

Ensayos

Empaque en la conservación poscosecha en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Resumen

Un ensayo relacionado con el uso de los empaques en la conservación poscosecha en híbridos de tomate (ARO-8472 F 1 y ARO -8479 F1), fue realizado en el IIH «Liliana Dimitrova.» Los frutos fueron cosechados en estado de madurez breaker y almacenados en bolsas de polipropileno biorientado (PPBO), bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD) y cajas de cartón como testigo, evaluándose al inicio, 7, 14 y 21 días poscosecha, las pérdidas por pudrición, sólidos solubles totales, azúcares reductores, acidez, índice de pH, vitamina C y color. Se comprobó que el empleo de las películas en atmósferas modificadas (Bolsas de PPBO y bolsas de PEBD) en la conservación poscosecha en los frutos de los híbridos estudiados reducen las pérdidas de peso y pudrición, manteniéndolos con buena calidad durante la vida de anaquel, comparados con los frutos conservados en cajas de cartón, el contenido de sólidos solubles totales, acidez y vitamina C disminuyó, mientras que los azúcares reductores y el pH aumentaron durante el almacenamiento para los dos híbridos y formas de empaque, por otra parte el color varió en dependencia de la forma de empaque dando diferentes patrones de maduración.

Abstract

Research related to the use of packaging in the post-harvest preservation period of tomato hybrids (F1 ARO 8472 and ARO 8479) was carried out at the «Liliana Dimitrova» HRI. The fruits were harvested at breaker states of ripening and stored in bio-oriented polypropylene bags (PPBO), low density polyethylene bags (PEBD), and fruit boxes as controls. At harvest time, and then at periods of 7, 14, y 21 days after the harvest, an evaluation was done of weight losses from rotting, total soluble solids, reducing-sugars, acidity, pH indexes, vitamin C, and color. It was demonstrated that the use of films in modified atmospheres (PPBO and PEBD bags) in post-harvest conservation of fruits from the hybrids under study, reduce weight losses and rotting, while keeping them in good quality while on shelves. Compared to fruit preserved in fruit boxes, the content of total soluble solids, acidity, and vitamin C showed a drop, while reducing-sugars and pH increased during storage for both hybrids and packaging forms. On the other hand, colour varied depending on the form of packaging, thereby producing different ripening patterns.

Abstrait

Un essai lié à l'utilisation des emballages pour la conservation après récolte d'hybrides de tomate (ARO-8472 F 1 et ARO -8479 F1), a été effectué à l'IIH «Liliana Dimitrova.» Les fruits ont été récoltés dans un état de maturité breaker et mis en réserve- entreposé dans des sacs de polypropylène bio orienté (PPBO), sac de polyéthylène de basse densité (PEBD) et dans des cartons comme témoins, évaluant au debut 7, 14 et 21 jours après la récolte, les pertes par pourriture, des solides solubles , des sucres réducteurs, de l'acidité et l'indice de pH, vitamine C et de couleur. On a démontré que le fait d'utiliser des pellicules en atmosphères modifiées (sacs de PPBO et sacs de PEBD) dans la conservation après récolte des fruits des hybrides étudiés, réduit les pertes de poids et la pourriture, en conservant une bonne qualité durant la vie de anaquel, comparé avec les fruits conservés dans des cartons, le contenu de solides solubles totaux, acide et vitamine C a diminué, alors que les sucres réducteurs et le pH ont augmenté pendant le stockage pour les deux hybrides et les types d'emballage. D'autre part, la couleur varie selon le type d'emballage, ce qui donne des patrons différents de maturité.

* Julia Mirta Salgado Pulido

* Marta Méndez

* María I Hernández

* Odalys Bruzón

** Soledad Bolumen

*** Félix Cañet Prades

* Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD)

** Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA)

*** Instituto de Investigaciones Fundamental de Agricultura Tropical (INIFAT)

Palabras claves: anaquel, bolsas de polipropileno y bolsas de polietileno de baja densidad.

Introducción

El consumo del tomate de alta calidad es de gran importancia debido a la incorporación de este producto en los hábitos alimenticios de gran parte de la población mundial. Esta hortaliza cobra cada vez un lugar significativo en la dieta humana dada la posibilidad que tiene de utilizarse en forma fresca o procesada industrialmente, acompañando numerosos platos, mejorando la apariencia de los mismos, enriqueciéndolos nutricionalmente por su aporte en vitaminas y minerales (Gómez et al., 2000, Arazuari et al., 2001).

En Cuba el tomate representa el 34 - 40% de las áreas destinadas al cultivo de las hortalizas, ocupando el primer lugar en importancia, se cultiva en todas las provincias incluyendo el municipio especial Isla de la Juventud, siendo las más productoras: La Habana, Pinar del Río, Villa Clara y Ciego de Ávila (Pardo et al., 2000).

El tomate al igual que los frutos y vegetales son productos perecederos que se caracterizan por tener tiempo de vida en anaquel limitado, permanecen vivos después de la cosecha, tienen alto contenido de agua (Peralta, 1993, Riquelme, 1995; Cañet, 1997) y su deterioro es causado por factores biológicos que dependen de la fisiología del producto tales como: respiración, transpiración, crecimiento, desarrollo, maduración y senescencia, cambios en la composición, así como por factores patológicos y entomológicos (pudriciones, decoloraciones, manchas causadas por hongos y bacterias y ataques de insectos (FAO, 1993; Laurence, 1995), por otra parte estos frutos son deteriorados por factores no biológicos ya que tienen alta susceptibilidad a los daños mecánicos (caídas, colisiones, compresión, rozadura y fricción) (FAO, 1987).

La magnitud de estos cambios depende de los factores ambientales (temperatura, déficit de saturación, composición del aire) y factores técnicos organizativos relacionados con la integración de las actividades de producción, operaciones de cosecha, beneficio y comercialización (FAO, 1983).

La vida de anaquel del tomate es muy corta de ahí la necesidad de lograr que estos productos conserven su frescura y calidad por más tiempo, unido a la diversidad de la oferta en el mercado actual que hace al consumidor exigir productos con mayor calidad, (González et al., 1998; Arazuari et al., 2001). Siendo la función de la tecnología poscosecha extender el tiempo de vida útil en anaquel de los productos perecederos.

Desde 1930 se han empleado películas plásticas para el envasado de productos hortícolas, hasta ahora son los materiales más utilizados para este fin (Robertson, 1993) porque presenta resistencia a las altas temperaturas, alta barrera de humedad y a los gases (Rodríguez, 1997), considerándose materiales ideales para modificar atmósfera en el envasado de los frutos y hortalizas en forma individual (Benyehoshwa, 1985) lo que posibilita mantener la calidad del producto por más tiempo durante la vida de anaquel (González, 1998) ya que se reduce la actividad en intensidad de los procesos fisiológicos relacionados con el deterioro.

En los últimos años el consumo del plástico como material de envase se ha venido incrementando por diversas razones tales como el costo, el cual es más económico comparado con los otros materiales de envase utilizados tradicionalmente (Rodríguez, 1997), según Blanco, (1999), el consumo mundial del plástico se estima en 158 millones de toneladas y el 35% del total del mercado de envase lo ocupan las películas plásticas destinado al envase de vegetales, carnes y quesos (Rodríguez, 1997).

Entre los diversos tipos de plásticos para envasado de productos frescos se pueden mencionar: polietileno de baja y alta densidad, PVC plastificado, polietileno y copolímeros de etilen vinil alcohol (EVA); películas de polipropileno (Robertson, 1993; Estéves, 1999). Entre los tipos de plásticos mencionados anteriormente, el polietileno de baja densidad es el más empleado debido a que es más económico y presenta buena capacidad de sellado hermético (Soto et al., 1998).

La tendencia futura de las investigaciones alrededor del uso del empaque es garantizar la inocuidad de los alimentos envasados, el aumento de la vida en anaquel, el mantenimiento de la apariencia y la frescura, así como la disminución de costo y energía (Blumental, 1993; Elías, 1999).

Dada la importancia económica que el tomate representa para el país y el interés de los productores en concurrir al mercado con productos de buena calidad, satisfaciendo las necesidades de los consumidores como último eslabón de la cadena productiva, se realizó la presente investigación, a partir del siguiente objetivo: Evaluar la vida de anaquel en frutos de dos híbridos de tomate, en diferentes empaques.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" ubicado en el municipio Quivicán, al sur de la provincia de la Habana, a 22° 23' longitud oeste y 82° 23' de longitud Oeste y a 9 y 11 metros de altura sobre el nivel del mar (IIHLD, 1997).

El trasplante se realizó con plántulas producidas por el método de cepellones, con híbridos de tomate, ARO- 8472 y ARO- 8479, el 18 de noviembre del 2000, sobre canteros de 1.40 m de ancho y una distancia entre plantas de 0.40m, en

suelo Ferralítico Rojo compactado, (Cuba, MINAGRI, 1995).

La cosecha se realizó a los 70 días después del transplante, cuando los frutos alcanzaron el estado de madurez breaker, de acuerdo a la escala propuesta por Broyette et al. (1995), libres de daños mecánicos y fitopatológicos visibles (Fotos 1 y 2), posteriormente se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 0.2 % para prevenir las infecciones microbianas. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones, evaluando diferentes factores.

Factores Evaluados:

A) Híbridos

- ARO-8472
- ARO-8479

Forma achatada y resistente a geminivirus, potencial de rendimiento 55t/ha.

B) Forma de empaque

- Bolsas de polipropileno Biorientado (PPBO), con espesor 13 μ de espesor.
- Bolsa de polietileno de baja densidad (PEBD), con espesor de 25 de espesor.
- Cajas de cartón aeradas, 35 cm de largo, 13.5 cm de altura y 28.5 cm de ancho.

C) Días de conservación

- Inicio, 7, 14 y 21



Fig. 1. Estado de madurez de los frutos en el momento de cosecha híbrido ARO-8472.



Fig. 2. Estado de madurez de los frutos en el momento de cosecha híbrido ARO-8479.

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Pérdidas de peso: Se determinaron a partir de la variación del peso de los tomates durante el almacenamiento, los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de peso en cada momento de evaluación con respecto al peso inicial de cada fruto.
- Pérdidas por pudrición: Se determinaron como el porcentaje de frutos con daños microbiológicos con respecto a la cantidad inicial de los tomates, seleccionados para realizar este análisis.

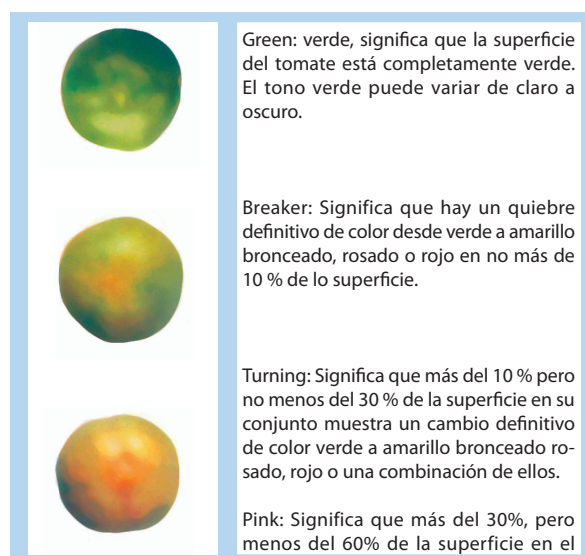
Evaluaciones Química

Para las determinaciones química- física se tomaron 5 frutos / réplicas en cada momento de evaluación.

- Sólidos solubles totales (SST): Se realizó por refractometría según la (Nc, 7222-04.82₂), los resultados se expresaron en (°Brix.)
- Azúcares reductores: Se determinaron por el método de Somogyi- Nelson, (1976), expresando los resultados en μ g /mL
- Acidez: Se realizaron, según la (Nc,7222- 07. 82₂), los resultados se expresaron en %.
- Índice de pH: Se determinó, según la Nc, 7222-0. 82₂.
- Vitamina C: Se determinó por el método volumétrico con 2.6 diclofenol indofenol, según norma NRIAL, 498, (1981), los resultados se expresaron en % de ácido ascórbico.

Evaluaciones de color visual

Para describir los diferentes estados de madurez de los frutos del tomate se utilizó una carta de colores (Foto 3) con los siguientes términos. (Broyette, et at., 1995).



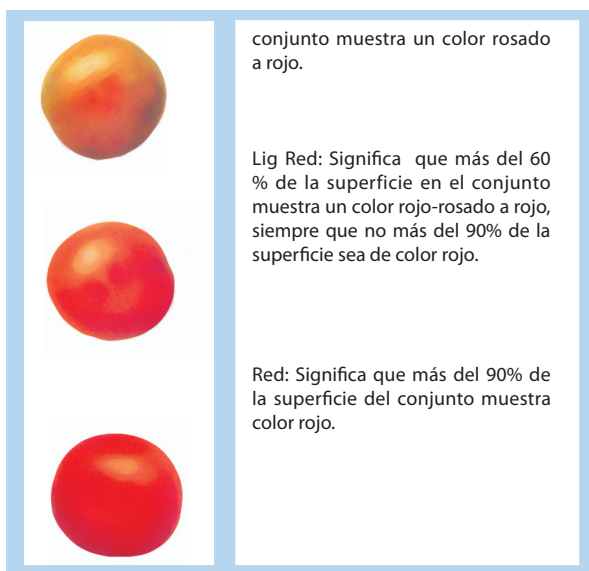


Foto 3: Carta de colores (Broyette et al., 1995)

Procesamiento estadístico

El análisis de varianza multifactorial se realizó a través del programa computacional MSTAT-C (Versión 1.42) para experimento en serie, espacio y tiempo (Stel y Torrie, 1990), las medias se compararon mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad en los casos que fuera necesario (Duncan, 1955). Los datos en porcentaje se transformaron mediante el arcoseno «x».

Resultados y Discusión

Determinación de pérdidas y daños producidos en los frutos de tomate durante la vida de anaquel.

1- Pérdida de peso

En la tabla 1 se observan las pérdidas de peso en los frutos de tomate conservados en diferentes empaques durante la vida de anaquel, como se aprecia no hubo diferencias significativas entre los frutos almacenados en bolsas de PPBO y bolsas de PEBD, mostrando los menores porcentajes

de pérdida, con valores que oscilan entre 0.18% -0.80%, comparados con los frutos conservados en cajas de cartón, que alcanzaron valores entre 3.33%- 8.05% difiriendo de los anteriores, resultados similares fueron encontrados por Cañet et al., (1996) y Silva, (1998), los que demostraron que al conservar frutos de tomate en sacos de polietileno la pérdida de peso durante el almacenamiento fue menor, corroborando lo planteado por Barret y Reina, (1993). Estas pérdidas se deben a la deshidratación por transpiración, mediante la cual el fruto pierde agua en forma de vapor especialmente por la cutícula, considerándose una de las principales causas de pérdida de peso, provocando cambios indeseables que limitan la vida comercial de los productos (Rondov, 1995, Valle y Palma, 1997).

Los bajos porcentajes de pérdida de peso en los tomates almacenados en bolsas de PEBD, se deben a que este tipo de empaque puede crear condiciones usualmente con niveles bajos de concentración de oxígeno y altas concentraciones de CO₂, diferentes a las presentes en el aire por interacción de la respiración y la permeabilidad de los gases a través de la película, incrementando la vida de anaquel de los frutos (Makino, 1996). Por otra parte los empaques en atmósferas modificadas, son barreras de intercambio de agua ya que disminuyen el déficit de saturación existente entre los frutos y la atmósfera que lo rodea creando una capa húmeda con presiones parciales de agua cercana a la saturación, de ahí que los frutos pierdan menos peso, están más protegidos del ataque microbiano, manteniendo buena calidad para la comercialización. (Riquelme, 1995).

Los frutos de tomates empacados en bolsas de PPBO y bolsa de PEBD durante el tiempo valuado no perdieron su valor comercial en los híbridos estudiados, sin embargo los frutos que fueron conservados en cajas de cartón mantuvieron el valor comercial hasta los 14 días de vida de anaquel, ya que al perder el 7% del peso fresco se pierde la aceptación

comercial para los mismos (Riquelme, 1995 y Gordillo, 1997), en este sentido

Forma de empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel		
		7	14	21
PPBO	ARO - 8472	0.26 ^{gh}	0.40 ^{efg}	0.58 ^{dc}
	ARO - 8479	0.24 ^{gh}	0.36 ^{fh}	0.50 ^{def}
PEBD	ARO - 8472	0.18 ^h	0.41 ^{efg}	0.80 ^d
	ARO - 8479	0.26 ^{gh}	0.41 ^{efg}	0.56 ^{dc}
Cajas de cartón	ARO - 8472	3.33 ^c	5.75 ^b	8.05 ^a
	ARO - 8479	3.59 ^c	5.72 ^b	8.04 ^a
ESX:		0.14 ^{***}		
CV (%)		13.85		

TABLA No 1. PÉRDIDAS DE PESO EN % EN HÍBRIDOS DE TOMATE

A, B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

los tomates mostraron tener característica de ser frutos de larga vida, según Philouze y Laterrot, (1992), este tipo de fruto se caracteriza por durar entre 10 a 15 días, mientras que en variedades tradicionales es de 5-7 días, es decir poseen el doble de duración habitual y aunque no poseen gen mutante donde el estado heterocigótico amortigüe la maduración, los frutos mostraron buena consistencia y presentaban un grosor de pericarpio grande, lo cual corrobora lo planteado por Rodríguez et al, (2000) al señalar que se puede prolongar la vida de los frutos en anaquel teniendo en cuenta la consistencia de los mismos.

En ambos híbridos las pérdidas de peso aumentaron durante el tiempo de conservación, obteniendo las mayores pérdidas a los 21 días poscosecha, comportamiento lógico desde el punto de vista fisiológico, pues según Fernández y Rivera (1990) y López, (1992), una vez cosechado el fruto, éste depende solamente de sus reservas, continúa viviendo, respira, transpira y está sujeto a continuos cambios que determinan la declinación de su calidad interna y externa. Este proceso de senescencia consiste en una serie de eventos irreversibles que conducen a la desorganización celular y la muerte de los tejidos y dependen de determinados factores biológicos y ambientales como señalan diversos autores (Colina 1992, Liu 1992, López, 1992, Laurence, 1995).

2.- Pérdidas por pudrición

Durante la vida de anaquel de los frutos de tomate (Tabla 2), se pudo apreciar que al cuantificar las pérdidas por pudrición en las bolsas de PPBO en ambos híbridos no mostraron frutos podridos, sin embargo los frutos del híbridos ARO-8472 empacado en bolsas de PEBD a partir de los 21 días poscosecha el 16 % de los frutos comenzaron a podrirse, no así el híbrido ARO -8479, mientras que los empacados en cajas de cartón a partir de los 14 días poscosechas para ambos híbridos el 16 % de los frutos estaban podridos aumentando a 20.83 % y

41.66 % a los 21 días de vida en poscosecha para los híbridos ARO-8479 y ARO 8472 respectivamente, manifestándose un efecto varietal.

Parece ser que el contenido de CO₂ elevado en bolsas de PPBO y PEBD disminuyó el porcentaje de pudrición, coincidiendo con lo planteado por Mathooko, (1996), Valle y Palma (1997), quienes han demostrado que el efecto de las altas concentraciones de CO₂ en las AM, inhiben la actividad metabólica de la flora microbiana, sin embargo su acción no ha sido totalmente aclarada, se ha sugerido que el CO₂ interfiere con los sistemas enzimáticos de la célula alterando el equilibrio de la descarboxilación enzimática, e inhibiendo así el metabolismo energético, estos autores agregan que los cambios en el pH pueden ser mecanismos de acción antimicrobiana del CO₂, este gas se disuelve en el agua libre del producto y forma ácido carbónico, el cual altera el pH de la superficie del producto inhibiendo el desarrollo de los microorganismos. (Mathooko, 1996).

Por otra parte se puede señalar que aunque se presentaron frutos podridos estas pérdidas no fueron tan elevadas, pues los tomates fueron cosechados sanos, libres de daños mecánicos visibles que contribuyeran a estos resultados, corroborando lo planteado por Fernández y Rivero, (1990), que al realizar una selección adecuada de los frutos para conservar se reducen las pérdidas por pudrición.

3.- Sólidos solubles totales (° Brix)

El contenido de sólidos solubles totales (SST) en sentido general a medida que avanzó el tiempo de vida de anaquel en los frutos de tomate disminuyó para las tres formas de empaque, alcanzando valores entre 4.10 y 3.10 ° Brix (Tabla 3), excepto en bolsas de PPBO, que aumentó para luego disminuir y aunque en todos los casos durante el almacenamiento este parámetro de calidad decreció, esta disminución se encuentra dentro de lo recomendado por Cuartero y Fernández, (1996) y Santiago et al., (1998). Hay autores que plantean que los sólidos solubles aumentan durante el proceso de madurez, en frutos normales

Forma de empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	0	0	0	0
	ARO-8479	0	0	0	0
PEBD	ARO-8472	0	0	0	16.66
	ARO-8479	0	0	0	0
Cajas de cartón	ARO-8472	0	0	16.66	41.66
	ARO-8479	0	0	16.66	20.83

TABLA No 2. PÉRDIDAS POR PUDRICIÓN (%) EN HÍBRIDOS DE TOMATE

(Mendoza, 1996), otros que disminuyen (Fernández et al, 1992), lo cual pudiera estar dado por una compensación entre la disminución de los ácidos y el aumento en el contenido de azúcares reductores.

Riquelme, (1995), plantea que los azúcares libres que se encuentran en mayor concentración en los frutos de tomates son la fructuosa y la glucosa constituyendo el 65 % de los sólidos solubles y aunque la sacarosa se encuentra presente esta raramente excede el 0.1 % de su peso fresco, excepto en algunas especies Lycopersicon donde su concentración alcanza el 3% y el contenido de glucosa y fructuosa disminuye, pudiera ser que esto es lo que ocurre en los híbridos de tomate estudiados ó como en los frutos de tomate evaluados durante la vida de anaquel, mostraron características de frutos larga vida ya que no perdieron su valor comercial durante 14 - 21 días para los tomates empacados en cajas de cartón, bolsa de PPBO y PEBD respectivamente.

En este sentido Riquelme, (1995), plantea que el sabor de los frutos de tomate está determinado fundamentalmente por los niveles de azúcares y ácidos de manera que un aumento en el contenido de los azúcares producen un incremento en el sabor, ya que durante el proceso de maduración la relación azúcar/ ácido se incrementa. (López et al, 1992).

5.- Acidez

En la Tabla 5 se aprecia que a medida que transcurrió el tiempo de vida de anaquel en los frutos de tomate, disminuyó para los dos híbridos y formas de empaque estudiadas, encontrándose en correspondencia con el proceso de madurez, resultados similares fueron encontrados por Morales, (1996) y González, (1997). En sentido general la disminución se encuentra dentro del rango recomendado por Mendoza, (1996), quien plantea que el contenido de acidez titulable de tomate con alta calidad se encuentra alrededor de 0.32 %. Según Ojeda, (1995), los ácidos pueden ser considerados como fuente de reserva de la fruta, lo que debía esperarse que disminuyera durante la gran actividad metabólica que ocurre en la maduración.

El porcentaje de acidez en los frutos de tomate durante

Forma de Empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	4.10 ^{ab}	3.77 ^e	3.77 ^e	3.10 ^h
	ARO-8479	4.07 ^{abc}	4.17 ^a	3.50 ^{fg}	3.20 ^h
PEBD	ARO-8472	4.10 ^{ab}	3.83 ^{de}	3.57 ^{fg}	3.47 ^g
	ARO-8479	4.07 ^{abc}	3.90 ^{cde}	3.97 ^{bcd}	3.73 ^{ef}
Cajas de cartón	ARO-84.72	4.10 ^{ab}	3.90 ^{cde}	3.57 ^{fg}	3.53 ^g
	ARO-8479	4.07 ^{abc}	3.80 ^{de}	3.53 ^g	3.53 ^g
ESX:		0.06 ^{***}			
CV (%)		2.78 ^{***}			

TABLA No 3. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (° BRIX) EN HÍBRIDOS DE TOMATE

A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

4.- Azúcares reductores

El contenido de azúcares reductores a medida que transcurrió el tiempo de vida de anaquel se incrementó en los dos híbridos independiente del empaque (Tabla 4), con valores que oscilan entre 1.61 – 2.79 %, coincidiendo con lo planteado por Riquelme(1995), quien señala que en la maduración los azúcares aumentan paulatinamente constituyendo la mayoría de los sólidos solubles de las variedades comerciales de tomate y esto se debe a que hay una disminución de los ácidos orgánicos a través de la maduración en la medida que son consumidos en la respiración o convertidos en azúcares. (Ojeda, 1995).

el período evaluado fue mayor cuando se almacena en bolsas de PEBD seguido de cajas de cartón y por último los que fueron conservados en bolsas de PPBO. Fernández et al., (1992), encontraron que al conservar tomate de la variedad F-150 en AM alcanzaron valores de acidez

más alto que aquellos que no fueron empacados en AM, aunque los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo reportado por estos autores, sin embargo Valle y Palma (1997), plantean que cuando se conservan frutos en AM la acidez disminuye.

El contenido de acidez fue mayor en el híbrido ARO-8472 que en el ARO-8479, estos resultados pueden deberse como señala Riquelme, (1995), que el ácido predominante en los frutos maduros es el ácido cítrico seguido del málico y la relación existente entre ambos depende en gran medida de la variedad.

Forma de Empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	1.61 ^c	1.80 ^{gh}	1.96 ^{ef}	2.60 ^d
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	2.18 ^d	2.33 ^c	2.79 ^a
PEBD	ARO-8472	1.61 ^e	1.95 ^{ef}	1.97 ^{ef}	2.17 ^d
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	1.88 ^{efg}	1.96 ^{ef}	2.62 ^b
Cajas de cartón	ARO-84.72	1.61 ^e	1.73 ^{hi}	1.85 ^{lgh}	2.02 ^e
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	1.87 ^{lgh}	1.87 ^{lgh}	1.97 ^{ef}
ESX:		0.04 ^{***}			
CV (%)		4.03 ^{***}			

TABLA No 4. CONTENIDO DE AZÚCARES REDUCTORES (%) EN HÍBRIDOS DE

TOMATE.

A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUN-

CAN, (1955).

Forma de Empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	1.61 ^e	1.80 ^{gh}	1.96 ^{ef}	2.60 ^d
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	2.18 ^d	2.33 ^c	2.79 ^a
PEBD	ARO-8472	1.61 ^e	1.95 ^{ef}	1.97 ^{ef}	2.17 ^d
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	1.88 ^{efg}	1.96 ^{ef}	2.62 ^b
Cajas de cartón	ARO-84.72	1.61 ^e	1.73 ^{hi}	1.85 ^{lgh}	2.02 ^e
	ARO-8479	1.87 ^{lgh}	1.87 ^{lgh}	1.87 ^{lgh}	1.97 ^{ef}
ESX:		0.04 ^{***}			
CV (%)		4.03 ^{***}			

TABLA No 5. PORCENTAJE DE ACIDEZ EN HÍBRIDOS DE TOMATEA,B,C,

LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05),

DUNCAN, (1955).

6.- Índice de pH

El pH en sentido general durante la vida de anaquel de los frutos de tomate fue incrementando independientemente del híbrido y la forma de empaque con valores entre 3.6 - 4.5 (Tabla 6), resultados similares fueron obtenidos por Fernández et al, (1992) y Hernández, (2000). Comportamiento lógico, pues según Al-Shaibani y Greig, (1989) el pH normalmente disminuye a medida que el fruto crece, es más bajo en los estados iniciales de madurez y se incrementa ligeramente a medida que la fruta madura. Ojeda, (1995) señala que factores como la variedad, tiempo de cosecha y el estado de madurez tienen influencia en los valores de pH para tomate.

Los frutos conservados en empaques de atmósfera modificada alcanzaron el mayor valor de pH cuando se encontraban en bolsas de PPBO y PEBD respectivamente difiriendo de los frutos almacenados en cajas de cartón, coincidiendo con los resultados obtenidos por Fernández et al, (1992) al conservar frutos de tomates en AM.

7.- Vitamina C

El contenido de vitamina al inicio de la conservación fue mayor en el híbrido ARO-8472, que en el híbrido ARO-8479, observándose un efecto varietal como plantea Valle y Palma (1997), a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento en sentido general fue disminuyendo excepto a los siete días en el híbrido ARO-8479 que aumentó para luego disminuir y mantener el contenido de vitamina C en 8.86 % (Tabla 7). Los valores obtenidos se encuentran dentro de lo recomendado para el cultivo del tomate (Fernández et al., 1992).

En las tres formas de empaque el contenido de Vita-

mina C disminuyó durante la conservación (Tabla 8), siendo los tomates empacados en bolsas de PPBO los que mayores valores obtuvieron seguido de los frutos que se encontraban en bolsas de PEBD y luego los almacenados en cajas de cartón. Según López, (1992) y Fernández et al, (1992) durante la conservación el contenido de vitamina C debe aumentar, aunque existen grandes controversias entre los autores, debido a que este componente de calidad es uno de los que más varía durante la maduración y depende en gran medida de la variedad, clima, localidad y forma de conservación, otros autores plantean que cuando se conservan frutos de tomates en AM disminuye el contenido de vitamina C. (Valle y Palma, 1997).

8.- Variación del color

El color de los híbridos aumentó progresivamente durante el tiempo de almacenamiento a medida que avanzó la maduración, (Tabla 9), siendo más lentamente en los frutos que fueron empacados en bolsas de PPBO y en bolsas PEBD, donde se aprecia que en esta forma de conservación los frutos no alcanzaron la madurez (6), es decir que un 90 % de la superficie fuera roja, al final del almacenamiento (Fotos

4 y 5), lo cual puede atribuirse a lo planteado por Laurence, (1995); Riquelme, (1995) y Elia, (1999), que al presentar estas formas de empaque bajas concentraciones de oxígeno y altas concentraciones de CO₂ retardan el proceso de maduración, ya que las bajas concentraciones de O₂ inhiben la acción de la enzima formadora de etileno (EFE, disminuyendo así la transformación del ácido 1 amino ciclopropano -1 carboxílico (ACC) a etileno, sin embargo los frutos que fueron conservados en cajas de cartón alcanzaron la madurez total para ambos híbridos (Fotos 6 y 7).

Cuando los frutos han alcanzado una coloración verde amarillo bronceado, rosado a rojo (3) por la escala de colores propuesta por Broyette et al, (1995), la ACC oxidasa del fruto o la EFE empieza a sintetizar etileno, el cual retroalimenta la actividad del ACC del fruto o la EFE, produciéndose un fuerte incremento en la síntesis del mismo, según lo planteado por Nuez, (1995) y como señala Barceló et al, (1992), Kader, (1992) y Zagory, (1994) el etileno se considera como la fitohormona de la maduración, coordinando la expresión de genes que controlan diversos procesos asociados con la

Forma de Empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	3.60 ^f	4.20 ^{bc}	4.00 ^{de}	4.50 ^a
	ARO-8479	3.60 ^f	4.10 ^{cd}	4.30 ^b	4.50 ^a
PEBD	ARO-8472	3.60 ^f	4.20 ^{bc}	4.27 ^b	4.50 ^a
	ARO-8479	3.60 ^f	4.17 ^{bc}	4.27 ^b	4.20 ^{bc}
Cajas de cartón	ARO-84.72	3.60 ^f	3.90 ^e	4.20 ^{bc}	4.30 ^b
	ARO-8479		3.90 ^e	4.30 ^b	4.30 ^b
ESX:		0.01 ^{**}			
CV (%)		0.97			

TABLA No 6: ÍNDICE DE PH EN HÍBRIDOS DE TOMATE CON DIFERENTES EMPAQUES DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL. A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

Híbrido	Días de vida en anaquel			
	Inicio	7	14	21
ARO-8472	13.97 ^a	10.16 ^c	9.31 ^d	6.43 ^f
ARO-8479	9.60 ^d	11.17 ^b	8.86 ^c	8.86 ^d
ESX:	0.13 ^{***}			
CV (%)	3.96			

TABLA No 7. VITAMINA C (MG %) EN HÍBRIDOS DE TOMATE

A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

Forma de Empaque	Días de vida en anaquel			
	inicio	7	14	21
PPBO	11.79 ^a	11.87 ^a	9.60 ^c	9.32 ^{cd}
PEBD	11.79 ^a	9.60 ^c	8.73 ^c	7.97 ^f
Cajas de cartón	11.79 ^a	10.53 ^a	8.93 ^{de}	6.72 ^g
ESX:	0.16 ^{***}			
CV (%)	3.96			

TABLA No 8. VITAMINA C (MG %) EN FRUTOS DE TOMATES CON DIFERENTES FORMAS DE EMPAQUE DURANTE SU VIDA DE ANAQUEL. A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

Forma de Empaque	Híbrido	Días de vida en anaquel			
		Inicio	7	14	21
PPBO	ARO-8472	2.00 ⁰	3.63 ^{igh}	4.04 ^{dcf}	4.08 ^{dcf}
	ARO-8479	2.00 ⁰	3.71 ^{lg}	4.08 ^{dcf}	4.17 ^{de}
PEBD	ARO-8472	2.00 ⁰	2.71 ^{lmn}	3.25 ^{hijk}	3.96 ^{cf}
	ARO-8479	2.00 ⁰	3.20 ^{jk}	3.68 ^{igh}	3.68 ^{igh}
Cajas de cartón	ARO-84.72	2.00 ⁰	5.00 ^b	5.00 ^b	6.00 ^a
	ARO-8479	2.00 ⁰	4.45 ^{cd}	4.87 ^b	5.67 ^a
ESX:		0.13 ^{***}			
CV (%)		9.04			

TABLA No 9. VARIACIÓN DEL COLOR EN HÍBRIDOS DE TOMATE CON DIFERENTES FORMAS DE EMPAQUE DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL. A,B,C, LETRAS DISTINTAS, INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (PD>0.05), DUNCAN, (1955).

maduración como es la degradación de clorofila, síntesis de pigmentos, cambios en la acumulación de azúcares, pérdida de acidez, ablandamiento (Stumpt y Conm, 1980; Thiamana, 1983, citado por Mendoza, 1996), que trae aparejado un incremento en la producción de etileno.

Los frutos de tomates conservados en cajas de cartón teniendo en consideración que la atmósfera que lo rodea es la ambiental, la acción sobre la maduración no fue limitada ni por el oxígeno y el CO₂ por lo que en estos frutos a los 7 días habían alcanzado la madurez comercial y a los 21 días la máxima maduración.



Fig. 4. Estado de madurez de los frutos a los 21 días de vida de anaquel



Fig. 5. Estado de madurez de los frutos a los 21 días de vida de anaquel.

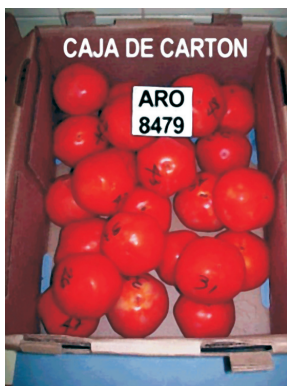


Fig. 6. Estado de madurez de los frutos a los 21 días de vida en anaquel.



Fig. 7. Estado de madurez de los frutos a los 21 días de vida de anaquel.

Conclusiones

- El uso de empaque en atmósfera modificada (bolsas de PPBO y bolsas de PEBD) en la conservación poscosecha en frutos de tomates de los híbridos ARO-8472 y ARO-8479, reducen las pérdidas de peso, pudrición y retardan el proceso de maduración, comparado con los frutos almacenados en cajas de cartón.

El contenido de SST, acidez y vitamina C disminuyó

- durante la vida de anaquel para dos híbridos de tomate estudiado y las tres formas de empaque utilizadas, mientras que los azúcares reductores y el pH aumentaron.

La aplicación del empaque en atmósfera modificada

- permite comercializar los frutos de tomate extendiendo la vida de anaquel, garantizando la competitividad de los mismos en el mercado. **T**

Bibliografía

AL – SHAIBANI, A. M. H AND J. K. GREIG.

1989 Effect of storage of maturity, storage, and cultivar on some quality attributes of tomatoes o J, Amer. Soc. Hort. Sci 104 (6): 880 – 882

ARAZURI, S. JARÉN C. JUANENA, A.B Y MARTÍNEZ, F.

2001 Daños producidos por las cosechadoras de tomate. Horticultura XIX (2) 528 – 35.

BARCELÓ COLL, J. G. NICOLÁS, B. SABASTER, R. SÁNCHEZ.

1993 Fisiología Vegetal. Madrid, Ediciones Pirámides, S A. p. 581.

BARRET REINA, L. C., CHITARRA. M.I.I, CHITARRA, A. B.

1993 Choque a frío e atmósfera modificadano aumento da vida pos- colheita de tomates. Avaliacao de qualidade. Cien. Tecnol. Alment. Campinas. 13 (2)

BEN-YEHOSHVA.

1985 Individual Seal Packaging of fruit and vegetables in Plast Film. A Post harvest technique. Hortence. 20: 32-37

BLANCO, RAFAEL.

1999 Congreso Latinoamericano de Envase y Embalaje Memorias, México, DF.

BLUMENTHAL, M.M.

1997 How Food Packaging Affects Food Flavour Food Technology, January

- BROYETTE, MD; D. C. SANDERS AND E. A. ESTE.
1995 Post harvest cooling and handling of field and greenhouse-grown Tomatoes. Maintaining the quality of apart. *Carolina Fresh Produce* (3); — p 1-8
- CAÑET F.M; C BREY; L. MARTÍNEZ Y R. CASTAÑEDA Y N. RODRÍGUEZ.
1996 Empleo de películas de permeabilidad selectiva al O₂ y CO₂ en la conservación del tomate. *Jornada Científica INIFAT*
- CAÑET, F.M.
1997 Principios básicos del manejo poscosecha. Curso poscosecha.— Ciudad Habana: INIFAT, —p 198.
- COLINAS, M. J.
1992 Desórdenes fisiológicos de productos hortícola. *ED Fisiología y Tecnología poscosecha de productos hortícola*, — México, Editorial Limusa.
- CUARTERO, J., R. FERNÁNDEZ.
1996 Calidad de hortalizas para el consumo fresco. *HF-Horto Información*. 78 34-38.
- CUBA. MINAG.
1995 Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: MINAG, -- p-26.
- DUNCAN, D. R.
1975 Multiple ranges and multiple F. Test *Biometric* (11): 1-42.
- ELÍAS, L.
1999 Interacción Empaque –Producto y su efecto sobre calidad del almacenamiento. *Empaque en la Industria de Alimento*, p 38-39.
- ESTEVÉS, O.
1999 Tecnología de empaque flexible.-*Revista Industria y Alimentos* (4): —p. 18-21
- FAO.
1983 Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas.— Santiago de Chile: FAO—p96.
- FAO.
1987 Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas.— Santiago de Chile: FAO—p96.
- FAO.
1993 Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutos, hortalizas, raíces y tubérculos – Roma: FAO. — 183 p
- FERNÁNDEZ MARÍA ANTONIA Y RIVERA.
1990 Influencia de la temperatura de almacenaje sobre la maduración del tomate. *Ciencia y Técnica en la agricultura. Serie Hortalizas, papa, granos y fibras* 9 (2): 45-48.
- FERNÁNDEZ M. A., A. ESCRUCHE, M. TARRAN, M. C. SALMERÓN.
1992 La maduración del tomate en atmósfera controlada, índice de color, textura y componentes químicos.
- GÓMEZ, O, A. CASANOVA, H. LATEROT Y G. ANAIS.
2000 Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción del Caribe: La Habana: Liliana, 159 p.
- GONZÁLEZ, MARÍA DE LA CARIDAD.
Inca 9-1. Nueva variedad de tomate para diferentes épocas de siembras. *Cultivos Tropicales* 18(1): 82, 1997.
- GONZÁLEZ, A. G., V.R CRUZ, Y S. R BÁEZ.
1998 Envasado de productos hortícola en atmósfera modificada controlada, Báez, S.R (Ed). En *Manejo Poscosecha de Frutas y Verduras en Ibero América*. CITED RITEP, enero,. —p47-56.
- GORDILLO MIRIAM.
1997 Aspectos fisiológicos del deterioro de frutos y vegetales y su control. Curso poscosecha. Ciudad Habana: INIFAT, --- 198p.
- HERNÁNDEZ M. ISABEL.
2000 Las minoriza arbusculares y las bacterias rizoféricas como complemento de la nutrición mineral del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). –2000.—p. 54-56. Tesis (Candidata a Master) Instituto Nacional de Ciencia Agrícola,
- I.I.H.L.D.
1997 *Memorias 25 Aniversario*. – La Habana: Liliana, p98.
- KADER, A. A.
1992 Modified atmospheres during transport and storage. En *post harvest technology of Horticultural crops* Ed. A. A. Kader p 161 – 1666: Publication 3311, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, California.
- LAURENCE, L., HRUL J. LEUCKI R. AND COSTAIGNE F.
1995 A revino un modified atmosphere pac kaging and preservation of fresh fruits and vegetables: Physiological basic and practical aspects. Par L I. *Packaging Technology and Science* 50/8, —p 315-331.

- LIU, F.W.
1992 Sistemas de almacenamientos para productos hortícola. En : Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. Mexico:Editorial . Limusa.
- LÓPEZ, A.
1992 Principios básicos de la poscosecha de frutas y hortalizas, con énfasis en ajo, cebolla y tomate.— Santiago de Chile: FAO,
- MAKINO Y., IWASAKIK. T. HIRATA .
1996 A theoretical model for oxigen consumption in fresh produce under an atmosphere with carbon dioxide. J. Agric. Engng Res (65): 193-203.
- MATHOOKO M. F.
1996 Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. Post harvest Biology and Technology, - p247-264.
- MENDOZA ANA MARÍA.
1996 Características cuticulares y actividad de poligalacturonasa durante la maduración y senescencia de los frutos de tomates. Tesis de Maestría en Ciencias Especialidad en Nutrición y Alimentos. Departamento de Tecnología de alimentos de origen vegetal, Hermosillo, Sonora. P. - 37 - 48.
- MORALES, C, T. SHAGAROSKY., I. REINALDO, M. ALVAREZ, C. MOYA, B. MARTÍNEZ, S. PÉREZ, U. ORTIZ Y J.RODRÍGUEZ.
1996 Caracterización de cultivares foráneos de tomate durante dos años. Cultivos Tropicales (1): 54 - 59. NRIAL-498.
1996 Productos de frutas y hortalizas. Método de ensayo. 1981. P. -193-203
- NC 7722-07: 82 B.
Determinación de la acidez. Método de ensayo.
- NC 7722-04: 82 C.
Determinación de sólidos solubles. Método de ensayo.
- NC 7722-01: 82 A.
Determinación de pH. Método de ensayo.
- OJEDA C. A.
1995 Evaluación del manejo Poscosecha de Tomate para la obtención de Modelos de Predicción Cualitativos y Cuantitativos. Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Alimento y Desarrollo A. C. Hermosillo, Son. Pp.12- 14.
- PARDO GALVÉZ J.C., CRUZ J.C; DOMINICO L. GUTIERREZ R., CARBALLO E.
2000 Determinación de las pérdidas poscosechas producidas en el tomate (*Lycopersicum esculentum*) por el tiempo de permanencia en el campo. Agrícola Vergel (221): 386 - 391
- PERALTA ELIZABET.
1993 The present state and problems of freshness preservation from the viempoint of packaging technology. Packaging for freshness preservation 74 (77),
- PHILOUSE, J. Y H. LATEROT.
1992 La tomate in Amelioration des speciies vegetables cultivées. GALLais. Y H. Bannerot INRA. Paris.
- RIQUELME, B.F.
1995 Poscosecha del tomate para consumo fresco. El cultivo del tomate. - - - España: Ediciones Mundi Prensa.
- ROBERTSON, G.L.
1993 Food packaging. principles & Practice Marcel Dekker. N. Y., USA, - - p. 470-505.
- RODRIGUEZ GISELA, O GOMEZ.
2000 Estudio del carácter de larga vida en condiciones tropicales en frutos de tomate, sin publicar.
- RODRÍGUEZ. TARANGO, I.A.
1997 Manual de ingeniería y diseño de envases y embalajes para la industria de alimentos química, farmacéutica y cosméticos. 3 ed. Mex Cple.
- RONDOV, V. S. BEN -YEHOSHWA; T. FIERMAN & D. FANG.
1995 Modified humidity. Packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. Hortiscience 30 (2): 299-302
- SANTIAGO, J.M. F. MENDOZA Y F. BORRERO.
1998 Evaluación del tomate en invernadero. Criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía. Mesoamericana 9 (1): 59-65
- SILVA, A.A.
1989 Disturbios nutricionais em tomateiro exceso e deficiencia de nutrientes perjudican a cultura. Agricultura hortofrutícola 2 (2): 41-46.
- SOTO V.H Y MENDOZA, W, A.M.
1998 Permeabilidad del oxígeno y al vapor de agua de películas plásticas utilizados en el envasado de productos Hortofrutícolas y cereales. Hort Mex 6 (2)
- STEEL, R. Y J. TORRIE.
1990 Bioestadística: Principios y procedimientos. MC Gras Interamericana, - -p. 328-333..

VALLE J.M. Y PALMA M.TERESA.

1997 Preservación II Atmósferas controladas y modificadas. Temas en tecnología de los alimentos. Cyted Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, -- p 89-103.

ZAGORY, D.

1995 Ethylene Removing Packaging Rooney, M (Editor), en Active Food Packaging Academia & Glasgow, U. K, – p38-52.