

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA CONSERVACION DE LA FRUTA DE CHAYOTE (*Sechium edule*) DESPUES DE LA COSECHA^{1/}*

Edgar Valverde **
Marco Vinicio Sáenz **
Edgar Vargas ***

ABSTRACT

Preliminary studies on the post-harvest preservation of the chayote (*Sechium edule*) fruit. The effect of precooling, storage conditions, fungicide application and individual packing on post-harvest life of the chayote fruit were evaluated. Storage in a cold room (12-14°C; 85-90% RH) with and without precooling in cold water, as compared to natural environmental conditions (19-23°C; 80-85% RH), were evaluated. The results showed no significant effect of precooling and immediate cold storage at 12-14°C as compared to cold storage alone, but under commercial conditions (more volume) precooling could be necessary to reduce the temperature of the fruit. Additional research is suggested. Cold room storage, however, reduced the water loss and sprouting compared with storage under natural conditions. Fungicide treatments with benomyl 300 ppm, thiabendazole 75 and 300 ppm, and DF-100 (Kilol) 500 ppm, all mixed with allum 1% w/v; allum 1% w/v; and DF-100 concentrated, were applied to fruit harvested with or without the peduncle. Treated fruits were then placed in a cold room (12-14°C; 85-90% RH). The fruits harvested with the peduncle showed the highest damage. In fruits without peduncle the best treatment was thiabendazole 300 ppm + allum. The main fungi detected were: *Ascochyta phaseolorum*, *Macrophomina* sp., *Colletotrichum* sp., and *Fusarium* sp. Seven package or antitranspirant treatments were evaluated: packing in low (0,13 mm thick) and high density (0,05 mm thick) polyethylene bags with eight holes (5 mm diameter); wrapping in newspaper or one side waxy paper; waxing with carnauba based or mineral oil based products, and a control. Treated fruit were then placed at environmental and cold room conditions. None of the packages reduced sprouting of the fruits at room temperature. The use of low density plastic bags proved the best treatment by reducing the water loss in cold storage, but it showed a slight increase in microbial damage as compared with the control. More research is recommended to determine the interaction between fungicides and packing procedures, and to evaluate other postharvest fungicide treatment alternatives.

INTRODUCCION

El chayote, en Costa Rica, ha tomado importancia como producto no tradicional de exportación, sin embargo, es poco lo que se conoce sobre los problemas más significativos durante la etapa posterior a la cosecha, en frutos empacados, hasta que llegan al consumidor en los mercados de exportación.

- 1/ Recibido para publicación el 17 de febrero de 1988.
* Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Costa Rica.
** Programa de Horticultura Poscosecha, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
*** Laboratorio de Fitopatología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

tación. Los exportadores costarricenses de chayote informan de pérdidas regulares del orden del 10 al 15% durante el transporte a los Estados Unidos (aproximadamente 8 días) y mencionan entre los agentes causales especialmente a las enfermedades. También comentan de pérdidas entre 15 y 25% durante el transporte al mercado europeo (de 22 a 30 días), principalmente debido a las enfermedades y a la germinación de semilla. En ambos casos, se emplean temperaturas de transporte entre 11 y 14°C con una humedad relativa entre 85-90%; los frutos son empacados individualmente, generalmente en bolsas de polietileno perforadas y luego en cajas de cartón corrugado con capacidad para 25 a 30 frutos (aproximadamente 10 kg). Algunos exportadores también consideran la deshidratación del fruto en tránsito como un problema de importancia.

Littman y Stolar (1973), mencionan el brotamiento como una de las condiciones que hacen al fruto de chayote inaceptable para su venta; éste ocurre después de la cosecha en condiciones ambiente y puede ser retrasado por el almacenamiento en frío. El arrugamiento del fruto debido a la deshidratación también afecta, y se reduce considerablemente con el uso del almacenamiento en frío a alta humedad relativa. El daño por frío ocurre debido al almacenamiento a bajas temperaturas y es influenciado por el tiempo que permanece el producto en esas condiciones; se manifiesta como áreas internas de color café, aproximadamente a 5 mm bajo la superficie. Finalmente, también se desarrollan pudriciones de diversa índole, las cuales se ven favorecidas por la aparición de daños por frío. Sáenz y Valverde (1986) en Costa Rica, examinaron frutos rechazados en las casas de empaque e identificaron 11 factores que inciden sobre la calidad de los frutos de chayote y encontraron, además, que patógenos tales como *Mycovellosiella cucurbiticola* y *Ascochyta phaseolorum* podían causar problemas durante el almacenamiento por períodos cortos para el mercado nacional. En Brasil (Lopes y Silva, 1983) se menciona al hongo *Colletotrichum* spp. como atacante de los frutos en el campo y cuyos síntomas se manifiestan como pudriciones graves durante el transporte y almacenamiento. En todo caso, la literatura sobre combate de estas enfermedades es escasa, y tampoco existe información sobre la residualidad permitida de algunos productos.

Un análisis preliminar de los métodos de empaque y los preservantes utilizados en el fruto de chayote mostró gran variación entre las diferentes empacadoras de la zona de Ujarrás, Costa Rica. Al no existir información escrita sobre los problemas

que afronta el fruto de chayote una vez empacado y durante su almacenamiento y/o transporte, se decidió realizar tres experimentos cuyos objetivos fueron:

- a) determinar el efecto del preenfriamiento en agua helada y del almacenamiento en frío en la conservación del fruto;
- b) estudiar el efecto de varios tratamientos para la protección del fruto contra enfermedades poscosecha; y
- c) evaluar el efecto de algunos antitranspirantes y empaques sobre la conservación del fruto después de la cosecha.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se realizaron en el Valle de Ujarrás, Cartago, Costa Rica, durante el período de setiembre de 1984 a febrero de 1985. Se emplearon frutos de chayote de exportación (tipo quelite), cosechados el mismo día en que se realizó la prueba. Estos se seleccionaron previamente en la línea de empaque con el fin de emplear solamente frutos que reunieran la calidad necesaria para la exportación, de acuerdo a los criterios que al respecto aplica el personal especializado en la empacadora.

Primeramente se evaluó el efecto del preenfriamiento y del almacenamiento en frío sobre la vida útil del fruto una vez cosechado a través de los siguientes tratamientos:

- a) almacenamiento en condiciones ambiente: 19-23°C y 80-85% humedad relativa (CA);
- b) sin preenfriamiento y almacenamiento en cámara fría: 12-14°C y 85-90% HR (CF) y
- c) con preenfriamiento a 0°C en agua enfriada con hielo y luego almacenamiento en cámara fría a 12-14°C y 85-90% HR (PF).

El experimento se dispuso en un diseño irrestrictamente al azar con cuatro repeticiones; cada repetición constó de cuatro frutos, sin empaque individual y sin tratamiento fungicida previo al empaque, colocados en una caja de cartón corrugado con perforaciones laterales.

La evaluación de los frutos se realizó cada 8 días y para los tres experimentos las variables evaluadas fueron:

- a) Pérdida de peso por deshidratación: se consideró el peso inicial de cada repetición como el 100% y se determinó el peso en las diferentes evaluaciones; la diferencia entre ambas se consideró como la pérdida de peso debida a la deshidratación.

- b) Pérdidas por enfermedades: se consideraron todas las enfermedades pero no se cuantificó la incidencia particular de ellas, aún cuando se les identificó.
- c) Pérdidas por germinación de la semilla: se consideraron frutos con semilla germinada aquellos en que se observó emisión de tallos o raíces.
- d) Pérdidas por daños de frío: se consideraron como frutos dañados por frío aquellos que mostraron áreas color café sobre la superficie del fruto, las cuales son síntomas avanzadas del daño, puesto que las lesiones internas iniciales sólo pueden ser observadas destruyendo el fruto.

En un segundo experimento se evaluaron fungicidas para proteger la fruta contra enfermedades poscosecha. Los tratamientos seleccionados fueron:

- a) DF-100 (Kilol) 500 ug/ml + alumbre 1% p/v (KA)
- b) DF-100 (Kilol) 500 ug/ml (K)
- c) Benomyl (Benlate) 300 ug/ml + alumbre 1% p/v (BA)
- d) Tiabendazole (Mertec) 75 ug/ml + alumbre 1% p/v (MA-1)
- e) Tiabendazole (Mertec) 300 ug/ml + alumbre 1% p/v (MA-2)
- f) Sulfato de Potasio y Aluminio (alumbre) 1% p/v (A)
- g) Testigo (sin tratamiento alguno) (T).

Excepto DF-100 ninguno de los productos empleados está autorizado para ser utilizado en frutos de chayote; su uso aquí es sólo experimental.

Los tratamientos anteriores se dispusieron en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes estuvieron constituidas por los métodos de cosecha:

- 1) dejando parte del pedúnculo adherido al fruto, y
- 2) sin dejar el pedúnculo (método tradicional). Las parcelas pequeñas fueron los tratamientos fungicidas. Se emplearon tres repeticiones, cada una constituida por 25 frutos empacados en bolsas de polietileno de baja densidad con 8 perforaciones de 5 mm de diámetro, y colocadas en una caja de cartón corrugado con perforaciones laterales. Los tratamientos se almacenaron en una cámara fría con temperatura de 12-14°C y 85-90% de humedad relativa. Se realizaron observaciones cada 8 días considerando las variables antes mencionadas.

En el tercer experimento, se evaluó el efecto de productos antitranspirantes y tipos de empaques individuales sobre la vida poscosecha del fruto. Se seleccionaron los siguientes tratamientos:

- a) Bolsas de polietileno de baja densidad (0,13 mm espesor) con ocho perforaciones de 5 mm de diámetro (PB)
- b) Bolsas de polietileno de alta densidad (0,05 mm de espesor) con ocho perforaciones de 5 mm de diámetro (PA)
- c) Papel periódico no impreso (PP)
- d) Papel encerado por una cara (PE)
- e) Antitranspirante a base de carnauba en agua (Primafresh 31) (AC)
- f) Antitranspirante polivinílico tipo aceite mineral (Vapor Gard) (AP)
- g) Testigo, sin empaque (T)

El ensayo se organizó en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, las parcelas grandes fueron constituidas por el sitio de almacenamiento de la siguiente forma:

- 1) almacenamiento en condiciones ambiente (19-23°C, 80-85% HR); y
- 2) almacenamiento en cámara fría (12-14°C, 85-90% HR), y las parcelas pequeñas por los tratamientos de empaques y antitranspirantes. Se emplearon tres repeticiones de 25 frutos cada una, tratados y empacados en una caja de cartón corrugado; los frutos no recibieron ningún tratamiento fungicida previo al empaque. El ensayo se evaluó cada 8 días, y se consideraron las variables descritas anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del preenfrió y del almacenamiento sobre la conservación de frutos de chayote

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de pérdidas de peso experimentadas por los frutos en los diferentes tratamientos. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos almacenados en la cámara fría (con y sin preenfrió), lo cual indica que el tratamiento de preenfrió no tuvo ningún efecto sobre las pérdidas de peso. Sí se encontró, sin embargo, una diferencia altamente significativa entre tratamientos con y sin preenfrió almacenados en cámara fría y el tratamiento almacenado en condiciones ambiente. Este último perdió más peso rápidamente que aquellos almacenados en frío, lo cual es explicable porque el frío reduce los procesos

Cuadro 1. Porcentaje promedio de pérdida de peso, por enfermedades y por germinación experimentados por frutos de chayote sometidos a diferentes condiciones y períodos de almacenamiento (Experimento 1).

Tratamientos	Períodos de almacenamiento (días)					
	8	15	22	30	37	45
Pérdidas de peso						
CA	2,60 a	4,64 a	8,76 a	11,10 a	--	--
CF	0,00 b	0,16 b	1,87 b	3,20 b	3,72 a	6,43 a
PF	0,00 b	0,17 b	2,03 b	3,04 b	4,03 a	6,43 a
Pérdidas por enfermedades						
CA	2,09 a	9,38 a	13,55 a	13,55 a	--	--
CF	0,00 b	0,00 b	0,00 b	2,09 a	3,13 b	5,21 b
PF	0,00 b	0,00 b	0,00 b	13,55 b	14,60 a	14,60 a
Pérdidas por germinación						
CA	0,00 a	0,00 a	38,50 a	100,00 a	--	--
CF	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 a	1,04 a	32,29 a
PF	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	3,12 a	37,50 a

a, b Valores con igual letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales, según la prueba Duncan al 5%.
CA = Condiciones ambiente; CF= Cámara fría; PF = Cámara fría y preenfriamiento.

metabólicos involucrados en la pérdida de humedad interna de frutos y hortalizas (Bartsch, 1984).

Los frutos de chayote igualaron su temperatura a la de la cámara fría en un tiempo entre 60 y 75 minutos en las condiciones del ensayo, pero posiblemente lo hagan en un tiempo de 3 ó 4 horas en condiciones típicas de almacenamiento y transporte, cuando el contenedor refrigerado se llene totalmente.

Para las pérdidas por enfermedades, expresadas como porcentaje de frutos perdidos cuando los patógenos redujeron su valor comercial (Cuadro 1), se observó una diferencia significativa entre los tratamientos almacenados en frío con respecto al tratamiento almacenado en condiciones ambiente. El frío inhibe el desarrollo de algunas enfermedades, pero no lo evita. Se observaron, también, diferencias entre el tratamiento con preenfriamiento y el tratamiento sin preenfriamiento almacenados en cámara fría; el primer tratamiento mostró un mayor porcentaje de pérdidas por enfermedades, probablemente por la contaminación de estos frutos con propágulos de patógenos durante la inmersión en agua fría, ya que, aunque es recomendable cuando se practica este tipo de preenfriamiento (Kader, 1985), no se empleó ningún producto antimicrobial. Los principales patógenos identificados fueron: *Ascochyta phaseolorum*, *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Macrophomina* spp., *Mycovellosiella cucurbiticola*, y *M. lantanae*.

Los resultados de pérdidas por germinación de frutos también se muestran en el Cuadro 1. El almacenamiento en frío retardó la germinación de las semillas; los frutos almacenados en condiciones ambiente germinaron, en un 100%, antes de los 30 días de almacenamiento, mientras que en ese mismo período, ningún fruto almacenado en frío lo había hecho. No se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin preenfriamiento almacenados en cámara fría, por lo que se deduce que el preenfriamiento, en este caso, no afectó la velocidad con que pueden germinar los frutos. El frío por sí solo redujo casi en un 90% la germinación de frutos almacenados gracias a la reducción en la tasa respiratoria y otros procesos fisiológicos asociados al envejecimiento y posterior germinación del fruto.

Para el período evaluado (45 días) las quemaduras por frío no representaron un problema significativo; fueron del orden del 8% en el tratamiento sin preenfriamiento y de un 6% en el tratamiento con preenfriamiento, sin diferencia significativa entre ambos. La presencia de pocos daños de quemadura por frío podría deberse a que, a pesar que la temperatura que se ha informado como segura para el almacenamiento de chayote es de 10°C mínima (Littmann, 1973) la empleada comúnmente por los exportadores costarricenses, y que fue utilizada en este ensayo (12-14°C), es superior a la temperatura crítica para la aparición generalizada de quemaduras por frío.

Cuadro 2. Porcentaje promedio de pérdidas por enfermedades experimentadas por frutos de chayote sometidos a dos métodos de cosecha, siete fungicidas diferentes y tres períodos de almacenamiento (Experimento 2).

Tratamientos fungicidas	Métodos de cosecha								
	15 días			30 días			45 días		
	Sp	P	Df	Sp	P	Df	Sp	P	Df
KA	0,00 a	6,47 ab	6,47 *	1,33 a	10,31 ab	8,98 *	4,00 a	11,59 ab	7,59
BA	2,66 a	8,00 a	5,34 *	5,33 a	14,57 a	9,24 *	6,66 a	17,23 a	10,57 *
K	3,61 a	5,33 ab	1,72	3,61 a	9,33 ab	5,72	4,80 a	13,33 ab	8,53
A	3,70 a	1,33 b	2,37	3,70 a	9,33 ab	5,63	3,70 a	12,00 ab	8,30
MA1	3,80 a	1,33 b	2,47	8,93 a	5,33 b	3,60	8,93 a	7,90 b	1,03
T	0,00 a	5,13 ab	5,13 *	3,90 a	10,30 ab	6,40	5,23 a	16,97 a	11,74 *
MA2	0,00 a	1,33 b	1,33	1,19 a	3,70 b	2,51	4,90 a	6,17 b	1,27
\bar{X}	1,97	4,12	2,15	4,05	8,60	4,55	5,46	12,17	6,71 *

a,b Valores con igual letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

* Diferencias estadísticamente significativas según prueba DMS al 5%.

Sp= Parcela de cosecha sin pedúnculo; P=Parcela de cosecha con pedúnculo; DF= Diferencia.

KA= Kilol + alumbre; BA = benomil + alumbre; K = Kilol solo; A = Alumbre solo; MA1 = Mertect 75 ug/ml + alumbre;

MA2 = Mertect 300 ug/ml + alumbre; T = Testigo sin fungicida.

Evaluación de tratamientos para la protección del fruto de chayote contra enfermedades poscosecha

En el Cuadro 2 se observan los valores de pérdidas por enfermedades en las dos formas de cosecha seleccionadas para este ensayo. En ninguna de las evaluaciones se presentó diferencia significativa entre los tratamientos fungicidas aplicados a frutos sin pedúnculo, mientras que sí las hubo entre tratamientos fungicidas aplicados a frutos con pedúnculo, que en el caso del chayote es un tejido succulento, y posible vía de penetración de patógenos.

Por otra parte, los tratamientos que incluyeron al tiabendazole como fungicida se comportaron en forma similar en frutos con y sin pedúnculo, mientras que los tratamientos restantes mostraron fuertes diferencias (Cuadro 2). En todos los casos, los tratamientos aplicados a frutos sin pedúnculo experimentaron los menores porcentajes de pérdidas por enfermedades. Puede concluirse que todos los tratamientos evaluados se comportaron mejor en los frutos sin pedúnculo, ya que al final del ensayo (45 días) los frutos sin pedúnculo mostraron un promedio de enfermedades del 5,5%, mientras que los frutos con pedúnculo mostraron un 12,2% de pérdidas y la diferencia entre ambos promedios fue significativa.

En términos generales, los mejores tratamientos evaluados fueron: DF-100 + alumbre, alumbre solo y tiabendazole (300 ug/ml) + alumbre aplicados

a frutos sin pedúnculo. Las principales enfermedades identificadas durante el ensayo fueron: *Ascochyta phaseolorum*, *Fusarium* sp. y *Macrophomina* sp. en ese orden de importancia.

En el Cuadro 3 se observan los resultados para el porcentaje de pérdidas de peso al final del período evaluado. No existió diferencia significativa entre frutos cosechados con y sin pedúnculo. Entre tratamientos fungicidas en frutos cosechados con el mismo método, se encontró que el tratamiento de benomyl y alumbre fue el que menos peso perdió en frutos sin pedúnculo, mientras que el tratamiento de tiabendazole (300 ug/ml) más alumbre lo fue para frutos con pedúnculo, sin embargo no se halló explicación para este resultado.

En el Cuadro 4 se observan los resultados totales de pérdida de frutos por germinación de semilla. No se observaron diferencias significativas entre fungicidas ni entre métodos de cosecha, ni entre igual fungicida aplicado a frutos cosechados de diferente forma. Situación similar se encontró para la aparición de quemaduras por frío, por lo que se concluye que ni la forma de cosecha ni los fungicidas empleados tuvieron efecto alguno sobre estas variables.

Evaluación del efecto de antitranspirantes y materiales de empaque sobre la conservación poscosecha de frutos de chayote

El Cuadro 5 muestra los resultados obtenidos para la pérdida de peso a los 15, 30 y 45 días de

Cuadro 3. Porcentaje total de pérdidas de peso (45 días) experimentado por frutos de chayote para los distintos fungicidas según el método de cosecha (Experimento 2).

Tratamientos de métodos de cosecha	Tratamientos fungicidas							\bar{X}
	KA	BA	K	A	MA1	T	MA2	
Sp	3,52 a	1,42 b	2,64 ab	2,51 ab	3,02 ab	2,96 ab	2,96 ab	2,60
P	2,87 ab	4,71 a	2,36 b	3,88 ab	2,84 ab	3,75 ab	2,23 b	3,24
Df	0,65	3,29 *	0,28	1,37	0,18	0,79	0,10	0,64

a,b Valores con igual letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

* Diferencias estadísticamente significativas según prueba DMS al 5%.

Sp= Sin pedúnculo; P= con pedúnculo; Df= diferencia.

KA= Kilol + alumbre; BA = benomil + alumbre; K = Kilol solo; A = Alumbre solo; MA1 = Mertect 75 ug/ml + alumbre; MA2 = Mertect 300 ug/ml + alumbre; T = Testigo sin fungicida.

Cuadro 4. Porcentaje promedio de pérdidas por germinación de frutos de chayote según el método de cosecha a diferentes períodos de almacenamiento (Experimento 2).

Métodos de cosecha	Período de almacenamiento (días)					
	8	15	22	30	37	45
P	0 a	0 a	0 a	2,1 a	44,5 a	91,0 a
Sp	0 a	0 a	0 a	2,5 a	50,0 a	92,0 a

a Valores con igual letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

P= con pedúnculo; Sp= sin pedúnculo.

almacenamiento al ambiente y en frío con diferentes empaques. En primer lugar se verifica que el almacenamiento en frío redujo considerablemente la pérdida promedio de peso en comparación con las condiciones al ambiente. Con todos los empaques hubo diferencias significativas según la prueba de DMS al almacenar frutos en frío y al ambiente. A los 15 días la diferencia en pérdida promedio de peso entre ambas condiciones fue de 3% que es significativa según prueba de DMS al 5% y a los 30 días fue de 7% también significativa al 5% (Cuadro 5). Los tratamientos dispuestos en condiciones ambiente debieron ser descartados luego de 30 días de almacenamiento.

Por otro lado, las diferencias apreciables entre empaques aparecieron luego de 30 días de almacenamiento. El mejor tratamiento para este período de almacenamiento fue la bolsa de polietileno de alta densidad en la cámara fría.

Luego de 45 días, el mejor tratamiento en la cámara fría fue la bolsa de polietileno de baja densidad, pues permitió sólo un 2% de pérdida de peso durante ese período, seguido por la bolsa de polietileno

de alta densidad y el antitranspirante con base de carnauba y agua.

En el Cuadro 5 se observa que a los 15 días de iniciado el ensayo no existieron diferencias significativas entre tratamientos de empaque colocados en diferentes condiciones de almacenamiento, sin embargo, a los 30 días las diferencias fueron altamente significativas. Este comportamiento pudo deberse a que los frutos a temperatura ambiente experimentan una madurez de la semilla más temprana, y al iniciarse el proceso de germinación se consume energía de carbohidratos, se pierde agua en el proceso respiratorio y al emerger la radícula se crea una vía directa hacia el centro del fruto, por donde puede ocurrir pérdida de la humedad interna.

En el Cuadro 6 se presentan las pérdidas por enfermedades para los períodos de almacenamiento de 15, 30 y 45 días, en ambos sitios de almacenamiento con los diferentes empaques. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que ningún empaque aumentó o disminuyó la incidencia de enfermedades por sí solo, aún cuando existen diferencias apreciables en cuanto a retención de humedad dentro del empaque; tampoco se halló diferencia significativa entre los sitios de almacenamiento. Esto significa que las condiciones en que se dispusieron ambos grupos de tratamientos no influyeron sobre el desarrollo de enfermedades, al menos en cuanto a su porcentaje de incidencia ya que no se evaluó severidad. No obstante lo anterior, la tendencia de los resultados sugiere que el tratamiento de bolsa de polietileno en baja densidad fue el mejor en ambas condiciones de almacenamiento.

Los patógenos hallados en este ensayo fueron: *Ascochyta phaseolorum*, *Colletotrichum* sp. y *Macrophomina* sp.

Cuadro 5. Porcentaje promedio de pérdidas de peso del fruto del chayote sometido a diferentes períodos de almacenamiento y empaque en condiciones ambiente y cámara fría (Experimento 3).

Empaques	Almacenamiento							
	ambiente			frío			diferencia	
	15 días	30 días	45 días	15 días	30 días	45 días	15 días	30 días
PB	2,77 a	10,99 bc	---	0,46 a	1,66 c	2,15 d	ns	*
PA	1,54 a	8,55 c	---	1,23 a	1,87 c	3,23 cd	ns	*
PP	5,06 a	10,40 b	---	0,86 a	3,55 ab	8,04 a	ns	*
PE	3,63 a	9,65 bc	---	1,20 a	4,49 a	6,00 b	ns	*
AC	4,35 a	9,37 bc	---	0,60 a	2,92 abc	3,45 c	ns	*
AP	4,50 a	9,58 bc	---	1,10 a	2,83 bc	4,09 c	ns	*
T	6,07 a	14,19 a	---	1,44 a	4,12 bc	5,90 b	ns	*
Promedio	3,98	10,26	---	0,99	3,06	4,69	*	*

a,b,c,d valores con igual letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

* Diferencia significativa según prueba de DMS al 5% entre sitios de almacenamiento.

ns Diferencia no significativa según prueba de DMS al 5% entre sitios de almacenamiento.

PB= Bolsas de polietileno de baja densidad con 8 perforaciones; PA= Bolsas de polietileno de alta densidad con 8 perforaciones; PP= Papel periódico no impreso; PE= Papel encerado por una cara; AC= Antitranspirante con base en camauba en agua (Primafresh 31); AP= Antitranspirante polivinílico tipo aceite mineral (Vapor Gard); T= Testigo sin empaque alguno.

Cuadro 6. Porcentaje promedio de pérdidas por enfermedades en frutos de chayote sometidos a diferentes períodos de almacenamiento y empaques en condiciones ambiente y de cámara fría (Experimento 3).

Empaque	Períodos de almacenamiento					
	15 días			30 días		
	CA	CF	Dif.	CA	CF	Dif.
PB	11,11 a	5,55 a	5,56 ns	12,50 a	6,94 a	4,14 ns
PA	13,09 a	11,11 a	1,98 ns	16,67 a	12,50 a	4,17 ns
PP	6,94 a	18,05 a	11,11 ns	8,33 a	19,44 a	11,11 ns
PE	11,11 a	9,72 a	1,39 ns	13,89 a	19,44 a	5,55 ns
AC	6,94 a	15,28 a	8,34 ns	11,11 a	16,66 a	5,55 ns
AP	13,88 a	9,72 a	4,16 ns	18,05 a	13,89 a	4,16 ns
T	13,88 a	15,28 a	1,40 ns	18,05 a	16,66 a	1,39 ns

a Valores con letra minúscula en sentido vertical son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.

ns Diferencia entre tratamientos iguales en parcelas diferentes es no significativa según prueba de DMS al 5%.

CA= Almacenamiento a temperatura ambiente; CF= Almacenamiento en cámara fría;

Dif= Diferencia entre ambiente y frío.

PB= Polietileno de baja densidad con 8 perforaciones; PA= Polietileno de alta densidad con 8 perforaciones; PP= Papel periódico sin imprimir; PE= Papel encerado por una cara; AC= Antitranspirante de camauba en agua (Primafresh 31); AP= Antitranspirante polivinílico tipo aceite mineral (Vapor Gard); T= Testigo sin empaque.

Para las pérdidas por germinación de la semilla del fruto, tampoco se hallaron diferencias significativas entre tratamientos en igual condición de almacenamiento, no obstante, existió una diferencia significativa entre los sitios de almacenamiento en cuanto a la velocidad con que ocurre el fenómeno de germinación de los frutos.

A los 30 días de iniciado el ensayo, el 81% de los frutos colocados en condiciones ambiente habían germinado, lo que provocó que se descartara la prueba en esas condiciones; en el mismo período, sólo un 2% de los frutos en la cámara fría había germinado. A los 45 días lo había hecho el 40% de los frutos, lo cual demuestra que el frío retarda los

Cuadro 7. Diferencia del porcentaje de pérdidas promedio por germinación del fruto entre almacenamiento a condiciones ambiente y en frío, a diferentes períodos de almacenamiento (Experimento 3).

Condición de almacenamiento	Período de almacenamiento (días)					
	8	15	22	30	38	45
Ambiente	0	0	31	81	--	--
Frío	0	0	0	2	6	40
Diferencia	0	0	31*	79*	--	--

* Diferencia significativa según prueba DMS al 5%.

procesos fisiológicos del envejecimiento pero no los evita completamente. No obstante, 45 días es un período superior al que deben mantenerse los frutos en almacenamiento antes de llegar al consumidor. Los promedios semanales de pérdidas por germinación para ambas condiciones de almacenamiento se presentan en el Cuadro 7.

Durante el desarrollo de este ensayo no se presentaron quemaduras por frío.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El almacenamiento en frío redujo considerablemente las pérdidas de humedad y el deterioro general de la calidad de los frutos de chayote en comparación con el almacenamiento en condiciones ambiente.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo, la utilización de preenfriado en agua helada no significó ventaja alguna para la conservación de la calidad del fruto. Sin embargo, bajo condiciones comerciales (mayores volúmenes) es probable que sí se requiera de preenfriado del fruto, por esto se sugiere realizar más investigación al respecto, especialmente sobre sistemas de preenfriado.

No se encontró diferencia entre cosechar con y sin pedúnculo en cuanto a pérdidas por enfermedades o pérdidas de peso. No obstante los resultados tienden a favorecer la cosecha sin pedúnculo que es, en todo caso, el método de cosecha más práctico.

Bajo el método de cosecha sin pedúnculo, no se detectaron diferencias entre tratamientos fungicidas entre sí y con el testigo, y para la selección de uno de ellos deberán considerarse aspectos tales como: efectos potenciales sobre la salud humana, facilidad de aplicación, residualidad, regulaciones del mercado de destino del producto y, por supuesto, costos.

En la prueba de antitranspirantes y empaques, se detectó una tendencia a mostrar que el tratamiento de bolsa de polietileno de baja densidad fue el mejor tratamiento en ambas condiciones de almacenamiento, tanto para la reducción de las pérdidas de peso por deshidratación como para la protección contra enfermedades. En condiciones ambiente los mejores tratamientos fueron la bolsa de polietileno de alta densidad para la reducción de la deshidratación y el papel periódico no impreso para evitar los daños por patógenos.

Considerando los resultados de los tres ensayos, lo más recomendable parece ser cosechar el chayote sin pedúnculo, empacarlo en bolsa de polietileno de baja densidad, tratarlo con tiabendazole más alumbre a 300 ug/ml y 1% p/v, respectivamente, y sobre todo, almacenarlo en frío.

Puesto que esta fue una investigación preliminar, se sugiere que se realicen pruebas combinadas de fungicidas y empaques para observar el comportamiento de estos cuando deben interactuar entre sí. Además, en este ensayo, deberá cuantificarse la incidencia de patógenos y evaluar la severidad de la enfermedad conocida como vejiga. Dicha enfermedad, que no se consideró en este ensayo por cuanto la infección viene del campo (Sáenz y Valverde, 1986) aparenta tener fuertes repercusiones poscosecha. Los síntomas se manifiestan en el almacenaje como una pústula acuosa y que es producida por un hongo del género *Mycovellosiella*.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del preenfriado con agua helada, las condiciones de almacenamiento, la aplicación de fungicidas y empaque individual sobre la vida poscosecha del fruto de chayote. Se evaluó el almacenamiento en cámara fría (12-14°C y 85-90% HR) con y sin preenfriado en agua helada en comparación con el almacenamiento a condiciones ambientales (19-23°C y 80-85% HR). No existe diferencia estadísticamente significativa entre frutos con preenfriado en agua helada y colocación inmediata en cámara fría con respecto a frutos que no recibieron preenfriado y se colocaron en la cámara fría. Sin embargo, el almacenamiento en cámara fría sí redujo considerablemente las pérdidas de agua y la brotación en comparación con el almacenamiento al ambiente.

Los tratamientos fungicidas con benomyl 300, tiabendazole 75 y 300 y DF-100 (Kilol) 500 µg/ml,

todos mezclados con alumbre al 1% p/v, alumbre solo a una concentración de 1% p/v y DF-100 concentrado, fueron aplicados a frutos cosechados con y sin parte de pedúnculo. Los frutos tratados fueron colocados en cámara fría. Los frutos cosechados con parte del péndulo mostraron el mayor nivel de daño, mientras que en los frutos sin pedúnculo el nivel de deterioro fue menor y el mejor tratamiento fue tiabendazole 300 µg/ml + alumbre 1% p/v. Los principales hongos detectados fueron *Ascochyta phaseolorum*, *Macrophomina* sp., *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp.

Se evaluaron siete tratamientos entre empaques individuales y antitranspirantes: empaque en bolsas individuales de polietileno de baja densidad (0,13 mm de espesor) y alta densidad (0,05 mm de espesor) con ocho agujeros de 0,5 mm de diámetro; envoltura en papel periódico no impreso; envoltura en papel encerado por una cara; y aplicación de antitranspirantes con base de carnauba soluble en agua y aceite mineral, además del tratamiento testigo sin empaque.

Una mitad de los frutos tratados fue colocada en condiciones ambientales y la otra en cámara fría. Ninguno de los tratamientos redujo las pérdidas por brotación en frutos almacenados en condiciones ambiente. El uso de bolsas de polietileno de baja densidad mostró ser el mejor tratamiento en la reducción de las pérdidas de peso del fruto en condi-

ciones de cámara fría, pero se observó un ligero incremento de los daños patológicos en comparación con el testigo sin empaque. Es necesario realizar más investigaciones tendientes a establecer la interacción entre fungicidas, procedimientos y materiales de empaque, además de evaluar otras alternativas de fungicidas y empaques.

LITERATURA CITADA

- BARTSCH, J.A. 1984. Refrigeration and controlled atmosphere storage for horticultural crops. USDA, Agricultural Engineering Service, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 42 p. (Bulletin no. 22)
- KADER, A. *et al.* 1984. Post-harvest technology of horticultural crops. University of California, Cooperative Extension, Special Publication 3311. 192 p.
- LITTMANN, M.D.; STOLAR, A. 1973. Choko storage and disorders. Queensland Agricultural Journal. June:291-294.
- LOPES, J.F.; SILVA, C.A. da. 1983. Cultivo do chuchu (*Sechium edule*) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Instrucoes Tecnicas do CNP-Hortalicas no. 5.
- SAENZ, M.V.; VALVERDE, E. 1986. Identificación y estacionalidad de los factores de rechazo de frutos de exportación del chayote costarricense. Agronomía Costarricense 10(1/2):73-88.