

POSRECOLECCIÓN

“Etiología y desarrollo de alteraciones fisiológicas durante la refrigeración en el tomate”

Realizado por:

Raquel González Martínez

Ángela Sofía García Blaya

Diciembre 2007

Universidad Politécnica de Cartagena

ÍNDICE

1. El tomate
 - 1.1 Morfología y taxonomía
 - 1.2 Tratamientos posrecolección del tomate fresco

2. Daños por frío en el tomate
 - 2.1 Introducción
 - 2.2 Temperaturas óptimas de almacenamiento
 - 2.3 Alteraciones fisiológicas
 - 2.3.1 Presencia de punteado
 - 2.3.2 Pérdida de peso fresco
 - 2.3.3 Presencia de arrugas
 - 2.3.4 Disminución de la firmeza
 - 2.3.5 Presencia de manchas en la coloración de fondo
 - 2.3.6 Presencia de enfermedades

3. Control de daños por frío
 - 3.1 Introducción
 - 3.2 Tratamientos físicos
 - 3.2.1 Tratamientos térmicos
 - 3.2.2 Atmósferas modificadas
 - 3.3 Tratamientos químicos
 - 3.4 Mejoramiento genético

4. Bibliografía

EL TOMATE

MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA

El tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.) pertenece a la familia de las Solanáceas y necesita de climas templados, para crecer sin problemas. Fruto de la planta tomatara, de color rojo cuando está maduro. Es una baya globosa o piriforme, que presenta una coloración generalmente roja en su maduración. Es una hortaliza de riquísimas propiedades culinarias y para la salud. Es rico en vitaminas C y A. La planta es perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

El tamaño del fruto y la variedad del mismo están genéticamente condicionados por la variedad, el número de semillas, posición del fruto en el ramo, posición del ramo en la planta, variables climatológicas (radiación, temperatura, humedad, CO₂), marco y densidad de plantación y manejo del abonado. La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada y en su interior se delimitan los lóbulos carperales que pueden variar entre dos y treinta. La placentación puede no ser regular. El diámetro de los frutos varía entre 3 y 16 cm (Maroto, 2002).

El tomate es un fruto climatérico, es decir, que al iniciarse la maduración, su respiración se incrementa así como la producción de etileno; lo que conlleva al ablandamiento de la pared celular y a su vez existe un incremento de azúcares. El estado óptimo para su cosecha queda pues condicionado a la velocidad con la que la maduración tiene lugar, y por supuesto a las exigencias diferenciales de los distintos mercados (Fernández Rodríguez et al., 2004).

1.2 TRATAMIENTOS POSRECOLECCIÓN DEL TOMATE FRESCO

Los órganos vegetales están formados por tejidos vivos que tras su recolección tiene lugar una pérdida de agua y firmeza, color verde, acidez, astringencia y aumento de azúcares, sólidos solubles y aromas, sufriendo un descenso importante en su calidad global hasta el consumo, que pueden llegar a su pérdida total. El tomate es un producto con muy elevadas pérdidas en la posrecolección, que pueden alcanzar el 50 % de la cosecha. Esto es debido a su intensa actividad respiratoria y sensibilidad a la deshidratación (por las características de sus tejidos y su 94 % de contenido en agua), a la acción del etileno, a las podredumbres, a los daños mecánicos y fisiológicos e incluso a la congelación accidental, ya que su punto de congelación (-0.5 °C) es muy elevado (Artés, 1999 y Ulrich, 1995, citados por Artés y Artés-Hernández, 2004).

Cuando el desarrollo vegetal llega a la fase final (senescencia), ocurren alteraciones irreversibles de células y tejidos que llevan a su muerte, seguida de ataques microbianos que los descomponen (Artés, 1995a, 1999, citados por Artés y Artés-Hernández, 2004). Con relación a lo anterior, la refrigeración es la única técnica de conservación capaz de mantener un cierto tiempo las características del estado fresco de las especies vegetales, conservando cualidades sensoriales,

higiénicas y nutritivas atractivas para el consumo directo o para el procesado mínimo en fresco. El papel del frío es decisivo en la posrecolección, ya que evita pérdidas ligadas a daños mecánicos en la manipulación, a la elevada temperatura y a una excesiva duración del transporte y comercialización (Artés, 1997; IIR, 1996, citados por Artés y Artés-Hernández, 2004).

El tomate no suele requerir una conservación frigorífica prolongada, pero a veces es necesario por las exigencias del mercado en la actualidad. En este proceso hay que tener en cuenta que el tomate es muy sensible a los daños por el frío, según el estado de madurez y la duración. El frío moderado en el tomate (menos de 10°C) produce unos efectos directos y rápidos sobre las membranas, dañando a la célula, cuya gravedad depende de la intensidad de la baja temperatura. También puede tener una acción más gradual y prolongada, pudiendo alterar de forma irreversible el metabolismo del fruto transcurridas unas dos semanas (Artés y Artés-Hernández, 2004).

DAÑOS POR FRÍO EN EL TOMATE

INTRODUCCIÓN

El control de la temperatura, a través de la refrigeración, es una de las herramientas principales para reducir el deterioro poscosecha de frutas y hortalizas, asegurando el mantenimiento de la calidad y el valor nutritivo. Las bajas temperaturas disminuyen la actividad metabólica de los productos y de los microorganismos, reducen la respiración disminuyendo las reservas que son consumidas por este proceso, retardan la maduración y disminuyen la pérdida de agua del producto hacia el ambiente por reducir la transpiración (C. Lucangeli - R. Murria, 2000).

Sin embargo, uno de los principales problemas para las frutas y las hortalizas refrigeradas es la aparición de desórdenes fisiológicos, conocidos con el nombre genérico de daño por frío. El daño por frío ocurre siempre a temperaturas por arriba del punto de congelación, por lo que es diferente al llamado daño por congelación. Aunque en distinto grado y con diferente sintomatología tanto frutas como hortalizas de origen tropical, subtropical y templado son susceptibles a este problema. La susceptibilidad depende del cultivar, de la temperatura y del tiempo de exposición a las bajas temperaturas, del grado de madurez, de las características climáticas de la zona de cultivo y en especial a las temperaturas previas a la cosecha (C. Lucangeli - R. Murria, 2000).

La sintomatología del daño por frío es diferente en las distintas especies que lo padecen y representan una manifestación de los cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos producidos por la exposición a las bajas temperaturas. La intensidad de la sintomatología también depende del tiempo de exposición a temperaturas por debajo de un límite crítico. En frutas y hortalizas, los síntomas visibles característicos del daño por frío incluyen: incapacidad para desarrollar una coloración uniforme observable en tomates; incremento de la respiración; aumento

de la susceptibilidad a podredumbres comunes en tomates (C. Lucangeli - R. Murria, 2000).

Constituye este desorden una de las principales limitantes a la vida comercial de frutas y hortalizas, por lo que su atenuación constituirá un impacto económico importante, permitiendo mayor disponibilidad de alimentos, menor estacionalidad de la oferta y precios más uniformes a lo largo del año, apertura de nuevos mercados internacionales y disminución de los costos de transporte, al reemplazar el transporte aéreo por el marítimo en mercados ya abiertos (Lucangeli y Murria, 2000).

2.2. TEMPERATURAS ÓPTIMAS DE ALMACENAMIENTO

Las temperaturas óptimas recomendadas para el almacenamiento de los frutos de tomate, evitando la ocurrencia de DF, dependen del estado de madurez. En el caso de los frutos verde maduro, las temperaturas fluctúan entre 10 y 13°C, y dentro de este rango, es factible obtener una vida útil de 2 a 5 semanas. A diferencia de los frutos en estados de madurez más avanzados (rosado y rojo), los cuales pueden ser almacenados a temperaturas que fluctúan entre 8 y 10°C, las que permiten que la vida útil del producto sea entre 1 y 3 semanas (Trevor V. y Cantwell M., 2002).

ALTERACIONES FISIOLÓGICAS

El daño por frío involucra una serie de disfunciones metabólicas, que ocurren en ciertas células, tejidos u órganos vegetales, las que resultan en alteraciones a nivel físico- químico y en un conjunto de síntomas característicos del fenómeno (Krarup, 2001, citado por Henríquez, 2002). Los frutos de tomate afectados por DF, usualmente presentan algunos de los siguientes síntomas visibles a nivel macroscópico: lesiones superficiales como ampollas, hendiduras o punteado, que ocurren en el pedúnculo y en la región ecuatorial, las que finalmente son invadidas por hongos; manchas en la coloración de fondo, caracterizada por una lenta y no uniforme coloración, la cual ha sido atribuida a la desorganización de la ultraestructura de los frutos; pardeamiento de las semillas, la pulpa y la fibra vascular; ruptura de los tejidos; ablandamiento de los frutos, lo que determina la disminución de la firmeza; problemas en la maduración de los frutos y cambios composicionales, especialmente en relación, al sabor y al aroma (incremento de la acidez y disminución del aroma) (Morris, 1982; Efiuvwevwere y Thorne, 1988; Dodds y Ludford, 1990, citado por Henríquez, 2002).

Los frutos afectados también presentarían mayor predisposición al ataque de enfermedades, debido a la presencia de cambios que proveen de un medio favorable para el crecimiento de los patógenos. Los microorganismos que exitosamente atacan los tejidos dañados son a menudo parásitos débiles que no crecen en tejidos sanos. Se ha observado que los frutos de tomate que han sufrido daño por frío se ven invadidos por *Alternaria* sp., *Erwinia* sp., *Cladosporium* sp y *Penicillium* sp (Morris, 1982; Efiuvwevwere y Thorne, 1988, citado por Henríquez, 2002).

Algunos procesos fisiológicos que son importantes en la poscosecha de los frutos de tomate y que son alterados en frutos con DF son el incremento de la tasa respiratoria cuando los frutos son retirados de la exposición al frío y transferidos a condiciones ambientales normales, aumento de la producción endógena de etileno, incremento de la entrada de CO₂ al proceso respiratorio y aumento de la pérdida de electrólitos (Morris, 1982; Wang, 1990).

A nivel microscópico, una de las manifestaciones iniciales de DF es la disminución o cese de la ciclosis protoplasmática, debido al aumento en densidad y rigidez del citosol inducido por bajas temperaturas, con una plasmólisis progresiva de las células, cambios en la estructura y composición de la membrana e incremento de la permeabilidad del plasmalema, con lo cual decrece el consumo de iones y aumenta la tasa de pérdida de electrólitos y solutos al medio extracelular. Las organelas sufren alteraciones estructurales como por ejemplo, pérdida de ribosomas, cloroplastos y del aparato de Golgi, condensación de la cromatina nuclear, degradación de los tonoplastos, hinchamiento de las mitocondrias y desorganización de la lamela interna de los cloroplastos (King y Ludford, 1983; Marangoni et al., 1989; Wang, 1990, citado por Henríquez, 2002).

Estos síntomas característicos del fenómeno determinan la disminución del período de almacenamiento y la reducción de la calidad, ante la pérdida de la firmeza e irregular maduración fisiológica inducida por el enfriamiento (Morris, 1982; Jackman et al., 1990).

El grado de expresión de estos síntomas depende de características intrínsecas de los frutos y del ambiente o extrínsecas. Entre las características propias de los frutos se mencionan especie, cultivar, parte de la planta, estado de madurez (los frutos en estados de madurez más avanzados son más resistentes a las bajas temperaturas o tiempo de exposición mayores, que aquellos más inmaduros), estado metabólico (activo o dormante) antes del enfriamiento, nivel hormonal, características morfológicas y fisiológicas al momento de la exposición. Y entre las características propias del ambiente se mencionan: temperatura, duración de la exposición, tipo de exposición si es continua o interrumpida, humedad relativa, condiciones de luminosidad durante el crecimiento y desarrollo de los frutos, composición de la atmósfera, nivel de fertilización, posición de los frutos en la canopia, época de cosecha y tratamientos poscosecha (Salveit y Cabrera, 1987; Dodds y Ludford, 1990; Saltveit y Morris, 1990; Kay, 1991; Lurie et al., 1997, citado por Henríquez, 2002).

Una de las características intrínsecas más importante que afecta la sensibilidad al daño por frío es el genotipo.

PRESENCIA DE PUNTEADO

El punteado es el síntoma más característico e indicativo de la existencia de daño por frío en los frutos de tomate; se caracteriza por la presencia de depresiones irregulares y pequeñas. Sin embargo, a medida que el enfriamiento progresa, los punteados pueden unirse y formar hendiduras limitadas y de mayor tamaño (Ryall y Lipton, 1979; Zamora, 2000).

Tal como se observa en la figura 1, este síntoma es incipiente, difuso y confinado a pequeñas áreas en muestras de tomate mantenidas a 0 °C durante 14 días. Sin embargo, el punteado se ve intensificado si después de un periodo de refrigeración se somete a temperatura ambiente (20°C), constituyéndose en el síntoma visible más característico del daño por frío en este tipo de frutos. Esto demuestra que la expresión del daño por frío incluye una etapa de inducción y otra de expresión del síntoma; donde la inducción esta relacionada con el tiempo de almacenaje de la especie/variedad a bajas temperaturas (menor a 10°C) y que la expresión requiere habitualmente de un período a altas temperaturas, en el cual los síntomas de DPF llegan a ser muy notorios. (Morris, 1982).



Figura 1. Punteado en frutos cosechados en dos estados de madurez: inicio (izquierda) y rosado (derecha) después de 14 días a 0°C más 6 días a 20°C (Henríquez, 2002).

2.3.2 PÉRDIDA DE PESO FRESCO

La pérdida de peso fresco es un parámetro que se encuentra asociado al daño por frío, y al igual que en los frutos de pepino, pimiento y pomelo se considera como un factor agravante que contribuye al desarrollo de los síntomas de DF (Purvis, 1984). Sin embargo, por sí sólo no es un síntoma característico e indicativo de la existencia de DF (Henríquez, 2002).

La pérdida de peso fresco durante el almacenamiento está en función de la pérdida de agua (transpiración) y peso seco (respiración), siendo la pérdida de peso por transpiración muy superior a la de respiración durante el almacenaje a 0°C (Portillo, 2001). En los frutos de tomate el valor máximo de pérdida de peso permisibles desde el punto de vista de la calidad es 7% (Burton, 1982).

La tasa de pérdida de peso fresco en frutos de tomate depende de la variedad de tomate, estado de madurez y condición de cultivo. Al igual que el síntoma anterior, esta pérdida de peso fresco se ve incrementada si tras la refrigeración a 0 °C el fruto es expuesto a temperatura ambiente (20 °C), lo cual se explica por la mayor temperatura y menor humedad relativa del ambiente (Henríquez, 2002).

2.3.3 PRESENCIA DE ARRUGAS

La formación de pliegues y arrugas esta asociado al DF (Ryall y Lipton, 1979) y se desarrollarían como consecuencia de altas pérdidas de agua en las zonas afectadas.

Además, podría enmascarar la superficie del fruto afectada por punteado. Sin embargo, por si sólo no es un síntoma característico e indicativo de la existencia de daño por frío, como el punteado, fallas en la coloración de fondo o aumento en la susceptibilidad al ataque de patógenos (Henríquez, 2002).

2.3.4 DISMINUCIÓN DE LA FIRMEZA

El ablandamiento del fruto esta asociado a profundos cambios estructurales en la pared celular e implica la solubilización de las pectinas, con lo cual se afecta principalmente la calidad de los frutos de tomate, al incrementarse la susceptibilidad al daño mecánico y al ataque de patógenos (Chiesa et al., 1997).

El almacenamiento de los frutos a bajas temperaturas produce la disminución de la firmeza como resultado de la liberación de etileno, el cual induce la producción del RNAm, que induce la síntesis de la poligalacturonasa, principal enzima péctica implicada en el ablandamiento de los frutos (Hobson, 1987).

2.3.5 MANCHAS EN LA COLORACIÓN DE FONDO

La presencia de manchas visibles en la coloración de fondo, expresadas como áreas demarcadas por una coloración menos intensa donde predominan los colores amarillo, verde y naranja, indica incapacidad para desarrollar color rojo uniforme como resultado del daño que se produce en la formación de pigmentos a través de la conversión de los cloroplastos en cromoplasto y la susceptibilidad de las zonas involucradas en la síntesis de proteínas (Hobson, 1987).

Las manchas en la coloración de fondo afectan la apariencia, y por ende la calidad visual de los frutos de tomate (Figura 4).



Figura 4. M manchas en la coloración de fondo: antes del almacenamiento a 0°C (izqda) y después de 14 días a 0°C más 6 días a 20°C (derecha) (Henríquez, 2002).

2.3.6 ENFERMEDADES

Según, Efiuwewwere y Thorne (1988), existe una mayor predisposición al ataque de patógenos en los frutos dañados por DF, incrementándose su susceptibilidad en las zonas que presentan lesiones superficiales como punteado y hendiduras. Los hongos identificados por estos investigadores fueron: *Alternaria* spp, *Sthemphyllium* spp, *Penicillium* spp y *Aerobasidium* spp, considerados patógenos facultativos, que requieren de daño o tejido debilitado para facilitar su invasión y posteriormente su desarrollo. Los hongos que aparecieron causando pudrición en los ensayos realizados por Berti (1990), en orden de importancia fueron: *Cladosporium* sp, *Sthemphyllium* sp, *Alternaria* sp, *Rhizopus* sp y *Penicillium* sp.



Figura 5. *Alternaria* sp (izquierda) y *Penicillium* sp (derecha) en tomates después de 14 días a 0°C más 6 días a 20°C (Henríquez, 2002)

3. CONTROL DE DAÑOS POR FRÍO

3.1 INTRODUCCIÓN

Las investigaciones que relacionan los DF con las modificaciones del metabolismo en la posrecolección hortofrutícola son aún insuficientes, aunque en la pasada década se han producido notables progresos (Klein y Lurie, 1992; Wang, 1993; Artés, 1995a,b,c, citado por Artés y Artés-Hernández, 2003). Los DF pueden reducirse bien aumentando la tolerancia de los productos, bien retrasando el desarrollo de los síntomas (Wang, 2000). En general no existen medios de lucha totalmente eficaces para evitarlos, excepto quizás los que limitan el estrés hídrico, estimulado secundariamente por la baja temperatura (Marcellin, 1992), y también los tratamientos que dificulten los flujos de gases de interés fisiológico (O₂, CO₂ y C₂H₄) a través de las membranas celulares, generando una atmósfera modificada (AM) en el interior del fruto (Artés y Artés-Hernández, 2003).

Se ha demostrado que una tensión de vapor de agua próxima a la saturación durante la conservación en atmósfera controlada (AC) o en AM, inhibe el estrés

hídrico de la posrecolección y favorece la tolerancia al frío de numerosas especies sensibles (cítricos, tomate, pimiento, pepino o berenjena), reduciendo o suprimiendo los DF (Grierson et al., 1982; Ben-Yehoshua et al., 1983).

Aunque obviamente el mejor paliativo es mantener los productos a una temperatura superior al umbral crítico. Se han propuesto diversos métodos para reducir la gravedad de los DF y algunos de ellos ofrecen un interés práctico relevante. Las investigaciones recientes orientadas a disminuir la presencia o severidad del desorden en productos susceptibles se han centrado en posibles tratamientos térmicos, químicos o gaseosos y en el mejoramiento genético de las especies para disminuir la susceptibilidad de sus productos (Artés y Artés-Hernández, 2003).

3.2 TRATAMIENTOS FÍSICOS

Si los daños por el frío ocurren durante el periodo de latencia o de inducción de la enfermedad pueden ser reversibles, para lo que en el tomate recolectado se han utilizado tratamientos que reducen la sensibilidad del fruto al frío y la severidad de los daños o que retrasan la aparición de los síntomas. Con este objetivo, pero también para evitar alteraciones patológicas, existen métodos físicos como los calentamientos y enfriamientos intermitentes, el enfriamiento gradual de los frutos, los pretratamientos térmicos con aire o agua a temperaturas moderadas o las atmósferas modificadas (Artés, 1995b; Artés y Escriche, 1994; Artés et al. 1997 y 1998ab).

3.2.1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

La plena justificación de la eficacia de ciertos tratamientos térmicos moderados para limitar los DF, como el retraso del enfriamiento, acondicionamiento térmico o curado para restaurar la alteración de los tejidos no es bien conocida, aunque depende mucho de la variedad y del estado fisiológico (Marcellin y Ulrich, 1983; Artés, 1984 y 1995a; Artés y Escriche, 1988a,b; Martínez et al., 1987; Casas y Cuñat, 1990; Wang, 1991; Mc Donald et al., 1993; Rodov et al., 1995, citado por Artés y Artés-Hernández, 2003). Una posible explicación reside en los efectos favorables para reducir las pérdidas de peso, en aumentar la resistencia a la difusión de gases no condensables a través de la epidermis de los frutos y que, como se ha comprobado que los frutos maduros o tardíos son menos sensibles a los DF que los inmaduros o precoces de la misma cosecha, el curado puede lograr un cierto avance de la maduración de los productos, evitando el DF y, con frecuencia, diversas podredumbres al facilitar la lignificación de los tejidos y evitar la proliferación de los microorganismos de herida.

Los calentamientos intermitentes (CI) consisten en someter los frutos a elevaciones periódicas de la temperatura, en el curso de la conservación frigorífica convencional, durante la fase de latencia de la alteración, con duración e intensidad variables según el producto. Este tratamiento se ha considerado como el más eficaz para minimizar los DF en los órganos vegetales (Marcellin, 1992), probablemente por su capacidad para restaurar la alteración de las membranas celulares, modificada por el frío, eliminar posibles metabolitos tóxicos acumulados en células y tejidos a baja temperatura, o incluso favorecer la síntesis de algún metabolito

indispensable para la células Macellin y Ulrich1983; Artés, 1995b). Se ha demostrado que los CI restablecen en frutos con DF la respiración normal (En cítricos, melocotones y tomates) (Marcellin y Ulrich, 1983; Artés et al., 1996).

3.2.2 ATMÓSFERAS MODIFICADAS

El empleo de la técnica de atmósfera modificada continua incipiente a escala comercial en el tomate. Sin embargo, para mejorar su calidad y la supervivencia comercial son muy adecuados los envases plásticos de cierre hermético, que generen alrededor de los tomates refrigerados una atmósfera enriquecida en CO₂ y en vapor de agua y empobrecida en O₂ respecto del aire. Las ventajas de utilizar esta técnica en el tomate consisten en retrasar la maduración (al inhibir la acción del etileno y frenar el metabolismo) y evitar en algún caso los daños por el frío, aunque como inconveniente pueden producir una maduración irregular si se generan concentraciones inferiores a 3 kPa de O₂ y/o superiores a 5 kPa de CO₂ (Artés, 1974, 2000; Kader, 2000). Además, existen riesgos ciertos de que tengan lugar condensaciones de agua sobre los tomates dentro de los envases de atmósfera modificada por las fluctuaciones de temperatura (Artés, 1974), hecho frecuente durante el transporte y distribución lo que frena considerablemente su expansión comercial (Artés y Artés-Hernández, 2004).

3.3 TRATAMIENTOS QUÍMICOS

La aplicación de diversos antioxidantes como la etoxiquinina, la difenilamina, el benzoato sódico, el escualeno o el α -farnaseno, algunos fungicidas como benomilo, tiabendazol o imazalil, los vapores de etanol (reducen la respiración y la emisión de etileno), las disoluciones de calcio (mayores concentraciones de Ca⁺⁺ en los tejidos se ha asociado a menos susceptibilidad a DF), la mayoría de los reguladores del crecimiento al afectar procesos bioquímicos y fisiológicos que pueden a su vez afectar la tolerancia al estrés por frío (etileno, ácido giberélico, ácido abscísico y análogos, el ácido jasmónico y jasmonato de metilo, triazoles), e incluso las poliaminas (por su actividad antioxidante y estabilizadora de las membranas, aunque con resultados contradictorios), se han mostrado eficaces para reducir algunos DF en numerosos productos hortofrutícolas climatéricos como manzana pera o aguacate, y no climatéricos como cítricos, pimiento, pepino o calabacín (Wang, 1991, 2000; Marcellin, 1992; Artés, 1995a; Lurie et al., 1995; Meir et al., 1996, 2000; Laamin et al., 1998).

Por otro lado, la adición de productos químicos a alimentos que se consumen al estado natural requiere el cumplimiento de diversas regulaciones e instancias de aprobación variables en los distintos mercados y, muy especialmente, es contraria a las tendencias actuales hacia una alimentación libre de aditivos o contaminantes químicos. Por lo mismo, el desarrollo de tecnologías basadas en tratamientos químicos requeriría de un producto con un efecto de gran magnitud, de espectro casi universal, de absoluta seguridad y de bajo costo, panacea que hasta el momento es difícil de imaginar y, más aún, de lograr.

3.4 MEJORA GENÉTICA

La mejora genética ha sido reconocida como un potente y conveniente método de disminuir el DF. Uno de los factores más importantes que determinan la susceptibilidad y sensibilidad de las plantas al desorden es su genotipo.

La existencia de variabilidad entre especies y entre variedades botánicas y cultivares de una misma especie, permite modificar la respuesta a temperaturas inductoras del mismo. Por ejemplo, en el tomate cultivado (*L. esculentum*) existe una mayor sensibilidad a frío de diversos procesos fisiológicos que en algunas especies de tomates silvestres (*L. hirsutum* y *L. chilense*) y los cruzamientos de *L. esculentum* con *L. hirsutum* resultan en híbridos F1 de sensibilidad intermedia a DF en algunos de esos procesos. Las investigaciones realizadas con frutos de tomate para consumo fresco sometidos a condiciones inductoras de DF durante poscosecha, han demostrado que cultivares de la variedad botánica conocida como tomate cereza (*L. esculentum* var. *cerasiforme*) son de escasa o nula sensibilidad al desorden, mientras que los cultivares convencionales de consumo fresco presentan una amplia escala de respuesta, desde cultivares altamente sensibles, hasta algunos que no serían susceptibles a DF. El ejemplo de tomate ilustra un potencial interesante, incluso en una base de germoplasma posiblemente estrecha ya que el mejoramiento de la especie se ha focalizado básicamente en la obtención de altos rendimientos, en caracteres auxiliares de los mismos y en calidad de frutos, y no en la obtención de cultivares cuyos frutos sean resistentes a DF. Muchos investigadores postulan que el mejoramiento genético es la mejor manera de resolver el problema de DF. Los métodos convencionales y la ingeniería genética son una alternativa clara y atractiva para enfrentar el problema pero, obviamente, son específicos y requieren de tiempo y recursos considerables; no obstante esto, la selección de cultivares comerciales resulta una opción lógica y valiosa (Krarup, 2001).

4. BIBLIOGRAFÍA

- Henríquez Lang, M^a C. Noviembre 2002. Daño por enfriamiento en poscosecha de tomates. Expresión de síntomas, influencia de la radiación solar y tratamientos térmicos. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias mención Cultivos. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería. Santiago-Chile.
- Artés, F. y Artés-Hernández, F., 2003. Daños por frío en la posrecolección de frutas y hortalizas. Publicado en Avances en ciencias y técnicas del Frío-1. Editores: A. López, A. Esnoz y F. Artés. Edit: UPCT y SECYTEF. Páginas 5, 7, 8, 9 y 10.
- Namesny, A., 2004. Tomates. Producción y comercio. Ediciones de Horticultura, S.L. Cap 3: El cultivo del tomate (Fernández Rodríguez,E., Camacho Ferre,F. y Ricárdez Salinas,M.), pag. 30, 32 y 33. Cap 10: Tratamientos posrecolección del tomate fresco (Artés, F. y Artés-Hernández, F.), pag. 109, 114, 115, y 117.

Internet Explorer: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.

Consultado los días 8, 9 y 10 de Diciembre 2007.

Christian Krarup, H., Diciembre 2001. Daño por enfriamiento. Una Limitante para las Exportaciones de Hortalizas de Estación cálida. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales.

Trevor V. Suslow y Marita Cantwell, Junio 2002. Tomate: (Jitomate). Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616. Traducido por Clara Pelayo: Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F. Página web: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Tomate.shtml>

Lucangeli, C. y Murria, R., Marzo 2000. Daño por frío en la conservación refrigerada de frutas y hortalizas. ¿Podemos beneficiarnos con el estrés?. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Página web: http://www.inta.gov.ar/Sanpedro/info/doc/pos/rm_006.htm