en el proceso de maduración y *ripening*. En muchos frutos retarda la maduración y senescencia (Poovaiah et al, 1988; Ferguson, 1984) y reduce las alteraciones fisiológicas (Bangerth, 1979; Cocucci et al, 1989; Failla et al 1990 citado por Labavitch J. et al 1993).

El calcio es efectivo en mantener la estructura y fortaleza de la piel de los frutos (Huber 1983; Dey y Brimson, 1984; Poovaiah, 1986 citado por Ochei C. et al 1993).

Según Ressignol et al (1977) citado por Ochei C. et al (1993), alrededor del 60% del calcio se asocia con las células de la pared. La laminilla media de estas células es rica en materiales pépticos que interactúan con el calcio para formar pectatos de calcio que mantienen la cohesión entre las células (Dey y Brimson, 1984 citado por Ochei C. et al 1993). Conway et al (1987), reportaron que el calcio reduce la producción de etileno y la actividad de las poligalacturonasas y celulasas. Estas enzimas son las responsables de la degradación de la cutícula y las paredes celulares.

El incremento en los niveles de calcio en los tejidos reduce las podredumbres causadas por hongos patógenos y mantienen la firmeza de la pulpa (Dematry et al, 1984 citado por Janisiewicz W., 1998). Esta resistencia se atribuye al hecho de que las paredes celulares, se vuelven menos accesibles a las enzimas que producen los hongos responsables del ablandamiento y degradación de los tejidos del fruto.

En una revisión realizada por Bateman et al (1965), se encontró que las poligalacturonasas producidas por varios hongos patógenos no hidrolizan fácilmente a los pectatos de calcio de la pared. Además, el calcio retarda la tasa de maceración de los tejidos por la poligalacturonasa. Presumiblemente esta resistencia al ataque por dicha enzima se deba a los complejos de calcio que se forman con las sustancias pépticas (Alaniz y Allaiume, 1998).

Generalmente, las podredumbres en postcosecha, causadas por hongos patógenos, se controlan mediante tratamientos fungicidas (Eckertand and Ogawa; 1985 y 1988 citado por Janisiewicz W.,1998 ). No obstante, la preferencia de los consumidores por productos libres de pesticidas y la resistencia creciente de los hongos a los fungicidas usados comúnmente, hace necesaria la búsqueda de métodos alternativos como pueden ser las aplicaciones de calcio.

La concentración de calcio requerida para el control de estos desórdenes es mayor a la que se puede obtener con la fertilización, por eso se realizan aplicaciones de diferentes sales de calcio en pre y postcosecha (Conway et al, 1991). Este método ha demostrado ser el más exitoso para aumentar el contenido de calcio de los tejidos.

Los tratamientos con calcio a los frutos una vez cosechados no son muy efectivos y pueden causar daños a los mismos (Drake y Bramlage, 1983 citado por Báez – Saduño, 2000).

Por otro lado, las aplicaciones realizadas en precosecha son muy utilizadas, aunque es necesario hacer varias aplicaciones para obtener buenos resultados y ello implica mayor costo (Drake y Bramlage, 1983; Perring, 1979; Glenn y Poovaiah, 1985 citado por Báez – Saduño 2000).

Según Johnson,1979; las aspersiones en precosecha necesitan ser aplicadas repetidamente a lo largo de las etapas de crecimiento del fruto (citado por Báez – Saduño, 2000).

En un ensayo realizado por Labavitch J. et al (1993) se probaron diferentes fuentes de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ) que se aplicaban en solución con agua estéril sobre explantes de pericarpio de tomate, y su efecto en el *ripening* de los frutos. Se midieron los siguientes parámetros: cambio de color, firmeza de los tejidos, producción de etileno, turgencia celular, cambios en la composición de las pectinas y actividad de las enzimas hidrolíticas. Para el  $\text{CaCl}_2$ , se usaron concentraciones de 1,2 y 4 % (peso / volumen) para las demás soluciones una concentración de 2% (peso / volumen). Los tratamientos  $\text{CaCl}_2$ , retrasaron el *ripening* dependiendo de la concentración al igual que otros cationes bivalentes (Sr y Ba ) que presentaron el mismo efecto. Por otro lado, los cationes monovalentes (K y Na) no afectaron el proceso. El suministro de soluciones de  $\text{CaCl}_2$ , retrasó la maduración proporcionalmente a la concentración. El tratamiento influyó de modo evidente sobre los parámetros indicativos: mantuvo la consistencia de la pulpa, retardo del viraje de verde a rojo y la producción de etileno típica del climaterio. De los resultados de este trabajo, se desprende que las sales de calcio actúan de dos maneras sobre la maduración de los frutos: directamente en interacción estructural con las pectinas de la pared celular, y retardando la producción de la enzima que degrada las pectinas, la poligalacturonasa.

Trabajos realizados por Conway et al (1987), indican que aplicaciones de nitrato de calcio precosecha sobre frutos de duraznero, aumentan la vida postcosecha, manteniendo la firmeza de la misma por más tiempo, retardando ó disminuyendo la tasa de respiración y el decaimiento interno (Alaniz y Alliaume, 1998).

En otro ensayo realizado por Ochei C. et al (1993) se analizaron las características de los frutos de duraznos relacionadas con la calidad en madurez fisiológica, madurez de consumo y vida de mostrador (*shelf life*) a los que se le había aplicado en precosecha  $\text{CaCl}_2$  (2ppm) ó Nutrical 8% de calcio soluble (2ppm). Estos frutos luego de cosechados y preenfriados se infiltraron al vacío usando las mismas formulaciones químicas y concentraciones. De los frutos almacenados a 3°C por un período de 7 semanas, se tomaban muestras periódicas para realizar los análisis. Los resultados de este ensayo mostraron que el contenido de calcio de los frutos tratados fue significativamente superior al control. Con respecto a la firmeza, el calcio produjo un incremento significativo de la misma en los frutos tratados. Los sólidos solubles totales en general aumentaron durante el período de almacenamiento. Con respecto a la acidez, los frutos tratados eran más ácidos que el control y la acidez bajó mas lentamente. El índice de maduración (sólidos solubles / acidez) aumentó gradualmente durante el período de estudio pero mostró valores más bajos en los frutos tratados.

## 2.6 INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ DEL FRUTO AL MOMENTO DE LA COSECHA EN LA CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA.

El estado de madurez es solo uno de los aspectos relevantes en relación a la calidad de los productos perecederos, pero tiene gran importancia ya que limita el comportamiento en postcosecha, tanto en la comercialización como en sus características organolépticas finales, determinando en cierta medida el potencial de almacenaje (Luchsinger L. et al, 1997 b).

El grado de desarrollo y el nivel de atributos adquiridos por el fruto,-esto es el estado de madurez en el cual el fruto es cosechado-, reviste gran importancia en su comportamiento postcosecha y determina en gran medida su potencial de almacenamiento. Del reconocimiento de este hecho surge la necesidad de utilizar índices de madurez no solamente para fijar el momento de cosecha, sino para evaluar el manejo postcosecha más adecuado en relación al fruto en cuestión y según el objetivo comercial perseguido (Guarinoni A.; 2000).

La decisión de cuando se deben cosechar los duraznos es un dilema con prioridades opuestas. Mientras la calidad del fruto es realizada por una cosecha tardía, factores de producción y de mercado obligan a cosechar frutos inmaduros (Barcelon G. et al, 1999).

Generalmente, la cosecha del durazno se efectúa en un estado de maduración muy precoz, para mantener la consistencia de la pulpa y poder efectuar una “tranquila” y rápida clasificación mecánica sin preocuparse de las consecuencias negativas a nivel organoléptico. No obstante, el consumidor solo puede apreciar las características organolépticas cuando el fruto se cosecha en un estado de maduración avanzado, porque aquí la firmeza, los aromas y la dulzura son más intensos (Monzini A. et al, 1984 citado por Testoni A. 1995)

Por un lado los frutos que son cosechados en estado inmaduro son más sensibles a la deshidratación, desorganización interna y son de inferior calidad al alcanzar la madurez de consumo. Por otra parte, los frutos sobremaduros se ablandan con facilidad y adquieren texturas y sabores indeseables a pocos días de ser cosechados (Kader y Mitchell 1989 citado por Crisosto, 1994).

En general, los frutos inmaduros ó cosechados precozmente, tal como fuera citado anteriormente, tienen calibres menores, son más consistentes, más verdes, más ácidos, menos dulces y menos aromáticos. Por el contrario los frutos cosechados tardíamente son de mayor calibre, más dulces, menos ácidos, menos consistente y más aromáticos.

Entre ambos estados fisiológicos es necesario establecer una madurez de cosecha tal, que permita la manipulación del fruto en las tareas de clasificación, empaque, transporte y muchas veces un período de conservación; y que a su vez alcance la máxima expresión organoléptica al momento del consumo (Watada et al, 1984; Delwiche et al, 1987 citados por Barcelon G., 1999; Guarinoni A., 2000).

Por lo expuesto, el conocimiento de la fisiología del fruto durante su desarrollo y maduración, ya sea en el árbol ó luego de cosecha, es esencial para definir el momento oportuno de la misma. Muchos de los factores biológicos del deterioro en postcosecha están relacionados con su fisiología y bioquímica (Luchsinger L. et al, 1997 a).

### 2.6.1 Alteraciones de la calidad del fruto.

La calidad del producto cosechado es determinado por un conjunto de condiciones prevalecientes durante la etapa de producción. Dichas condiciones de

precosecha (cultivar, patrón, clima, suelo, manejo del cultivo, etc.) definen la calidad del producto al momento de la cosecha, condicionando los requerimientos de manejo postcosecha de éstos y su calidad de conservación (Toledo, 1993; citado por Salvador M., 2000).

La calidad se define en función del destino del producto. Los atributos que componen la calidad son: apariencia, tamaño, forma, color, defectos, sabor y factores nutricionales (Wills y Lee, 1984; citado por Salvador M., 2000).

Los frutos del género *Prunus*, denominados comúnmente frutos de hueso ó carozo -entre ellos el durazno- (*Prunus pérsica*) con sus múltiples variedades y clones han tenido siempre buena aceptación tanto por sus características nutritivas como sus cualidades organolépticas. Sin embargo no han recibido la suficiente atención en lo que respecta a su comportamiento bioquímico y fisiológico en periodos tan importantes como son la maduración luego de cosecha, la conservación y maduración complementaria (maduración luego de transcurrido el periodo de conservación), (Guzmán G. et al, 1992).

Ha pasado el tiempo en el que bastaba producir para colocar el producto en el mercado con un buen resultado económico. Actualmente la seguridad alimentaria y la satisfacción de las necesidades, representan los verdaderos objetivos perseguidos. Hoy, la calidad es el centro de interés de los consumidores, técnicos, productores y del poder público. Se trata de un cambio de horizontes y de estrategias de producción que involucran a todo el sector productivo (Vannini L., 1999).

Entre los principales problemas de calidad relacionados con las operaciones de cosecha y postcosecha, figuran los daños y lesiones mecánicas; daños por frío (harinosidad, vitescencia, etc.); podredumbres y manchas en la piel (*peach skin decoloration*).

#### 2.6.1.1 Daños y lesiones mecánicas

La creciente difusión de la mecanización del manejo postcosecha ha llevado a un primer plano, el problema de los daños mecánicos en los productos hortifrutícolas.

Los daños perceptibles por fuera del fruto, determinan la pérdida de calidad que afecta su posterior comercialización. Se pueden identificar diferentes tipos de daños. Un primer tipo de lesiones, son aquellas causadas por impactos a alta velocidad y alta energía, como en el caso de caídas directas del fruto sobre superficies rígidas (Beni et al, 1998; Menesatti P. et al, 1998 citado por Menesatti P. et al 1999 a y b).

También pueden haber lesiones causadas por impactos de baja velocidad y baja energía de deformación (vibraciones y abrasiones) que pueden ocurrir mientras el fruto esta en la planta y en las fases de acondicionamiento y transporte.

El último tipo de lesiones mecánicas es de baja velocidad pero de elevada energía deformativa, es el caso de compresiones en que la importancia de la machucadura, está en relación a su diámetro. La deformación resultante es permanente y potencialmente modificada por el surgimiento de un daño visible (oscurecimiento de la zona afectada), (Menesatti P. et al, 1999 a y b).

Según Wills et al, (1982) todos los frutos almacenados son susceptibles a los daños mecánicos.

Los tejidos golpeados ó machucados se presentan primero como una mancha acuosa y luego se transforman en manchas oscuras de color marrón que se hacen más visibles con el aumento de la temperatura. La parte afectada del fruto presenta pérdida de sabor y es más susceptible a los ataques fúngicos.

Se han realizado diferentes trabajos para determinar la susceptibilidad de los frutos a los golpes como el realizado por Hung Y. y Prussia S. (1989), en el cultivar *Red Globe* donde se trabajó con impactos de diferente nivel de energía. Se midió el volumen y la susceptibilidad a la machucadura y se observaron que los frutos más maduros eran más susceptibles a los golpes presentando mayores volúmenes de machucaduras que los menos maduros; no obstante, las diferencias entre los medianamente maduros y los inmaduros no resultaron significativas.

En un trabajo realizado por Vitti C. et al, (2000) se buscaba conocer los puntos críticos que originan daños durante el manejo postcosecha de la papaya, en las distintas etapas de manejo, o sea, entre la cosecha y el producto final empacado, con los daños evaluados a través de grados de severidad. Los resultados revelan que las frutas ya en cosecha presentan gran número de lesiones, principalmente golpes y cortes. Estos daños aumentan en la línea de packing en los procesos de selección y clasificación. Debido a que la producción de lesiones que ocurre durante el manejo de los frutos, y es un proceso sumatorio se ve agravado con el tiempo de almacenamiento. Por eso deben ser tomadas precauciones en todas las etapas, principalmente durante la cosecha.

#### 2.6.1.2 Daños por frío

Los duraznos y nectarinos son frutos altamente perecederos que soportan un almacenamiento refrigerado a 0°C durante 2 a 8 semanas. Maduran y senescen rápidamente a temperatura ambiente y para evitar serias pérdidas requieren un almacenaje refrigerado que se ve frecuentemente limitado por las bajas temperaturas

utilizadas. Estas son causantes de daños por frío en el fruto que en variedades susceptibles se tornan evidentes a tan solo 2 ó 3 semanas de almacenaje. En general los duraznos son más susceptibles que los nectarinos (Lill, et al, 1989; citado por Luza, J. et al, 1992).

Los cambios físicos y/o fisiológicos inducidos por la exposición a bajas temperaturas, en almacenaje refrigerado junto a la subsecuente expresión de síntomas característicos, son comúnmente denominados con el término daños por frío (“*chilling injury*”). El daño por frío ocurre por sobre la temperatura de congelación del fruto (aproximadamente - 0.8°C) la cual es dependiente del contenido de sólidos solubles, y bajo los 8 – 9°C (Ben – Arie y Lavee,1971 citado por Luschinger L., 2000).

La pérdida de jugo en la pulpa (harinosidad, “*woolliness* ó *mealiness*”), el oscurecimiento de la misma así como el aumento de la susceptibilidad al decaimiento interno y pérdida de la capacidad para madurar, son algunos de los síntomas de daños por frío en duraznos. Se considera que éstas alteraciones involucran factores físicos como alteraciones de las membranas y alteraciones en la difusión de algunas enzimas que afectan la integridad estructural de las células (Morris, 1982 citado por Luza J. et al,1992).

A medida que los frutos maduran, una fracción importante de las pectinas en las paredes celulares, se transforman en sustancias solubles y estos cambios influyen sustancialmente en la textura de la pulpa de los frutos (Ben-Arie et al., 1979; citado por Labavitch,1981). Cambios indeseables en la textura de la pulpa de los frutos relacionados a los daños por frío se asocian con alteraciones del metabolismo de las paredes de los mismos (Ben-Arie y Lavee,1971; Ben-Arie y Sonego,1980; Buescher y Furmanski, 1978; citados por Luza J. et al, 1992).

Los principales daños por frío son:

\*Harinosidad de la pulpa (*mealiness* ó *woolliness*)

La harinosidad es un factor de considerable importancia económica, ya que es uno de los primeros síntomas de daño por frío, fuerte limitante del potencial de almacenaje (Ben – Arie y Lavee 1971 citado por Luschinger L., 2000).

Los frutos afectados por esta alteración, presentan una pulpa (mesocarpo) harinosa, con textura blanda y con fibras fuertemente lignificadas, con tendencia a una pérdida de las propiedades organolépticas. Esta alteración se ve favorecida cuando la recolección es anticipada (Guzmán G. et al, 1992).

Al igual que muchos desordenes fisiológicos, la harinosidad se visualiza solo al partir el fruto, siendo muy difícil de determinar externamente. El síntoma no se visualiza durante ó inmediatamente después de la salida del almacenaje refrigerado sino mas bien en el período de maduración o comercialización, generalmente después de un día a 15 – 20 °C (Ben – Arie y Lavee 1971 citado por Luschinger L., 2000).

La harinosidad no se produce por deshidratación del fruto, sino que obedece a un problema de retención del agua relacionado con el mecanismo de liberación del jugo. Se cree que está asociado a un fenómeno de gelificación producto del aumento del nivel de pectinas de alto peso molecular en la pared celular y la laminilla media, que retienen el agua en forma de gel (Ben – Arie y Lavee 1971 citado por Luschinger L., 2000).

#### \*Vitrescencia

Se suele manifestar en el mesocarpio como zona de forma elíptica, isodiamétricas que llegan a ser diáfanos, de color verdoso y de aspecto vitrescente ó vidrioso y translúcido. Para que aparezca esta alteración influyen las condiciones de conservación que alteran determinadas rutas bioquímicas de la maduración del durazno. Estos frutos pueden ser destinados a industrialización, no presentando una predisposición especial para la aparición de podredumbres. Se ha relacionado esta alteración con un fuerte crecimiento vegetativo del árbol (Guzmán G. et al, 1992).

#### \*Mal radiante ó mal estelar

Se manifiesta como un pardeamiento de la pulpa alrededor del carozo, desarrollándose posteriormente como franjas pardeadas alrededor del mismo. Esta alteración se acentúa en los frutos con un estado de maduración avanzado y se debe principalmente a una prolongación del período de conservación, no manifestándose externamente. Temperaturas de - 0.5°C y de 7 a 10°C, aumentan el porcentaje de frutos que presentan este tipo de alteraciones. Para prevenirlas, es conveniente

recolectar los frutos en un estado previo a la total madurez, limitando el período de conservación y no trabajando a las temperaturas indicadas.

Como ya fue mencionado, los frutos pueden ser almacenados entre 0 – 5 °C, observándose que a 5°C se adelanta la expresión de los síntomas de daño por frío en relación a 0°C; pero con ambas temperaturas, los desórdenes fisiológicos se producen igual, al menos en forma de harinosidad (Luza et al, 1992 citado por Lucchsinger L.,1997 b).

Mientras no se obtengan variedades resistentes al daño por frío, los esfuerzos deberán concentrarse en determinar la susceptibilidad varietal bajo condiciones locales y de esta forma controlar muy bien los tiempos y temperaturas de almacenaje a modo de llegar a los consumidores antes que se produzca o manifieste el daño. A su vez manejar variedades menos susceptibles que toleren el transporte prolongado y el uso de atmósfera modificada o controlada durante el transporte (Luchsinger L et al, 2000 ).

### 2.6.1.3 Podredumbres

Diversos microorganismos parásitos y saprofitos, pueden desarrollarse sobre los frutos, ya sea en el campo y/o durante las etapas de conservación, transporte y comercialización. Estos determinan pérdidas considerables; no siempre fáciles de cuantificar (Eckertanol y Ogawa,1985 y 1988; citado por Gullino M. ,1994).

Las infecciones sobre el fruto son causadas principalmente por *Monilia spp.* y en menor medida por otros microorganismos fúngicos como: *Rhizopus spp.*; *Penicillium spp.* y *Botrytis cinerea*.

Las podredumbres del fruto causadas por estos microorganismos a diferencia de otras enfermedades, se evidencian muy poco en el campo y se manifiestan principalmente en la fase de comercialización y consumo. Esto determina un daño directo debido a la incidencia de las enfermedades con pérdidas de producción que en algunos años superan el 30 – 40 %, y daño indirecto en cuanto a que el mercado cambia a productos alternativos (Guzmán G. et al 1992).

La incidencia del ataque de *Monilia spp.* sobre el fruto, puede estar determinada por muchos factores, entre ellos condiciones climáticas favorables al desarrollo de la infección; variedades muy susceptibles, presencia de microlesiones en el fruto luego de la cosecha y durante el procesamiento; fuente de inóculo en el campo y en las etapas posteriores; prolongada conservación frigorífica; utilización de agua para obtener una rápida refrigeración; etc. (Guzmán G. et al 1992).

La gravedad de los ataques está estrechamente correlacionada al tiempo de permanencia del fruto en frío, sobretodo al número de días que permanece a temperatura ambiente luego de la conservación frigorífica . Se presenta como una mancha de color marrón evolucionando a tonalidades negras, circulares y de contorno definido, apareciendo posteriormente las hifas aéreas de color blanco ó blanco grisáceo. Las vías de penetración son generalmente las heridas que puede presentar el fruto. El desarrollo de la patología se acentúa mediante el contacto de los frutos en el almacenaje frigorífico, ya que esporas del hongo se encuentran frecuentemente sobre la superficie de los mismos (Guzmán G. et al, 1992). Es importante destacar que cuando el fruto está maduro, la resistencia al desarrollo de infecciones se ve reducida y el microorganismo fúngico penetra con facilidad invadiendo rápidamente el tejido en profundidad (Ponti I. et al, 1998).

Las podredumbres causadas por *Rhizopus spp*, se inician con un ablandamiento de los tejidos, con un desarrollo posterior de las hifas y una esporulación que conduce a la formación de esporangios, que se evidencian como puntos negros al final del micelio.

En cuanto a las podredumbres causadas por *Penicillium spp*, estas se manifiestan previamente con el desarrollo de un micelio blanco que una vez que esporula adquiere una coloración verde ó azul.

En todos los casos, la infección de los hongos suele producirse por heridas de la epidermis, ocasionadas en recolección ó durante el transporte y posterior manipulación (Guzmán G. et al 1992).

#### 2.6.1.4 Decoloración de la piel (*Peach Skin Discoloration* )

La decoloración de la piel del fruto, es un problema de postcosecha importante y creciente en duraznos y nectarinos comercializados en fresco que cobró importancia en los últimos 10 años. El síntoma aparece como una decoloración y amarronamiento de la piel sobre zonas coloreadas (rojas) y manchas agrisadas ó castañas sobre las zona claras ó amarillas de la fruta (Ogawa J.M. et al, 1990). Frecuentemente los síntomas se manifiestan cuando el fruto esta en tránsito ó llega a destino.

La creciente incidencia de la decoloración de la piel se relaciona al desarrollo del uso de agroquímicos, cosecha a granel, hidrofriado, tratamientos con cloro y múltiples operaciones de packing que dañan a los frutos (Chastagner G.,et al 1976;

Harvey J. et al, 1972; Ridley J. et al , 1976; Van Buren J., 1974; citado por Denny et al 1986).

En frutos de duraznero, el único pigmento rojo reportado es el cianadina- 3-glucósido (Harborne J.; 1977; Hsia B. et al 1965; Van Blaricom L. et al 1967; citado por Denny et al 1986). Este compuesto es un antociano y muchos compuestos de este tipo, cambian de color cuando se altera el pH (Asen S. et al, 1973; Eskin N. et al, 1979; Harper K., 1968; Van Buren J. et al, 1974; Wlostad R. et al, 1970 ; citado por Denny et al, 1986) y/o cuando está en presencia de metales. Los daños físicos en la piel de duraznos y nectarinos favorecen y aceleran el desarrollo de decoloraciones en los cultivares susceptibles.

Según Denny E. et al (1986), la estructura del pigmento varía, resultando en el cambio de color asociado con PSD. Estos cambios pueden estar afectados por el sistema de cosecha que puede alterar el ambiente principalmente el pH, la concentración de iones metálicos ó el contenido de cloro .

Los fungicidas *benomyl*, *dicloran*, *captan* y *triforine* no inducen individualmente decoloración pero mezclas de funguicidas en las ceras con pH mayores a 8 pueden causar síntomas de decoloración. Las aplicaciones foliares de fertilizantes conteniendo cloro, aluminio, hierro, cobre, zinc y cobalto muchas veces incrementan la aparición de síntomas (Ogawa J.M. et al, 1990).

## 2.7 FISIOLÓGÍA DE POSTCOSECHA

Los frutos, en su condición de organismos vivo continúan luego de la cosecha con una serie de actividades metabólicas que pueden ser más ó menos intensas dependiendo de sus características intrínsecas y del ambiente físico circundante (Guarinoni A., 2000).

Un intenso metabolismo ocurre en los frutos luego de retirados del almacenamiento refrigerado, con elevación de la tasa respiratoria y la transpiración, culminando con la senescencia y muerte del producto (Kluge R. et al, 1995).

En el período postcosecha tienen lugar cambios en la composición y estructura de las paredes celulares que resultan en un ablandamiento del fruto. Cambios en el color que involucran la aparición de coloraciones amarillas ó anaranjadas a medida que se va degradando la clorofila, y/o la síntesis de pigmentos antociánicos que puede incrementarse luego de la cosecha. El contenido de ácidos de la mayoría de los frutos, disminuye luego de la cosecha y se producen cambios en los tipos de ácidos presentes. Así mismo, compuestos volátiles diversos son producidos, muchos de los

cuales son responsables de los sabores y aromas típicos de los frutos (Lloyd Ryall et. al, 1992).

Inmediatamente luego de cosechados, sea por las altas temperaturas, generalmente reinantes ó por el estrés propiamente dicho que representa la cosecha, los frutos -y también otros productos vegetales- soportan una elevadísima actividad metabólica que puede limitar su vida comercial.

La cosecha interrumpe la fuente de hidratación y alimentación del fruto. Es posible entonces establecer este evento como un punto crítico donde cesan las entradas metabólicas. De aquí en más, el fruto debe mantener su metabolismo a expensas de sus propias reservas, por lo que tarde o temprano se produce el deterioro del mismo (Guarinoni A., 2000).

Dentro de los cambios que continúan produciéndose en frutos y vegetales en postcosecha dada su condición de organismos vivos, se encuentran cambios deseables e indeseables, por lo que el conocimiento de los mismos se hace esencial a fin de instrumentar medidas tendientes a minimizar los cambios indeseables y que permitan prolongar la vida de mostrador y reducir pérdidas de producto que en definitiva se traducen en pérdidas económicas (Postharvest handling, 2000).

### 2.7.1 Transpiración , respiración y pérdida de peso.

La pérdida de peso durante la postcosecha ocurre principalmente debido a dos procesos: transpiración y respiración.

La respiración se define como el proceso por el cual las moléculas orgánicas almacenadas por el fruto, son oxidadas para obtener la energía necesaria para el mantenimiento del protoplasma, membranas y paredes celulares. Para la liberación de energía se consume  $O_2$  y se libera  $CO_2$ . Si no hay suficiente  $O_2$  disponible, se forman productos de una combustión incompleta, como aldehidos y alcoholes, que imparten un sabor indeseable; se produce una fermentación o respiración anaeróbica (Lloyd Ryall et. al, 1992).

La respiración a su vez, también causa reducción en el peso del fruto, ya que átomos de carbono se pierden del mismo toda vez que se libera una molécula de  $CO_2$  pero en comparación con la pérdida de peso por transpiración es considerablemente menor (Bhowmikanol Pan, 1992; citado por Lima Moura et. al, 1999). La transpiración que es la mayor responsable de la pérdida de peso, es el mecanismo por el cual se pierde agua del fruto, debido a la diferencia de presión de vapor de agua entre la atmósfera circundante y el interior del fruto. La diferencia de presión de

vapor, es función de la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa del aire (Bhowmik y Pan, 1992, citado por Lima Moura M. et al, 1999; Kluge, R. et al, 1999).

La pérdida de peso de los frutos en la fase postcosecha, está representada por el pasaje del vapor de agua desde el fruto hacia el ambiente circundante. Este fenómeno ocurre por la transpiración y depende fundamentalmente de la temperatura del fruto, de la humedad relativa del ambiente y de las barreras naturales ó artificiales que disponga este para impedir esa pérdida de agua. La relación superficie / volumen del fruto, las características de la epidermis, la presencia y composición de las ceras naturales influyen directamente este proceso (Guarinoni A., 2000).

La pérdida de peso ha sido reportada como directa y linealmente relacionada con el déficit de presión de vapor e inversamente con la velocidad de circulación del aire (Whitelock D. et al, 1994).

Según Wills et al (1989), citado por Whitelock D. et al (1994 ), la pérdida de peso puede disminuirse reduciendo el déficit de presión de vapor entre el interior del fruto y el aire circundante; esto se logra bajando la temperatura del aire, aumentando la humedad relativa ó creando una barrera a la transferencia de humedad.

La mantención de la humedad relativa alta alrededor de los frutos, es una característica deseable pues en esta situación el déficit de presión de vapor es menor, lo que disminuye la transpiración y consecuentemente la pérdida de agua por parte de la fruta (Geeson, 1989; Gorris et al, 1992; citado por Kluge R. et al, 1999).

Otro factor relacionado con la pérdida de agua de los frutos y por consiguiente con la pérdida de peso, es la velocidad de circulación del aire. La velocidad de circulación del mismo presenta aspectos positivos y negativos. Por un lado para un enfriamiento eficiente, la velocidad del aire, debe ser alta (Lentz et al, 1973; citado por Whitelock D. et al, 1994). Por otro lado, mientras el fruto se enfría y alcanza el equilibrio térmico con el aire, la humedad de éste se transforma en el factor que controla la transferencia de calor. Si hay una alta presión de vapor, la rápida circulación del aire es negativa e incrementa la pérdida de agua (Whitelock D. et al, 1994).

### 2.7.2 Consistencia de la pulpa.

Como fuera mencionado anteriormente, varios cambios ocurren durante la maduración de los frutos.

Uno de ellos es la pérdida de firmeza, ésta está relacionada con la estructura y composición de la pared celular, principalmente con la fracción péptica (Gross et al, 1979; citado por Lima Moura M. et al , 1999).

Son numerosas las investigaciones donde se ha evaluado la evolución de la firmeza en la etapa de conservación y en vida de mostrador (*shelf life*).

En un trabajo realizado en 1998 por López M. et al, se estudió la conservación de duraznos en dos estados de madurez (estado 1: maduros preclimatéricos; estado 2: no maduros), a 1°C y a 5°C y su evolución posterior a 20°C. En ambos casos la firmeza se mantuvo durante el período de conservación a 1°C, mientras que disminuyó a 5°C.

Cuando los frutos se pusieron a 20°C, la firmeza disminuyó hasta valores aceptables en el caso de los cosechados en estado 2, e inaceptables para frutos en estado 1. De acuerdo con estos resultados, los autores concluyen que es posible recolectar los frutos en un estado previo al de madurez comercial óptima y mantener sus características en un período de tiempo prolongado, pudiendo alcanzar valores de dureza adecuados para su comercialización tras la exposición a 20°C.

Según Testoni A.(1995), la consistencia de la pulpa del fruto no cambia sustancialmente durante la frigoconservación. En una prueba de conservación realizada por este autor, en la que se realizaron los tratamientos : maduración a 20°C por 1-5 días; 5 días a 0°C + maduración a 20°C por 1-5 días; 10 días a 0°C + maduración a 20°C por 1-5 días; 30 días a 0°C + atmósfera controlada 5% CO<sub>2</sub> ,2% O<sub>2</sub>+ maduración a 20°C por 1-5 días. La mayor consistencia se obtuvo en los frutos que se conservaron en frío por más tiempo.

Así mismo, en otro trabajo realizado por Robertson J. et al (1990), donde los frutos se colocaron a 0°C y 80-90% de humedad relativa por 1, 2, 4, 6 y 8 semanas y luego se ponían a 20°C por 4 días, también se observó que la firmeza se mantuvo en la etapa de almacenamiento, para disminuir a 20°C, aunque no se encontraron diferencias significativas entre estados de madurez como esperaban los autores, en base a estudios previos.

### 2.7.3 Evolución de los sólidos solubles.

El incremento en el tenor de sólidos solubles totales (SST) es un proceso normal en la maduración de los duraznos, siendo consecuencia de los procesos de biosíntesis ó degradación de polisacáridos (Knee et al, 1981 citado por Kluge R. et al, 1999).

Según Kluge et al (1999), y de acuerdo a los resultados de su trabajo de conservación de duraznos a temperaturas de 1°C mas – menos 1°C y 85 – 90% de humedad relativa, los SST aumentaron desde la cosecha hasta el final del periodo de conservación. Durante el tiempo de comercialización simulada, el tenor de SST aumentó un poco más.

Los sólidos solubles medidos a través de los °Brix, en el trabajo de López M. et al (1998) ya mencionado, se mantuvieron prácticamente iguales durante el período de conservación, en cambio cuando se transfirieron a 20 °C, disminuyeron, lo que se puede atribuir al consumo de azúcares originado por la respiración celular.

En investigaciones realizadas por Robertson J. et al (1990), el contenido de sólidos solubles aumentó significativamente con la madurez, pero no hubo cambios significativos en el almacenamiento. Estos autores encontraron que el contenido de sucrosa tuvo un aumento insignificante durante las dos semanas de almacenamiento, para luego disminuir a medida que avanzaba la madurez.

Por otro lado, los contenidos de fructosa y glucosa no fueron afectados en un principio y luego aumentaron significativamente a medida que transcurría el tiempo. Ya que la sucrosa disminuyó mientras que la glucosa y fructosa aumentaron en el almacenamiento, es probable que la sucrosa sea hidrolizada en glucosa y fructosa. Con respecto al sorbitol, los contenidos fueron bajos, pero aumentaron significativamente durante el almacenamiento.

### 2.7.4 Evolución de la Acidez

La disminución de la acidez titulable total, que se verifica durante el periodo de vida de mostrador (*shelf life*), se debe al metabolismo respiratorio que continúa ocurriendo luego de la cosecha, haciendo que varios sustratos, entre ellos los ácidos orgánicos, sean utilizados en el ciclo de Krebs, para la producción de energía y mantención de los procesos vitales del fruto (Chitarra et al, 1990 citado por Kluge et al, 1995).

En el trabajo de López et al (1998) se observó que los niveles de acidez fueron homogéneos durante la conservación a 1°C, mientras que disminuyó a 5°C. Tales

resultados se muestran, análogamente a los sólidos solubles y a la consistencia de la pulpa. El proceso de maduración estuvo totalmente inhibido, a 1°C y prosiguió a 5°C aunque más lentamente que sin refrigeración. Cuando los frutos se expusieron a 20°C, los niveles de acidez disminuyeron ligeramente en ambos tratamientos.

En otro trabajo se observó que la acidez titulable no varió demasiado durante el período de conservación pero en el periodo de vida de mostrador (*shelf life*) disminuyó. Esta disminución de acidez titulable total, es explicada por el aumento de la respiración de los frutos que es tanto más alta cuanto mayor es la temperatura. El traslado de los frutos de una temperatura mas baja a una considerablemente superior, aumenta la oxidación de los ácidos en el ciclo de Krebs consumiéndolos, y de esta forma disminuye la acidez (Dilley 1970, Ulrich 1970, citado por Kluge et al, 1995).

Otros autores como Robertson et al (1990); Chapman et al (1991); Barcelon et al (1999); citan que en sus experiencias de conservación, la acidez titulable disminuyó en forma significativa, con respecto a los valores medidos en cosecha.

#### 2.7.5 Evolución del color.

Como ya fue mencionado, la degradación de la clorofila y la síntesis de nuevos pigmentos, continúa produciéndose luego de la cosecha (Lloyd Ryall et al, 1992).

Si bien estos procesos al ser regulados por la actividad enzimática dependen de la temperatura, se llevan a cabo inclusive a bajas temperaturas; aunque a velocidades menores.

Robertson et al (1990 ) observaron en sus ensayos que, aunque los frutos estaban en almacenamiento refrigerado (0°C), fueron perdiendo su color verde y desarrollando una mayor coloración amarilla mientras que a 20°C uno de los cambios más significativos observado, fue el incremento en el color de fondo y en el sobre color debido a la degradación de la clorofila que continua ocurriendo.

#### 2.7.6 Producción de Etileno

Como fuera mencionado anteriormente, el durazno, por ser un fruto climatérico, en las proximidades de la maduración presenta un incremento en la actividad

respiratoria, acompañado de un aumento en la producción de etileno (Testoni A.1995).

López M. et al (1998), encontraron que la baja temperatura disminuía fuertemente el proceso de maduración, por lo que la producción de etileno fue muy baja para los duraznos conservados a 1°C (ya que esta temperatura disminuía fuertemente el proceso de maduración) pero aumentó en los almacenados a 5°C (en este caso la represión era menor). En frutos no maduros usados en el ensayo y almacenados a 1°C se observó un pequeño incremento en la producción de etileno cuando se transfirieron a 20 °C. Esto permite concluir que efectivamente el aumento en la producción de etileno ocurre al comienzo del estado climatérico, aunque también puede registrarse un aumento en una etapa posterior que se correspondería con el proceso de sobre maduración.

### 2.7.7 Cambios en la producción de aromas

Mookerjee et al (1988), citado por Robertson et al (1990), indican que ciertos compuestos volátiles presentes en duraznos que maduran en el árbol, no se encuentran luego de que estos son cosechados. La disminución de los niveles de ciertos compuestos de bajo peso molecular en duraznos cosechados pueden ser la causa de la falta de sustrato requerido para la biosíntesis de estos compuestos. Aparece que el contenido de volátiles de duraznos que continúan madurando a 20°C, luego de haber sido almacenados a temperaturas bajas (entorno a 0°C) por diferentes periodos de tiempo, es significativamente menor al de aquellos que maduran en el árbol.

El aroma del durazno está ligado a la presencia de compuestos volátiles que son sintetizados durante la fase de maduración ( Adams S.T, 1994; Visai C., 1992 citado por Testoni A. 1995). Los compuestos volátiles identificados son más de un centenar y en la fase de maduración se da una variación continua cuali y cuantitativa de los mismos.

El aroma característico del durazno se desarrolla en la plena madurez, y entre los componentes principales se señalan las lactonas (principalmente gamma y delta decalactona) además de otros volátiles como el benzaldehído y otros que se incrementan en la fase final y contribuyen a la percepción del aroma típico (Chapman et al, 1991).

En el caso de frutos inmaduros, se observa una preponderancia de aldehídos y alcoholes (hexanal y hexanol, etc.) que imparten un sabor herbáceo (Testoni A.,1995).

## 2.8 TEGNOLOGIA POSTCOSECHA

La búsqueda de nuevas herramientas que complementen ó perfeccionen los sistemas de conservación de frutas, es una necesidad permanente para la comercialización hacia mercados externos y/o para periodos cortos impuestos por un exceso de oferta ó por la necesidad de prolongar la temporada de procesamiento.

La refrigeración es la práctica más importante para frenar las causas de deterioro de un producto recién cosechado, sus efectos se centran en atrasar los procesos metabólicos asociados a la degradación enzimática y a los procesos oxidativos en general (Zoffoli J.P et al, 1998).

En la práctica industrial resulta necesario frenar el metabolismo de numerosos productos vegetales recolectados para favorecer su supervivencia, ya que continúan vivos, manifestando fenómenos respiratorios y de transpiración, así como procesos de crecimiento, maduración y senescencia.

Atendiendo a los factores que controlan el metabolismo vegetal se deducen las actuaciones precisas en la postrecolección: empleo de baja temperatura (sin alcanzar la congelación, ni el umbral de sensibilidad a los daños por frío), elevada humedad relativa sin que condense el agua sobre los productos, y renovación apropiada del aire circundante. Como consecuencia, se frena el metabolismo, se prolonga la vida del órgano y se preserva su calidad para el consumo (Artés, 1997 citado por Artés, 2000).

Según Handerburg (1992), citado por Kluge et al, (1996), es un método eficiente para mantener la calidad y cualidad de los productos hortifrutícolas debido a sus efectos en la reducción de la respiración, producción de etileno, maduración, senescencia y desarrollo de pudriciones.

En frutos climatéricos como el durazno, las bajas temperaturas retardan el pico climatérico y la velocidad de maduración (Kader et al, 1992 citado por Tonutti et al, 1996).

El rango de temperatura óptima para la conservación de duraznos, se encuentra entre +0.5 y -0.5°C con una humedad relativa ambiente de 90 a 95 %. La elección de los valores de temperatura y humedad, dependerá en gran medida del grado de madurez del fruto, del cultivar y de la duración del período de conservación.

Para variedades tempranas, se recomiendan temperaturas de -0.5 a -1°C, mientras que para variedades tardías, la temperatura es de -1.1°C para periodos de conservación de dos a tres semanas.

Si bien la refrigeración es la principal técnica utilizada para mantener la calidad de las frutas y de otros productos perecederos, muchas veces puede ser insuficiente para retardar la ocurrencia de los procesos que la afectan. Además, el almacenamiento a bajas temperaturas por períodos prolongados puede ocasionar desórdenes fisiológicos como harinosidad de la pulpa, pardeamiento interno, etc. (Eksteen, 1982; citado por Kluge et al, 1996).

Según Robertson et al (1990) el almacenamiento en frío de los duraznos, luego de la cosecha, puede retardar el *ripening* y alargar la vida de los mismos, pero solo hasta cierto punto. Los duraznos que permanecen en frío por mucho tiempo, pueden no madurar y sufrir decaimiento interno volviéndose pastosos.

En este sentido, se hace necesaria la búsqueda de herramientas que complementen ó perfeccionen los sistemas de conservación existentes, y que permitan almacenamientos más prolongados posibilitando la llegada a mercados distantes con productos de buena calidad (Zoffoli et al, 1998).

Entre las alternativas desarrolladas para mejorar y prolongar la conservación de los productos, surgen la atmósfera modificada, atmósfera controlada y herramientas complementarias como la pre-refrigeración (Harderburg, et al, 1988).

La conservación en atmósfera controlada y atmósfera modificada presenta como beneficios, una disminución en la actividad respiratoria, reduce ó inhibe la síntesis de  $C_2H_4$ , inhibe la maduración y limita el ablandamiento (actividades pectinesterasa y poligalacturonasa); restringe los cambios de composición (perdida de acidez y de azúcares, degradación de clorofila, desarrollo de antocianos, biosíntesis de carotenos), preserva el valor nutritivo (vitaminas A y C) y reduce la velocidad de deterioro del órgano vegetal. Además conviene destacar, la reducción de la incidencia y severidad de los daños por frío en los productos hortofrutícolas almacenados en atmósfera controlada ó en atmósfera modificada (Artés 1996 y 1999; Kader, 1986 y 1990; Marcellin y Ulrich, 1983; citado por Artés 2000).

Por otra parte, cabe señalar que si la concentración de  $O_2$  no desciende del 12% no suele ser efectiva, mientras que entre el 1 - 2% (punto de extinción de la fermentación, variable con el producto), suele inducir la respiración anaerobia, que empeora la calidad de los vegetales en conservación. Más o menos al contrario sucede con el  $CO_2$  por lo que los efectos de la modificación de la atmósfera se deben a la tolerancia particular de cada producto a los bajos niveles de  $O_2$  y a los moderados ó elevados de  $CO_2$  (Kader, 1990 citado por Artés, 2000).

### 2.8.1. Prerefrigeración

Se entiende por prerefrigeración, la remoción rápida del calor adquirido por el producto en el campo, operación que se realiza antes del transporte, almacenamiento y procesamiento. Si se lleva a cabo apropiadamente, reduce la descomposición y retarda la pérdida de calidad (Ryall et al, 1982; citado por Hardenburg et al, 1988). El durazno es un fruto de elevada actividad metabólica por lo que la práctica de prerefrigeración, ó sea la eliminación del calor de campo en un periodo de tiempo breve, brinda un beneficio adicional (Testoni A. 1995).

La mayoría de las cámaras diseñadas para el almacenamiento en frío de frutos y hortalizas carecen de la capacidad de refrigeración y de movimiento de aire necesarios para el enfriamiento rápido. Por lo tanto el pre- enfriado es por lo general, una operación separada que requiere de equipo ó cámaras especiales. Se logra comercialmente por varios métodos: enfriamiento por agua (hidroenfriamiento) y enfriamiento por circulación de aire.

El enfriamiento por agua, si se realiza en forma adecuada, es rápido y efectivo. Se debe suministrar suficiente refrigeración para que el agua se mantenga a 1°C, no importa cuál sea la temperatura inicial. Se emplean básicamente tres sistemas de este tipo, uno de ellos consiste en circular agua sobre el producto ó usar un transportador. El producto es sometido a una aspersión ó sumergido en agua fría a medida que se desplaza a través del enfriador.

El segundo tipo es el de enfriamiento en bulbo. Consiste normalmente en una cámara dentro de la cual el producto se enfría con agua fría lanzada por aspersión, desde boquillas pegadas al techo (Bennet, et al; citado por Hardenburg, 1988).

El tercer tipo involucra la circulación de aire frío a través de una neblina de agua fría, que se rocía dentro de la corriente de aire mientras este se dirige sobre la fruta. Un hidroenfriador de este tipo funcionando en forma adecuada, toma el mismo tiempo por unidad de volumen en enfriar que el método por aire, pero con las ventajas de disminuir la deshidratación. No obstante, a nivel comercial, resulta costoso y poco eficiente (Hardenburg et al 1988).

La capacidad de intercambio térmico del agua es 15-20 veces superior a la del aire. La fruta demora entre 15-30 minutos para bajar de 32°C a 4°C., - dependiendo de su tamaño (Testoni A. 1995).

Usualmente el agua de los enfriadores se recircula repetidamente, práctica que provoca acumulación de microorganismos productores de descomposiciones. Por esa razón, el agua de enfriamiento debe ser tratada constantemente con sustancias químicas, tales como soluciones de hipoclorito, a fin de reducir al mínimo el

desarrollo de patógenos. Así mismo es indispensable que los enfriadores sean drenados y limpiados diariamente.

El enfriamiento por aire se logra utilizando un sistema de cámara de enfriamiento, ó enfriamiento a presión (aire forzado). La pérdida de agua puede ser un problema en este caso, pero se puede eliminar suministrando aire con un alto contenido de humedad. La fruta demora en enfriarse de 18 a 24 horas (Testoni A. 1995).

### 2.8.2 Atmósfera normal.

Los productos hortifrutícolas almacenados en atmósfera convencional, se colocan en un ambiente de determinado volumen, donde el contenido de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, es el de la atmósfera, entre el 21% y el 0.03 - 0.04% respectivamente.

Ⓐ La baja temperatura retarda la actividad enzimática y los procesos metabólicos que, por consiguiente, continúan ocurriendo aunque más lentamente (Hardenburg et al, 1988).

La actividad respiratoria de los frutos modifica la composición de la atmósfera, el O<sub>2</sub> disminuye y simultáneamente el CO<sub>2</sub> aumenta.

Dependiendo de la temperatura y del tiempo de almacenamiento pueden alcanzarse concentraciones de CO<sub>2</sub> que resulten tóxicas y que determinen daños sobre la superficie de los frutos, inclusive fermentación (Pratella G.C., 1995). Ⓐ

### 2.8.3 Atmósfera Controlada

En este caso, los productos son conservados en un ambiente donde los niveles de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, se manifiestan en determinados valores.

Este sistema necesita un dispositivo que absorba del ambiente de conservación el exceso de CO<sub>2</sub> que se produce como resultado de la respiración (Pratella G.C., 1995).

Según Monzón y Gorini, 1984 (citado por Testoni A. 1995), la condición óptima de conservación en atmósfera controlada se obtiene con niveles de O<sub>2</sub> entre 1 - 2% a 5% y niveles de CO<sub>2</sub> entorno a 10%. En estas condiciones, se disminuye la pérdida de peso y la ocurrencia de alteraciones fisiológicas.

La duración del período de conservación en duraznos, en el sentido de evitar la aparición de alteraciones fisiológicas, depende del cultivar y del grado de madurez de los frutos.

El rápido proceso de maduración de los duraznos reduce la vida de mostrador de los mismos y representa un inconveniente para el manipuleo y transporte.

Un enlentecimiento del proceso de maduración puede obtenerse combinando la refrigeración con la atmósfera controlada, en la cual la reducción de los niveles de  $O_2$  a 1 -2%, y el incremento de los niveles de  $CO_2$  a valores de 3 - 5% ó superiores, prolongan la vida postcosecha de los duraznos por 3 a 6 semanas (Kader, 1985 citado por Tonutti P. et al, 1997).

El mejor conocimiento de la fisiología y la bioquímica y en particular de los procesos de la maduración y senescencia en la posrecolección, así como del modo en que actúan la temperatura, la humedad relativa, el  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $C_2H_4$  y otros gases, sobre los vegetales, ha permitido optimizar su conservación por refrigeración. El avance más notable consiste en modificar la composición de la atmósfera alrededor del órgano recolectado, en un ambiente refrigerado y estanco, mediante la eliminación ó adición de gases respecto del aire, técnica denominada atmósfera controlada (Kader, 1990; Artés, 1995, 1999 citado por Artés F. 2000).

La conservación en atmósfera controlada adapta permanentemente la composición de la atmósfera que rodea a los productos dispuestos para su conservación ó transporte frigorífico.

La reducida concentración de  $O_2$  y/o elevada de  $CO_2$  y de vapor de agua, se logra por la respiración de los productos y por medios artificiales, en un recinto frigorífico estanco (Artés F., 2000).

En un ensayo realizado por Streif et al, (1992) citado por Testoni A. (1995), se encontró que manejando concentraciones de  $CO_2$  entorno al 10%, controlaban mejor las alteraciones fisiológicas, pero causaban cambios en el aroma y sabor de los frutos.

Por otra parte, en ensayos realizados por Testoni A. (1995), duraznos conservados con 17% de  $CO_2$  y 4% de  $O_2$  presentaron harinosidad de la pulpa y mal radiante en niveles significativamente menores que en frutos conservados en atmósfera convencional sin registrarse alteraciones de sabor y/o aromas.

La conservación en atmósfera controlada ha resultado eficaz en inhibir la aparición ó limitar el desarrollo de ciertos daños por frío, así como la deshidratación (Fernández Trujillo y Artés 1997, citado por Artés et al, 1999).

#### 2.8.4 Atmósfera Modificada

El término atmósfera modificada se refiere al almacenamiento de un producto dentro de una atmósfera con una composición gaseosa distinta a la del aire, pero no precisamente controlada (Hardenburg et al, 1988).

La atmósfera que rodea a los productos hortifrutícolas almacenados en bolsas ó films de polietileno son un ejemplo de atmósfera modificada. En este caso, se busca mantener la calidad de los productos, a través de la modificación del aire que los rodea, dada por la respiración y la permeabilidad de los envoltorios, con una elevación de la concentración de CO<sub>2</sub> y una disminución de los niveles de O<sub>2</sub> (Hardenburg et al, 1988; Gorris y Peppelenbos, 1992 citados por Kluge et al, 1996; Zoffoli y Contreras, 1997 citados por Zoffoli et al, 1998)

Sin embargo, la disponibilidad de envoltorios que retengan una alta concentración de CO<sub>2</sub>, con un nivel relativamente alto de O<sub>2</sub>, no es fácil de conseguir, y en este sentido se han desarrollado numerosos ensayos para desarrollar un sistema de atmósfera modificada que favorezca la retención de CO<sub>2</sub> en condiciones semiaeróbicas, que logren reducir la manifestación de desórdenes fisiológicos en frutos de durazno (Zoffoli et al, 1998).

En el caso de la atmósfera modificada la generación y estabilización de las atmósferas se consigue envasando el producto refrigerado en una película plástica, de dimensiones reducidas, selectivamente permeable a los gases permanentes del aire y provista de cierre hermético. La composición gaseosa deseada se genera y estabiliza por la simple interacción entre la respiración y la permeabilidad del polímero (modificación pasiva), o bien se prepara en el exterior y se inyecta en el envase antes del cierre, lo que se denomina modificación activa (Kader, 1990; Artés, 1999 citado por Artés, 2000).

La magnitud de los cambios de la atmósfera depende del peso, tipo y tasa de respiración del tejido del área y de la permeabilidad al gas del material de empaque. Si bien se disminuyen las pérdidas de peso debidas a la evaporación se crean las condiciones favorables para el desarrollo de hongos ( Gambetta y González, 1999). El vapor de agua se acumula aumentando la humedad relativa dentro del envase; esto depende de la tasa de pérdida de humedad del producto, de la superficie y de la tasa de transmisión de vapor de agua del material de empaque y la humedad relativa externa. Se requiere conocer el óptimo y los límites de tolerancia de cada producto en particular al CO<sub>2</sub>. ( Gambetta y González, 1999).

Las concentraciones de CO<sub>2</sub> mayores a 18% suprimen el crecimiento de la mayoría de los hongos, pero la exposición de la fruta a estos niveles de CO<sub>2</sub> causan muchas veces daños a nivel de los tejidos ( Gambetta y González, 1999).

En un trabajo realizado por Artés et al 1999, se evaluó el efecto de bolsas de polietileno en la conservación de duraznos, en relación a frutos conservados en atmósfera convencional. Los tratamientos testigo registraron una composición gaseosa similar a la del aire (0,03 % de CO<sub>2</sub>, y 20.9% de O<sub>2</sub>), mientras que la composición gaseosa de los envases alcanzada tras 21 días de conservación a 0°C (4,3% de CO<sub>2</sub> y 17,7 % de O<sub>2</sub>) fue modificándose conforme avanzó el período de maduración complementaria hasta alcanzar 27,1% de CO<sub>2</sub> y 1,7% de O<sub>2</sub> después de 7 días a 20°C.

La atmósfera modificada redujo drásticamente las pérdidas por deshidratación durante la maduración mientras que, en cuanto a pérdidas por ataques fúngicos, no se registraron diferencias con el testigo.

Cuando se analizaron los índices de daños por frío, se encontró que la harinosidad de la pulpa quedó prácticamente inhibido bajo atmósfera modificada durante todo el período de maduración. No obstante, se encontraron frutos con pardeamiento interno y mal radiante aunque las diferencias con el testigo no fueron significativas.

Zoffoli et al (1998), comprobaron mediante un ensayo que la atmósfera modificada es efectiva en disminuir la harinosidad y en mayor proporción el pardeamiento interno de la pulpa, en dos cultivares de durazno conservados por 10 y 30 días. Además, los efectos de la atmósfera modificada fueron evidentes, no solo en reducir los desordenes fisiológicos, sino también en frenar el ablandamiento, uno de los aspectos indeseados por los comercializadores de fruta fresca. Las frutas manejadas con el sistema de atmósfera modificada, fueron dos veces más firmes que el promedio de fruta conservada en atmósfera convencional.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN VARIEDAD FLAVOR CREST

##### **Ficha Pomológica Flavorcrest:**

Tipo: Durazno

Maduración: - 28

Color de pulpa: amarillo

Carozo: reniforme

Floración: abundante

Forma: ovalada

Firmeza: muy alta

Aspecto: muy atractivo; pubescencia ligera

Calidad: buena

Producción: media

Observaciones: Muy atractivo; durazno altamente coloreado

Test N°: F 100 - 21

Genealogía: P 53 - 68 (= P110 - 47 \* P109 - 89) \* FV 89 - 14 (= FV 15 -48 \* Fireglow)

P 110 - 47 = Kirkman Gem \* Dripstone

P 109 - 89 = Kirkman Gem \* B27 - 3 (= J.H. Hale \* Rio Oso Gem)

FV 15 - 89 = Fireglow \* Hiley

Origen: 1974, USDA, Fresno, California.

Esta variedad es originaria de California (EEUU), de un clima templado seco, por lo que en nuestras condiciones presenta una mayor sensibilidad a la humedad produciendo a veces podredumbre en la madera (com. per. Técnico de campo Daniel Languero, empresa MI GRANJA S.A.).

El requerimiento de frío de este cultivar se encuentra en el promedio de las 750 horas frío (INIA, 1999).

Presenta una intensidad de floración elevada con un alto nivel de cuajado, pero con una intensa caída de pequeños frutos. Estos se encuentran en su mayoría en los 2/3 terminales de las brindillas.

La fecha marcada para nuestras condiciones de plena floración es el 7 de septiembre, pudiendo variar hasta una semana dependiendo de la ubicación del monte dentro de la zona sur del país.

Por su época de maduración se clasifica dentro de los cultivares tempranos (diciembre), madurando entre los días 14 y 27 de diciembre (INIA, 1999).

Presenta buena productividad dependiendo de la edad del monte, las condiciones climáticas y sanidad del mismo; se puede obtener hasta 25000kg /ha en montes adultos de buena calidad.

Se caracteriza por presentar fruto de tamaño mediano a grande, homogéneo y redondo promediando los 125 gramos. (INIA, 1999).

Piel de coloración amarilla- anaranjada con sobrecolor rojo intenso cubriendo casi todo el fruto. Pubescencia escasa, corta, aterciopelada. Pulpa de color amarillo sin color rojo contra el carozo.

La susceptibilidad a bacteriosis es de moderada a fuerte.

Como índices de cosecha se indican los siguientes valores:

Firmeza de la pulpa: 15 – 16 lbs

Firmeza de la sutura: 12 – 13 lbs

Sólidos solubles: 10 – 12 ° Brix

Color de fondo: verde amarillento

Presenta buena calidad gustativa.

Sus frutos son del tipo priscos (carozo no adherido a la pulpa) a madurez completa.

Buena resistencia a la manipulación y al transporte. (INIA, 1997)

### 3.2 INSTALACIÓN DEL ENSAYO DE CAMPO.

El ensayo fue realizado en un establecimiento frutícola comercial, ubicado en la zona de Melilla, departamento de Montevideo, en la temporada 1999-2000.

Se seleccionaron 20 árboles de duraznero cultivar Flavor Crest, de 6 años de edad, a 4.5 \*3.5 metros, conducidos en vaso cerrado.

Diez de estos árboles, se asperjaron con CaCl<sub>2</sub>, (462 gramos de principio activo/ litro), a una dosis de 4% de producto comercial, los diez restantes se utilizaron como testigo.

Las aspersiones se realizaron con puntero y hasta punto de goteo, los días 16 y 31 de octubre de 1999.

La cosecha se realizó en dos repaces, los días 10 y 13 de diciembre de 1999.

Los frutos se cosecharon con una consistencia de la pulpa entre 10 –12 libras y un peso de entre 150 –170 gramos; la determinación del color de fondo se hizo en forma subjetiva mediante observación visual.

Para la cosecha se utilizaron cajones cosecheros de 25 Kg previamente desinfectados.

Los frutos fueron trasladados a una cámara frigorífica situada a 10 Km. aproximadamente del predio, donde se realizó un enfriamiento rápido.

### 3.3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO.

La evolución, crecimiento y desarrollo del fruto se realizó mediante muestreos semanales de 50 frutos. Los frutitos muestreados se extrajeron al azar de todo el cuadro y provenían de brindillas de aproximadamente 60 cm de largo a una altura media del árbol.

A cada fruto se le midió el diámetro mayor y menor por medio de un calibre digital (marca Mitutoyo, modelo CD6 – CS, con medición comparativa) y su peso individual. Las mediciones comenzaron a fines de septiembre, culminando en la primer semana de diciembre, 7 días previos a la primer cosecha.

### 3.4 INSTALACIÓN DEL ENSAYO DE POSTCOSECHA.

En postcosecha fueron analizados los tratamientos aspersión con  $\text{CaCl}_2$  en precosecha, inmersión en  $\text{CaCl}_2$  y testigo.

Para el tratamiento inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$  se tomaron la mitad de los frutos sin ningún tratamiento a campo, se los sumergió en una solución de  $\text{CaCl}_2$  (462 gramos de principio activo / litro), a una dosis del 2% de producto comercial durante dos minutos.

La cámara frigorífica utilizada en el ensayo, tenía una capacidad de 6 m<sup>3</sup>. Se encontraba a una temperatura promedio de 1°C y una HR de 70-75%.

Las condiciones ambientales en vida de mostrador, fueron de 22°C y 60-65% de HR.

Se llevó a cabo el arreglo de los tratamientos que se describen a continuación antes de su ingreso a cámara.

1) Frutos con aspersiones de  $\text{CaCl}_2$  al árbol

0 días de conservación (momento de cosecha 10/12).

0 días de conservación (momento de cosecha 13/12).

10 días de conservación, con 4 días a temperatura ambiente.

15 días de conservación, con 2 días a temperatura ambiente.

2) Frutos con inmersión de  $\text{CaCl}_2$  (2%).

10 días de conservación, con 2 días a temperatura ambiente.

10 días de conservación, con 4 días a temperatura ambiente.

15 días de conservación, con 2 días a temperatura ambiente.

15 días de conservación, con 4 días a temperatura ambiente.

3) Frutos sin aplicación externa de calcio.

0 días de conservación (momento de cosecha 10/12).

0 días de conservación (momento de cosecha 13/12).

10 días de conservación.

10 días de conservación, con 2 días a temperatura ambiente.

10 días de conservación, con 4 días a temperatura ambiente.

15 días de conservación.

15 días de conservación, con 2 días a temperatura ambiente.

15 días de conservación, con 4 días a temperatura ambiente.

Cada fruto fue identificado con un número en el alvéolo del maple para realizar su seguimiento.

### 3.5 METODOLOGÍA DE LABORATORIO

Como parámetros indicativos de calidad fueron medidos en cada uno de los tratamientos los siguientes:

- 1- Pérdida de peso. Calculada como porcentaje del peso inicial, usando la fórmula:  $(\text{Peso inicial} - \text{Peso final} / \text{Peso inicial}) * 100$ .
- 2- Consistencia de la pulpa, medida a través de un penetrómetro manual (marca McCormick) con un puntal de 8 pulgadas. Las medidas se

hicieron en el lado sombreado y en el lado expuesto, de la zona ecuatorial, ápice y base del fruto. Los valores fueron tomados en libras y posteriormente convertidos a  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  ( $\text{lb} * 0.453$ ), por ser la medida utilizada internacionalmente.

- 3- Sólidos solubles, medidos en el lado sombreado y expuesto, utilizando un refractómetro manual (marca Atago, escala 0.30 auto compensado por temperatura). Los valores fueron tomados en  $^{\circ}\text{Brix}$ .
- 4- Acidez titulable, determinada por titulación, para lo que se extrajeron 10ml de jugo de toda la muestra procesada y filtrada de cada repetición y tratamiento. Se utilizó como indicador el reactivo fenolftaleína, titulándose con NaOH 1N y midiéndose el gasto de la base a través de una bureta digital. Los valores de acidez se expresaron en meq. de ácido málico/ 100ml de jugo, para la conversión de los valores iniciales se utilizó la siguiente fórmula:  $\text{gasto de la base (ml)} * 6.7$ .
- 5- Índice de maduración. Determinado como el cociente entre los sólidos solubles totales y la acidez titulable.
- 6- Podredumbres postcosecha y daños por frío. En este caso se cuantificó la incidencia por tratamiento utilizando el cociente entre el número de frutos afectados y el total de frutos del tratamiento.

Otra de las medidas realizadas, fue peso del jugo. Para ello se tomó un 1 Kg. de fruta de cada tratamiento y cada repetición, al que se le extrajo el jugo por medio de una centrifuga doméstica para luego de filtrado, determinar su peso.

### 3.6 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

El diseño experimental utilizado, fue de tipo factorial, considerándose en cosecha los factores: tratamiento con calcio y fecha de cosecha. Mientras que en postcosecha se consideraron: tratamiento con calcio, tiempo de conservación en frío y tiempo de vida de mostrador (*shelf life*).

La unidad experimental utilizada en los tratamientos manejados en los ensayos de cosecha y postcosecha, estaba compuesta por 15 frutos. Cada tratamiento tenía 3 repeticiones.

Los resultados se analizaron con el programa estadístico S.P.S.S, mediante un modelo GLM, usando el análisis de varianza multivariado (MANOVA) y el análisis univariado -TBSE (Tests of Between- Subjects Effects).

La separación de medias se hizo a través de test de Tuckey con una probabilidad de 0.01.

Para las variables dependientes analizadas, no se encontró efecto significativo entre las repeticiones (con un nivel de significancia del 0.01); por lo que los datos fueron tomados en su conjunto eliminando el efecto repetición y no considerando en los resultados de los análisis estos datos.

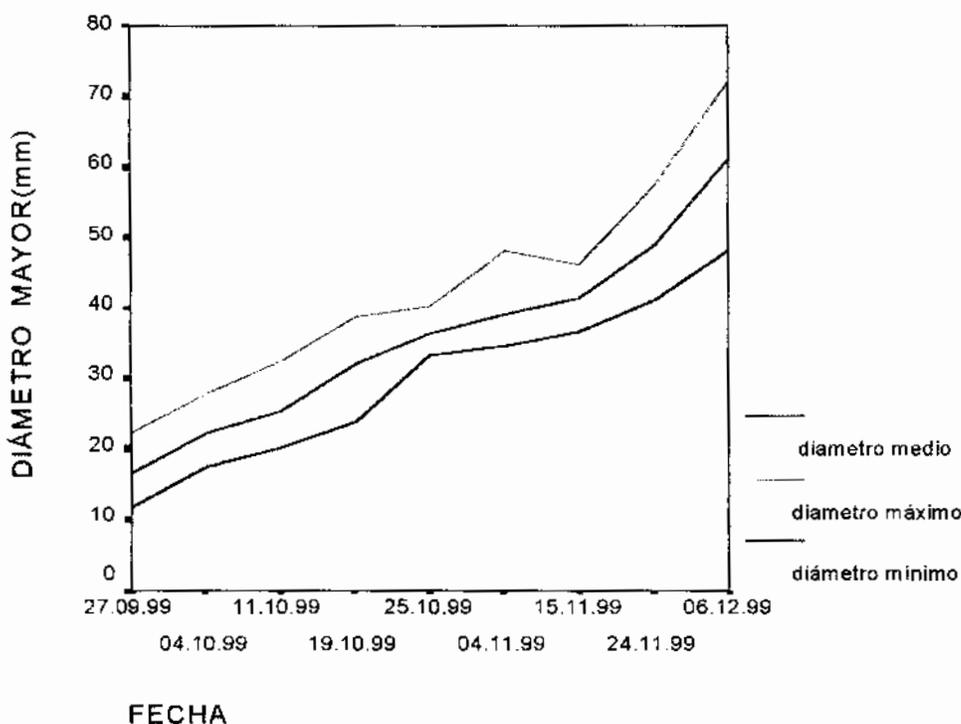
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1- EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL FRUTO.

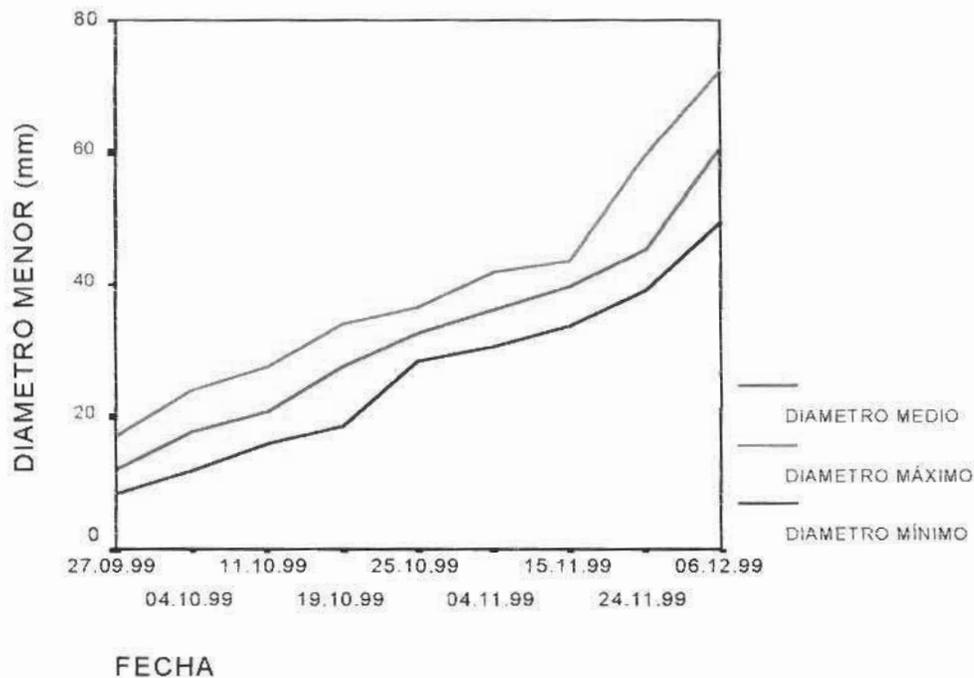
La evolución del diámetro mayor y menor del fruto, desde caída de pétalos hasta una semana antes de cosecha, se muestra en las gráficas N°1 y 2. Su forma sigmoide, corresponde a una curva de crecimiento y desarrollo típica de frutos de carozo.

Por tratarse de una variedad temprana, se observa que el crecimiento es prácticamente continuo, a diferencia de lo que se observaría en variedades de estación y tardías. En estas variedades el pasaje de una fase a otra estaría más acentuado de acuerdo a lo citado en la bibliografía consultada. Si bien el crecimiento es continuo, es posible evidenciar en la curva tres fases diferentes. Una primera fase de incrementos crecientes; una segunda de incrementos decrecientes, y una tercera donde los incrementos son crecientes y mayores a los observados en la primera fase.

De acuerdo a la bibliografía revisada, estas fases se corresponden con las etapas de división celular; endurecimiento de carozo -donde el crecimiento del fruto prácticamente se detiene- y llenado celular donde se da el mayor crecimiento del fruto, respectivamente.



Gráfica N° 1: Curva de crecimiento del fruto en base al diámetro mayor.



Gráfica N° 2: Curva de crecimiento del fruto en base al diámetro menor.

A través de los resultados obtenidos en el seguimiento del crecimiento del fruto se realizó la correlación entre los parámetros diámetro mayor y menor.

La relación entre ambos se presenta y describe en el cuadro N° 1 y gráfica N°3.

Al inicio del crecimiento del fruto, se observa que el diámetro mayor aumenta en mayor proporción; mientras que al final del período los diámetros llegan a alcanzar prácticamente los mismos valores.

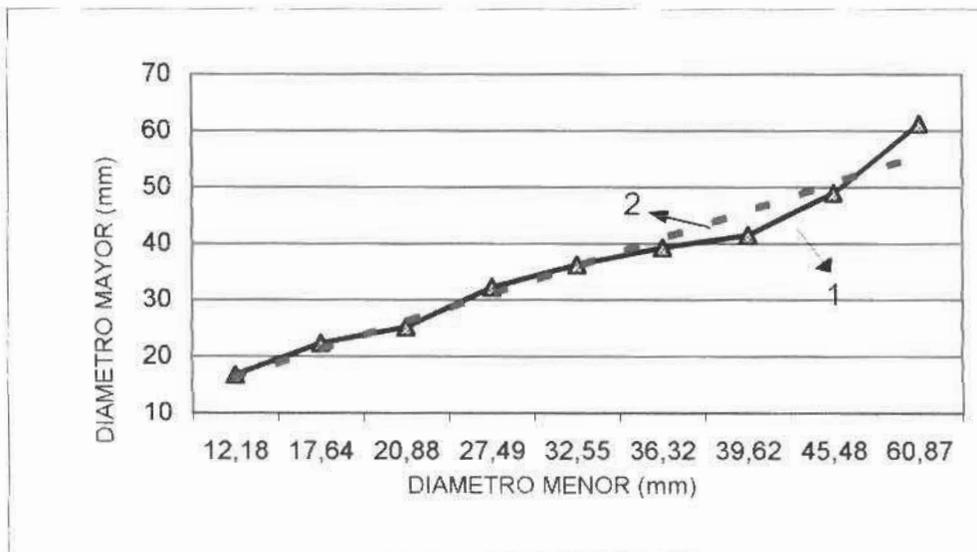
La línea (1) de la gráfica, presenta el mismo comportamiento que el observado en las gráficas N° 1 y 2, con tres fases diferentes características de la evolución de frutos de carozo; mientras que la línea (2) muestra que existe una relación directamente proporcional entre los parámetros.

Estos resultados determinan que sea indistinto para esta variedad utilizar cualquiera de los parámetros antes mencionados para monitorear el crecimiento del fruto.

Cuadro N°1: Valores medios de los diámetros mayor y menor del fruto obtenidos en las fechas de muestreo.

	DIÁMETRO >	DIÁMETRO <
FECHA	MEDIA	MEDIA
27-Sep	16,74	12,18
04-Oct	22,35	17,64
11-Oct	25,24	20,88
19-Oct	32,24	27,49
25-Oct	36,2	32,55
04-Nov	39,29	36,32
15-Nov	41,48	39,62
24-Nov	48,99	45,48
06-Dic	61,23	60,87

Correlación entre las medias (r) : 0,998698634



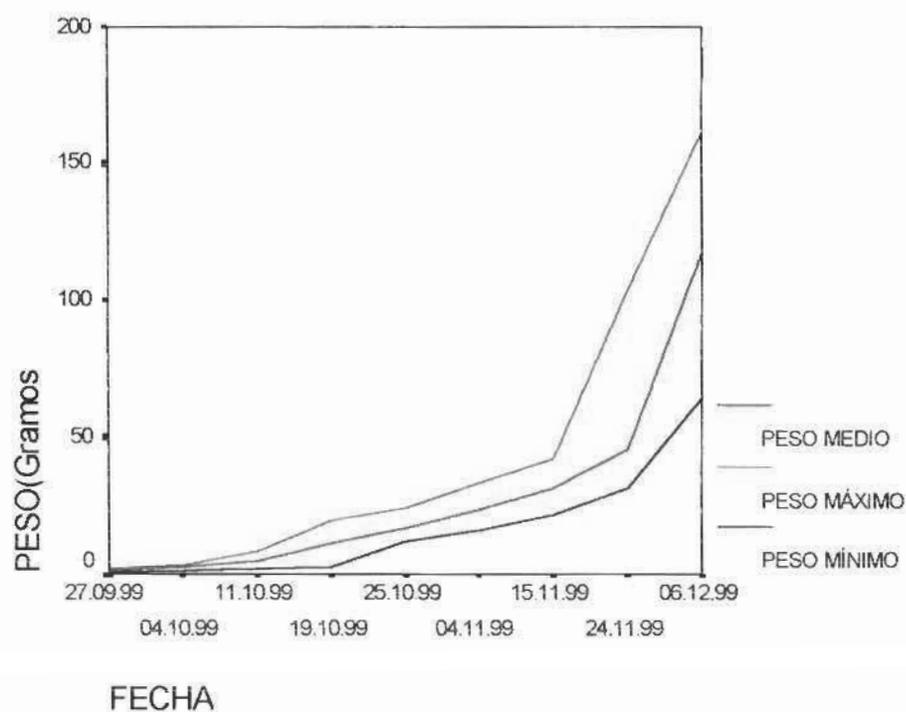
Gráfica N° 3: Correlación y tendencia entre diámetro mayor y menor

La evolución del peso medio de los frutos, determina una curva sigmoide donde también se distinguen tres fases (gráfica n° 4). En la primera fase, que corresponde al periodo de división celular, los incrementos en este parámetro son poco notorios.

En la segunda fase -endurecimiento de carozo - se observa un crecimiento lineal. Los mayores aumentos se registran en la tercera fase - "llenado" del fruto - donde se observa un comportamiento exponencial, ya que en esta fase se acumulan fotoasimilados y agua y corresponde a la elongación celular.

Se observa que al final del periodo de crecimiento del fruto (tercera fase) la diferencia entre los valores máximos y mínimos con respecto a la media fue mucho mayor que en las etapas iniciales

El comportamiento de la curva descrita se corresponde con el citado en la bibliografía consultada (Martínez F., 1964).



Gráfica N° 4: Curva de crecimiento – peso máximos y mínimos

El monitoreo del crecimiento del fruto se realizó con el objetivo de determinar los momentos de aplicación de calcio, que se hicieron antes y después del endurecimiento de carozo (25 de octubre) los días 16 y 31 de octubre.

Es importante destacar que estos datos no permiten inferir la duración de cada fase ya que corresponden a un solo año de registros. Para ajustar la información es necesario disponer de varios años de muestreo.

#### 4.2 INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE CLORURO DE CALCIO PRECOSECHA EN LA MADURACIÓN .

El efecto del calcio en las características fisicoquímicas de los frutos, se evaluó a través de dos aplicaciones realizadas antes y después del endurecimiento de carozo como ya fue mencionado. Se debe indicar que en la segunda aplicación de cloruro de calcio se observaron síntomas importante de fitotoxicidad. Esto podría ser explicado por el tipo de fuente de calcio utilizada, ya que el cloruro puede ocasionar toxicidad dependiendo de las condiciones climáticas circundantes (temperatura, humedad y radiación) y de la susceptibilidad varietal.

Para determinar cual de las causas planteadas, determinó el efecto de fitotoxicidad, se debe continuar con las investigaciones incluyendo diferentes momentos de aplicación y fuente de calcio diversas en la misma variedad. En la bibliografía consultada, se recomienda hacer varias aplicaciones durante todo el periodo de crecimiento -abarcando también el período de endurecimiento del carozo-, para obtener una mayor efectividad (Baez Saduño,2000).

Por otra parte, sería importante evaluar en diferentes variedades la sensibilidad al cloruro de calcio así como también el efecto de otras fuentes de Ca diferentes al cloruro, disponibles en el mercado.

En los índices de madurez utilizados no se evidenciaron diferencias significativas entre las fechas de cosecha, en base a estos resultados no se consideró el factor - fecha de cosecha - cuando se realizaron los análisis estadísticos. Se compararon indistintamente frutos cosechados tanto en la primera como en la segunda fecha.(Cuadro N°2)

Cuadro N°2: Parámetros fisicoquímicos al momento de cosecha.

Parámetros fisico-químicos	1° cosecha:10/12	2° Cosecha13/12	Nivel de significación
Acidez Titulable(meq ac. málico /100 ml jugo)	106.2	103.5	NS
Consistencia de la pulpa lado sombreado(kg/cm <sup>2</sup> )	5.50	5.42	NS
Consistencia de la pulpa lado expuesto(kg/cm <sup>2</sup> )	5.44	5.59	NS
Consistencia de la pulpa promedio de ambos lados(kg/cm <sup>2</sup> )	5.47	5.51	NS
Sólidos Solubles lado sombreado (°Brix)	9.93	9.80	NS
Sólidos Solubles lado expuesto(°Brix)	10.13	9.96	NS
Sólidos Solubles promedio ambos lados(°Brix)	10.03	9.88	NS
Índice de madurez (S.S/acidez) * 100	9.44	9.55	NS

NS no significativo, test Tuckey (P=0.01)

El análisis de los parámetros fisicoquímicos evaluados al momento de cosecha de los diferentes tratamientos empleados, se ilustra en el cuadro N°3 y en el gráfico N°5. El análisis fue realizado para las variables dependientes: consistencia de la pulpa (lado sombreado, expuesto y ambos), sólidos solubles (lado sombreado, expuesto y ambos), acidez e índice de madurez.

Cuadro N° 3- Parámetros fisicoquímicos medidos en cosecha.

Parámetros fisico-químicos	Testigo	Con aplicación de Cloruro de Calcio.	Nivel de significación
Acidez Titulable(meq ac. málico /100 ml jugo)	102	108	***
Consistencia de la pulpa lado sombreado(kg/cm <sup>2</sup> )	5.50	5.41	NS
Consistencia de la pulpa lado expuesto(kg/cm <sup>2</sup> )	5.44	5.60	NS
Consistencia de la pulpa promedio de ambos lados(kg/cm <sup>2</sup> )	5.47	5.50	NS
Sólidos Solubles lado sombreado (°Brix)	9.80	9.95	NS
Sólidos Solubles lado expuesto(°Brix)	10.02	10.07	NS
Sólidos Solubles promedio ambos lados(°Brix)	9.90	10.01	NS
Índice de madurez (S.S/acidez) * 100	9.7	9.3	***

\*\*\* muy altamente significativo, NS no significativo, test Tuckey (P=0.01)

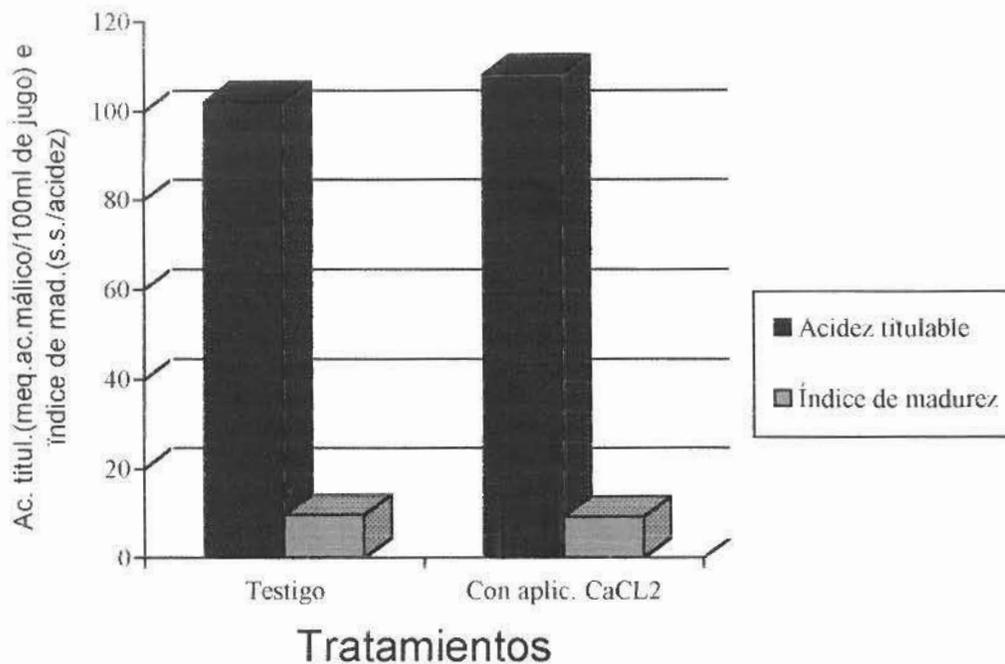


Gráfico N°5- Acidez e índice de madurez, en el momento de cosecha.

Las aplicaciones de calcio ocasionaron diferencias altamente significativas en la acidez de los frutos. Los frutos tratados presentaron niveles mayores de acidez. Esto concuerda con los datos reportados por los diferentes autores citados en la bibliografía. Estos resultados podrían explicarse por el efecto que tiene el calcio en el proceso de madurez de los frutos; retardando su ocurrencia así como también la senescencia de los mismos (Conway et al, 1987, citado por Alaniz y Allaiume, 1998; Poovaiah et al, 1988, citado por Lavabitch, 1993 ).

Los valores de consistencia de pulpa entre el lado expuesto y sombreado dentro del tratamiento y entre tratamientos, no presentaron diferencias. Estos datos están en discordancia con la bibliografía consultada, donde se cita el efecto positivo que el calcio causa en el mantenimiento de la consistencia de la pulpa de los frutos y en la estructura de las paredes celulares.

Un comportamiento similar fue observado para los sólidos solubles, en que no hubo diferencias entre el lado sombreado y expuesto dentro y entre tratamientos.

Si hubieron diferencias significativas entre tratamientos para el parámetro índice de madurez. De acuerdo a los resultados obtenidos en los demás parámetros, estaría explicado por las diferencias encontradas en la acidez titulable.

#### 4.3 INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES PRE Y POSTCOSECHA DE CLORURO DE CALCIO EN LA CONSERVACIÓN DE LOS FRUTOS.

##### 4.3.1. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos según el tiempo y modalidad de conservación.

La evolución de los parámetros fisicoquímicos de los frutos sin tratamiento (testigo), analizados en diferentes momentos de conservación y vida de mostrador, se exponen en el cuadro que se presenta a continuación.

Cuadro N° 4 Efecto de la conservación frigorífica y vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos.

Modalidad de conservación	Consistencia de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> )		Sólidos Solubles (°Brix)		Acidez (mEq.áci. málico/ 100ml jugo)	Índice de madurez. (°Brix/meq)	Pérdida de peso (%)
	Lado expuesto	Lado somb.	Lado expuesto	Lado somb.			
COSECHA	5.44	5.48	10	9.8	102	9.6	-
10 días AN + 0 TA	5.68 A	5.75 A	9.97 A	9.97 A	103 A	9.7 A	5.57 B
10 días AN + 2 TA	3.93 B	4.16 B	10.27 A	10.07 A	94.3 ABC	10.7 ABC	5.20 B
10 días AN + 4 TA	1.47 C	1.71 C	10.40 A	10.23 A	83.5 BCD	12.2 BCD	7.53 A
15 días AN + 0 TA	5.49 A	5.80 A	10.80 A	10.80 A	100.5 AB	10.7 AB	4.93 B
15 días AN + 2 TA	1.13 C	1.15 C	9.57 A	9.5 A	79.5 CD	11.9 CD	7.77 A
15 días AN + 4 TA	0.39 D	0.43 D	10.17 A	9.8 A	73.2 D	13.4 D	9.70 A

Medias seguidas de igual letra no difieren entre sí, test Tuckey (P=0.01)

AN: Atmósfera Normal TA: Temperatura Ambiente

Los valores de consistencia de la pulpa en lado expuesto y lado sombreado, no difirieron estadísticamente en los períodos de conservación estudiados; manteniéndose el mismo comportamiento que el observado en los análisis realizados al momento de cosecha.

En los periodos de conservación frigorífica utilizados (10 y 15 días), no se registraron diferencias en las características, pero estas si se manifestaron en vida de mostrador "*shelf life*" (2 y 4 días).

Los tratamientos 10+4 y 15+2, no presentaron diferencias significativas. Esto estaría determinando que el periodo de conservación frigorífica, es el que condiciona la vida de mostrador, es decir conservando los frutos durante 10 días permite mantenerlos 4 días en la fase de comercialización pero si el periodo de conservación en frío se prolongado a 15 días se alcanzan solamente 2 días en el periodo de comercialización.

Con respecto a los sólidos solubles, no hubieron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos, para los periodos de conservación frigorífica y vida de mostrador analizados.

El comportamiento de la acidez, es similar al del parámetro consistencia de la pulpa; no registrándose diferencias durante los periodos de conservación frigorífica, pero si a medida que avanza el periodo de vida de mostrador.

La mayor pérdida de peso, se observó en los tratamientos 10+4, 15+2 y 15+4; siendo entre ellos estadísticamente iguales. Esto determina que a mayor tiempo de conservación o vida de mostrador aumenta la pérdida de peso explicada principalmente por la transpiración.

De acuerdo a estos resultados, se constata lo encontrado en la bibliografía consultada, donde se menciona que la conservación frigorífica retarda el proceso de madurez, independientemente del periodo de conservación. Una vez que los frutos salen de cámara, este proceso se reanuda y continúan los cambios característicos que conducen a la senescencia de los mismos.

Los tratamientos aplicación de cloruro de calcio en precosecha e inmersión en solución de cloruro de calcio postcosecha, en conservación frigorífica y vida de mostrador se comparan en el cuadro N°5. Se presentan como referencia los niveles de los índices de madurez de los frutos al inicio del ensayo de postcosecha

La consistencia de la pulpa, sea del lado expuesto como sombreado del fruto muestra diferencias significativas para el tratamiento aplicación de  $\text{CaCl}_2$  en precosecha, para los periodos 10+4 y 15+2. Sin embargo este parámetro analizado para el tratamiento inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$ , no muestra diferencias significativas en los mismos periodos.

Al comparar los tratamientos aplicación de  $\text{CaCl}_2$  en precosecha e inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$  en el mismo período de conservación -15+2-, se encontraron diferencias. Esto significaría que hubo un efecto del tratamiento aplicación de  $\text{CaCl}_2$  en precosecha, que determinó el mantenimiento de la consistencia de la pulpa. (Gráfica N°6).

El tratamiento de inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$  postcosecha, tuvo el mismo comportamiento que el testigo. Este resultado podría explicarse por una menor absorción del calcio debido a la modalidad y momento utilizado.

Para las restantes variables analizadas, no se registraron diferencias significativas dentro de los tratamientos inmersión en solución y aplicación de  $\text{CaCl}_2$  y entre los mismos.

Cuadro N°5 Efecto de la conservación frigorífica y vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos con aplicación pre y postcosecha de  $\text{CaCl}_2$ .

Modalidad de conservación		Consistencia de la pulpa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )		Sólidos Solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ )		Acidez ( $\text{mEq.á. málico}/100\text{ml jugo}$ )	Índice madurez ( $^{\circ}\text{Brix}/\text{meq}$ )	Pérdida de peso (%)
		Lado expuesto	Lado somb.	Lado expuesto	Lado somb.			
Cosecha	Con aplicación de cloruro de calcio en precosecha	5.57	5.44	10.1	10	107.9	9.3	-
10 días AN +4 TA		0.82 B	0.84 B	10.4 A	10.3 A	86.4 A	11.9 A	10.03 A
15 días AN +2 TA		2.1 A	2.31 A	10.3 A	10.3 A	99.2 A	10.4 A	8.4 A
Testigo	Con inmersión en solución de cloruro de calcio	5.44	5.48	10	9.8	102	9.6	-
10 días AN +4TA		0.95 B	0.94 B	9.97 A	9.8 A	95.9 A	10.2 A	9.7 A
15 días AN +2 TA		0.75 B	0.95 B	10.53A	10.10 A	79.7 A	12.7 A	9.0 A

Medias seguidas de igual letra no difieren entre sí, test Tuckey ( $P=0.01$ )

AN: Atmósfera Normal      TA: Temperatura Ambiente

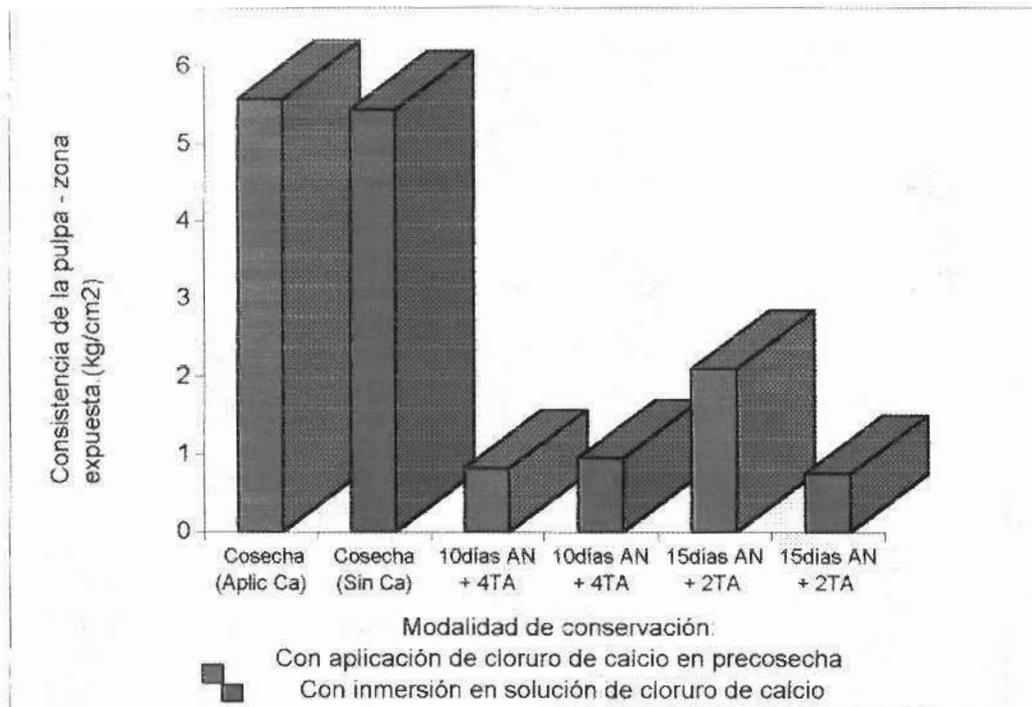


Gráfico N°6: Consistencia de la pulpa para los tratamientos cloruro de calcio precosecha e inmersión en solución cloruro de calcio postcosecha.

Los efectos del tratamiento inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$  para las variables consistencia de la pulpa, y porcentaje de pérdida de peso en relación al tiempo de conservación y vida de mostrador, se exponen en el cuadro N°6 y gráfico N°7.

En los frutos con inmersión el período de conservación 10+2, fue el único donde los frutos llegaron a término en condiciones aceptable para el consumo. En cambio aquellos frutos que no estuvieron sujetos a inmersión mantuvieron sus características hasta 15+2.

La relación inversa entre período de conservación frigorífica y vida de mostrador, queda de manifiesto al analizar los resultados.

En el tratamiento inmersión en solución de  $\text{CaCl}_2$  se registraron los mayores valores de pérdida de peso, explicado por el manipuleo

Los resultados antes mencionados, hacen que este tratamiento no sea recomendable para las condiciones en que se realizó el ensayo.

Cuadro N°6- Parámetros fisicoquímicos en conservación frigorífica y vida de mostrador (*shelf life*)

Modalidad de conservación		Consistencia de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> ) (l.expuesto)	Consistencia de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> ) (l. sombreado)	Pérdida de peso (%)
10 días AN + 2 TA	<b>Sin inmersión en solución de cloruro de calcio</b>	3.90 A	4.20 A	5.20 B
10 días AN + 4 TA		1.50 B	1.70 B	7.53 A
15 días AN + 2 TA		1.10 BC	1.15 BC	7.85 A
15 días AN + 4TA		0.40 D	0.43 C	9.62 A
10 días AN + 2 TA	<b>Con inmersión en solución de cloruro de calcio</b>	4.07 A	4.10 A	6.59 B
10 días AN + 4 TA		0.94 BCD	0.91 C	9.68 A
15 días AN + 2 TA		0.75 CD	0.93 C	9.10 A
15 días AN + 4 TA		0.65 CD	0.67 C	11.35 A

Medias seguidas de igual letra no difieren entre sí, test Tuckey (P=0.01)

AN: Atmósfera Normal      TA: Temperatura

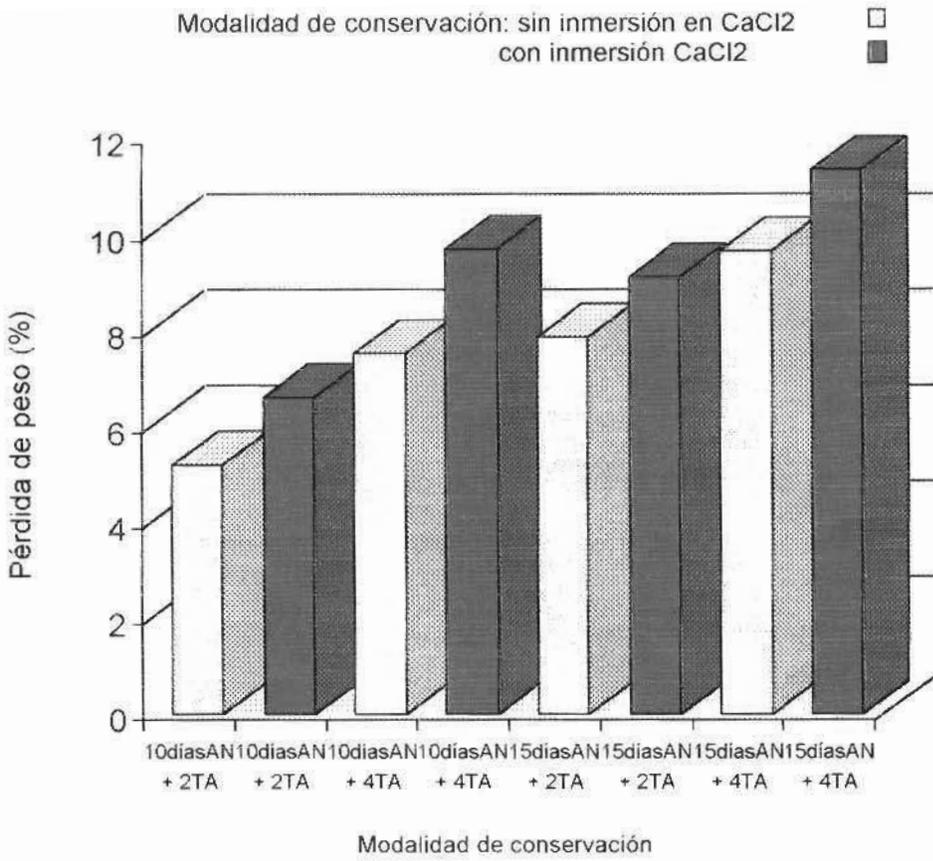


Gráfico N°7: Pérdida de peso en conservación y vida de mostrador con y sin inmersión en solución de cloruro de calcio

Cuadro N° 7: Efecto de 15 días de conservación frigorífica y 2 días de vida de mostrador sobre las características fisicoquímicas de los frutos según tratamiento.

Tratamiento	Consistencia de la pulpa (kg/cm <sup>2</sup> )		Sólidos Solubles (°Brix)		Acidez (mEq.áci.málico / 100ml jugo)	Pérdida de peso (%)
	Lado expuesto	Lado somb.	Lado expuesto	Lado somb.		
Inmersión en sol. CaCl <sub>2</sub>	0.75 B	0.93 B	10.43 B	9.99 B	79.7 A	9.1 A
Aplicación CaCl <sub>2</sub> en precosecha	2.1 A	2.31 A	10.27 A	10.27 A	99.2 A	8.37 A
Testigo	1.13 B	1.15 B	9.59 B	9.52 B	79.5 A	7.85 A

Medias seguidas de igual letra no difieren entre sí, test Tuckey (P=0.01)

Como se muestra en el cuadro N° 7, si hubieron diferencias significativas para los parámetros consistencia de la pulpa (lado sombreado y expuesto) en el tratamiento aplicación de cloruro de calcio en precosecha. Tal como lo cita la bibliografía y como ya fuera mencionado, el calcio presenta un efecto positivo en el retardo de la madurez y sobre todo en el mantenimiento de la consistencia de la pulpa. El mismo comportamiento se registró para el parámetro sólidos solubles.

No hubieron diferencias entre tratamientos para los parámetros acidez y pérdida de peso.

#### 4.4 INCIDENCIA DE PODREDUMBRES Y DAÑOS POR FRÍO.

La incidencia de podredumbres, evaluada en cada tratamiento no fue importante (menor a 0.1 %). Se observó la presencia de podredumbres en los tres tratamientos; manifestándose en los momentos 10+2, 10+4 y 15+2 indistintamente.

No se registraron daños por frío, lo cual se verificó a través de observación visual cada vez que se partían los frutos y se extraía su jugo.

## 5. CONCLUSIONES

- La curva de crecimiento y desarrollo del fruto, muestra un crecimiento continuo donde se diferencian las tres fases de crecimiento, citadas en la bibliografía consultada. Los datos obtenidos servirán como base para los próximos años de trabajo, que permitirán ajustarla y determinar con mayor exactitud la duración de cada una de las fases.
- Los problemas de fitotoxicidad ocurridos en el campo con aplicaciones de cloruro de calcio en precosecha (defoliación y caídas de pequeños frutos), hacen necesario probar fuentes alternativas, dosis diferentes como así también ajustar los momentos de aplicación.
- Al momento de cosecha, los frutos tratados con aspersiones de cloruro de calcio en precosecha presentaron mejores características de conservación en cuanto al parámetro acidez e índice de madurez.
- El tratamiento inmersión en solución de cloruro de calcio, no fue efectivo. Se registraron mayores pérdidas de peso, así como también un número importante de manchas en la piel (*peach skin decoloration*) que desmerece la calidad de los mismos.
- En las condiciones en que se realizó el experimento; (1°C, 70-75 % de HR en cámara frigorífica y 22°C, 60-65% de HR en vida de mostrador) el tiempo máximo de conservación admisible en condiciones aceptables de consumo, fue 10 días de conservación frigorífica y 2 días de vida de mostrador para los tratamientos inmersión en solución de cloruro de calcio postcosecha y testigo. Sin embargo el tratamiento de aplicación de cloruro de calcio en precosecha, logró mantenerse hasta el período de conservación 15+2 presentando una consistencia de la pulpa altamente significativa en relación a los demás tratamientos.
- Para ninguno de los tratamientos, se logró mantener una calidad aceptable para el consumo por más de 2 días de vida de mostrador.
- No se registraron daños por frío. La incidencia de podredumbres fue baja (menor a 0.1%), donde se observó principalmente, *Monilia sp*, siguiéndole *Penicillium sp* y *Rhizopus sp*.
- Se recomendaría cosechar frutos con mayor consistencia de pulpa dado que fue el parámetro que limitó el tiempo de conservación.

## 6. RESUMEN

El efecto de aspersiones con cloruro de calcio en precosecha e inmersión en solución de cloruro de calcio postcosecha, sobre la calidad de durazno del cv. "Flavor Crest", fue evaluado en diferentes momentos de conservación frigorífica y vida de mostrador.

Las aplicaciones precosecha, utilizando una dosis del 4% de producto comercial, se realizaron antes y después del endurecimiento del carozo.

Para determinar los momentos de aplicación se hizo el seguimiento del crecimiento del fruto, midiéndose diámetro mayor, diámetro menor y peso de 50 frutos cada 7 días; a partir del 27 de septiembre y hasta la primera semana de diciembre de 1999, 7 días antes de cosecha. Este tratamiento resultó fitotóxico observándose caída de hojas y frutos.

Para el tratamiento de inmersión en solución de cloruro de calcio postcosecha durante 2 minutos, se utilizó una dosis del 2% de producto comercial.

Los efectos de los tratamientos sobre las características organolépticas determinantes de la calidad de los frutos, fueron medidos a través de los parámetros fisicoquímicos: consistencia de la pulpa, acidez, índice de madurez, pérdida de peso, medidos a los 10 y 15 días de conservación frigorífica y a los 0, 2 y 4 días de vida de mostrador.

El tratamiento de aspersiones con cloruro de calcio en precosecha - frutos sobrevivientes- presentaron mayor acidez en comparación con el tratamiento testigo, al momento de cosecha.

Los resultados obtenidos, mostraron una mayor pérdida de peso y mayor incidencia de manchas en la piel, en los frutos tratados con inmersión en solución de cloruro de calcio, explicado por el mayor manipuleo que fueron sometidos durante el tratamiento, lo que llevaría a pensar que tendría mayores puntos de pérdida de agua dado por microlesiones.

El tiempo máximo admisible de conservación en las condiciones en que se realizó el experimento (1°C, 70-75% de HR en conservación frigorífica y 22°C 60-65% de HR en vida de mostrador) fue 10+2 para los tratamientos testigo e inmersión en solución de cloruro de calcio, mientras que los frutos que fueron asperjados con cloruro de calcio en precosecha, mantuvieron condiciones aceptables para el consumo hasta el periodo 15+2.

## 7. SUMMARY

The effects of preharvest calcium chloride spray and postharvest immersion in calcium chloride solution in peach quality were evaluated at different periods of refrigerated storage and shelf life.

As to the preharvest aspersions, a 4% dose of the commercial product was used, and the applications were made before and after stone hardening. To determine these periods the observation of the development and growth of the fruit was done, measuring the major and minor diameters and weight of 50 fruits every 7 days, from September 27, 1999, until the first week of December, 1999, a week before harvest.

For the immersion in calcium chloride solution, a 2% dose of the commercial product was used for 2 minutes.

The effects of the treatments on the organoleptic characteristics determining fruit quality were evaluated at 10 and 15 days of refrigeration and 0, 2, and 4 days of shelf life using physiochemical parameters: firmness of flesh and soluble solids measured in the equatorial area of the fruit on both the shady and lighted sides, titrable acidity, percentage of putridity, weight loss, and measurements of the amount of juice per kilogram of fruit.

The aspersions of calcium chloride, caused a high degree of phytotoxicity in foliage and fruits. The treated fruits that reached maturity yielded higher acidity compared with untreated fruits at the moment of harvest.

The results obtained showed at the greatest loss of weight and incidence of peach skin discoloration in peaches immersed in the calcium chloride solution, explained by the increased handling to which they were submitted during treatment, which leads to the conclusion that there would be more points of water loss due to microlesiones.

The maximum period of refrigerated storage that maintained an acceptable level of fruit quality in the experiment conditions (1°C and 70-75% RH in refrigerated conservation and 22°C and 65% RH in shelf life) was 10+2 for untreated fruits, while fruits sprayed with calcium chloride maintained acceptable conditions for consumption for a period of 15+2.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. - ALANIZ, S.; ALLIAUME, F. 1998. Evaluación de métodos alternativos o complementarios en el control de *Monilinia fructicola* en postcosecha de duraznos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 66p.
2. - ARTES, F.; TUDELA, J.A.; VILLAESCUSA, R.; ARTES, H.F.; LUCHSINGER, L. 1999. Efecto del retraso del enfriamiento y de la atmósfera modificada en los niveles de pérdidas postrecolección de duraznos "Catherine". Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. p53
- 3.- \_\_\_\_\_. 2000. Modificaciones de la atmósfera y tratamientos térmicos para reducir los daños por frío en la postrecolección hortofrutícola. Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. pp. 47-62.
- 4.- BÁEZ-SADUÑO, R.; TRONCOSO, R.; BRINGAS, E.; OJEDA, J.; MENDOZA, A. 2000. Efectos de diferentes fuentes de calcio en melocotones (*Prunus pérsica* L. Batsch) Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. pp. 63 – 77.
- 5.- BARCELON, E.G.; TOJO, S.; WATANABE, K. 1999. X-ray CT imaging and quality detection of peach at different physiological maturity. Transactions of the ASAE. 42 (2) : 435-441.
- 6.- CHAPMAN, W.G.; HORVAT, R.J.; WILLIAM, R.F. 1991. Physical and Chemical Changes during the maturation of Peaches (cv. Majestic ). J. Agric. Food Chem. 39: 867-870.
- 7.- CRISOSTO, C.H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. Postharvest News and Information. 5 (6): 65N-68N.
- 8.- DENNY, A.; 1986. Peach skin discoloration. Hort Science. 21(3):228-230.
- 9.- GAMBETTA, M.G.; GONZALEZ, M.E. 1999. Efecto del embolsado de racimos de uva cv. "Moscatel de Hamburgo" (*Vitis vinifera* L.) con membranas de

celulosa en pre y post-cosecha. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 104 p.

10. - GUARINONI, A. 2000. Efectos del estado de madurez de los frutos a la cosecha sobre su conservación. Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. pp. 29-38.
11. - GULLINO, M.L. 1994. Lotta biológica a funghi agenti di marciumi della frutta in post-raccolta. *Informatore fitopatologico* N°9: 5-12.
- ✓ 12. - GUZMÁN, G.; ESCRICHE, A.; ARTES, F. 1992. Estudio de la postrecolección de melocotón. *Fruticultura Profesional. Especial Melocotón.* n° 46: 1989-92.
13. -HARDENBURG, R. E.; WATADA, A.E.; YI WANG, CH. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. *Agriculture Handbook* N° 66. 1era Edición. Servicio Editorial del IICA. San José de Costa Rica. 150 p.
14. - HUNG, Y.C.; PRUSSIA, S.E. 1989. Effect of maturity and storage time on the bruise susceptibility of peach ( cv. Red Globe ) . *Transactions of the ASAE.* 32 ( 4 ): 1377-1382.
- ✕ 15. -HUYSAMER, M.; GREVE, L.; LABAVITCH, J. 1997. Cell Wall Metabolism in Ripening Fruit. *Plant Physiology.* 114 (4) : 1523-1531.
16. -JANISIEWICZ, W.J.; CONWAY, W.S.; GLENN, D.M. SAMS, C.E. 1998. Integrating biological control and calcium treatment for controlling postharvest decay of apples. *HortScience.* 33 (1): 105-109.
17. -KLUGE, R.A.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. 1995. Qualidade de ameixas (*Prunus salicina*, Lindl.) "Reubennel" após armazenamento refrigerado. *Sci. Agric., Piracicab.* 52 (3): 476-481.
18. -\_\_\_\_\_. CANTILLO, R.F.; BILHALVA, A.B. 1996. Armazenamento refrigerado de ameixas "Reubennel" (*Prunus salicina*, Lindl.): Efeitos do estágio de maturacao e do polietileno. *Sci. Agric., Piracicab.* 53 ( 2/3 ): 226-231.
19. -\_\_\_\_\_. SCAPARE, J.; JACOMINO, A.; MARQUES, C. 1999. Embalagens plásticas para pessegos "Flordaprince" refrigerados. *Sci. Agric., Piracicab* 56 ( 4): 843-850.
20. -LABAVITCH, J. M.; MIGNANI, I.; 1993. Studio degli effetti del calcio e di altri ioni sulla maturazione del frutto. *Rivista di Frutticoltura* 3: 81-83.

21. -LLOYD RYALL, A.; PENTZER, W. 1993. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. 2<sup>o</sup> ed. Westport. Abibook. 610 p.
22. -LIMA MOURA, M.; SARGENT, S.; FERRAZ DE OLIVEIRA, R. 1999. Efeito da atmosfera controlada na conservacao de tomates colhidos em estágio intermediario de maturidade. Scientia Agrícola. 56 (1): 135-142.
- \* 23. -LOPEZ, M.D.; MARTINEZ, M.C.; RIQUELME, F.; SERRANO, M.; VALERO, D. 1998. Conservación frigorífica del melocotón. Parámetros de calidad. *En!* Fruticultura Profesional .nº 93.pag. 55-59.
- \* 24. -LUCHSINGER, L; WALSH, C. 1997a. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. Primera Parte: Indices de cosecha. (Aconex 55): 5-10. Curso Internacional: Influencia del manejo postcosecha en la calidad y comercialización de frutas frescas.
25. - \_\_\_\_\_. WALSH, C. 1997b. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. Segunda Parte: Desordenes fisiológicos. (Aconex 56): 27-32. Curso Internacional: Influencia del manejo postcosecha en la calidad y comercialización de frutas frescas.
26. - \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1998. Development of and objective and non-destructive harvest maturity index for peaches and nectarines. Acta Horticultrae 465 (2): 679 – 685.
27. - \_\_\_\_\_. 1999. Memorias - Curso Internacional: Influencia del manejo postcosecha en la calidad y comercialización de frutas frescas.
28. - \_\_\_\_\_. 2000. Control de fisiopatías en frutos de carozo (hueso). Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. pp 87 – 93.
29. -LUZA, J.G.; VAN GORSEL,R.; POLITO,V.S.; KADER,A.1992.Chilling injury in peaches: A cytochemical and ultrastructural cell wall study.J. Amer. Soc. Hort Sci. 117(1) : 114-118.
- \* 30. -MANESS, N.O.; BRUSEWITZ, G.H.; Mc COLLUM, T.G.1992. Internal variation in peach fruit firmness. HortScience. 27 (8): 903-905.
31. -MARTINEZ ZAPORTA, F.1964. Fruticultura: Fundamentos y practicas. pp 196-205.

32. -MENESATTI, P.; BENI, C.; PAGLIA, G.; MARCELLI, S.; D' ANDREA, S. 1999a. Suscettibilità della frutta al danneggiamento: valutazione su pesca (Prima nota). *Frutticoltura* 2: 85-87.
33. - \_\_\_\_\_ . PAOLETTI, F. 1999b. Valutazione del danneggiamento da compressione su frutti di pesco *Frutticoltura* 9 : 77-81.
- \* 34. -NUNAN,K.; SIMS, M.; BACIC, A.; ROBINSON, S.; FINCHER, G. 1998.Changes in cell wall composition during Ripening of Grape Berries. *Plant Physiology*. 118 (3): 783-792.
35. -OCHEI, CH.O.; BASIOUNY, F.M. 1993. Calcium- mediated postharvest changes in storageability and fruit quality of peaches. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 106: 266-269.
36. -OGAWA, J.M.; BAUGHER, T.A. 1990.*Tree Fruit and Nuts Crops*. Publ.3345.University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland.461pp.
37. -OKIE, W.R. 1998. *Handbook of Peach and Nectarine Varieties. Performance in the Southeastern United States and Index of Names*. Agriculture Handbook Number 714. 808p.
38. -PONTI, I.; SPADA, G.; CARLI, G.; MAZZINI, F. 1998. Prove di lotta contro la monilia del pesco in Emilia- Romagna. *L'Informatore Agrario*. Suplemento 16:13 - 15.
39. -PRATELLA, G.C. 1995. Storia ed evoluzione dell'impiantistica nella atmosfera controllata ( Prima parte). *Rivista de Frutticoltura*. 7/8 : 77-79
40. -Posrharvesthandling. <http://www.nysaes.cornell.edu/recomnends/10postharvest.html>
41. -PROGRAMA FRUTICULTURA INIA. 1997. Manejo de cosecha y postcosecha en duraznero. INIA Las Brujas. Serie actividades de difusión Nro. 154. 12 p
42. -PROGRAMA FRUTICULTURA INIA. 1999. Reunión Anual de Cultivares de frutales de hoja caduca. INIA Las Brujas. Serie actividades de difusión Nro 215. 15 p
43. -ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, F.I.; HORVAT, R.J.; SENTER, S.D. 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (cv Cresthaven). *J. Agric. Food Chem.* 38: 620-624.

44. -SALVADOR, M.E. 2000. Factores de precosecha que afectan la calidad. Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Tercer Simposio: Control de Fisiopatías en Frutas durante el almacenamiento en frío. pp 21-28.
45. -SOUTY, M.; REICH, M.; ALBAGNAC, G. 1998. Quality of peach fruit in relation to carbon supply. *Acta Horticulturae* 465 (2): 481 – 486.
46. -TOKAYA, M. 1990. Seasonal fluctuations of some enzymes relating to sucrose and sorbitol metabolism in peach fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 115 ( 2): 278 - 281
47. -TESTONI, A. 1995. Momento di raccolta, qualità, condizionamento e confezionamento delle pesche. *Actas del Congreso “La peschicoltura veronese alle soglie del 2000”*, Verona, pp327-354.
48. -TONUTTI, P.; BONGHI, C.; RAMINA, A. 1996. Fruit firmness and ethylene biosynthesis in three cultivars of peach (*Prunus persica* L. Batsch ) *J. Hort. Sci.* 71(1) : 141 – 147.
49. - \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . VIDRIH, R. \_\_\_\_\_ . 1998. Molecular and biochemical effects of anoxia , hypoxia and CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere on “Springcrest” peaches. *Acta Horticulturae*. 465 (2): 439-446.
50. -VANNINI, L. 1999. Organizzazione della raccolta e qualità dei frutti. *Frutticoltura* 9: 66-67.
51. -VITTI, D.C.; DURINGAN, J.F.; LIMA, M.P.; TEIXEIRA, G. H. 2000. Determinación de los puntos críticos de lesión durante el manejo postcosecha de papaya “Sunrise Solo”. Memorias del Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones; Primer Simposio: Tecnologías de manejo postcosecha de frutas y hortalizas para mercado interno y de exportación en Iberoamérica. Resúmenes de trabajos libres. pp. 148.
52. -WHITELOCK, D.P.; BRUSEWITZ, G.H.; SMITH, M.W.; ZHANG, X. 1994. Humidity and airflow during storage affect peach quality. *HortScience* 29 (7): 798-801.
53. -WILLS, R.; MC GLASSON, W.; LEE, T.; GRAHAM, D. 1984. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas postrecolección. Zaragoza, Acriba. 195 p.

54. -ZOFFOLI, J.P.; RODRÍGUEZ, J.; ALDUCE, P.; CRISOSTO, C.H.1998.  
Atmósfera modificada en frutos de duraznos "Elegant Lady" y "O'  
Henry". Frutícola. 18 (2): 59-65.