

RETARDADORES DE LA MADURACIÓN EN FRUTOS DE TOMATE ALMACENADOS BAJO ATMÓSFERA MODIFICADA

G.D. TRINCHERO; M.A. DI TROLIO y ADELA A. FRASCHINA¹

Recibido: 23/05/01

Aceptado: 07/11/01

RESUMEN

El uso de retardadores de maduración se ha indicado para mejorar la postcosecha de frutos y hortalizas. En este trabajo se estudian parámetros de calidad en tomates almacenados a temperatura ambiente durante cuatro semanas en atmósfera modificada (MAP) y en presencia de retardadores comerciales y de experimentación. Para ello, se dispusieron los tomates en bandejas de poliestireno expandido en cuatro condiciones diferentes: 1) Con cobertura de polipropileno PD-960. 2) Igual que el anterior mas un retardador comercial de la maduración. 3) Bandejas tratadas con permanganato de potasio como absorbedor de etileno. 4) Sin cobertura ni retardador alguno. Se determinó la evolución de peso, firmeza, clorofilas, carotenoides y etileno. Se encontró que la utilización de atmósferas modificadas por coberturas con películas poliméricas favorece el mantenimiento de caracteres organolépticos deseables en los frutos de tomate por un período significativo de dos semanas. La presencia de absorbedores de etileno en estas atmósferas retarda el desarrollo de color de los frutos con respecto al almacenamiento en MAP sin absorbedores de etileno. Las bandejas preparadas con permanganato de potasio pueden ser efectivas en el efecto anterior con menor costo que los saquitos *ad-hoc* comerciales, concluyéndose en una interesante propuesta industrial para la fabricación de bandejas retardadoras de la maduración.

Palabras clave. Postcosecha, etileno, permanganato.

USE OF RETARDERS ON TOMATO FRUITS RIPENNING STORAGE UNDER MODIFIED ATMOSPHERE CONDITIONS

SUMMARY

Retarders have been indicated to improve the postharvest conservation of fruits and vegetables. The aim of this work is to study quality parameter variations of stored tomatoes at room temperature during four weeks in a modified atmosphere (MAP), with and without retarders from laboratories or commercial ones. To accomplish this, there are groups of three tomatoes in polystyrene trays in four different conditions. The first group is covered with a polypropylene PD-960 film. The second one has a commercial ripening retarder and treated trays with potassium permanganate as ethylene absorber are used for the third group. There is also a fourth controlled group coverless and without any retarder. Weight, firmness and chlorophyllic pigments declination, carotenoid pigments evolution and ethylene production, were determined. It turned out that the use of modified atmosphere by polymeric film allows the maintenance of organoleptic desirable characters in tomatoes significantly for two weeks.

The presence of ethylene absorbers in these atmospheres retards fruit color development regarding the storage in MAP without ethylene absorbers. Trays prepared with potassium permanganate can be effective preventing the previous effect with a minor cost than the *ad-hoc* commercial bags being an interesting manufacturing offer for the production of ripening retarder trays.

Key Words. Postharvest, Ethylene, Permanganate.

¹Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires. trinchero@mail.agro.uba.ar

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial provoca un continuo incremento del consumo de frutas y hortalizas. Por otro lado, el comercio exterior se ve condicionado por los exigentes estándares de calidad impuestos por naciones como: Alemania, E.E.U.U., Reino Unido o Japón, lo que significa para países exportadores en vías de desarrollo pérdidas cercanas al 50% en peso, en especies frutihortícolas que no alcanzan calidad exportable satisfactoria (Hamilton y Boatfield, 1988). Para países desarrollados las pérdidas postcosecha de productos frutihortícolas frescos alcanzan magnitudes menores pero aún significativas (se indican porcentajes del orden del 5-25%) (Willset al., 1982) (Capellini y Ceponis, 1984).

Por tales motivos, en la actualidad, la investigación tecnológica se dirige, por un lado, hacia el aumento de calidad de la producción a través del mejoramiento de condiciones de precosecha. En segundo término, al desarrollo de métodos de conservación de frutas y hortalizas durante su postcosecha, tendientes a mantener su calidad, atenuando los procesos naturales de deterioro. Las metodologías utilizadas con este último fin, son el almacenamiento a bajas temperaturas, en condiciones de atmósferas controladas o atmósferas modificadas y el uso de retardadores de maduración.

La maduración se caracteriza, desde un punto de vista bioquímico, por la diferenciación de tejidos, asociada a síntesis específicas de ciertas enzimas responsables de los cambios de textura, color, aroma y sabor, los que ocurren de una manera coordinada. En general, la vida de un fruto puede esquematizarse como la siguiente secuencia de etapas:

Floración⇒	Crecimiento⇒	Maduración⇒	Senescencia⇒
división celular	aumento de volumen celular	desarrollo de caracteres organolépticos	envejecimiento de tejidos

La mayor parte de los frutos pueden madurar sobre la planta pero, por motivos de orden tecnológico o económico, algunos frutos, como el tomate, se recogen en la maduración fisiológica. La maduración comercial se produce durante el transporte y el almacenamiento, en ambiente controlado o no (Pressey, 1986).

Cuando un fruto es separado de la planta, privándosele de agua y nutrientes, pierde marcadamente su capacidad fotosintética, prosiguiendo en cambio

la respiración a expensas de sus propias reservas, las que constituyen el factor limitante en la conservación del mismo (Barceló Coll *et al.*, 1989).

Durante el almacenamiento y/o transporte, los frutos sufren alteraciones que abarcan la pérdida de peso por los efectos conjuntos de la respiración y deshidratación, la pérdida de firmeza por degradación de pared celular por acción de enzimas hidrolíticas, pérdida de sabor por la utilización de los azúcares de reserva y volatilización de aromas (Barley y Kner, 1982). A esto debe agregarse el deterioro físico por el manipuleo (empaquete y transporte) y acción de insectos y microorganismos patógenos (hongos, bacterias). Varios autores han estimado que entre un 25 a 35% de las frutas y hortalizas producidas en el mundo entero, se pierden en el período postcosecha. Se indican porcentajes de pérdidas del orden del 5-25% en países desarrollados y del 20-50% en países en vías de desarrollo. (Hamilton y Boatfield, 1988).

En la Argentina, las pérdidas en tomate son considerables (si bien no hay datos ni estimaciones oficiales). Las grandes distancias entre los centros de producción y de consumo son un factor agravante del deterioro de productos frutihortícolas. En particular, en las llamadas épocas de "primicia" (tomates que ingresan en épocas tempranas al mercado) los frutos provienen principalmente de Salta, Corrientes, Mendoza y Santa Fe (Eguren, 1993).

Con estas condiciones, resulta imprescindible la adopción de metodologías conducentes a una mayor eficiencia en la conservación de productos frutihortícolas en postcosecha. Dicha conservación, debe extenderse a toda la cadena de comercialización, iniciándose la misma en el momento de cosecha y finalizando en los canales de venta directa al público (Hamilton y Boatfield, 1988).

Cuando se hace referencia al término "pérdidas" en postcosecha, no sólo se tiene en cuenta la pérdida de frutos en sí, sino también la disminución de calidad en los mismos (Stevens, 1986).

En el marco del comercio exterior, la Argentina interviene como país agroexportador. Este comercio impone estándares de calidad altamente exigentes que deben ser cumplidos para tener presencia y permanencia en el mismo; por lo cual debe hacerse hincapié en la calidad que cumplimente dichos requerimientos (Roberts y Tucker, 1985) (Turza, 1987) (Bedford, 1988).

Los estándares de calidad pueden ser objetivos, como medida, color, grado de madurez, valor

nutritivo, y subjetivos como textura, sabor, apariencia, los cuales están determinadas por el gusto, usos y costumbres de los consumidores. Es por eso que países con distintos hábitos poseen distintos patrones de calidad. Estas diferencias se ven condicionadas en la mayoría de los casos, por el grado de desarrollo económico. Los países desarrollados imponen mayores exigencias que los subdesarrollados (Turza, 1987).

A nivel mundial se centra la atención en el mejoramiento de la conservación postcosecha de un relativamente pequeño grupo de frutos tales como: banana, cítricos, pera, manzana y tomate. Esto es debido no sólo a sus apreciadas características de aroma, sabor, color o textura, sino por ser fuente de vitaminas y minerales. El tomate, en particular, aporta por cada 100 g de fruto: 0,3 mg de vitamina A, 20 mg de vitamina C y más de 5 mg de ácido fólico (Wills *et al.*, 1982). Las cantidades recomendadas para un adulto por día de dichas vitaminas son 1 mg, 50 mg y 0,4 mg, respectivamente (Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences-National Research Council. EE UU, 1980).

El objetivo básico de la conservación de frutos es prolongar la vida de los mismos después de la cosecha, inhibiendo parcialmente su metabolismo y manteniendo sus cualidades organolépticas. (Roberts y Tucker, 1985).

Para esto se viene desarrollando un amplio espectro de metodologías (Dalrymple, 1969), (Middlehurst *et al.*, 1969), (Wills *et al.*, 1982). Las de mayor uso en la actualidad son: **conservación en frío, conservación bajo condiciones de atmósfera controlada, conservación bajo condiciones de atmósfera modificada, utilización de retardadores de la maduración.**

Las metodologías empleadas en este trabajo fueron la conservación bajo condiciones de atmósfera modificada y con uso de retardadores de maduración.

La conservación bajo condiciones de atmósfera modificada se consigue mediante el almacenaje en bandejas o cajones generalmente de cartón corrugado, recubiertos con película de polipropileno, de una densidad menor a 0,04 mm, con permeabilidades a los gases perfectamente definidas (Wills *et al.*, 1982).

En esta metodología no puede manipularse la concentración de gases y ésta queda supeditada a la mayor ó menor permeabilidad de la película. El

aumento de la concentración de CO₂ y disminución de oxígeno ocurre naturalmente por el metabolismo respiratorio del fruto, alcanzándose un relativo equilibrio en un tiempo más o menos largo.

Las ventajas del uso de este sistema radican en que:

- 1) Se puede almacenar el producto en el comienzo del proceso de comercialización, sin necesidad de cambios posteriores de packaging.
- 2) Es un sistema de menor costo y no requiere de instalaciones específicas.
- 3) Se reduce la pérdida de peso por deshidratación de los frutos.

El inconveniente principal estriba en que aumenta la humedad relativa y se facilita el desarrollo de mohos y microorganismos patógenos. Esta desventaja se reduce con el lavado y descontaminación del producto previo a su cobertura con películas.

Las sustancias retardadoras de la maduración ("retarders") oxidan el etileno producido por los frutos, además de los componentes volátiles característicos del aroma de los mismos, dando como resultado dióxido de carbono y agua (Seymour *et al.*, 1993). Son utilizados para este fin ozono, y más comúnmente permanganato de potasio (Abelcs *et al.*, 1992). Éste suele dosificarse adsorbido en pelets de algún material inerte (y económico) como tierra de diatomeas, los que a su vez se acondicionan en bolsas permeables al etileno.

Respecto a películas que incluyen retardadores de maduración en su estructura existe poca información disponible. Algunos ensayos se han realizado con películas que incluyen arcillas en su estructura, lo cual le confiere un aspecto opaco que impide ver los frutos interiores generando rechazo del consumidor. Otros ensayos con paladio micronizado no parecen ser comercialmente viables.

Con el uso de retardadores se consigue:

- 1) Depurar la atmósfera de etileno y otros volátiles indeseables. Al disminuir este gas disparador de la maduración se consigue frenar la actividad enzimática que regula gran cantidad de reacciones y transformaciones involucradas en cambios de dureza, pulpa, color, contenido en nitrógeno, azúcares reductores, sacarosa, vitaminas, etc., pérdidas que generalmente son responsables de la reducción de calidad del fruto.

2) Frenar la actividad microbiana. En general, los patógenos habituales del tomate, en postcosecha, están dotados de una gran resistencia al frío. El frío solo retarda su desarrollo y contribuye a aumentar el período de latencia (Jauch, 1985).

3) Aumentar el contenido de dióxido de carbono y vapor de agua, (por la oxidación de etileno y compuestos volátiles) haciendo que la actividad respiratoria de los vegetales sea inferior a la que correspondería a la temperatura de conservación. (Barceló Coll *et al.*, 1989) Vale decir que el absorbedor de etileno contribuye al mismo efecto que se busca con el control o la modificación de atmósferas.

En conjunto, los absorbedores de etileno permiten economizar las reservas del fruto manteniendo su calidad nutritiva y organoléptica.

En función de la importancia del estudio de estos aspectos, se establece como objetivo de este trabajo valorar el efecto del uso de retardadores comerciales y de experimentación en frutos de tomate almacenados en condiciones de atmósfera modificada a 25°C.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Tomates

Se emplearon tomates tradicionales de la híbrido Daniela en estadio verde maduro. Es una variedad de

crecimiento indeterminado planta fuerte y productiva, apta para cultivo en invernadero o al aire libre. En estadio maduro el fruto es de color rojo brillante y uniforme.

Bandejas

Bandejas de poliestireno expandido de textura rugosa. Aptas para uso alimenticio, con la correspondiente aprobación de la Secretaría Nacional de Sanidad Animal. Dimensiones: 205 mm.x145 mm.

Parte de las bandejas anteriores fueron impregnadas tres veces por spray con una solución saturada de KMnO_4 dejándose secar en corriente de aire a temperatura ambiente.

Retardadores

Saquitos de uso comercial contruidos con material impermeable al agua y permeable al etileno. La composición de su contenido es: KMnO_4 y NaIO_4 adsorbidos en $\text{Si}_{12}\text{Mg}_8\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Películas para la cobertura de los frutos en bandejas

Bolsas de polipropileno de 21x27 cm. Las características del film PD-960 con que se fabricaron las bolsas fueron proporcionados por la empresa proveedora y se indican al final de ésta página.

Temperatura mínima de exposición	0 °F
Temperatura máxima de exposición	90 °F
Densidad a 73°C	0,92 (g/cc)
Claridad	75 (%)
Opacidad	6,5 (%)
Brillo	84% (%)
Permeabilidad al O_2	6.000-8.000 ($\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ a 73°F, 1 atm.)
Permeabilidad al CO_2	19.000-22.000 ($\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ a 73°F, 1 atm.)
Permeabilidad al vapor de agua	0,90-1,10 (g/100sq.in. 24hs a 73°F, 100% H.R.)
Resistencia al impacto	26 (cm / kg)
Coef. de fricción (film a film, estático)	0,25
Fuerza de Tensión	12.000 (psi)
Elongación a rotura	105 (%)
Módulo de elasticidad	33.000 (psi)
Propagación de Rasgadura	30 (g)

MÉTODOS

Preparación de las muestras

Se acondicionaron los tomates de a tres por bandeja, sometidos a las mismas a cuatro tratamientos distintos:

El primer grupo de bandejas fue recubierto con película PD-960. El segundo grupo se lo preparó en forma análoga al anterior agregando el retardador de la maduración envasado en saquitos *ad-hoc*. Para el tercer grupo se utilizaron bandejas tratadas con permanganato de potasio, disponiéndose un cuarto grupo control sin cobertura ni retardador alguno. Los análisis se realizaron durante cuatro semanas midiéndose peso, firmeza, pigmentos carotenoides, clorofila y producción de etileno.

En la Figura 1 se esquematizan los tratamientos realizados con la siguiente notación:

MAP: bandejas recubiertas con película PD-960.

MAP + R: idem anterior con el agregado de Retarder envasados en saquitos "*ad-hoc*".

MAP+B: idem MAP pero con bandejas tratadas con permanganato de potasio. El contacto de los frutos con el permanganato se evitó con separadores de papel de filtro.

Firmeza

Se midieron con el penetrómetro marca Gullimex con punta de 0,8 cm y penetración de 8 mm. Se efectuaron tres lecturas equidistantes en la zona ecuatorial de cada tomate. La lectura se realizó en kg.

Dosaje de etileno

Se determinó por cromatografía gaseosa en cromatógrafo Hewlett Packard 5890 Serie II equipado con columna de alúmina, detector FID y nitrógeno como gas

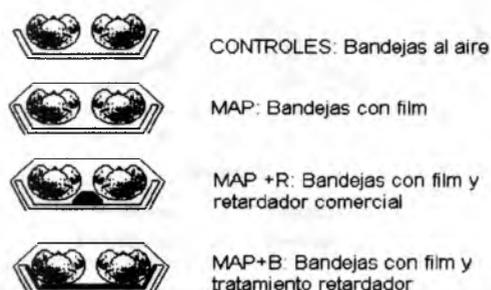


Figura 1. Esquema de los tratamientos según la notación utilizada en el trabajo.

carrier. Los frutos se incubaron durante una hora en frascos herméticos de 1500 mL a los que se les adaptó un septum de neoprene *ad hoc* para extraer muestras de 1 mL. Las valoraciones se hicieron por duplicado y los resultados se expresarán como nL/g.h. Se utilizó un patrón de etileno de 5,2 ppm. en nitrógeno.

Pigmentos carotenoides

Se determinaron contenidos de clorofila y b-caroteno midiendo la absorbancia a 664 y 478 nm respectivamente, en espectrofotómetro Metrolab UV 270. Los extractos se prepararon agregando 10 mL de acetona a 0,5 mL del homogeneizado de tomate. Se agitaron durante una hora a 140 rpm. y se centrifugaron durante 10 min a 4000 rpm.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El ensayo se hizo sobre un diseño en bloques completamente aleatorizados. El análisis estadístico se realizó calculando ANVA para cada una de las fechas de almacenamiento. Se establecieron diferencias significativas cuando la probabilidad fué menor a 0,05 ($p < 0,05$).

RESULTADOS

PERDIDA DE PESO

En la Figura 2 se observa una marcada retención del peso fresco en los frutos sometidos a coberturas plásticas, no registrándose diferencias significativas entre los distintos tratamientos ensayados. La pérdida de peso en esas condiciones fue, en la cuarta semana, menor al 2% mientras que los frutos control acusaron una pérdida de un 15%.

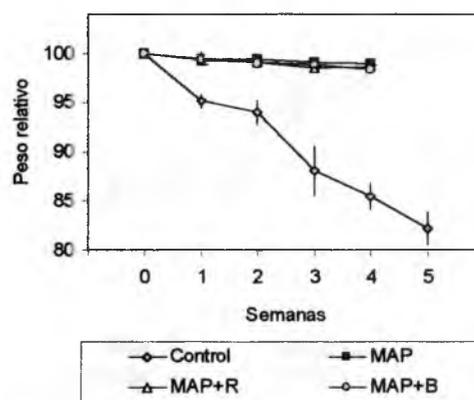


Figura 2. Pérdida de peso relativo de frutos de tomate conservados desde estadio verde maduro, durante 4 semanas bajo condiciones de atmósfera modificada.

FIRMEZA

En la Figura 3 se observa una diferencia significativa en los valores de firmeza entre las bandejas control y las bandejas tratadas durante la primera y segunda semana. En la primera semana la pérdida relativa de firmeza del control es de 45% respecto a su valor inicial. Las bandejas tratadas, en cambio pierden, en promedio un 8% de su firmeza, no siendo significativa las diferencias entre los diferentes tratamientos.

SÍNTESIS DE PIGMENTOS CAROTENOIDES

En la Figura 4 se observa durante dos semanas un retardo en el desarrollo de color en las bandejas tratadas respecto al control, observándose ventajas estadísticamente significativas en este retardo en las bandejas con absorbedores de etileno (MAP+R y MAP+B)

DEGRADACIÓN DE CLOROFILA A

En la Figura 5 se observa que en general no se obtuvieron diferencias significativas en la degradación de clorofila en las bandejas control con respecto a las bandejas tratadas.

SÍNTESIS DE ETILENO

En la Figura 6 se observa claramente un retraso de 3 ó 4 días en la aparición del pico de máxima producción de etileno en las bandejas tratadas respecto a las de control.

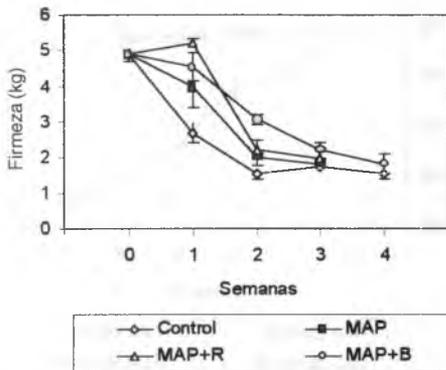


Figura 3. Pérdida de firmeza de tomates almacenados durante 4 semanas en condiciones de atmósfera modificada con y sin retardadores de maduración.

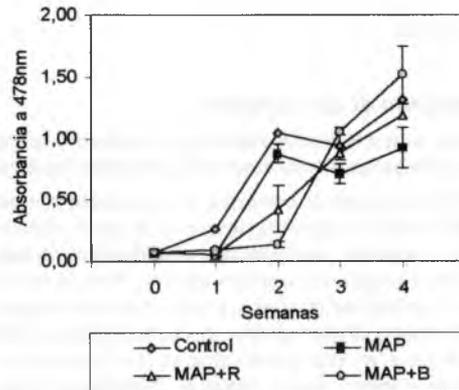


Figura 4. Evolución de pigmentos carotenoides en frutos almacenados durante 4 semanas en condiciones de atmósfera modificada con y sin retardadores de maduración.

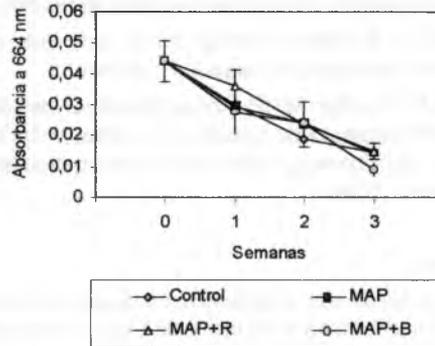


Figura 5. Degradación de clorofila en frutos de tomate almacenados durante 4 semanas en condiciones de atmósfera modificada con y sin retardadores de maduración.

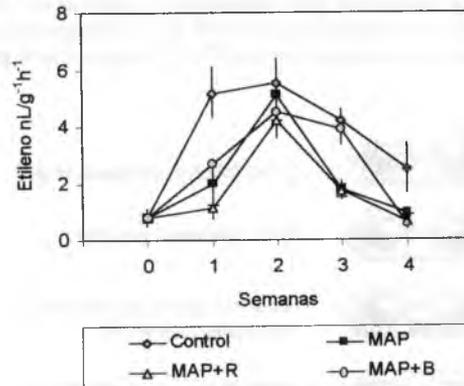


Figura 6. Cambios en la producción de etileno en frutos de tomate almacenados durante 4 semanas en condiciones de atmósfera modificada con y sin retardadores de maduración.

Cabe notar que el cultivar elegido (Daniela), muestra una pobre producción de etileno en relación a otros cultivares tradicionales.

DISCUSIÓN

El fenómeno de la maduración, como tal, se inicia con la madurez fisiológica, cuando el fruto verde cambia de color y finaliza con la madurez comercial, al alcanzar todas sus cualidades organolépticas (Barceló Coll *et al.*, 1989).

El desarrollo de esta etapa está regulado por la producción de etileno, cuya función hormonal disparadora de la maduración es hoy ampliamente reconocida, pues precede, generalmente, al pico climatórico (un aumento de la actividad respiratoria cuya determinación puede utilizarse para la valoración del estado de maduración) (Chalmers y Rowan, 1971). La síntesis de etileno promueve a su vez la síntesis de pigmentos y de enzimas pécticas relacionadas con el ablandamiento del fruto y (Grierson y Tucker, 1983) (Campbell y Labavitch, 1989). Es por ese motivo que se ha propuesto el agregado de absorbedores de etileno en diferentes tipos de packaging, como modo de retardar los efectos de maduración de este gas.

A este período de diferenciación le sigue (rápidamente) la desorganización del aparato metabólico del tejido, en particular el involucrado con su capacidad respiratoria a partir de mitocondrias celulares (Barley y Kner, 1982). Se requiere una profundización del estudio de los procesos bioquímicos de la maduración postcosecha, (en el proceso de síntesis del etileno, aún se desconoce el sitio de la organela donde dicha síntesis ocurre y los factores que controlan la sensibilidad de los tejidos a su presencia) (Wills *et al.*, 1982) (Campbell y Labavitch, 1989). Existe, no obstante la complejidad de los fenómenos involucrados, abundante bibliografía que cubre diferentes aspectos relacionados a la maduración del fruto y mecanismos que lo regulan (Yang y Hoffman, 1984) (Grierson y Kader, 1986) (Brady *et al.*, 1987).

En este trabajo se observó que la disminución en la tasa respiratoria bajo atmósferas modificadas por coberturas con películas poliméricas impidió la deshidratación de los frutos por respiración y evaporación, lo cual resultó en una marcada disminución de la pérdida de peso (aproximadamente a un 0,5% por semana). Los frutos controles (sin cobertura)

perdieron un 4% de su peso por semana, esto significa para los frutos protegidos una disminución de la pérdida de hasta un 12,5% trabajando a temperatura ambiente.

En la atmósfera de bandejas cubiertas con películas que incluyen absorbedores de etileno comerciales, se comprueba una eficiente eliminación del etileno producido durante el proceso de maduración de los frutos. La utilización de permanganato de potasio adsorbido sobre la superficie de las bandejas de poliestireno expandido consiguen, en menor medida, el mismo efecto (Figura 7). Un aumento de la concentración del permanganato y su preparación en escala industrial podría igualar el efecto de los saquitos comerciales a mucho menor costo. Habrá que evitar el contacto directo de los frutos con el permanganato, por ejemplo con bandejas de doble fondo, como las usadas para absorber jugos de carne.

Actualmente se están ensayando industrialmente técnicas de incluir permanganato, o arcillas absorbentes de etileno en films poliméricos con resultados no totalmente satisfactorios. Por ejemplo las arcillas dan un color parduzco y opaco al film que impide una buena observación de los frutos envueltos, generando desconfianza a los ojos del consumidor.

De todas formas, la disminución de la concentración de etileno en las atmósferas modificadas mostró un efecto ligeramente retardador de la maduración con respecto a las atmósferas modificadas sin absorbedores de etileno sólo para el desarrollo de pigmentos carotenoides, el cual se nota signifi-

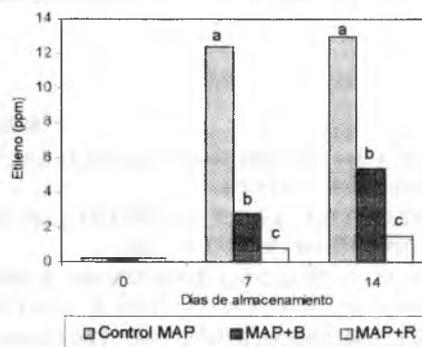


Figura 7. Acumulación de etileno en frutos con atmósfera modificada bajo film de polipropileno en bandejas tratadas con KMnO_4 (MAP + B), bandejas con retardador comercial (MAP + R) y bandejas control sin retardadores de maduración (MAP). a,b,c: diferencias significativas ($p < 0,05$).

cativamente disminuído en la segunda semana de almacenamiento en estantería. Llamativamente, este retardo en el enrojecimiento de los frutos en atmósferas con absorbedores de etileno no tiene correlato con el atraso en la aparición del máximo de producción de este gas, el que se muestra semejante (y en el orden de 3 ó 4 días de almacenamiento) en los tres tratamientos ensayados, con y sin absorbedores, lo que indicaría que el desarrollo de color puede estar correlacionado con la concentración de etileno externa más que con la producción del mismo. En general se aprecia que los beneficios de los tratamientos ensayados se manifiestan durante las dos primeras semanas de almacenamiento en estantería, en que la pérdida de firmeza es menor y el desarrollo de color (síntesis de licopeno y caroteno) está disminuído. Las diferencias de estos caracteres con los controles dejan de ser significativas hacia la tercera y cuarta semana. La pérdida de peso, en cambio es significativamente menor aún hasta la cuarta semana.

Como el color y la firmeza son los caracteres mas ampliamente apreciados por el consumidor, la utilización de atmósferas modificadas en bandejas recubiertas por films plásticos queda justificada en las bocas de expendio, ya que dos semanas es el tiempo promedio de comercialización en nuestro país.

CONCLUSIONES

* La utilización de atmósferas modificadas por coberturas con films poliméricos favorece el mantenimiento de caracteres organolépticos

deseables en los frutos de tomate por un período significativo de dos semanas.

* La presencia de absorbedores de etileno en estas atmósferas retardaría el desarrollo de color de los frutos con respecto al almacenamiento en MAP sin absorbedores de etileno.

* Las bandejas preparadas con permanganato de potasio podrían ser efectivas en el efecto anterior a menor costo que la utilización de saquitos comerciales, debiéndose analizar en futuros ensayos la conveniencia de mejorar la concentración activa de esta sal y su estabilidad en el tiempo.

* Se sugiere probar industrialmente dos metodologías de separación del tomate del permanganato disperso sobre la bandeja: utilizando una bandeja de doble fondo o una capa extra de film polimérico (Figura 8)

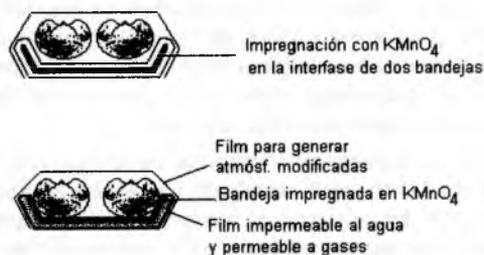


Figura 8. Esquemas propuestos para nuevo "packaging" comercial.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELCS, F.B.; P.W. MORGAN and M.E. SALVEIT (Jr.). 1992. Ethylene in Plant. Biology Academic Press. San Diego. U.S.A. 414 pp.
- BARCELÓ COLL, J.; G.N. RODRIGO; G.B. SABATER y T.R. SÁNCHEZ. 1989. Fisología Vegetal. Edit. Ediciones Pirámide. Madrid. 662 pp.
- BRADY, C. J.; W.B. Mc GLASSON and J. SPEIRS. 1987. The Biochemistry of Fruit Ripening in Tomato Biotechnology, de Nervins, D.; Jones, R. New York: Alan R. Liss. 312 pp.
- BARLEY, I.M. and M. KNEE. 1982. The Chemistry of Textural Changes in Fruit During Storage. *Food Chem.* 9: 47-58.
- BEDFORD, L.V. 1988. Sensory Quality of Fresh Tomatoes. Campden Food and Drink Association. London. *Technica Memorandum* N°514, Chipping Campden Glos.
- CAMPBELL, A.D. and J.M. LABAVITCH. 1989. Pectic Oligomers Induce Increases in Ethylene, Lycopene, and Phenolics in Tomato Pericarps Discs. (abstract N° 577). *Plant Physiol.* 89: s-97.

- CAMPBELL, A.D.; M. HUYSAMER; H. STOTZ; L.C. GREVE and J.M. LABAVITCH.** 1990. Comparison of Ripening Processes in Intact Tomato and Excised Pericarp Discs, *Plant Physiology*. 94: 1582-1589.
- CAPELLINI, R.A. and M.J. CEPONIS.** 1984. Postharvest losses in fresh fruits and vegetables. En: H. E. Moline (Editor). Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables: Postharvest Losses in Perishable Crops. Univ. of California, Agric. Exp. Sta., Publication EN-87.
- CHALMERS, D.J. and K.S. ROWAN.** 1971. The Climacteric in Ripening Tomato Fruit. Edit. *Plant Physiology*. New York. 256 pp.
- DALRYMPLE, D.G.** 1969. The Development of an Agricultural Technology Controlled-Atmosphere Storage of Fruit. *Technology Culture*. U.S.A. 10: 35-43.
- EGUREN, F.** 1993. Agromercado. Negocios de Campo S.R.L. Estrategias y Metodologías de Difusión de Tecnologías Agropecuarias N° 3.
- GRIERSON, D. and A. KADER.** 1986. Fruit Ripening and Quality. In J.G. Atherton, J. Rudich, eds. The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall. London. 285 pp.
- GRIERSON, D. and G.A. TUCKER.** 1983. Timing of the Ethylene and Polygalacturonase Synthesis in Relation to the Control of Tomato Fruit Ripening. *Plant Physiol.* 157: 174-179.
- HAMILTON I. y G. BOATFIELD.** 1988. Cálculos en Agricultura y Horticultura. Edit. El Ateneo. Buenos Aires. Introducción 116 pp.
- JAUCH, C.** 1985. Patología Vegetal. El Ateneo. Buenos Aires. 204 pp.
- MIDDLEHURST, J.; N.S. PARKER and M.F. COFFEY.** 1969. The Transport of Food in I.S.O. Containers. CSIRO. Australia. Food Preserv. Q 29.
- PETRO TURZA, M.** 1987. Flavour of Tomato and Tomato Products. *Food Reviews International*. New York. 2: 309-316.
- PRESSEY, R.** 1986. Changes in Tomatoes During Ripening. *Hortscience. Australia*. 21: 1183-1185.
- RIQUELME, F.** 1990. Atmósferas Modificadas y el Etileno. Editado por: J. Recasens; J. Graell; M. Vendrell. Lérida. pp 150-155.
- RISSE, L. A. and W.R. MILLER.** 1983. Effect of Scrubbing Ethylene During Storage of Tomatoes. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96: 322-324.
- RISSE, L.A.; W.R. MILLER and S. BEN-YEHOSHUA.** 1985. Weight loss, Firmness, Colour and Decay Development of Individually Film-Wrapped Tomatoes. *Trop. Sci.* 25: 117-121.
- ROBERTS, J.A. and G.A. TUCKER.** 1985. Ethylene and Plant Development. Butterworths. London. 416 pp.
- SEYMOUR, G.B.; J.E. TAYLOR and G.A. TUCKER.** 1993. Biochemistry of Fruit Ripening. Edit. Chapman and Hall. London. 446 pp.
- STEVENS, M.A.** 1986. Inheritance of Tomato Fruit Quality Components. Plant Breeding Reviews. Avi publishing Co, Inc. Westport, Conn., U.S.A. 343 pp.
- WILLS, R.B.H.; T.H. LEE; D. GRAHAM; McGLASSON and E.G. HALL.** 1982. Postharvest, An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. Edit. New South Wales University Press Limited. Australia. 159 pp.
- YANG, S.F. and HOFFMAN.** 1984. Ethylene Biosynthesis and its Regulation in Higher Plants. *Annu. Rev. Plant Physiology*. 35: 155-189.