

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"



ESTUDIO MONOGRAFICO DE LOS METODOS MAS  
USUALES EN LA CONSERVACION DE AGUACATE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN ALIMENTOS  
P R E S E N T A N

MARIA ELENA QUINTANA SANCHEZ

JAIME GOMEZ HERRERA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

LUGARES DONDE SE LLEVO A CABO LA INVESTIGACION

- Biblioteca y Hemeroteca de la Facultad de Estudios Superiores -  
Cuautitlán, Campos I y IV, (FES-C)
  
- Biblioteca de Alimentos de la Escuela Nacional de Ciencias -  
Biológicas (ENCB).
  
- Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chapingo: Central, -  
Industrias Alimenticias y de Economía Agrícola (UACH).
  
- Biblioteca de CONAFRUT.
  
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAM.
  
- Banco de Información SECOBI.
  
- Centro de Información Científica y Humanística (CICH).

## NOMENCLATURA DE LA BIBLIOGRAFIA

Bibliografía General .....	( G )
Bibliografía de Conservación por Refrigeración .....	( R )
Bibliografía de Conservación por Congelación .....	( C )
Bibliografía de Conservación por Deshidratación .....	( D )
Bibliografía de Conservación por Atmósferas Controladas .....	(AC)
Bibliografía de Conservación por Atmósferas Hipobáricas .....	(AH)
Bibliografía de Conservación por Atmósferas Modificadas .....	(AM)
Bibliografía de Conservación mediante Irradiaciones .....	(RR)
Bibliografía de Conservación mediante la adición de .....	
Aditivos y Conservadores .....	(AA)

## C O N T E N I D O

OBJETIVO	1
INTRODUCCION	
CARACTERISTICAS ECOLOGICAS	2
COMPOSICION QUIMICA	6
GENERALIDADES SOBRE CONSERVACION DE AGUACATE	8
METODOS DE CONSERVACION POR TEMPERATURA	
CONSERVACION POR REFRIGERACION	15
BIBLIOGRAFIA DE REFRIGERACION	27
CONSERVACION POR CONGELACION	30
BIBLIOGRAFIA DE CONGELACION	38
CONSERVACION POR DESHIDRATACION	39
BIBLIOGRAFIA DE DESHIDRATACION	47
METODOS DE CONSERVACION MEDIANTE ATMOSFERAS	
CONSERVACION POR ATMOSFERAS CONTROLADAS	49
BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERAS CONTROLADAS	56
CONSERVACION POR ATMOSFERAS MODIFICADAS	58

BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERAS MODIFICADAS	66
CONSERVACION POR ATMOSFERAS HIPOBARICAS	68
BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERAS HIPOBARICAS	73
OTROS METODOS DE CONSERVACION	
CONSERVACION MEDIANTE IRRADIACION	75
BIBLIOGRAFIA DE IRRADIACION	85
CONSERVACION MEDIANTE EL EMPLEO DE ENVASES	86
BIBLIOGRAFIA DEL EMPLEO DE ENVASES	95
CONSERVACION POR ADITIVOS Y CONSERVADORES	96
BIBLIOGRAFIA DE ADITIVOS Y CONSERVADORES	102
CONCLUSIONES	104
APENDICE A: IMPORTANCIA COMERCIAL DEL AGUACATE	106
APENDICE B: INDUSTRIALIZACION DEL AGUACATE	115
BIBLIOGRAFIA GENERAL	118

## OBJETIVO

*Realizar un estudio monográfico de los métodos más usuales en la conservación de aguacate, como fruto o como fruto procesado, con el deseo de que este estudio de investigación sea una fuente más de consulta para las personas interesadas en el área.*

## I N T R O D U C C I O N

### Características Ecológicas.-

A diferentes altitudes y con variados climas, desde inviernos relativamente fríos, hasta climas cálidos, el aguacate tiene sus zonas de cultivo.

La palabra original "ahuácatl", se emplea en aquellas partes de México donde el vocablo azteca no ha sido reemplazado por el español; de su nombre mexicano ahuácatl, se han derivado los nombres usuales con que actualmente se conoce el fruto. Los españoles adoptaron el nombre anterior convirtiéndolo en ahuate o en aguacate del que los ingleses, norteamericanos y franceses formaron la palabra "avocado" o "avocat", mientras que los incas lo conocieron como "palta" y los mayas como "on".

Los aguacates cultivados tienen la siguiente clasificación botánica: {16}

División	SPERMATOPHYTES
Subdivisión	ANGIOSPERMA
Clase	DICOTILEDONIA
Orden	LAURACEA
Familia	LAURACEAS
Género	PERSEA
Especie	AMERICANA MILL

Entre los aguacates se pueden distinguir cuatro categorías principalmente: (1G y 8C)

- Raza Mexicana
- Raza Guatemalteca
- Raza Antillana
- Híbridos

**Raza Mexicana:** este es el fruto más pequeño con respecto a las otras razas; se caracteriza por tener un olor r anís principalmente en las hojas al estrujarlas, aunque también este olor se presenta en frutos y brotes-jóvenes. Los frutos son periformes, ovales o alargados; varían de 75 a 300 grs. de peso, con corteza delgada lisa y muy flexible, con coloraciones que van del verde vivo al morado oscuro, casi negro, hueso puntiagudo y liso; es el que se considera que tiene mejor sabor.

Los frutos tienen un contenido de aceite promedio de 20 a 24% y al rededor de 2% de proteína. Su maduración fluctúa entre 7 y 10 meses después de la floración. Se cultivan extensamente en algunos lugares del Estado de México, Puebla, Michoacán y Guanajuato, donde se encuentran condiciones favorables de clima y suelo. Las variedades son más resistentes al frío que cualquiera de las otras razas y no prosperan en tierra caliente.

Entre las principales variedades de ésta raza están:

Zutano, Bacon, Duke, Harman, Ganter y Topa Topa.

**Raza Guatemalteca:** las frutas de esta variedad maduran entre 9 y 12 meses después de la floración. Presentan una cáscara con consistencia leñosa, quebradiza y generalmente de superficie rugosa y áspera, su peso varía de 500 a 600 grs., el hueso es liso y redondo. Sus hojas tienen un tamaño intermedio con respecto a las de otras razas, sin olor de ninguna clase y de un color verde intenso.

El fruto es de forma redonda y globular, en algunos casos es ovoide.

Presenta diferentes coloraciones, morado, verde oscuro y negro con distintas tonalidades. Son de maduración tardía, la semilla es grande, el contenido de aceite fluctúa entre 10 y 14% y el de proteínas entre 1.7 y 2%. Los frutos no ofrecen resistencia a las heladas. Su medio más adecuado es un lugar semicálido y templado.

Desde hace algunos años, los cultivos estaban limitados a las alturas de México y de América Central, pero en la actualidad se cultivan también en Hawaii y Florida.

Las principales variedades de esta raza son:

Hass, Rincón, Lyon, Nabal, Taylor, Lula, McArthur, Anaheim, Queen, Cook, Panchoy, Surprise, Mayapán, Perfecto, Sinaloa, Soñano, Spinks, Knight, Linda, Winslow, McDonald, etc.

Raza Antillana (West Indian): en este grupo, los frutos maduran entre 6 y 9 meses después de la floración. Su cáscara es lisa y de consistencia flexible. Las variedades de este fruto tienen color verde con tonalidades pálidas al llegar a la madurez. Sus hojas tienen el mayor tamaño comparado con las otras razas. Las plantas maduras son en extremo sensibles a las bajas temperaturas. Son frutos grandes redondos o alargados, con semillas grandes, rugosas y puntiagudas, el contenido de aceite es bajo, de 8 a 13%.

Los frutos de esta raza son los llamados "paqua", propios de zonas bajas y cálidas de nuestro país, desarrollándose bien en Florida y las Bahamas, en el centro de Brasil y en el sur de Perú.

Entre las variedades más importantes, se encuentran:

Pollock, Fuchsia, Waldin, Booth 1, Collins, Hawaii, McCann, Choquette, Avon, Monroe, Trapp, Ajax, Hall, Mickson, Tonnane, etc.

Híbridos: existen plantas que son el producto de las cruzas entre razas y se les llama "híbridos"; algunos son de importancia económica como por ejemplo el Fuerte, el cual se considera una cruce entre "Mexicana y Guatemalteca". En algunas zonas de los estados de Jalisco, Puebla, Michoacán y Veracruz; los árboles se desarrollan bien, tienen gran vigor y

son bastante abiertos, no son muy resistentes al frío, perjudicándole - las heladas prolongadas. El fruto tiene forma de pera, cuyo peso oscila entre los 300 y 450 grs. El color es verde con superficie granular; su contenido de grasa varía según la variedad que se tenga.

También hay híbridos entre la raza "Guatemalteca y Antillana". Entre las principales variedades están: Booth 7 y Booth 8, entre otras.

**Composición Química:**

La composición química de los frutos de aguacate, difiere de otro tipo de frutas propias para el consumo fresco.

Una composición química del aguacate se da a continuación:

(11G y 12G)

Porción Comestible	60 - 75	%
Humedad	78	%
Proteínas	0,9 - 1,8	%
Grasas	6,3 - 27	%
Carbohidratos	1,5 - 5	%
Cenizas	0,6 - 1,6	%
Fibra Cruda	0,5 - 0,9	%

Estos porcentajes varían de acuerdo a la variedad, estación de cultivo y grado de maduración del fruto.

La característica más sobresaliente es su alto contenido de grasa, siendo la porción comestible rica en ácidos grasos: oleico, palmítico, linoleico y linolénico, mientras que el esteárico está presente en pequeñas cantidades. Una composición aproximada de los ácidos grasos, se da a continuación:

**Acido Graso Saturado:**

Palmítico	12,3
Esteárico	0,4
Subtotal	12,7

**Acido Graso No Saturado:**

Palmitoleico	3,5
--------------	-----

Oleico	75.1
Linoleico	8.2
Linolenico	0.4
Araquidónico	0.1
Subtotal	87.3

Por otra parte, la relación de ácidos grasos insaturados a saturados es alta, lo cual desde el punto de vista nutricional es muy aceptable.

Los frutos de aguacate son una fuente pobre en carbohidratos.

Con respecto al contenido de proteínas, el aguacate es uno de los frutos con valores más elevados de proteínas, debido a que la mayoría presenta menos del 1%. Los principales aminoácidos encontrados son: asparagina, ácido aspártico, glutamina, ácido glutámico, serina, treonina, alanina, valina y cistina.

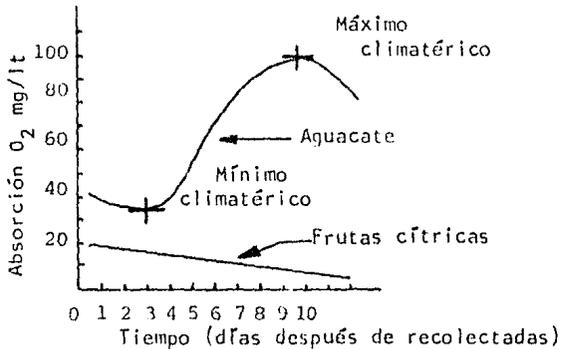
El contenido de vitaminas A, C y K, es pobre en comparación con otros grupos pero alta en cuanto a vitaminas B y E.

El contenido de minerales es de interés nutricional, dado su alto valor de fosfatos y hierro.

El aguacate contiene, también, algunos taninos como la catequina y los flavones, y algunos extractos muestran actividad microbicida, especialmente contra el *Stafilococcus aureus*, *Micrococcus pyrogenus* y en algunos casos contra la *Escherichia coli*.

## GENERALIDADES SOBRE CONSERVACION DE AGUACATE

Tanto las frutas como los vegetales, están constituidos por tejidos biológicamente activos, y por tanto, contienen una gran cantidad de enzimas. Cuando las células vivas son disgregadas o cuando se han separado de su vegetal madre, como sucede cuando las frutas se recolectan, la fruta continúa respirando (absorbe  $O_2$  y elimina  $CO_2$ ), en algunos casos a una velocidad muy acelerada pasando por los denominados "ciclos climatéricos", según se indica en la Figura.



Ciclo de respiración climatérica de las frutas después de recolectadas. (7G)

Como se deduce de la figura, el aguacate (fruta tropical), cuando menos  $O_2$  absorbe es durante 2-3 días después de su recolección; sin embargo, muy pronto la absorción de  $O_2$  aumenta considerablemente alcanzando un máximo climatérico después de aproximadamente 10 días. En este momento alcanza su madurez y después se deteriora muy rápidamente, sin embargo, este fruto se puede conservar al almacenarlo en cámaras con atmósfera controlada, con la cual se regula la velocidad de respiración; un control adecuado de la temperatura y humedad en las cámaras de almacenamiento, aumenta su vida de anaquel.

Dada la importancia comercial del aguacate, ya sea como fruto o como fruto procesado, es importante el conocimiento de los factores que pueden tener influencia en la conservación de las características aptas para su consumo. Algunos de estos factores son:

- el oscurecimiento enzimático de la pulpa
- oxidación de las grasas
- contaminación microbiológica

La actividad más común en frutos deriva principalmente de las enzimas como pectinasa, lipasa, lipoxigenasa, clorofilasa, proteasa, peroxidasa, polifenoloxidasas y ácido ascórbico oxidasa. Estas enzimas deterioran la calidad de los frutos frescos y por eso la industria alimentaria utiliza métodos de conservación como la deshidratación, el enfriamiento, etc.

La reacción enzimática que se presenta en frutas es la que induce su oscurecimiento cuando éstas han sufrido un daño físico, una sobremaduración o se han expuesto al aire y a la luz, dando como producto final pigmentos oscuros llamados "melaninas". El hecho de que estas reacciones no se efectúen en las células intactas, indica que existe un microambiente anaeróbico dentro del fruto que inhibe los mecanismos de oscurecimiento.

Los métodos más comunes para el control de las reacciones de oscurecimiento, incluyen la adición de sulfitos y de ácidos, la eliminación de  $O_2$  y el tratamiento térmico.

La adición de sulfitos y sus derivados, es una forma para controlar las reacciones de oscurecimiento; los principales compuestos que pertenecen a este grupo son: anhídrido sulfuroso, y el sulfito, el bisulfito, metabisulfito y bisulfato de sodio. Estos compuestos, además de evitar la acción enzimática, previenen la pérdida de vitamina C.

Por otra parte, los diferentes ácidos comerciales (málico, fórmico, cítrico y ascórbico), al igual que los jugos de limón y de otros cítri -

cos, también se emplean para evitar la acción enzimática debido esto a su capacidad reductora o bien por una interacción directa con la enzima.

El ácido cítrico además de reducir el pH, tiene la propiedad de secuestrar los iones Cu necesarios para la actividad enzimática.

La oxidación y su intensidad, dependen de la temperatura, estado de dispersión de la grasa, tipo de ácido graso, geometría de la doble ligadura y cantidad de  $O_2$  disponible. Los ácidos oleico, linoleico y linolénico, son los más afectados por las reacciones de rancidez oxidativa y su velocidad de oxidación aumenta de manera proporcional a su grado de insaturación.

Para reducir la oxidación de las grasas insaturadas, se deben de llevar a cabo algunas prácticas como son: protección contra el oxígeno, la luz y las altas temperaturas y evitar contaminaciones metálicas. Los empaques al vacío o en gas inerte, al igual que la refrigeración, ayudan a conservar las grasas en almacenamiento.

Uno de los métodos más comunes para controlar la oxidación de las grasas, es mediante el uso de los diferentes antioxidantes comerciales que pertenecen a la familia de los fenoles, sobresaliendo el Butilhidroxianisol (BHA), galato de propilo, y la Butilhidroxiquinona (TBHQ), además del Butilhidroxitolueno (BHT).

Los antioxidantes aumentan su efectividad cuando se combinan; existe un efecto sinérgico entre ellos.

La contaminación microbiológica, conforme procede la maduración de los frutos, es más susceptible a presentarse, pues algunos frutos aparentemente sanos, hospedan microorganismos en estado latente que se desarrollan cuando las condiciones son favorables.

Sin embargo, las frutas pueden ser atacadas en el almacén por diferentes agentes patógenos, los cuales deben ser controlados, dado que estos productos enfermos, además de no ser comerciables, ocasionan otros problemas en el almacén, pues durante su deterioro, se produce suficiente etileno que induce y acelera la maduración, reflejándose en la disminución del período estimado de almacenamiento, y por consiguiente, en -

una pérdida económica que puede ser considerable.

En virtud de lo anterior, es conveniente que el fruto reciba previamente los tratamientos que prevengan o retarden las enfermedades a las que es más susceptible.

MÉTODOS

DE

CONSERVACION

La presente investigación monográfica, incluye la revisión de una gran parte de los artículos editados por revistas científicas y de algunos libros cuyo contenido resultó ser de importancia sobre investigaciones hechas sobre conservación de aguacate, específicamente:

Refrigeración, Congelación, Deshidratación, Atmósferas (Controladas, Hipobáricas y Modificadas), Irradiaciones, Uso de Envases y Adición de Conservadores y Aditivos.

La elaboración de cada uno de los capítulos incluye:

- breve introducción teórica del método a tratar.
- recopilación y organización de la información presentada en resúmenes elaborada por diferentes autores sobre el tema.
- elaboración de cuadros en donde se especifiquen los parámetros, condiciones y observaciones realizadas por el autor sobre el tema.
- síntesis elaborada con la información.
- bibliografía específica del tema correspondiente.

En el capítulo I, se engloban los métodos de conservación que de una u otra manera incluyen la aplicación de la temperatura.

En el capítulo II, se exponen los diferentes tipos de atmósferas que pueden afectar la conservación del aguacate.

En el capítulo III, se agrupan otros métodos de conservación como son: el uso de radiaciones, el empleo de envases y la adición de aditivos y conservadores.

Además se incluyen 2 apéndices:

en el A), se expone la importancia económica y proyecciones de su cultivo.

en el B), se incluye la industrialización del aguacate y sus diversas formas de aprovechamiento.

## CAPITULO I

### CONSERVACION POR TEMPERATURA

## METODO DE CONSERVACION POR REFRIGERACION

La mayoría de los productos alimenticios, se conserva en buen estado más tiempo si se guardan a una temperatura baja, de esta manera se reducen la multiplicación de casi todos los microorganismos, la actuación de las enzimas y otros procesos que tienen lugar en los tejidos vivos, - al mismo tiempo las reacciones no enzimáticas que conducen al deterioro de los alimentos progresan más lentamente. Sin embargo, por regla general, la refrigeración no detiene estos cambios, solo los retarda.

La refrigeración constituye el método mas aceptable en la conservación de frutos de aguacate, y en general en la conservación de alimentos, ya que ejerce pocos efectos nocivos en cuanto al sabor, textura y valor nutritivo.

Idealmente, la refrigeración de los productos perecederos, inicia después del sacrificio o la cosecha y se mantiene durante el transporte, la conservación en bodegas y el almacenamiento anterior a su consumo.

Por refrigeración vamos a entender, el almacenamiento establecido con temperaturas superiores al punto de congelación, abarcando una escala que va desde 15" hasta -3°C (21G).

El objetivo de la aplicación del frío, puede ser evaluado desde tres puntos de vista: Económico, Comercial y Social.-

El punto de vista Económico y Comercial tienen como objetivo:

- alargar el tiempo de vida útil del alimento
- preservar la calidad comercial
- disminuir las mermas, reduciendo la actividad metabólica, tal como la maduración, lo cual influye en la textura
- regularizar el mercado, establecer un control entre oferta y demanda

Desde el punto de vista Social:

- disponibilidad de los alimentos en calidad y cantidad con lo cual se obtiene una mejor alimentación
- facilitar las labores domésticas

Entre los factores que influyen en la conservación de un producto refrigerado, se encuentran: (25G)

A) Factores anteriores al tratamiento y conservación por frío

B) Factores propios del tratamiento frigorífico

A).-

- Calidad Inicial

- Pretratamientos

- Lavado
- Preenfriamiento
- Desinfección

- Ecológicos  
(Condiciones climáticas)

- Temperatura ambiente
- Lluvia
- Humedad Relativa
- Luminosidad
- Viento

- Agronómicos  
(Naturaleza del suelo)

- Terreno
- Fertilizantes
- Irrigación
- Tratamientos a los árboles
- Características del árbol



- Chorros de Aire (Air Jet Cooling)
- Aire Forzado (Air Forced Cooling)

== VACIO

- Cámara de vacío
- Equipo para evacuar aire-vapor
- Equipo para condensación del vapor
- Equipo para control y medición de temperatura y presión

== HIELO

- Top icing
- Body icing

Sin embargo, a pesar de todo, la refrigeración no hace milagros, solo conserva; si el fruto ya está dañado o contaminado antes de refrigerarse, este no mejorará. Los períodos de almacenamiento no deben prolongarse por tiempos muy largos, pues el alimento se sigue descomponiendo lentamente.

Las frutas ya cosechadas, requieren de una temperatura óptima de manejo, si se trabaja abajo de esta temperatura, se presentarán alteraciones en el fruto, al conjunto de éstas se les conoce como "Daños por Frío"

Las manifestaciones que se tengan varían entre los frutos, pero los síntomas más comunes son: picado, manchas acuosas en la piel, maduración anormal o ausente, oscurecimiento grisáceo de la pulpa, de sarrollo o pérdida de aroma, además de que estos productos se vuelven más propensos a las infecciones.

Generalmente el daño por frío, solo afecta ciertos productos, principalmente aquellos de origen tropical y subtropical, como: piña, aguacate mango, plátano, etc., además, este desorden limita la comercialización, disminuyendo la calidad en su apariencia y ocasionando una disminución en el valor nutritivo.

En la refrigeración se puede presentar el uso de técnicas auxiliares ya que resultaría difícil conservar un alimento empleando únicamente un solo método de conservación.

Lo que se utiliza normalmente es una combinación entre los métodos ; para tal efecto existen los llamados "Coadyuvantes del Frío" o Auxiliares del Frío, y algunos utilizados para frutos son:

antisépticos, antioxidantes, radiaciones ionizantes, protección mecánica, fungicidas y uso de atmósferas.

A continuación se mencionan algunas investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate por refrigeración:

Las diferentes variedades de aguacate, reaccionan de manera distinta en el almacenamiento, variando su temperatura de conservación desde aproximadamente 4° a 13°C, como lo reportan varios autores:

Habeebunnisa	(7R):	5.5° a 7.2°C
Ins. Inv. Tecn.	(11R):	7.2°C
Jacobs	(12R):	5.5° a 6.0°C
Manejo y Conservación de frutas	(16R):	5.0° a 10°C
Mollnas	(18R):	5.0° a 7.0°C
Ryall	(23R):	4.4° a 12.7°C
Spalding	(25R):	4.0°C
Zauberman	(30R):	5.0° a 8.0°C

Pero estos datos se ven influenciados por el tiempo, grado de madurez, estación de cultivo, sensibilidad al frío y variedad; por ejemplo: - la raza Antillana (Fuchsia, Pollock, Waldin), algunas veces desarrolla daños por frío a una temperatura de 13°C (11R, 25R) después de 4 semanas.

De las 3 razas hortofrutícolas de aguacate, la más resistente al frío es la Mexicana, la Guatemalteca es la raza intermedia y la Antillana es la menos tolerante (25R).

La antracnosis, pérdida de peso y daños mecánicos, se ven disminuídos por el uso de envolturas y ceras a una temperatura de refrigeración, (11R, 12R).

Abou-Aziz, et.al. (1R), reportan que aguacate Duke almacenado a 0°C, durante 5, 10 y 20 días, no mostró deterioro y su calidad fué buena; pero después se transfiere a temperatura ambiente y el fruto disminuyó su calidad en 2 días. A 0°C ó 5°C no hay daños por frío antes de transferirlo a temperatura ambiente.

CONSERVACION POR REFRIGERACION 1

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	CONDICIONES	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
ABOU-AZIS et.al. (1R)	Duque	-----	10°C	18 días	50% aceptables
BERGER (2R)	Fuerte y Hass	con empaque de polietileno	7°C	21-49 días	aceptables
		sin empaque de polietileno	7°C	21-49 días	poco aceptables
BLEINKROTH (3R)	Anaheim y Fuerte	10% CO <sub>2</sub> más 6% O <sub>2</sub>	7°C	38 días	aceptables
	Itzama, Puebla y Waldin	10% CO <sub>2</sub> más 6% O <sub>2</sub>	7°C	38 días max.	aceptables
BOSQUES et.al. (4R)	Fuerte y Hass	fruta en edo. sazón 3/4 y 80% HR. luego, madurados a 90% HR.	2°C	34 días	severos daños
			20°C	4 días	
		fruta en fase climaterica 80% HR. luego, madurados a 90% HR.	2°C	30 días	ligeros daños
			20°C	6 días	
CAMPBELL et.al. (5R)	-----	2 estaciones de cultivo distintas	1.6 y 4.4°C	19-22 días	inaceptables
			7.2 y 10°C	19-22 días	aceptables
EAKS (6R)	Hass y Fuerte	-----	10°C	3 semanas	aceptables
			5°C	5 semanas	aceptables
HABEEBUNNISA (7R)	-----	-----	5.5-7.2°C	30-35 días	aceptables
HARROLD (8R)	-----	almacenados inmaduros	2°C	6-8 semanas	aceptables
HATTON et.al. (9R)	Booth 8 y Lula	-----	4.4°C	1 mes	aceptables
	Antillana y Taylor	-----	12.8°C	2 semanas	aceptables
	Lula	1% O <sub>2</sub> más 9% CO <sub>2</sub>	10°C	60 días	aceptables
INFORMATION BULLETIN CITRUS AND FRUIT SUB TROPICAL (10R)	-----	-----	3.5-5.5°C	4 semanas	aceptables
INSTITUTO DE INV. TECNOLOGICAS (11R)	Antillana	-----	12.7°C	4 semanas	aceptables

CONSERVACION POR REFRIGERACION 2

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	CONDICIONES	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
KOSIYACHINDA (13R)	Fuerte y Hass	en estado postclimaterico	2°C	6-8 semanas	acceptables
		en estado preclimaterico	2°C	30 días	acceptables
LYNCH et.al. (14R)	Pollock y Trapp	-----	5.5°C	28 días	acceptables
	Lula y Taylor	-----	2.7°C	28 días	acceptables
	Waldin y Collinson	-----	2.7, 5.5 y 8.8°C	28 días	inacceptables
MARIN (15R)	Wurtz	-----	8.5-12°C	25 días max.	acceptables
	Booth 7	-----	8.5-12°C	18 días	acceptables
	Hall y Choquette	-----	8.5-12°C	12 días	acceptables
MEYER (17R)	-----	4% O <sub>2</sub> más 10% CO <sub>2</sub> y 87% HR	5°C	28 días max.	acceptables
			15°C	45 días	acceptables
MORALES (19R)	Fuerte	80-85% HR	7°C	más de 45 días	acceptables
	Negra la Cruz	80-85% HR	11°C	más de 33 días	acceptables
MUSTARD (20R)	Waldin, Trapp, Cinda y Schmidt	-----	4.4-13°C	7-28 días	inacceptables
	Booth 7, Lula y Nabal	-----	4.4-13°C	1 semana	acceptables
	Booth 8 y Taylor	-----	4.4-13°C	2 semanas	acceptables
ROWELL et.al. (21R)	Fuerte	-----	5.5°C	28 días	inacceptables
	Edranol	-----	5.5°C	28 días	poco aceptables
	Hass	-----	5.5°C	28 días	acceptables
RUSHLE (22R)	Pollock, Trapp, Waldin y Booth 8	-----	5.6°C	-----	acceptables
	Lula y Taylor	-----	2.8°C	-----	acceptables

CONSERVACION POR REFRIGERACION 3

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	CONDICIONES	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
RYALL et.al. (23R)	Booth 1	-----	4.4°C	14-25 días	acceptables
			10°C	12-14 días	acceptables a no
	Booth 7	-----	4.4°C	14-18 días	acceptables
			10°C	9-14 días	acceptables a no
	Booth 8	-----	4.4°C	15-24 días	acceptables a no
			10°C	21-31 días	acceptables a no
	Lula	-----	4.4°C	32-38 días	acceptables a no
			10°C	16-22 días	acceptables a no
	Taylor	-----	4.4°C	21-31 días	acceptables
			10°C	9-20 días	acceptables
	Fuchsia	-----	4.4°C	3-9 días	inacceptables
			10°C	4-11 días	acceptables a no
Pollock	-----	4.4°C	7-11 días	inacceptables	
		10°C	10-14 días	acceptables a no	
Waldin	-----	4.4°C	3-5 días	acceptables a no	
		10°C	11-15 días	acceptables a no	
SCOTT et.al. (24R)	Hass y Fuerte	-----	4-7.5°C	más de 8 semanas	severos daños por frio
SPALDING (25R)	Fuchsia, Pollock y Waldin	-----	13°C	3, 6 y 10 días	acceptables
	Booth 7 y 8	-----	4°C	14 días	acceptables
	Lula	-----	4°C	21 días	acceptables
SPALDING et.al. (26R)	Booth 8	2% O <sub>2</sub> más 10% CO <sub>2</sub>	4.4 y 7.2°C	60 días	acceptables 100%
	Lula				acceptables 63%
VAKIS (27R)	Ettinger	-----	4.4, 6.6 y 8.8°C	1 semana	acceptables
	Fuerte	-----	4.4°C	3 semanas	acceptables
	Hass	-----	2.2 y 4.4°C	3 semanas	acceptables

CONSERVACION POR REFRIGERACION 4

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	CONDICIONES	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
VAZQUEZ et.al. (28R)	Fuerte	-----	7°C	11 días	acceptables
	Azteca	-----	7°C	26 días	acceptables
	Booth B	-----	7°C	25 días	acceptables
	Hass	-----	7°C	28 días	acceptables
YOUNG et.al. (29R)	-----	frutos maduros	7.7°C	30 días	acceptables
ZAUBERMAN et.al. (31)	Nabal, Puerte y Ettinger	-----	0, 2, 4 y 6°C	1, 2, 3, 4 y 6 semanas	Nabal el más tole- rante a las bajas temperaturas.

SINTESIS DE REFRIGERACION:

- = en la refrigeración, el uso de coadyuvantes como son las envolturas y ceras, ayudan a disminuir la antracnosis, la pérdida de peso y los daños mecánicos, lo cual contribuye a obtener un fruto con características más aceptables.
- = a una temperatura de refrigeración y con ayuda de una atmósfera controlada, las variedades de aguacate híbridas son aceptables durante un mayor tiempo que las de variedades definidas.
- = la cantidad de  $O_2$  que se maneje es un factor determinante en el tiempo de conservación de frutos de aguacate, mientras que la temperatura contribuye a conservar el fruto durante un lapso de tiempo mayor.
- = el mayor índice de aceptabilidad se encontró a una temperatura de  $7^{\circ}C$ , ya que temperaturas mayores o menores pueden producir alteraciones en el fruto.
- = se obtienen mejores resultados cuando se usan temperaturas bajas y concentraciones de  $O_2$  bajas también, en aguacates de variedades de la raza guatemalteca que en las variedades híbridas.
- = a una determinada temperatura el estado de madurez en el que se almacenan los frutos es un factor que influye en el tiempo de conservación.
- = la época del año en que se cultive el aguacate, va a afectar la temperatura de conservación que se maneje.
- = la temperatura de almacenamiento necesaria para conservar el fruto está en función de la variedad utilizada.

BIBLIOGRAFIA DE REFRIGERACION

- (1R) ABOU-AZIZ, A.B.; ABDEL-WAHAD, F.; EL-TOMI, A.L.; ABDEL-KADER, A.B. Effect of different storage temperatures on keeping quality of avocado pear fruits. Food Science Technology Abstracts vol. 7, - 1975, 8J1214.
- (2R) BERGER, S.; LUZA, J.Z.; PERALTA, L.A. Storage of Fuerte and Hass-avocados. Food Science Technology Abstracts vol. 15, 1983, 3J503.
- (3R) BLEINROTH, E.W.; GARCIA, J.L.; SHIROSE, I.; CARVALHO, A.E. Cold-storage of avocados in a controlled atmosphere. Food Science and Technology Abstracts vol. 10, 1978, 1577.
- (4R) BOZQUEZ MOLINA, Elsa; PELAYO ZALDIVAR, Clara; ARAGON SALGADO, Nidia; MADRID RIOS, Rafael I. Estudio de madurez y susceptibilidad al daño por frío de aguacates variedad Hass. Simposio CONAFRUT.-México, D. F., 1979.
- (5R) CAMPBELL, Carl W.; THURMAN T. Hatten Jr. Chilling injury in Pollock avocados during cold storage. Biological Abstracts vol. 35, 1960, 42677.
- (6R) EAKS, I.L. Ripening, chilling injury and respiratory response of Hass and Fuerte avocados fruits at 20°C following chilling. Food Science Technology Abstracts vol. 9, 1977, 8J1183.
- (7R) HABEEBUNNISA. Refrigerated storage of avocado (*Persea gratissima*) and *Coccinia* (*Coccinia indica* Wight and Arn). Food Science Technology Abstracts vol. 5, 1973, 12J1939.
- (8R) HARROLD, E.V. Avocado preservation and utilization. Chemical Abstracts vol. 26, 1932, 1357 (9).
- (9R) HATTON, T.T.; REEDER, W.F. Maintaining quality of Florida avocados. Horticultural Abstracts vol. 41, 1971, 2176.
- (10R) INFORMATION BULLETIN CITRUS AND SUBTROPICAL FRUIT RESEARCH INSTITUTE. The effect of storage temperature on the internal and ex -

ternal appearance of avocados. Horticultural Abstracts vol. 45,-  
No. 10, 1975, 777<sup>a</sup>.

- (11R) INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. Estudio sobre instala-  
ciones de preenfriamiento de frutas. Instalaciones de almacena-  
miento de frutas. Laboratorios de control de calidad para planta  
de elaboración de frutas. Bogotá, Colombia. Octubre 1964.
- (12R) JACOBS, C.J. Problems of cold storage of avocado. Food Science-  
Technology Abstracts vol. 6, 1974, 11J1655.
- (13R) KOSIYACHINDA, S; YOUNG, R.E. Chilling sensitivity of avocado -  
fruit at difference stage of the respiratory climateric. Horti -  
cultural Abstracts vol. 47, No. 7, 1977, 6870.
- (14R) LYNCH, S.J.; STHAL, A.H. Studies in the cold storage of avocados.  
Chemical Abstracts vol. 14, 1940, 12535.
- (15R) MARIN PEREZ, Luis Humberto. Estudio experimental sobre la conser-  
vación de algunas variedades de aguacate (*Persea americana*) bajo-  
refrigeración utilizando sustancias químicas y embalajes diver-  
sos. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, 1975.
- (16R) MEMORIAS. Seminario sobre manejo y conservación de frutas, horta-  
lizas y flores, efectuado en Guadalajara, Jalisco, 1981.
- (17R) MEYER, MARCO, R. Elaboración de frutas y hortalizas. Ed. Trillas  
México, 1982.
- (18R) MOLINAS FERRER, M. Frigoconservación y manejo: frutas, flores y  
hortalizas. Ed. Ahdos, Barcelona, España, 1970.
- (19R) MORALES, M.A.; BERGER, S.A.; LUZA, Z.J. Identification on fungi-  
causing spoilage of cold storage of the cultivar Fuerte and Negra  
de la Cruz. Food Science Technology Abstracts vol. 16, 1984, -  
4J599.
- (20R) MUSTARD, Margaret J. Effect of cold storage on some Florida avo-  
cados. Biological Abstracts vol. 27, 1953, 21744.
- (21R) ROWELL, A.W.G.; DURAND, B.J. Avocado fruit anality studies in the  
nelspruit area from 1977-81. Horticultural Abstracts vol. 53, -  
No. 3, 1983, 2144.

- (22R) RUEHELE, George, D. La industria del aguacate. México, Centro - Regional de ayuda técnica, 1974. Folleto 2344Y, UACH.
- (23R) RYALL, and PENTZER, W.T. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Ed AVI Wesport, Connecticut (USA), vol. 2 1974.
- (24R) SCOTT, K.J.; CHAPLIN, C.G. Reduction of chilling injury in avocados stored in sealed polyethylene bags. Biological Abstracts vol. 65, 1978, 10.
- (25R) SPALDING, D.H. First International Tropical Fruit Short Course - the Avocados. Storage avocados. Miami Beach, Florida (USA), november, 1976.
- (26R) SPALDING, D.H. AND REEDER, W.F. Quality of Booth 8 and Lula avocados stored in a controlled atmosphere. Horticultural Abstracts vol. 44, No. 7, 1974, 5055.
- (27R) VAKIS, N.J. Storage behaviour of Ettinger, Fuerte and Hass avocados on Mexican rootstock in cyprus. Food Science Technology Abstracts vol. 14, 1982, 11J1631.
- (28R) VAZQUEZ, J. The behaviour during cold storage of some avocados - to cultivars in Guatemala. Horticultural Abstracts vol. 49 No. 4 1979, 2882.
- (29R) YOUNG, R.E.; KOSIYACHINDA, S. Low temperature storage of ripe avocado fruit. Horticultural Abstracts vol. 47 No. 9, 1977, 8841.
- (30R) ZAUBERMAN, G. The response of avocado fruits to different storage temperature. Biological Abstracts vol. 65, No. 4, 1980, - 20529.
- (31R) ZAUBERMAN, G.; SCHIFFMAN-NADEL, M.; YANKO, J. Susceptibility to chilling injury of there avocado cultivars at various stages of ripening. Food Science Technology Abstracts vol. 6, 1974, 7J894.

## METODO DE CONSERVACION POR CONGELACION

Mientras que el almacenamiento en frío no hace otra cosa que retardar los tres tipos principales de alteraciones perjudiciales en los productos alimenticios, esto es, las de origen microbiano, enzimático y no enzimático, la congelación detiene completamente esos cambios, o al menos, los hace - muy lentos.

Para obtener un adecuado y satisfactorio almacenamiento se requiere una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  o aún más baja. El almacenamiento congelado conserva los alimentos perecederos durante meses y hasta años. No obstante, el frío no controlado en lugar de conservar el alimento lo puede deteriorar (Daños por Congelación); la mayoría de los cambios parecen deberse a la formación de cristales de hielo en los tejidos y a la perturbación - irreversible de los componentes coloidales de los tejidos. La congelación mas rápida dará como resultado la formación de cristales más pequeños, y, por consiguiente, menos perturbaciones en la organización de los tejidos.

La susceptibilidad al daño por congelación, varía dependiendo de los productos, pues algunos pueden congelarse y descongelarse varias veces - sin sufrir daño alguno, y si lo hay es pequeño (betabel, dátil, nabo); sin embargo, hay otros productos que con la mínima congelación se dañan permanentemente (aguacate, plátano, durazno, ciruela, etc), por esta razón, el aguacate no se congela como tal, sino como fruto procesado.

Entre los factores que influyen en la conservación por congelación - de productos perecederos se encuentran: (256)

A) Factores propios de la materia prima

B) Factores de rapidéz de congelación

- A)
  - naturaleza
  - grado de madurez
  - ausencia de suciedad
  - ausencia de alteraciones fisiológicas y-microbianas
  - apropiada selección de la especie o variedad
  
- B)
  - naturaleza del producto (forma, espesor, estado físico)
  - características termodinámicas del producto ( $C_p$ ,  $k$ )
  - temperatura del medio de enfriamiento
  - técnica utilizada
  - embalaje y/o envase

#### Métodos de Congelación de Alimentos: (17G y 21G)

Existen dos métodos de congelación que se aplican en escala comercial, y estos son:

- Por contacto directo
- Por contacto indirecto

La congelación por contacto directo tiene las siguientes variantes:

- a) Congelación en aire tranquilo.- Se pone el producto en un recinto refrigerado, bien aislado, y mantenido por lo general a  $-18^{\circ}\text{C}$ . En estas condiciones la congelación es lenta y desigual.
- b) Congelación por corrientes intensas de aire.- Implica el uso de potentes ventiladores que hacen circular el aire en la cámara. La elevada velocidad del aire acelera la transmisión de calor. Una modificación a este método es el uso de un túnel en el cual se mueve el producto sobre bandas sin fin de tela metálica.

c) Congelación por Inmersión.- Esta establece un contacto directo entre el alimento o envase y el refrigerante, ya sea al sumergir el alimento en el líquido frío o al rociar el líquido sobre él.

La Congelación por Contacto Indirecto; esta incluye aquellos métodos en que el alimento o envase con alimento está en contacto con una superficie enfriada mediante un refrigerante. En el caso de alimentos sólidos o en recipientes, generalmente se requiere que una superficie plana o casi plana de los mismos, esté en contacto con las placas refrigeradas. El contacto puede establecerse entre estas y una o dos superficies del alimento o envase. En el caso de alimentos líquidos o purés, se bombea el alimento a través de un intercambiador de calor de pared fría y se congela a la consistencia de escarcha.

Con excepción de la congelación por aire tranquilo, los diferentes métodos pueden aplicarse a las operaciones por lotes o semicontínuas, y se clasifican como métodos por congelación rápida.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de fruto y productos de aguacate por congelación:

Bergeret (2C), encontró que el aguacate se conserva muy bien bajo congelación en forma de puré mezclado con azúcar a condición de que se efectúe una deaeración previa. Utilizó fruta madura, la cual se corta por la mitad eliminando el hueso, posteriormente se muele la pulpa y se agrega azúcar a razón de una parte ésta por cinco de fruta. Se somete a una deaeración y se envasa en celofán o pliofilm, cerrando en caliente. Se congela a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Cordero, et.al. (3C), encontraron que pasta de aguacate empacada en películas plástica durante 2 meses a  $-35^{\circ}\text{C}$ , da buenos resultados: para productos envueltos en cryovac (Cr), por 45 días, la calidad sensorial (sabor, color y olor), se conserva; para 60 días, el olor resulta alterado.

Flores Chain (4C), reporta que el aguacate en pasta con sal como conservador y jugo de limón para prevenir la decoloración, puede ser almacenado durante 4 meses a  $-20^{\circ}\text{C}$  utilizando diferentes tipos de contenedores, los cuales no son reportados.

Harrold (5C), reporta que en general, el enlatado de aguacate en agua, salmuera, disoluciones ácidas o soluciones de azúcar, dan como resultado un producto no satisfactorio. Para aguacates hawaianos una rápida congelación a  $-40^{\circ}\text{C}$  con subsecuente almacenamiento a  $-23^{\circ}\text{C}$ , ofrece buenos resultados.

Hester y Harrold (6C y 5C), indican que Stephens reporta la preparación de una mezcla congelada de aguacate que contenga 88.7% de pulpa de aguacate variedad Lula, 4.6% de limón, 0.27% de polvo de cebolla, 1.43% de sal y 5% de pan molido. Una formulación similar es comercializada por las firmas Calavo y Carnation en E.U.A., y vendida en forma congelada bajo la denominación "guacamole".

McColloch, et.al. (7C), indican una fórmula para la preparación y congelación de un producto de aguacate llamado guacamole. Esta es como sigue: La fruta firme, madura, se lava con detergente y se enjuaga en agua-

fría. Se descortezó y peló para remover manchas, porciones dañadas y el hueso. Luego se muele para dar una textura suave. Entonces se mezcla con jugo de limón 8 a 10%, sal 1 a 2%, cebolla en polvo 0.3%, todos en relación peso. El producto se coloca en un envase y se congela a  $-17.77^{\circ}\text{C}$  o a  $-23.33^{\circ}\text{C}$ . Aquí no se menciona ni el tipo de envase ni el medio de congelación.

Cruess (8C), reporta que mezcló aguacate finamente picado con azúcar en una relación 3:1 y la pasta la almacenó a  $-17.77^{\circ}\text{C}$ . En contacto con aire, el producto se oscurecía y desarrollaba malos olores y sabores durante el almacenamiento, sin especificar el tiempo de almacenamiento. A este producto se le llama "nieve de aguacate" en México, y "sorbete" en Brasil. Producto casero, no producido industrialmente pero que ofrece una alternativa viable de procesamiento.

Sánchez (8C), nos indica que las marcas comerciales Calavo y Carnation producen puré congelado por un proceso criogénico con nitrógeno líquido, y el producto es empacado en cajas metálicas; este conserva las características de calidad del producto fresco durante años, si se almacena a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Tressler (9C), indica la variación de McCulloch al proceso de guacamole la cual consiste en la acidificación cerca del pH 4.5 por cantidades mayores de jugo de limón. Esto permite retener el sabor natural y color verde brillante por lo menos 1 año en almacenamiento congelado.

Benson (1C), nos reporta que obtuvo una patente la cual incluye inmersión del aguacate en nitrógeno líquido, y almacenamiento de la fruta en un ambiente frío. Seleccionó los aguacates en base a su maduración y tamaño. El aguacate es procesado cuando tiene maduración de consumo, en este estado de maduración las frutas están libres de manchas. Los aguacates fueron partidos a la mitad y tratados con un antioxidante como ácido ascórbico 0.5%, 1/2 limón exprimido o una solución de ácido cítrico. El tiempo de remojo del antioxidante no es crítico. Después, las mitades de aguacate son congeladas rápidamente por inmersión de nitrógeno líquido u óxidos de nitrógeno líquido. El tiempo de inmersión depende de la temperatura inicial de aguacate, grado de maduración y variedad, pero sobre to

CONSERVACION POR CONGELACION

AUTOR	TIPOS DE CONGELACION	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO	OBSERVACIONES
BERNSEN (1C)	por inmersión	fruto almacenado en atmósfera de nitrógeno con antioxidantes y glaseado.	-33.33°C	-----	aceptables
BERGERET (2C)	contacto indirecto	pasta con deaeración y celofán o profilm.	-18.00°C	-----	aceptables
CORNEJO (3C)	contacto indirecto	pasta, utilizando diferentes envases	-35.00°C	2 meses	aceptables
FLORES (4C)	contacto indirecto	pasta, utilizando antioxidantes	-20.00°C	4 meses	aceptables
HARROLD (5C)	contacto indirecto	pasta en salmuera y enlatada	-23.00°C	-----	aceptables
Mc COLLOCH (7C)	-----	pasta tipo guacamole	-18.00 a -23.33°C	1 año	-----
SANCHEZ (8C)	por inmersión	pasta en cajas metálicas	-18.00°C	años	aceptables
WOODROOF et.al. (10C)	por inmersión	fruto almacenado en atmósfera de nitrógeno o vacío, con antioxidantes	-73.33°C	-----	aceptables
ZAUB (11C)	por inmersión	fruto en película flexible	-----	-----	-----

do del tamaño de la mitad de aguacate. Una mitad de aguacate no puede ser congelada por inmersión en un gas licuado a  $-73.33^{\circ}\text{C}$  o más bajo sin sufrir daño.

Benson y Woodroof (1C y 10C), encontraron que el tiempo de inmersión en varios gases licuados es de aproximadamente 15 a 20 seg. para congelar alrededor de 35 a 50% de la masa. Después la mitad de aguacate es guardada en un medio frío hasta que se congele enteramente. Para máxima seguridad en la calidad de almacenamiento, la mitad de aguacate es glaseada después de congelada, para guardar la fruta del contacto del oxígeno que puede estar presente en el empaque. Para el glaseado se puede usar agua pura. El envasado al vacío puede ser usado, pero es preferible el empaquetado con atmósfera de nitrógeno. El empaque es almacenado bajo las condiciones ordinarias de congelación de alimentos.

Zaub (11C), nos reporta un método para conservar piezas de aguacate sumergidas en una solución acuosa de ácido ascórbico y cloruro de sodio usada como antioxidante; antes debe existir contacto con vapor frío de gas licuado, para enfriar el aguacate inicialmente a un valor relativamente bajo. La congelación de las piezas de aguacate es entonces completada por enfriamiento adicional a un valor elevado con el gas licuado, sin indicar que tipo de gas, antes de empacarse en una película flexible.

SINTESIS DE CONGELACION:

- = la temperatura mínima en la conservación por congelación aplicada a - frutos de aguacate y sus productos es de  $-18^{\circ}\text{C}$ .
- = de los métodos de congelación que existen para aguacate y sus productos, se utiliza con mayor frecuencia el de inmersión y el de contacto-directo.
- = el fruto de aguacate solo puede ser almacenado haciendo uso de coadyuvantes como son las películas flexibles y las atmósferas (de nitrógeno o por vacío).
- = las características organolépticas que se obtienen al almacenar productos de aguacate por congelación se ven influenciadas por los componentes adicionados durante la elaboración del producto.

BIBLIOGRAFIA DE CONGELACION

- (1C) BENSON, Ernest J. Preparation and packaing of frozen avocados. - Chemical Abstracts vol. 69, 1968, 105239n.
- (2C) BERGERET, Gualberto. Conservas vegetales. Frutas y hortalizas.- Ed. Salvat, S.A., Barcelona (España), 1953.
- (3C) CORDERO, M.I.; IBIETA, G.A.; PENNACHUITTI, M.L.; PARRAGUIRRE, A.V. SMITH-HEBBEL, H. Study of different plastic films for packaging- Chilean "pailta" (avocado). Food Science Technology Abstracts - vol. 5, 1973, 3J348.
- (4C) FLORES CHAIN, Georgette. Bromatological study of Chilean avocado. Technology of Preparation and Preservation of the paste. Anales- Facultad Química Farm., 1960, 223-22R.
- (5C) HARROLD, E.V. Avocado preservation and utilization. Chemical - Abstracts vol. 26, 1932, 1357-9.
- (6C) HESTER, O.C. and STEPHENS, T.S. Development and preliminary test of a frozen avocado salad base. Food Science Technology Abstracts vol. 7, 1975, 2J188.
- (7C) MCCOLLOCH, R.J.; NIELSEN, V.W. and BEAVENS, E.A. Frozen avocado-product retains color and taste. Chemical Abstracts vol. 46, - 1952, 5741d
- (8C) SANCHEZ CAZARES, Gerardo. Contribución a la solución de la pro- blemática de la industrialización del aguacte. Tesis para Maes- tría. CONAFRUT, México, 1993.
- (9C) TRESSLER, K. Donald. The freezing preservation of foods. Ed. - AVI, Wesport, Connecticut (USA), vol. 3, 1969.
- (10C) WOODROOF GUY, Jasper and LUH SHUIN, Bor. Commercial fruit proce- ssing. Ed. AVI, Wesport Connecticut, (USA), 1975.
- (11C) ZAUB PETIT, R.L. Preserving avocado by freezing. Food Science - Technology Abstracts vol. 7, 1975, No. 12, 12J1892.

C O N S E R V A C I O N

P O R

D E S H I D R A T A C I O N

## METODO DE CONSERVACION POR DESHIDRATACION

Por deshidratación de alimentos se debe entender, la eliminación casi total de agua que contienen estos, y que bajo condiciones de control, producirán un mínimo de cambios o idealmente, no producirán ningún cambio en las propiedades del alimento. Dependiendo del producto que se maneje, la humedad final es del 1 al 5%.

Los productos procesados por este método deberán retener su estabilidad en almacenamiento a la temperatura ambiente durante 1 año o más.

Uno de los principales criterios por los que se juzga la calidad de los alimentos deshidratados exige que, cuando se le reconstituya por la adición de agua, sean muy parecidos o casi iguales al material alimenticio original que se empleó en su elaboración. En la deshidratación de alimentos, la tecnología aplicada puede ser sofisticada, ya que los niveles muy bajos de humedad requeridos para la estabilidad máxima del producto no se obtienen fácilmente. Además, los resultados ótimos se logran muchas veces solo aumentando el costo del proceso de deshidratación.

La conservación es el motivo principal aunque no el único por el que se deshidrata un alimento. También, se deshidrata para disminuir el peso y el volumen. Otro motivo por el que se deshidratan, es para la producción de artículos convenientes para su industrialización y venta (21G).

Existen tres diferentes clases de deshidratación (12G):

- a) Deshidratación por contacto con aire a presión atmosférica: Se transmite calor a la substancia alimenticia bien por medio del aire caliente o bien por superficies calientes, mientras que el vapor de agua es extraído junto con el aire.
- b) Deshidratación al vacío: Se saca ventaja de que la evaporación del agua tiene lugar más fácilmente a presiones reducidas. La transmisión de calor es casi siempre por conducción y no por radiación.

- c) *Deshidratación por congelación (Liofilización)*. El principio en que se basa, en que a ciertas condiciones de baja presión de vapor, el agua se evapora del hielo sin que este se derrita. Cuando un material que puede existir como sólido, líquido y gas pasa directamente del estado sólido al estado de gas sin pasar por la fase líquida, se dice que el material se sublima. El hielo seco se sublima a presión atmosférica y a temperatura ambiente. El agua congelada se sublima si la temperatura está a 0°C o más baja, y el agua permanece congelada colocada en cámaras al vacío con una presión de 4.7 mmHg o menos. Bajo estas condiciones el agua permanece congelada y la rapidez con que las moléculas de agua salen del bloque de hielo es mayor que la de las moléculas del ambiente que vuelven a incorporarse al bloque de hielo.

De este último proceso es el que, para la conservación del aguacate, se utiliza con mayor frecuencia; este proceso ha tenido muchos avances técnicos en los últimos años, enfocados principalmente a la reducción de los costos de operación, que todavía suelen ser mayores de 2 a 5 veces por kg de agua eliminada, que otros métodos comunes de deshidratación.

La liofilización puede emplearse para deshidratar alimentos sensibles y costosos como el café y los jugos, pero más frecuentemente se utiliza para secar alimentos sólidos costosos, como las fresas, camarones enteros, champiñones rebanados, bistecs, etc. (216).

Un aguacate, es un fruto blando, frágil y está compuesto casi completamente de agua; con cualquiera de los métodos tradicionales de secado que emplean calor, causarían en el aguacate un alto grado de encogimiento, deformación y pérdida de la textura natural. Al reconstituirse estos aguacates no tendrían ya su color, sabor y turgencia naturales y parecerían una pasta. Esto puede ser prevenido en gran parte, deshidratando la pulpa en estado congelado de manera que no pueda encogerse o deformarse.

A continuación se menciona una investigación realizada por Harry De Moor utilizando el método de Deshidratación por contacto (1L):

La duración del secado puede ser de aproximadamente 2 - 3 seg a 10 min. y la temperatura es tal que la temperatura del producto a la salida del evaporador, esta cerca de los 65°C, en productos sensibles al calor y de 100°C para los otros. Los productos obtenidos pueden ser fácilmente rehidratados. Así, 1000 gr de pulpa de aguacate con aproximadamente 5°C y un contenido de humedad de aproximadamente 69% y mezclado con una dilución de ácido ascórbico (0.1% del peso de la pulpa fresca); la mezcla es llevada a un molino de platos, al mismo tiempo, una corriente de CO<sub>2</sub> es inyectada dentro del sistema. Después es pulverizada; la masa es mezclada con 200 grs de aceite de sésamo a 5°C y colocada en una atmósfera de CO<sub>2</sub>, en un molino coloidal. Después la mezcla es llevada a un evaporador a una velocidad de 1000 gr/hr (duración, 4 min., temperatura máxima del producto 42°C). El producto tiene un contenido de humedad del 4%. Por separado, una mezcla de hidrocoloídes fué preparada: 10.5% sal, 13.0% pectina de alta viscosidad, 20.0% metilcelulosa (4000 cp), 19.0% dextromaltoa y 37.5% polvo de leche descremada. De esta mezcla, 10 gr fueron adicionados a una cantidad de material seco, calculado para 100 gr de la pulpa original. La mezcla fué embotellada en una atmósfera de nitrógeno, y no mostró prácticamente ningún cambio en el sabor y olor, después de almacenar en condiciones estrictas por semanas a temperatura ambiente.

A continuación se menciona una investigación realizada por Tishel (7L), utilizando un método de Deshidratación:

El aguacate es rebanado y tratado con un agente anti-obscurecedor, sin mencionar el nombre. La deshidratación se efectúa sin que la temperatura interna del aguacate exceda los 60°C. El producto es entonces refrigerado.

Los autores que se mencionan a continuación, realizaron investigaciones sobre la conservación de productos de aguacate por liofilización:

Líme (3L), reporta la metodología para la preparación de una formulación de aguacate (la cual consiste de 88.7% de pulpa, 4.6% de jugo de limón, 0.27% de cebolla en polvo, 1.43% de sal y 5% de pan molido) y los factores que influyen en su vida de almacenamiento (sin especificar cuales son estos), encontrando que la ausencia de oxígeno se ha mostrado esencial para la estabilidad del producto. El producto liofilizado empacado en atmósferas de nitrógeno o bajo vacío, retenía características de sabor agradables por 48 semanas a temperaturas no mayores a 4°C. A 20°C, el producto era aceptable por 16 semanas, mientras que a 38°C, se obtenía solo estabilidad limitada a 3 semanas; se recomienda un contenido de humedad de 2% o mayor para la reducción de la formación de peróxidos en el material almacenado.

Gomez y Bates (2L), realizaron un trabajo similar al anterior usando aguacates variedad Waldin y Lula con formulaciones de puré y guacamole liofilizado, encontrando diferencias significativas en las velocidades de oxidación entre las variedades y entre el puré y guacamole. Las muestras almacenadas a 38°C, fueron inaceptables después de 7 semanas. Las que se almacenaron a 21°C, resultaron aceptables después de 15 semanas, reportando que los valores de peróxidos no fueron útiles en la predicción de aceptabilidad, ya que se presenta deterioro de carácter sensorial sin que se incremente el valor de peróxidos.

Sánchez (5L), nos reporta haber obtenido un polvo de aguacate, que al reconstituirse presenta características adecuadas para su consumo. El puré reconstituido, sin ningún otro tipo de ingrediente, difícilmente podría competir con el puré natural, aunque este último tampoco se acostumbra consumir en esta forma. Se utilizaron como envases latas, almacenadas a 4.4°C, las cuales resultaron imprácticas para su uso definitivo.

Woodroof (8L), encontró que la liofilización es un medio satisfactorio para la conservación, cuando el contenido de humedad es de alrededor

de 5.8%. El producto desarrolló un sabor extraño cuando se expuso a la atmósfera. Esto fué parcialmente corregido por la adición de 0.075% de BHA y empacadas al vacío para después almacenarse bajo condiciones de refrigeración, sin especificar la temperatura.

Siddappa, et.al. (6L), liofilizaron pulpa de aguacate, después hicieron un tamizado obteniendo un polvo fino y lo almacenaron a 37°C con una humedad de 3.2%. Bajo estas condiciones, el polvo retiene un color amarillo y buena reconstitución con agua fría.

CONSERVACION POR DESHIDRATAACION

AUTOR	PRESENTACION	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
DE MOOR HARRY (1D)	pasta deshidratada	con 4% de humedad final, en una atmósfera de nitrógeno	varias semanas	aceptables
GOMEZ et.al. (2D)	guacamole y pasta liofilizada	a 21°C con atmósfera de nitrógeno	15 semanas	aceptables
		a 21°C sin atmósfera de nitrógeno	12 semanas	aceptables
		a 38°C sin atmósfera de nitrógeno	7 semanas	inaceptables
LIME (3D)	quacamole liofilizado	con humedad final menor al 2%, y en atmósfera de nitrógeno o vacío		
		a 4.4°C	48 semanas	aceptables
		a 20°C	16 semanas	aceptables
		a 38°C	3 semanas	aceptables
LLADSER et.al. (4D)	pasta liofilizada	a 35°C con una humedad final entre 1.5-4.3%	15 días	aceptables
SANCHEZ (5D)	pasta liofilizada	a 4.4°C, y enlatada	1 año alrededor	aceptables
SIDDAPPA et.al. (6D)	pasta deshidratada	a 3.2°C de humedad final y a 37°C	-----	aceptables

## SINTESIS DE DESHIDRATACION:

### Deshidratación por Liofilización:

- = la estabilidad en el almacenamiento de un producto liofilizado se ve incrementado con el uso de atmósferas con nitrógeno o con vacío.
- = con un bajo contenido de humedad, con o sin bajas temperaturas, un producto liofilizado puede conservarse por un mayor tiempo en el almacenamiento.
- = agregando antioxidantes y/o conservadores se obtienen mejores características en cuanto al sabor y color en los productos liofilizados.

### Deshidratación por Contacto:

- = una mezcla de varios ingredientes y aguacate, puede ser llevada a un bajo contenido de humedad utilizando un evaporador, conservándolo durante varias semanas en condiciones estrictas de temperatura, embotellada en una atmósfera de nitrógeno y con la adición de conservadores.

BIBLIOGRAFIA DE DESHIDRATACION

- (1L) DE MOOR, Harry. Drying of pulp avocado. Corn Products Co. -  
Chemical Abstracts vol. 65, 1966, 20758f.
- (2L) GOMEZ, R.F. and BATES, R.P. Storage deterioration of freeze-dried  
avocado puree and guacamole. Journal Food Science 35 (4), 1970.
- (3L) LIME, J. Bruce. Preparation and storage studies of freeze-dried-  
avocado salad. Food Technology 23 (3), 1969, pp. 43-46.
- (4L) LLADSER, M. and PIÑAGA, F. Freeze-drying of avocado. Chemical -  
Abstracts vol. 84, 1976, 104016k
- (5L) SANCHEZ CAZARES, Gerardo. Contribución a la solución de la pro -  
blemática de la industrialización del aguacate. Tesis para Maes-  
tría. CONAFRUT, México, 1983.
- (6L) SIDDAPPA, G.S.; SASTRE, L.V.L. and NAIR, K.G. Preservation of a-  
vocado pulp. Chemical Abstracts vol. 81, 1976, 104016
- (7L) TISHEL, M. and TANNE, I. Method for preservation of avocado by -  
dehidro freezing. Israel, Centre for industrial research (CIR).-  
Israeli, Patent, 1975, 41493. (SECOBI).
- (8L) WOODROOF GUY, Jasper and LUH SHIUN, Bor. Commercial fruit pro -  
cessing. Ed. AVI, Wesport Connecticut (USA), 1975.

## C A P I T U L O   I I

### CONSERVACION POR ATMOSFERAS

## METODO DE CONSERVACION POR ATMOSFERAS CONTROLADAS

El almacenamiento en atmósferas controladas (AC), se fundamenta en el control del proceso respiratorio de las frutas y hortalizas, a través de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  de la atmósfera que lo rodea. Con este sistema se puede aumentar considerablemente la vida de almacenamiento de estos productos llegando a ser, en algunos casos de un 50 a un 100% mayor que la que se consigue cuando se aplica la refrigeración.

Existen tres tipos de atmósfera controlada, las cuales se pueden lograr en base a la proporción de oxígeno y bióxido de carbono que contienen, y son las siguientes: (46)

Tipo 1.- En donde la suma de los porcentajes de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  es igual a 21% y el 79% restante es  $\text{N}_2$ . Generalmente no se emplea.

Tipo 2.- La suma de los porcentajes de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  es menor de 21%. Es el más utilizado para diversas especies hortofrutícolas.

Tipo 3.- Son atmósferas exentas de  $\text{CO}_2$ . Es frecuente su uso para productos en los cuales se presentan daños por  $\text{CO}_2$ .

Esta atmósfera involucra comunmente la manipulación de los niveles de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{N}_2$ , sin embargo, están incluidos algunas veces otros gases como:  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ , propileno y acetileno.

Para mantener un almacén con AC, es imprescindible que este sea lo más hermético posible, de tal manera que permita mantener en su interior la atmósfera deseada.

Estos almacenes poseen además del equipo convencional de refrigeración, un convertidor, un generador de atmósfera e instrumentos para registrar las concentraciones de gases.

El almacenamiento con atmósfera controlada, tiene las siguientes ventajas y desventajas con relación al refrigerado:

= = Ventajas:

La duración de algunos productos llega a ser mayor en un 50 a 100% que la alcanzada en los almacenes refrigerados a la misma temperatura.

Los frutos almacenados en AC, tienen mayor período para su venta que los que proceden de cámaras refrigeradas.

Los productos sensibles al daño por frío pueden almacenarse a temperaturas más altas en las que no exhiben este desorden y mostrar períodos de almacenamiento tan largos como si hubieran estado almacenados a temperaturas más bajas.

= = Desventajas:

Los productos almacenados en AC no pueden ser inspeccionados periódicamente, ya que de hacerlo se modificarán las concentraciones de los gases.

Como el aire del interior queda reducido a un mínimo, las sustancias volátiles emanadas por los productos almacenados, pueden producir daños.

Debido a que las atmósferas controladas son nocivas para el hombre, se deben extremar las precauciones para ingresar a los almacenes durante las primeras horas de su apertura, esto también restringe la manipulación dentro de ello.

Los costos de almacenamiento en AC son superiores a los de refrigeración, debido a que se requiere de una mayor hermeticidad del almacén, mayor mantenimiento e instrumentos costosos de control. Su uso se reserva por lo tanto, a productos de alto precio.

Su uso comercial está restringido a frutas como la manzana y pera, faltando corroborar su eficiencia en la mayoría de las frutas tropicales y hortalizas.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate y productos de aguacate por medio de atmósferas controladas:

Varios autores (12AC, 14AC, 15AC, 16AC y 17AC), demostraron que, el almacenamiento en atmósfera controlada, tiene futuro para aguacates de variedades como Fuerte, Waldin, Fuschia, Hass, Booth 8 y Edranol.

Ellos reportaron que utilizando niveles de 2% de  $O_2$  y 10% de  $CO_2$ , se obtenían en un rango de 4.4 a 7.2°C, un tiempo de almacenamiento de aproximadamente 60 días.

Biale y Jacobs (1AC y 7AC), encontraron que con niveles de concentración de 10% de  $O_2$  y 10% de  $CO_2$  se obtienen buenos resultados, aunque utilizan diferentes temperaturas.

Biale (11AC), mostró que bajas concentraciones de  $O_2$  en aire, reducen la evolución de  $CO_2$  y la relación de ablandamiento de aguacates Fuerte, pero cantidades superiores de  $O_2$  en el aire, no tienen efecto significativo. Los efectos de bajas cantidades de  $O_2$  son grandes a 15°C y mínimos a 20°C, además, Sthal (3AC), demostró que es conveniente prevenir la acumulación de  $CO_2$  en las cámaras de almacenamiento y encontró que la fruta se puede conservar en mejores condiciones durante períodos más largos si la concentración de  $CO_2$  de la atmósfera se mantiene por debajo del 3%.

Delgado (4AC), realizó un experimento para la conservación de rebanas y puré de aguacate. Al aguacate le hizo el siguiente tratamiento:

- 1.- Vacío por 5 min.
- 2.- Ruptura con nitrógeno
- 3.- Inyección de  $SO_2$  manteniéndose durante "t" seg
- 4.- Vacío 5 min.
- 5.- Ruptura con nitrógeno
- 6.- Sellado en bolsas de polietileno

Este tratamiento se le aplicó tanto a las rebanadas como al puré, y las conclusiones que se obtuvieron fueron las siguientes:

- = De los tratamientos de intercambio gaseoso en una atmósfera de  $SO_2$  para aguacates en rebanadas, el que mejores resultados proporciono fue el de 40 seg.
- = Estas muestras fueron aceptables organolépticamente, con una calificación de "gusta ligeramente", no habiendo diferencia significativa al 1% de confiabilidad con la muestra fresca, el tratamiento de intercambio-gaseoso altera el sabor del fruto; en los resultados de analisis organolépticos el 23% de los casos fueron calificados como "rancio".
- = Al comparar la variedad de aguacate Hass con la Azteca, resulta que la primera es mas sensible a la aparición de sabores indeseables por efecto de la temperatura.
- = La muestra en forma de puré presenta un menor contenido residual de  $SO_2$  que las rebanadas, debido posiblemente a que en la primera hay menor superficie de contacto y por lo tanto el gas se distribuye mejor.
- = Los analisis microbiologicos realizados mostraron cierta reduccion en el contenido de bacterias mesofilas y marcada reduccion en el contenido de hongos (50%) en la muestra tratada, al compararse con la muestra fresca.
- = El desarrollo de hongos se presento al 5° o 6° dia de haber sido tratada la muestra y mantenida a temperatura ambiente.

CONSERVACION POR ATMOSFERAS CONTROLADAS 1

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	NIVELES ATMOSFERICOS Y TIPOS	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
RIALE (1AC)	Fuerte	10% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	4-5°C	2 semanas	aceptables
	Fuerte	2,5% O <sub>2</sub> y 5% CO <sub>2</sub> con residuos de nitrógeno	7°C	-----	aceptables
CASTRO et.al. (2AC)	Collison	5% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	inmaduros	-----	aceptables
CHAPLIN et.al. (3AC)	-----	aire o etileno	baja temp.	6 semanas	aceptables
DELGADO (4AC)	Hass	con SO <sub>2</sub> , durante 40 seg.	T ambiente	5 ó 6 dias	poco aceptables
	Azteca	con SO <sub>2</sub> , durante 40 seg.	T ambiente	5 ó 6 dias	aceptables
HATTON et.al. (5AC)	Lula	1% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	10°C	60 dias	aceptables
INST. INVEST. (6AC)	-----	menos del 3% de CO <sub>2</sub>	-----	-----	aceptables
JACORS (7AC)	-----	10% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	20°C	10 dias	poco aceptables
MEYER (8AC)	-----	4% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	15°C	45 dias	aceptables
PANTASTICO (9AC)	Fuerte	4 a 5% CO <sub>2</sub> y 4 a 5% O <sub>2</sub>	7,2°C	-----	aceptables
	Taylor	10% CO <sub>2</sub>	-----	-----	aceptables
	Fuerte	20 a 50% CO <sub>2</sub>	4,4 a 7,2°C	2 dias	aceptables
BRECHT (10AC)	Fuerte	5% CO <sub>2</sub> y 16% O <sub>2</sub>	-----	-----	aceptables
	Lula	14% CO <sub>2</sub> y 7% O <sub>2</sub>	-----	-----	aceptables
SPALDING (11AC)	Waldin	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	7°C, 98-100%HR	6 semanas	aceptables
	Lula	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	4-7°C, 98% HR	60 dias	aceptables
SPALDING et.al. (12AC)	-----	0,5% O <sub>2</sub> y 25% CO <sub>2</sub>	-----	-----	inaceptables
SPALDING et.al. (13AC)	Fuchsia	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	4,4°C	6 semanas	aceptables
			10°C	6 semanas	inaceptables
	Waldin	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	7,2°C	6 semanas	aceptables
SPALDING et.al. (14AC)	Booth B	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	7,2°C	60 dias	60% aceptables
			10°C	60 dias	inaceptables

CONSERVACION POR ATMOSFERAS CONTROLADAS 2

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	NIVELES ATMOSFERICOS Y TIPOS	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
Continuación.....	Lula	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	7,2°C	60 dias	acceptables
TRUTER (15AC)	Fuerte	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	temperatura ambiente	10 dias	acceptables
TRUTER et.al.(16AC)	Fuerte, Hass y Edranol	2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	5,5°C	33 dias	acceptables
WARDLAW (17AC)	33 variedades diferentes	15% CO <sub>2</sub>	-----	-----	acceptables
		20% CO <sub>2</sub>	-----	-----	inacceptables
WARDLAW et.al.(18AC)	-----	2 a 10% de O <sub>2</sub> , con atmósfera nitrógeno	-----	-----	acceptables
	-----	10 a 15% CO <sub>2</sub>	15,5°C	-----	poco aceptables

SINTESIS DE ATMOSFERAS CONTROLADAS:

- = niveles de 2%  $O_2$  + 10%  $CO_2$  y utilizando temperaturas de refrigeración, dá como resultado una extensión en la vida de almacenamiento, mientras que, para los mismos niveles de  $O_2$  y  $CO_2$  pero a temperatura ambiente, el tiempo de vida de almacenamiento se ve reducido.
- = para niveles de 10%  $O_2$  + 10%  $CO_2$ , el tiempo de vida de almacenamiento en condiciones aceptables está en función de la temperatura que se maneje.
- = altos niveles de  $CO_2$  dan como resultado un producto con características que lo hacen no apto para su consumo.
- = la temperatura es un factor que contribuye en la conservación de frutos de aguacate que están bajo una atmósfera controlada.
- = la variedad del fruto de aguacate bajo niveles atmosféricos definidos y temperaturas diferentes, dá como resultado tiempos de conservación diferentes.

BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERAS CONTROLADAS

- (1AC) BIALE, J.B. Preliminary studies on modified air storage of the -  
Fuerte avocado fruits. Biological Abstracts vol. 18, 1944, 14379.
- (2AC) CASTRO, J.V., BLEINROTH, E.W. Controlled atmosphere storage of a  
vocado at room temperature. Food Science Technology Abstracts -  
vol. 15, 1983, 8J1128.
- (3AC) CHAPLIN, G.R.; WILLS, R.B.H.; GRAHAM, Douglas. Induction of chil  
ling injury in stored avocados with exogenous ethylene. Chemical  
Abstracts vol. 100, 1984, 101838t.
- (4AC) DELGADO ROSAS, Ana Carmen. Efecto del intercambio de atmósferas-  
en puré y rebanadas de aguacate. Tesis, UNAM. Fac. Química, Méxi  
co, D.F., 1983.
- (5AC) HATTON, T.T. and REEDER, W.F. Maintaining market quality of Flo  
rida avocado. Horticultural Abstracts vol.41, 1971, No.1, 2176.
- (6AC) INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. Estudio sobre instala  
ciones de preenfriamiento de frutas. Bogotá (Colombia), octubre-  
1984.
- (7AC) JACOBS, C.J. Problems of cold storage of avocados. Food Science  
Technology Abstracts vol.6, 1974, 11J1655.
- (8AC) MEYER, Marco R. Elaboración de frutas y hortalizas. Ed. Trillas,  
México, D.F., 1982.
- (9AC) PANTASTICO, E.R.B. Postharvest, physiology, handling and utiliza  
tion of tropical and fruits subtropical and vegetables. Ed. Phoe  
nix Press. Inc. Quezan City., 1975.
- (10AC) PATRICK E. Bretch. Controlled atmosphere. Food Technology 34 -  
(3): 51, 1980.
- (11AC) RYALL and PENTZER, W.T. Handling, transportation and storage of-  
fruits and vegetables. Ed. AVI, Wesport, Connecticut (USA), vol.  
2, 1974.

- (12AC) SPALDING, D.H. First International Tropical Fruit Short Course - the Avocado (Storage avocados). Miami, Florida (USA), 1976.
- (13AC) SPALDING, D.H. and MAROUSKY, F.J. Injury to avocados by insufficient oxygen and excessive CO<sub>2</sub> during transit. Food Science Technology Abstracts vol. 16, 1984, 1J215.
- (14AC) SPALDING, D.H. and REEDER, W.F. Low-oxygen high carbon dioxide - controlled atmosphere storage for control of anthracnose and chilling injury of avocados. Food Science Technology Abstracts vol. 8, 1976, 1J52.
- (15AC) SPALDING, D.H. and REEDER, W.F. Quality of Booth 8 and Lula avocado storage in a controlled atmosphere. Food Science Technology Abstracts vol. 5, 1973, 10J1626.
- (16AC) TRUTER, A.B. and EKSTEEN, G.J. Controlled and modified atmosphere storage of avocados. Horticultural Abstracts vol.53, No. 3, - 1983, 2140.
- (17AC) TRUTER, A.B. and EKSTEEN, G.J. Controlled atmosphere storage and packing in polyethylene bags of avocados. Horticultural Abstracts vol.53, No. 12, 1983, 8920.
- (18AC) WARALAW, Claude W. Preliminary observations on the storage of avocado pears. Chemical Abstracts vol. 28, 1934, 7375 (6).
- (19AC) WARALAW, Claude W. and E. R., Leonard. The storage of avocado pears. Chemical Abstracts vol. 29, 1935, 5530 (6).

## METODO DE CONSERVACION POR ATMOSFERA MODIFICADA

Este método consiste en modificar la atmósfera que rodea a las frutas y hortalizas, aprovechando el proceso de respiración mediante el cual se reducirán los niveles de oxígeno y aumentarán los de bióxido de carbono, bajo condiciones que limiten el intercambio de aire. Estas condiciones pueden lograrse con el uso de cámaras herméticas, empacando los productos en bolsas o envolturas plásticas, forrando los frutos con polietileno, así como también con la aplicación de películas cubrientes (encerado). Básicamente, entre las variables que afectarán el proceso respiratorio están: el peso del producto, su estado de madurez, la temperatura, niveles de etileno, luz, etc. Y entre las variables que afectarán el intercambio de aire se encuentran: el tipo, estructura, área y grosor de los materiales que se empleen así como de la temperatura y niveles de oxígeno y bióxido de carbono.

Es posible obtener las condiciones de equilibrio en el sistema, después de un corto período de ajuste; sin embargo, cualquier cambio en alguna de las variables mencionadas, afectará las condiciones de equilibrio o bien, el tiempo en que se establezcan éstas.

De lo anterior se desprende que la diferencia entre la atmósfera modificada y la controlada, es precisamente su grado de control. La atmósfera controlada es más exacta.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate por medio de atmósfera modificada.

Aharoni, et.al. (1AM), nos reportan que frutos cubiertos en bolsas de polietileno disminuyen la relación externa de  $CO_2$  involucrado por la fruta a través de la bolsa y retarda la maduración; Marín (7AM), desecha el tratamiento con bolsas de polietileno ya que: se disminuye notablemente el intercambio gaseoso y se desinfla durante la respiración del fruto, creándose dentro una atmósfera con alta humedad relativa, que favorece la proliferación de hongos y la descomposición del epidermis; también nos dice que al ir consumiendo el  $O_2$  y aumentando la concentración de  $CO_2$  se reduce el nivel respiratorio del fruto, apareciendo síntomas de asfixia y el epicarpio que rodea al pedúnculo se va decolorando (café) hasta formar un anillo o cono negro; la pulpa interior permanece dura y se observan puntos amarillos que van ennegreciendo y forman anillos negros pequeños; al eliminar la bolsa aumenta rápidamente la pérdida de peso, explicable por la evaporación de la humedad superficial y aumenta en la respiración sin que se reestablezca el proceso normalmente.

Rumberger, (11AM), al respecto nos dice que materiales tales como: polietileno, nylon o polivícloruro, tienen una permeabilidad para  $CO_2/O_2$  de 3:1, mientras que Thompson, et.al. (15AM), indican que el fruto y tamaño no tienen efecto en la vida de almacenamiento.

Ahora, utilizando bolsas de polietileno perforadas, se realizaron diferentes experimentos, del que Marín (7AM), observó lo siguiente:

- A) El tratamiento no es inhibitorio del proceso de maduración, la cual es uniforme en cada fruta y variedad usada, sin embargo, en los últimos días aparecen y se intensifican los daños por asfixia; puede haber condensaciones de agua en las esquinas de las bolsas.
- B) Las perforaciones de las bolsas favorecen el intercambio gaseoso y la ventilación del fruto, reduciendo la descomposición de la epi -

dermis (decoloración); al bajar la humedad relativa se disminuye la proliferación de hongos; Thompson, et.al. (15AM), indica que -bolsas de polietileno perforadas no significan un incremento en la vida de almacenamiento.

Otro método para lograr la modificación de la atmósfera es mediante el uso de ceras, las cuales reducen las pérdidas de peso y aumentan la vida de almacenamiento (4AM, 6AM, 7AM, 10AM, 12AM, 14AM y 16AM), como la TAG (emulsión acuosa de ceras naturales y resina sintética de polietileno) PROLONG (mezcla de ésteres de sucrosa, glicéridos y carboximetilcelulosa-de sodio), entre otras.

Marín (7AM), da las dosis recomendadas comercialmente las cuales son de 1 lit/ton de fruta y en sus experimentos realizados usando 2 concentraciones distintas de cera TAG concluyó que: la cera no afecta las funciones metabólicas del fruto, es efectiva para reducir las pérdidas de peso, mejora la presentación del fruto, las mermas son inferiores de un 30 a un 60% con respecto al no encerado y los daños encontrados son atribuidos a la calidad del fruto usado y a las características de cada variedad.

CONSERVACION POP ATMOSFERAS MODIFICADAS (1)

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
SHARON et.al. (1AM)	Fuerte	bolsa polietileno sellada	8 - 12°C	23 días	aceptables
	Nabal	bolsa polietileno sellada	8 - 12°C	46 días	aceptables
BLEINROTH et.al. (2AM)	Prince y Wagner	bolsa polietileno sellada	con aire a 7°C	20 días	aceptables
			con 10% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	37 días	aceptables
	Collison, Quintal, Pollock, Fortuna, Linda y Simmons	bolsa polietileno sellada	con aire a 7°C	-----	inaceptables
			con 10% CO <sub>2</sub> + 6% O <sub>2</sub>	-----	inaceptables
SPAPLIN et.al. (3AM)	Hass	bolsa polietileno sellada	temperatura ambiente	-----	aceptables
SAVAS et.al. (4AM)	Fuerte y Edranol	con cera TECTO (tiabendazol 0.4% y/o benomil 0.1%)	-----	2 o 3 días	aceptables
FAHMY, et.al. (5AM)	Fuerte	con latex 1% y 3% de CaCl <sub>2</sub> en solución	temperatura ambiente	15 días	aparentemente aceptables
LUNT et.al. (6AM)	Fuerte y Edranol	con cera TAG diluida 200 ml/ton de fruta	-----	-----	inaceptables
		con cera TAG sin diluir 0.5-1.0 lt/ton de fruta	-----	-----	aceptables
		con celofán	-----	-----	aceptables

CONSERVACION POR ATMOSFERAS MODIFICADAS ( 2 )

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
continuación..	Fuerte y Ryan	con cera TAG sin diluir	a 5.5°C	28 días	aceptable solo Fuerte
		con celofán y cera TAG	a 5.5°C	28 días	aceptable solo Fuerte
		con celofán sin cera TAG	a 5.5°C	28 días	inacceptables
MARIN (7AM)	Hall, Booth 7 y 8, Choquette, Fuerte	bolsa polietileno sellada	11-13.5°C, 77-88% HR.	11 días mínimo	aceptables
	Wurtz	bolsa polietileno sellada	12-13.5°C, 70-75% HR.	28 días máximo	aceptables
	Hall, Booth 7 y 8, Choquette y Fuerte	bolsa polietileno perforada	-----	8-10 días	aceptables
	Wurtz	bolsa polietileno perforada	-----	15-18 días	aceptables
	Criollos Negro y Bola	bolsa polietileno perforada	-----	-----	inacceptables
	Fuerte, Criollos Negro y Bola	con cera TAG, concentración 8%	8.5-11.5°C, 72-75% HR.	15-18 días	aceptables

CONSERVACION POR ATMOSFERAS MODIFICADAS ( 3 )

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
continuación..	Fuente, Booth 7 y 8, Criollos Negro y Bola	cera TAG, concentración 16%	8.5-11.5°C, 72-75% HR.	17-18 días	aceptables
HEL (8AM)	-----	celofán	4.4°C	3 semanas	aceptables
	-----	celofán	2% de CO <sub>2</sub> a 4.4°C	-----	aceptables
	-----	celofán	5, 10 y 20% de CO <sub>2</sub> a 4.4°C	-----	inaceptables
ODDIT et.al. (9AM)	Hass	bolsa de polietileno	con KMnO <sub>4</sub> en verniculita o silicato de aluminio a 10°C	43 días	aceptables
	Hass	bolsa de polietileno	solo a 10°C	40 días	aceptables
PLAZA et.al. (10AM)	-----	cera (fenifenol y tiaben.)	atm. normal, 75% HR, 7°C	menos de 2 semanas	aceptables
	-----	cera (fenifenol y tiaben.)	1% O <sub>2</sub> + 7% CO <sub>2</sub> , 75% HR., 7°C	menos de 5 semanas	aceptables
RUMBERGER (11AM)	-----	bolsa de polietileno	atm. con 15% O <sub>2</sub>	8 días	aceptables
	-----	bolsa de polietileno	a 3.3°C	13 días	aceptables

CONSERVACION POR ATMOSFERA MODIFICADA ( 4 )

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
SMITH et.al. (12AM)	Edranol	cera PROLONG	almacenada a 5.5°C	6 a 11 días	acceptables
	Fuerte	cera PROLONG	almacenada a 5.5°C	9 a 22 días	acceptables
	Edranol	cera PROLONG	temperatura ambiente	10 a 13 días	acceptables
	Fuerte	cera PROLONG	temperatura ambiente	más de 30 d.	acceptables
SPALDING (13AM)	----	bolsa polietileno sellada	a 16 - 21°C	11.2 días	acceptables
	----	bolsa polietileno sellada	temperatura ambiente	8.5 días	acceptables
	----	bolsa polietileno no sellada	a 16 - 21°C	7.8 días	acceptables
	----	bolsa polietileno no sellada	temperatura ambiente	7.1 días	acceptables
STEAD et.al. (14AM)	----	cera (benoil al 0.5% por 2 min. y secada después y en - bolsas de polietileno	con $KMnO_4$ en arena o en aserrín remojado, almacenada en obscuridad.	-----	-----
THOMPSON et.al. (15AM)	Antillana	bolsas de polietileno	a 12.8°C	-----	acceptables
TRUPER et.al. (16AM)	Hass	cera PROLONG	-----	3 a 4 días.	acceptables

SINTESIS DE ATMOSFERA MODIFICADA:

- = el uso de bolsas de polietileno, celofán u otros materiales, para la creación de una atmósfera modificada, no presenta buenos resultados, obteniéndose tiempos de almacenamiento cortos y daños por asfixia. Los resultados son diferentes en cada investigador debido a las condiciones en que se realizaron las experimentaciones.
- = la variedad utilizada de aguacate en las bolsas de polietileno sellada, celofán y otro material, influye en el tiempo de conservación.
- = el uso de atmósferas controladas, temperaturas y otros materiales como son las bolsas de polietileno selladas y el celofán, contribuyen en una baja proporción en la extensión del tiempo de almacenamiento de frtos de aguacate.
- = el uso de bolsas de polietileno, celofán y otro material para la creación de una atmósfera modificada, presenta mayores posibilidades que las bolsas selladas. Los resultados difieren para cada investigador debido a las condiciones en que se realizaron los experimentos.
- = la variedad de aguacate utilizada en las bolsas de polietileno, celofán y otro material, perforadas, influyen en el tiempo de conservación.
- = el uso de ceras para la obtención de una atmósfera modificada, presenta mejores resultados que las bolsas de plásticos selladas y perforadas.
- = el uso de atmósfera controlada, temperatura y otros materiales, en combinación con las ceras contribuyen a la extensión del tiempo de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERA MODIFICADA

- (1AM) AHARONI, Y.; SCHIFFMANN-NADEL, M. and ZAUBERMAN. Effects of gradually decreasing temperatures and polyethylene wraps in the ripening and respiration of avocado fruit. Horticultural Abstracts - vol. 39. No. 1, 1968, 1366.
- (2AM) BLEINROTH, E.W.; ZUCHINI, A.G.R.; POMPEO, R.M. Determination of the physical and mechanical properties of avocado varieties and their storage at low temperatures. Food Science Technology Abstracts vol. 9, 1977, 4J646.
- (3AM) CHAPLIN, G.R. and HAWSON, M.G. Extending the postharvest life of unrefrigerated avocado (*Persea americana* Mill) by storage in polyethylene bags. Food Science Technology Abstracts vol. 16, 1984, 1F23.
- (4AM) DARVAS, J.N. Control of postharvest diseases on avocados. Horticultural Abstracts vol. 52 No. 2, 1982.
- (5AM) FAHMY, M.A.; DEWEDAR, S.A.; WALLY, M.A. Effect of calcium chloride and latex treatments on keeping quality of avocado fruits during storage. Horticultural Abstracts vol. 50 No. 9, 1980, 7394.
- (6AM) LUNT, R.E.; SMITH, H. and DARVAS, J.M. A comparison between waxing and cellophane wrapping of avocados by export. Abstracts on Tropical Agriculture vol.8, 1982, 44299.
- (7AM) MARTIN PEREZ, Luis Humberto. Estudio experimental sobre la conservación de algunas variedades de aguacate (*Persea americana* Mill)-bajo refrigeración utilizando sustancias químicas y embalajes diversos. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, 1975.
- (8AM) NEL, G.J. Controlled-atmosphere cold storage and its application on the subtropical fruits holding. Horticultural Abstracts vol. 40 No. 4, 1970, 9160.

- (9AM) OUDIT, D.D.; SCOTT, K.J. Storage of "Hass" avocados in polyethylene bags. Food Science Technology Abstracts vol. 5, 1973, 10J16.
- (10AM) PLAZA, J.L.; IGLESIAS, M.C. Effects of waxing on quality of Hass avocados stored in a controlled atmosphere. Horticultural Abstracts vol. 54 No. 11, 1984, 8584.
- (11AM) RUMBERGER, George G. Packaging perishable plant food under controlled atmosphere conditions. Chemical Abstracts, vol. 71, 1969 21034v.
- (12AM) SMITH, J.H.E.; HUISMAN, L. Waxes. Horticultural Abstracts vol. 53 no. 3, 1983, 2143.
- (13AM) SPALDING, D.H. First International Tropical Fruits Short Course - the Avocado. Edited by J. W. Phillips and L. K. Jackson. November 5-10, 1976, Carillon Hotel, Miami Beach Florida (USA).
- (14AM) STEAD, D.E.; CHITHAMBO, G.S.G. Studied on the storage of tropical fruits in polyethylene bags. Horticultural Abstracts vol. 51 No. 7, 1981, 5810.
- (15AM) THOMPSON, A.K.; MASON, G.F. and HALKON, W.S. Storage of West Indian seedling avocado fruits. Horticultural Abstracts vol. 41, No. 3, 7440.
- (16AM) TRUTER, A.B.; EKSTEEN, G.J. Controlled and modified atmosphere storage of avocados. Horticultural Abstracts vol. 52, No. 3, 1983, 2140.

## METODO DE CONSERVACION POR ATMOSFERA HIPOBARICA

El almacenamiento a presión reducida (hipobárica), consiste en almacenar los productos bajo un vacío parcial en el almacén. En este sistema una reducción en la presión, producirá una reducción equivalente en los gases contenidos en la atmósfera del almacén. Por ejemplo, si la presión se reduce de 760 mmHg (presión del aire a nivel del mar), a 76 mmHg, el nivel de oxígeno se reducirá de 21 a 2.1%, de manera similar se reducirá el bióxido de carbono, el etileno, aldehídos, alcoholes y otros compuestos orgánicos producidos por el producto almacenado. Por lo que, al reducirse los niveles de oxígeno, etileno u otros gases, se reducirá también la velocidad del proceso respiratorio y por consiguiente, la velocidad de maduración y envejecimiento de los productos.

Es necesario suministrar suficiente agua en forma de vapor para compensar la excesiva transpiración que se ocasiona al producto por efecto de la baja presión.

Sin embargo, la aplicación comercial de este método de almacenamiento está muy limitada, dado el elevado costo del equipo y las pocas ventajas sustanciales con respecto al almacenamiento bajo una atmósfera controlada.

## METODO DE CONSERVACION POR ATMOSFERA HIPOBARICA

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate por medio de atmósfera hipobárica.

Reduciendo la presión atmosférica en almacenamiento refrigerado en cámaras de temperatura de 6°C, se retarda marcadamente la maduración del fruto de aguacate.

Apelbaum (1AH), reporta que este efecto es más pronunciado cuando la presión es reducida a cerca de 100 mmHg durando así 70 días. La mejor prueba de presión en almacenamiento para frutos de aguacate fué de 60 mmHg, la inhibición de maduración dentro de estas condiciones es explicada por la baja presión la cual retarda la respiración y producción de etileno.

Lo mismo nos dice Mermelstein (2AH) en cuanto a los efectos que tiene la reducción de la presión en la conservación de los alimentos, dando para aguacate los siguientes resultados: a 20 mmHg, 4.4° a 12.7°C y una H.R. de 92 a 95%, se obtuvieron de 2 a 3 veces más tiempo de conservación normal.

Spalding (3AH), nos reporta que del 90 al 100% de los aguacates "Waldin" y "Lisa" almacenados a 20 mmHg y 10°C durante 3 semanas y madurados a 760 mmHg y 21°C fueron aceptables; mientras que solo 0 a 50% de aguacates almacenados de 76 a 760 mmHg fueron aceptables.

El mismo Spalding (4AH) también reporta que para aguacates Waldin, a una temperatura de 7°C. se obtuvieron los siguientes resultados:

91 mmHg ; 2% O<sub>2</sub> y 0% CO<sub>2</sub>: 32 días de almacenamiento  
y 100% daños por frío.

91 mmHg ; 2% O<sub>2</sub> y 10% CO<sub>2</sub>: 37 días de almacenamiento  
y 0% daños por frío.

Spalding and Reeder (5AH), reportan para las variedades-  
Booth 8, Waldin y Lula, almacenados a una presión de 76, 152-  
ó 760 mmHg, a una temperatura de 7.2°C a 10°C, con una H.R. -  
de 98 a 100%, una duración de 4 a 6 semanas.

Wills (6AH), varía aparte de la presión reducida, una in  
mersión con soluciones que contienen cloruro de calcio (CaCl)  
sin indicar la concentración que utiliza, logrando un incre -  
mento de la vida de almacenamiento de un 50% mayor que el de-  
la fruta sin tratamiento.

CONSERVACION POR ATMOSFERAS HIPOBARICAS

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	VACIO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
APELBAUM (1AH)	-----	60 mmHg	temperatura de 6°C	más de 70 días	aceptables
MERMELSTEIN (2AH)	-----	20 mmHg	a 4,4-12,7°C y 92-95% HR	2 a 3 veces más tiempo	aceptables
SPALDING (3AH)		20 mmHg	a 10°C	3 semanas	aceptables del 90 al 100%
	Waldin y Lisa	76-760 mmHg	a 10°C	3 semanas	aceptables del 0 al 50%
SPALDING (4AH)	Waldin	91 mmHg	a 7°C y 2% O <sub>2</sub> y 0% CO <sub>2</sub>	32 días	inaceptables 100%
		91 mmHg	a 7°C y 2% O <sub>2</sub> y 10% CO <sub>2</sub>	37 días	aceptables 100%
SPALDING et.al. (5AH)	Booth 8, Lula y Waldin	76, 152 ó 760 mmHg	7.2 a 10°C y 98-100% HR	4 a 6 semanas	inaceptables

SINTESIS DE ATMOSFERA HIPOBARICA:

- = la relación existente entre la presión y la temperatura arroja los siguientes resultados:
  - a) baja presión y baja temperatura, prolonga durante un mayor tiempo - la vida de almacenamiento.
  - b) baja presión y alta temperatura, prolonga la vida de almacenamiento durante un corto tiempo y con pocos daños en el fruto de aguacate.
  - c) alta presión y alta temperatura, prolonga la vida de almacenamiento durante un corto tiempo pero con mayores daños en el fruto de aguacate.
  
- = el uso adicional de atmósferas controladas en niveles adecuados, dá - como resultado una extensión en el tiempo de conservación del fruto - de aguacate.
  
- = el uso de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), incrementa el tiempo en la vida - de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA DE ATMOSFERA HIPOBARICA

- (1AH) APELBAUM, A.; ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y. Prolonging storage life-  
of avocado fruits by subatmospheric pressure. Biological Abstrac  
ts. vol.64, 1977, 20435.
- (2AH) MERMELSTEIN, N.H. Hypobaric transport and storage of fruits me-  
ats and produce. Food Technology 33(7), 1979.
- (3AH) SPALDING, D.H. Low pressure (hypobaric) storage of several fru-  
its and vegetables. Food Science and Technology Abstracts, vol.13  
1981, 11J1583.
- (4AH) SPALDING, D.H. First international tropical fruit short course  
the avocado. Storage avocados. november 5-10, 1976, Miami Beach  
Florida (USA).
- (5AH) SPALDING, D.H. and REEDER, W.F. Low pressure (hypobaric) stora-  
ge of avocados. Food Science and Technology Abstracts. vol.9, -  
1977, 8J1146.
- (6AH) WILLS, R.B.H.; TIRMAZI, S.I.H. Inhibition of ripening of avoca-  
dos with calcium. Food Science and Technology Abstracts. vol.16,  
1984, 1J36.

## C A P I T U L O   I I I

### O T R O S   M E T O D O S   D E   C O N S E R V A C I O N

## METODO DE CONSERVACION MEDIANTE IRRADIACION

De los diversos métodos de conservación de alimentos, la irradiación es uno de los más recientes, y sus estudios se han iniciado de una manera más formal poco después de la Segunda Guerra Mundial.

Hoy en día cuando se emplea el término "irradiación de alimentos", - se entiende generalmente el procesamiento por medio de un número limitado de clases de energía, que en su conjunto se llaman radiaciones ionizantes.

De toda la zona de las radiaciones electromagnéticas y corpusculares interesan, como métodos de conservación de alimentos, solamente aquellos intervalos realizables técnicamente que presentan una acción microbicida.

Es conocido que la luz ultravioleta y sobre todo las radiaciones Rontgen y Gamma que solo se diferencian entre sí por su longitud de onda, - siendo más penetrantes y ricas en tanto menor es la longitud.

Todos estos tipos de radiaciones tienen en común la producción de - grandes efectos microbicidas mediante cantidades de energía extraordinariamente pequeñas, por lo que su utilización no provoca elevación esencial de temperatura. Por esto se habla de Pasteurización o Esterilización en Frío.

La luz ultravioleta (UV), penetra solamente en el aire y en agua pura completamente clara, mientras que los alimentos son prácticamente impenetrables por estas radiaciones, por lo que la luz UV solo es adecuada para eliminar gérmenes de la superficie.

Como la profundidad de penetración de las radiaciones electromagnéticas aumenta conforme decrece su longitud de onda, si se emplean rayos - Roentgen de suficiente energía, será posible atravesar incluso alimentos de gran tamaño. Por otro lado el empleo de radiaciones electromagnéticas de suficiente energía, tiene como consecuencia de la absorción de radiación la acción ionizante.

Con respecto a los rayos Gamma, estos se diferencian de los Roentgen solamente en el modo de producirlos, pues mientras los últimos se originan al chocar chorros de electrones sobre cuerpos sólidos, los Gamma se producen en la descomposición radioactiva de numerosas sustancias (Co<sup>60</sup>, Zn<sup>63</sup>, Sn<sup>90</sup>, etc.).

Además de las radiaciones electromagnéticas ya mencionadas, es posible utilizar para la irradiación de alimentos, electrones acelerados casi a la velocidad de la luz. Se trata aquí de una radiación corpuscular, es decir, de una corriente de partículas cargadas eléctricamente que se denominan "rayos beta". También en este caso, la profundidad de la penetración y la eficiencia dependen de la energía de la radiación, esta suele estar dada en electrón-volts (eV).

Uno de los métodos para medir la dosis absorbida está basado en calorimetría cuando el aumento de la temperatura es proporcional a la dosis absorbida. Cuando este método resulta incómodo se puede usar el Dosímetro de Fricke, el cual utiliza un sistema de sulfato, el cambio de color en las soluciones de sulfato ferroso es medido como una función de la dosis de radiación la cual convierte Fe<sup>2+</sup> a Fe<sup>3+</sup>.

Se han inventado varios términos para expresar en forma cuantitativa la intensidad de la radiación y la dosis de radiación (15G):

- Electrón-volt (eV): unidad de energía equivalente a la cantidad de energía ganada por un e<sup>-</sup> cuando es acelerado por un potencial de 1 volt.  
Un eV =  $1.6 \times 10^{-12}$  erg.
- Radiación Gamma: radiación electromagnética de una muy corta longitud de onda producida por la desintegración espontánea del núcleo atómico de ciertos nucleótidos radioactivos. Los rayos gamma son de la misma naturaleza que los rayos X de corta longitud de onda.

- Rad:                    la unidad de energía absorbida de radiación ionizante por la materia a través de la cual - pasa la radiación. Una dosis de radiación de 1 rad involucra la liberación de 100 erg de energía dentro de cada gramo de materia a través de la cual pasa la radiación.  
1 Krad= 1000 rad; Mrad= 1 millón rad.
  
- Rayos X:                radiación electromagnética de una amplia variación de longitud de onda corta, producidas-usualmente por una máquina en la cual una radiación de  $e^-$  rápidos en un bombardeo de alto vacío en blancos metálicos. Rayos X de longitud de onda corta, son de la misma naturaleza que los rayos gamma excepto por su origen. - Los rayos X se expresan algunas veces en términos de rayos Roentgen.

Lo importante en los proceso de irradiación, es la dosis o cantidad de radiación que recibe un sustrato, es decir, el número de unidades de - energía de radiación absorbidas. Diferentes materiales absorben la energía de radiación en diferentes grados. Esto sucede aún cuando los materiales están expuestos a la misma fuente de radiaciones por el mismo tempo.

Bajo estas condiciones, dos materiales alimenticios diferentes, pueden estar expuestos a la misma cantidad de energía de radiación, pero uno de ellos habrá absorbido mayor cantidad de energía, y, por lo tanto, habrá - recibido un mayor número de rads que el otro.

Para irradiación de electrones, 10 MeV es la máxima energía permitida por la mayoría de los países para excluir la inducción de radioactividad, la excepción la presenta Inglaterra, pues ésta acepta 5 MeV. Cuando los rayos X se usa, la máxima energía permitida en los E.U. es de 5 MeV.

Cuando las radiaciones ionizantes del nivel de energía aprobado (que no causen radioactividad en el alimento) pasan a través de los alimentos, ocurren choques entre las radiaciones y las partículas de alimento en los niveles molecular y atómico. Ocurren cambios moleculares cuando los choques proporcionan energía suficiente para romper los enlaces químicos entre átomos; una consecuencia importante de ello, es la formación de radicales libres.

Los radicales libres, son fragmentos de moléculas, grupos de átomos o átomos individuales que poseen un electrón impar.

Las moléculas estables casi siempre poseen un número par de electrones y una configuración que contiene un electrón impar, es inestable. -

Los radicales libres, por consiguiente, tienen una gran tendencia a reaccionar entre sí, y con otras moléculas para encontrar parejas para sus electrones que no las tienen, y así alcanzar la estabilidad.

La formación de pares de iones, los radicales libres, la reacción de los radicales libres con otras moléculas, la recombinación de los radicales libres y otros fenómenos físicos y químicos relacionados, proporcionan los mecanismos por los que los microorganismos, las enzimas y los componentes de los alimentos se alteran durante la irradiación.

Puesto que las células vivas y los materiales alimenticios están compuestos en gran parte por agua, la actividad que la radiación comunica a este solvente constituye un factor muy importante que contribuye al carácter letal o a los cambios subletales en las células vivas y a la alteración de los componentes del alimento.

Además, las proteínas de los alimentos son desnaturalizadas principalmente como un resultado de la acción indirecta de las radiaciones; ocurre una división de sus moléculas seguida de polimerización de las fracciones, mediante el siguiente desarrollo: -apertura de las cadenas peptídicas, -polimerización, -coagulación, -precipitación. Los efectos de la irradiación varían inversamente con la concentración de proteínas, pero el ácido ascórbico reduce los efectos de la irradiación sobre las soluciones de proteínas, aunque no totalmente.

Estudios sobre proteínas han demostrado que la cantidad de aminoácidos conteniendo azufre, está relacionado con el olor de sarrollado por la irradiación. La cantidad de compuestos que contienen azufre volátil, aumenta con el incremento de la dosis de radiación.

Las vitaminas son sensibles a las radiaciones ionizantes - generalmente, y en los alimentos, la destrucción de estos nutrientes es del mismo orden de magnitud que la destrucción de vitaminas en el proceso térmico. En especial, si no se protege, la vitamina K, es muy sensible a la radiación.

Los lípidos han sido encontrado sensibles a la radiación. Las radiaciones ionizantes causan la destrucción de los antioxidantes naturales. En seguida son formados los peróxidos, aparecen los compuestos carbónicos y ácidos. En general, la mayoría de los aceites vegetales, aumentarán sus peróxidos y su acidéz a la exposición de altas dosis de radiaciones ionizantes.

La irradiación de los pigmentos puede esperarse que altere sus características colorantes. Las frutas y hortalizas sufren blanqueo; el grado depende de la dosis.

Existen muchas semejanzas entre los principios de la conservación por medio de irradiación; como el calor, las irradiaciones, mediante las cuales se logra la esterilización en frío, originan las siguientes consideraciones:

- 1.- Las radiaciones pueden destruir microorganismos e inactivar muchas enzimas de los alimentos, pero también pueden dañar los componentes, de manera que la dosis de radiación tiene que regularse cuidadosamente.
- 2.- Como con el calor, es preciso proporcionar la energía de radiación de tal manera que llegue a cada partícula del alimento.

En el caso del calor, hay ventajas de la conducción y convección natural para ayudar a distribuir el calor a través del envase; para la esterilización en frío por medio de la irradiación,-

exceptuando la difusión limitada de los radicales libres, no hay conducción ni convección y hay que asegurar que la dosis es suficientemente letal mediante la irradiación uniforme a través de toda la masa del alimento.

3.- También en el caso del calor, no solo la intensidad de la fuente de radiación es importante, sino también la cantidad de calor absorbido por el alimento; por lo tanto, hay que tomar en cuenta el factor tiempo.-

Cuando mas tiempo permanece el alimento en el camino de la radiación, - más radiación absorberá.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate por irradiación.

Broodrick, et.al. (2RR), reporta al respecto, que para aguacates una dosis reducida con un tratamiento moderado de calor, produce un retardo en la maduración sin causar efectos adversos significativos y resultan en una prolongación de la vida de almacenamiento. Aquí no se aclaran las dosis utilizadas.

Eisenberg, et.al. (3RR), reportan que estudiaron muestras de aguacate "Ettinger" tomadas a pH de 4.2 a 4.5 mediante la acción de ácido cítrico, y después almacenadas. La influencia de la dosis de radiación (0, - 500, 1000 y 2500 Krad a 150 Krad/hr), deareamiento antes de irradiar con adición de sorbato de potasio y profunda congelación durante la conservación, fueron también estudiadas. Dosis altas de radiaciones fueron aplicadas a una segunda serie de muestras de 4500 Krad a 630 Krad/hr y la adición de butilhidroxianisol (BHA). No hubo indicios de sabor amargo característico del aguacate tratado con calor. Sin embargo, la pasta fue pobre en color y sabor. Hay estudios que indican que la adición de sorbato de potasio ayuda a proteger la pasta irradiada.

Jacobs (4RR), en un intento por reducir las altas pérdidas de aguacate debida a daños durante el transporte, llevó a cabo pruebas para determinar los efectos de la irradiación. Radiaciones gamma a dosis de 5 Krad desarrollan fitotoxinas, produciendo gran obscurecimiento interno y decoloración.

Kamali, et.al. (5RR), nos reportaron que radiaciones gamma menores o iguales a 100 Krad no causan daños visuales inmediatos en frutos de aguacate. Radiaciones mayores o iguales a 20 Krad estimulan el aumento en la maduración. Valores de producción de etileno fueron relacionados con dosis menores o iguales a 40 Krad. A 10 Krad la maduración es retardada y acelerada a 40 Krad. A 100 Krad no hubo maduración y ninguna dosis beneficia después de 3 semanas de almacenamiento.

Karmelic, et.al. (6RR), estudiaron variedades de aguacate Fuerte y Hass. Lotes fueron tratados con agua a 45°C por 10 min. secados, envuel-

tos en películas de PVC, radiados a 25 Gy (2.5 Krad) sujetos a transporte por carretera a una distancia de 120 km, almacenados a  $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 45 días; transportados otra vez durante 120 km y dejados a temperatura ambiente por 6 días. La calidad fué evaluada y el porcentaje de los aguacates Fuerte sanos después de transportados y 45 días de almacenamiento frío fué de 97.12% de los radiados y de 92.28% para los no radiados. Después de que se sostuvieron los aguacates 6 días a temperatura ambiente, el porcentaje de aguacates Fuerte sanos fué de 89.26% para los no radiados y de 59.47% para los radiados. Los resultados fueron pobres para el cultivo Hass; frutos no radiados y únicamente 7.7% de los frutos radiados fueron aceptables después de 45 días de almacenamiento frío.

Pantástico (7RR), reporta que Mahan encontró que una dosis de 35 Krad, retarda la maduración en 24 días para aguacates variedad Ettinger; durante únicamente 3 a 8 días para variedad Fuerte, sin embargo, 35 Krad aceleraron la maduración de la variedad Nabal, mientras que 50 a 100 Krad no tuvieron efecto.

Smith, et.al. (8RR), reportaron que frutos de aguacate variedad Fuerte fueron radiados con  $\text{Co}^{60}$  a 4 ó 7 Krad seguidas de un almacenamiento a  $5.5^{\circ}\text{C}$  por 33 días. La radiación de 4 ó 7 Krad retarda la maduración de la fruta por 5 ó 7 días respectivamente, pero desordenes internos y externos se incrementaron en comparación con los no radiados. La radiación a 3 Krad tuvo pocos efectos en la fruta madurada, pero la decoloración fué marcadamente reducida.

Akamine (1RR), reporta que fueron investigados efectos de radiación ionizante con rayos gamma, en la respiración de frutos frescos de aguacate, mango y papaya. Los tres frutos estudiados se clasificaron en orden de aumento de tolerancia a la radiación en: aguacate, mango y papaya.

CONSERVACION POR EMPLEO DE IRRADIACION

AUTOR	VARIEDAD O RAZA	DOSES APLICADA	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
EISENBERG et.al. (1RR)	Ethinger	0, 500, 1000 y 2,500 a 150 krad/hr	pasta a pH 4.2-4.5 por adición de ac. cítrico, deareando antes. Adi- ción de sorbato de potasio y con- gelación durante la irradiación	-----	-----
	Ethinger	4,500 krad a 630 krad/hr	con adición de BHA	-----	poco aceptables
JACOBS (2RR)	-----	5 krad	-----	-----	inaceptables
KAMALI (3RR)	-----	10 krad	-----	3 semanas	aceptables
		40 krad	-----	3 semanas	poco aceptables
		100 krad	-----	3 semanas	inaceptables
KARMEVIC et.al. (4PR)	Fuerte	2.5 krad	secados y envueltos en bolsas de	96 días	inaceptables
	Hass	2.5 krad	PVC, almacenados a 7°C	96 días	poco aceptables
PANTASTICO (5RR)	Ethinger	35 krad	-----	24 días	aceptables
	Fuerte	35 krad	-----	3-8 días	aceptables
	Nabal	35 krad	-----	-----	inaceptables
SMITH et.al. (6RR)	-----	4-7 krad	almacenados a temperatura ambiente	4-7 días	inaceptables
	-----	3 krad	almacenados en refrigeración	33 días	poco aceptables

## SINTESIS DE IRRADIACION:

- = la variedad de aguacate irradiada tiene influencia en el aspecto y en el tiempo de almacenamiento.
- = la forma en que se irradie el aguacate, ya sea como fruto o como producto, tiene influencia en el aspecto y en el tiempo de almacenamiento, así como también la adición de otros factores como son la refrigeración, los empaques y los aditivos.
- = la dosis de radiación y su tiempo de exposición, son aspectos importantes en la aceptabilidad y tiempo de almacenamiento que se tengan.

BIBLIOGRAFIA DE IRRADIACIONES

- (1RR) AKAMINE, E.K.; GOO, T. Respiration of gamma-irradiated fresh -  
fruits. Journal of Food Science. vol.36(7), 1971, 1074-1077.
- (2RR) PRODRICK, H.T.; THOMAS, A.C. Radiation, preservation of subtropi-  
cal fruits in South Africa. Food Science and Technology Abs -  
tracts.vol.11, 1979, 4G311,
- (3RR) EISENBERG, E.; FAO, E.; MONSELISE, J.J. Preservation of avocado  
pears by Gamma irradiation. Israel, Journal of Technology, 7(5),  
1969, 415-417, (SECOBI).
- (4RR) JACOBS, C.J. Problems of cold storage of avocados. Citrus and-  
Subtropical Fruit, Journal, No.485, 1974, 16-21, and Food Scien-  
ce and Technology Abstracts, vol.6, 1974, 11J1655.
- (5RR) KAMALI, A.R.; MAXIE, E.C.; RAE, H.L. Effect of Gamma irradiation  
on Fuerte avocado fruits. Hortscience, 7(2), 1972, 125-126.
- (6RR) KARMEVIC, J.; RUBIO, T.; HICHEL, E.; ESPINOZA, J. Alimentos. -  
8(3), 1983, 36-40.
- (7RR) PANTASTICO, E.B. Postharvest, Physiology, Handling and utiliza-  
tion of tropical and subtropical fruits and vegetables. Ed. Pho-  
enix Press Inc. Quezon City. (USA),1975.
- (8RR) SMITH, J.H.E.; JANSEN, P.C.H. Irradiation of avocados fruits wi  
th Cobalt 60 to delay ripening. Horticultural Abstracts. vol.53  
No.12, 1983, 8924.

## METODO DE CONSERVACION MEDIANTE EL EMPLEO DE ENVASES

El envase, es también un medio de conservación, y desempeña muchas funciones además de la conservación del producto. Cualquiera que sea la forma de conservación de los alimentos, una de las operaciones tecnológicas a considerar, es el empleo de envases, como sucede en algunos productos esterilizados (se envasa antes del proceso térmico) o de los productos deshidratados (se envasa después del tratamiento) o bien puede ser una operación final para la distribución.

Una definición de la vida de anaquel nos dice que es un período de tiempo entre la producción y el consumo de un producto alimenticio, durante el cual este se caracteriza por el nivel satisfactorio de la calidad respaldado por el valor nutritivo, sabor, textura y apariencia (22G).

La vida útil varía con el tipo de alimento, la temperatura de almacenamiento y del envase utilizado. La velocidad de deterioro aumenta con la temperatura y con el uso de envases inadecuados.

Por lo anterior es menester revisar cuales son las características y funciones de un envase y cuales son los de uso más general para alimentos (21G y 22G):

- 1.- Ausencia de toxinas y compatibilidad con el alimento.
- 2.- Protección sanitaria.
- 3.- Protección contra pérdidas o asimilación de humedad y grasa.
4. Protección contra la luz.
- 5.- Protección contra pérdidas o asimilación de gas y olor.
- 6.- Resistencia a los impactos.
- 7.- Transparencia, en caso de ser necesaria.
- 8.- Inviolabilidad.
- 9.- Medio de verter, en caso de ser necesario.

- 10.- Facilidad de desecho.
- 11.- Facilidad de apertura.
- 12.- Limitaciones de tamaño, peso y forma.
- 13.- Apariencia, facilidad para ser impreso.
- 14.- Bajo costo.
- 15.- Características especiales.

La protección sanitaria, implica la no introducción de microorganismos y suciedad. También comprende la resistencia a la penetración de insectos.

La protección contra la humedad tiene dos aspectos; el alimento no debe absorber humedad de la atmósfera, y los alimentos húmedos no deben perder humedad y resecarse. Hay excepciones, como las películas permeables que permiten el escape de humedad de frutas que respiran.

La protección relacionada con gases y olores también funciona en ambos sentidos. Los olores extraños deben ser excluidos, pero los olores deseables deben conservarse. Para que muchos alimentos tengan estabilidad en el almacenamiento, hay que excluir de ellos el oxígeno; pero algunos productos que generan bióxido de carbono tiene que escaparse de él.

La resistencia a los impactos es especialmente importante para prevenir que los envases se rompan, lo cual resultaría probablemente en la contaminación del contenido.

La inviolabilidad es especialmente importante en el caso de algunos alimentos perecederos. Para prevenir prácticas insalubres es necesario realizar esto.

Generalmente, los materiales de envase resultan más económicos cuando su peso es menor siempre y cuando así proporcionen protección adecuada. El tamaño y la forma son determinados por factores relacionados con la venta.

Las características especiales son las que introducen alguna función o propiedad novedosa, desde frascos y botellas hasta charolas de aluminio

divididas para cenas que se calientan y se sirven sin transferirlas del envase.

Los envases se clasifican como: {21G}

- Primarios
- Secundarios

Los envases primarios, son los que se ponen en contacto directo con el alimento, como una lata o un frasco.

Los envases secundarios son cajas o envolturas exteriores que contienen latas o frascos, pero no están en contacto directo con el alimento.

Es evidente que los envases primarios tienen que estar libres de sustancias tóxicas y ser compatibles con el alimento para que no provoquen cambios de color, sabor y otras reacciones químicas.

Los materiales más utilizados actualmente para envases son: {21G y 22G}:

- Vidrio
- Hojalata
- Material plástico
- Combinación de materiales: plástico-papel, plástico-plástico, plástico-cartón.

Estos materiales para cumplir con su función principal, que es conservar el alimento de cualquier tipo de deterioro, ofrecen ventajas y desventajas que deben considerarse, las cuales si no se seleccionan adecuada mente, pueden originar riesgos.

#### V I D R I O :

##### Ventajas

- Es químicamente inerte.
- Impermeable a sabores y olores extraños.

- Es reutilizable.
- Se puede observar el estado del producto.
- Se fabrica en diferentes colores, principalmente, verde y ámbar, para proteger al alimento de la acción de la luz.

#### Desventajas

- Dificultad en el manejo.
- Es frágil.
- Es costoso.

### ENVASES METÁLICOS :

#### Ventajas

- Rigidez y resistencia mecánica.
- Buena conductividad térmica.
- Impermeabilidad a gases y vapores.
- Opacidad a la luz y radiaciones.
- Protección contra microorganismos y contaminantes.
- Relativa inercia química.
- Facilidad de manejo.
- Materias primas reciclables.

#### Desventajas

- Peso elevado (respecto a los flexibles).
- Rigidez (respecto a los flexibles).
- Ocupan espacio en el almacén.
- Necesitan protección contra productos de cierta agresividad.
- Elevado costo.

### PLÁSTICOS ;

Los plásticos más importantes empleados en el envase de alimentos - comprende: celulosa regenerada (celofán), acetato de celulosa, poliamida (nylon), hidroxloruro de calcio (pliofilm), resina poliéster (mylar, vide

ne, scotchpak), resina de polietileno, resina de polivinilideno (saran, - cryovac) y cloruro de vinilo. Esta enumeración ni siquiera comienza a - dar una idea de la variedad de formas en que estos materiales pueden exis - tir, de acuerdo con factores variables de su fabricación.

Los materiales plásticos están incrementándose en la industria ali - mentaria, presentándose en forma de película, ya sea formada de un solo - material o en forma de laminados, elaborados de diferentes plásticos con - aluminio o con papel. Pueden ser transparentes o pigmentados; rígidos, - semirígidos y flexibles, ofreciendo en cada caso una intensa variedad de - características, entre las que tenemos:

#### Ventajas

- Flexibilidad.
- Disponibilidad de materiales.
- Diferente permeabilidad al oxígeno a través del envase.
- Retención y acumulación de  $CO_2$  y otros gases.
- Permeabilidad al vapor de agua-

#### Desventajas

- Transmisión de luz.
- Transmisión de olores y sabores extraños.
- Diferente resistencia física y mecánica.
- Ataque y penetración de bacterias.

#### PELICULAS COMESTIBLES :

En muchos casos se deben proteger los productos alimenticios contra - la pérdida de materiales volátiles o de reacción con otros ingredientes - cuando se los almacena. La técnica de aspersion de varios materiales co - mo gelatinas, goma arábiga o materiales alimenticios (almidones, glucosas etc.), para formar una capa protectora delgada, es un modo de lograr esta - protección. Esta se puede considerar como un envase primario y de cual - quier manera requiere de una envoltura exterior.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos de aguacate y productos de aguacate mediante el empleo de envases:

Covarrubias (2E) y Guerrero (4E), utilizaron el enlatado de aguacate como un método alternativo en la conservación de aguacate; trabajaron con una formulación de guacamole y pasta de aguacate. La formulación de aguacate incluye: chiles cuaresmeños y cebollas previamente sancochadas con sal al gusto y agregando leche con agua para dar la textura deseada.

Ambos utilizaron diferentes combinaciones de aditivos; Covarrubias, utilizó sorbato de potasio,  $SO_2$  y colorante verde-limón, mientras que Guerrero utilizó ácido cítrico, ácido norhidroguayarático y propilenglicol. Ambos llevaron a cabo una pasteurización al producto con la diferencia de que Covarrubias la llevó a cabo a la pulpa y después la enlató, conservándola a temperatura de refrigeración, no obstante, Guerrero la pasteurización la realizó ya enlatado el aguacate y la conservó a temperatura ambiente, obteniendo un producto con características fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales aceptables, exceptuando el sabor, por lo cual recomienda otra forma de llevar a cabo la pasteurización.

Varios autores trabajaron con envases primarios (1E, 3E, 7E), tales como: el vidrio, y las películas plásticas para aumentar el tiempo de conservación del aguacate.

Cordero, et.al. (1E), manejaron en sus experimentos las siguientes películas plásticas: cryovac, polietileno de baja densidad, saran, y materiales laminados con cubiertas de papal/lámina de aluminio/cloruro de polivilideno.

La pasta fué almacenada en las diferentes películas y se determinaron cada 15 días características sensoriales, obscurecimiento enzimático, rancidez y contaminación microbiana.

Ortiz (7E), utilizó como películas plásticas el cryovac, celopolifoil laminados de aluminio/polietileno de alta densidad/celofán y frascos de vidrio transparentes para conservar el guacamole, adicionando diferentes concentraciones de aditivos como el ácido ascórbico, metabisulfito de sodio, antioxidante y benzoato de sodio a temperatura de refrigeración.

Obtuvo los siguientes resultados: envase de cryovac resultó inadecua-

do para el envasado de guacamole, por presentar permeabilidad a la grasa, en tanto que para el vidrio y celopolifoil, no hubieron diferencias significativas. Por otra parte, nos hace notar que el precio del frasco de vidrio, es 8 veces mayor que el celopolifoil; mientras que Flores (4E), encontró mejores resultados en botellas de vidrio y luego en bolsas de plástico para almacenar la pasta.

Heinrich (5E), reporta un procedimiento para conservar aguacate, el cual es pelado, deshuesado, partido en 4 partes, amasado y rápidamente sumergido en aceite caliente a una temperatura de 85° a 104°C con una pequeña cantidad de inhibidor de la oxidación, tal como: ácido norhidroguayarático en 0.005%, BHA en 0.01 a 0.02%, 0.01% de "sutano" ó 2 a 4 oz/lb de antioxidante descrito en la patente, sin mencionar la formulación de éste, utilizando aceite de maíz, semilla de algodón o cacahuate. La pulpa es sumergida durante 1 min. en el aceite y conservada en frío o como alimento enlatado.

Marín (6E), reporta que las cajas de cartón no tienen influencia de ninguna clase que prolongue, reduzca o afecte el período de conservación, y solo bajo condiciones de refrigeración las pérdidas de peso por deshidratación se reducen por efecto de la caja, la cual impide la circulación libre del aire. Sin embargo, no es un tratamiento recomendable ya que el peso del agua evaporada, no compensa el costo de la caja, el personal y el equipo requerido.

CONSERVACION MEDIANTE EMPLEO DE ENVASES

AUTOR	TIPO DE ENVASE	PRESENTACION	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
CORDERO et.al. (1E)	secundario (cryovac)	pasta	a -35°C	2 meses	aceptables
COVARRUBIAS (2E)	secundario (lata)	pasta	a 4°C con aditivo	7 días	poco aceptables
FLORES (4E)	secundario (botella de vidrio)	pasta	con sal, jugo de limón, a -20°C	4 meses	aceptables
HEINDRICH (5E)	primario (inmersión en aceite)	pasta	con aditivo	-----	-----
MARIN (6E)	secundario (cajas de cartón)	fruto	-----	-----	inaceptables
ORTIZ (7E)	secundario (celopolifoil)	guacamole	con aditivo y 0-4°C	40 días	aceptables
	secundario (enlatado)	guacamole	con aditivo a temperatura ambiente	90 días	inaceptables

SINTESIS DE ENVASES:

- = el empleo de la lata, como envase para la conservación de frutos de aguacate procesado, es poco recomendable.
- = el empleo de aditivos y la refrigeración, en combinación con los tipos de envases, contribuyen a la extensión del tiempo de almacenamiento - del fruto y productos de aguacate.
- = el tipo de envase utilizado ya sea primario o secundario, tiene influencia en la conservación del fruto o producto de aguacate.
- = el tipo de envase utilizado está en función de los fines que se persiguen (comercialización, presentación, costo, etc.) y de la forma del aguacate, ya sea como fruto o como producto (pasta, guacamole).
- = en la elección del tipo de envase a utilizar, hay que tomar en cuenta el costo, las funciones y las características que se persigan.

## BIBLIOGRAFIA DEL EMPLEO DE ENVASES

- (1E) CORDERO, M.I.; IBIETA, G.A.; PENNACHIOTTI, M.L.; PARRAGUIRRE, A.V. Study of different plastic films for packaging Chilean "palta" avocado. Food Science and Technology Abstracts. vol.5, 1973, 3J348.
- (2E) COVARRUBIAS GUTIERREZ, Ignacio. Comportamiento de la pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Hass ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis, Chapingo, México, 1984.
- (3E) FLORES CHAIN, Georgette. Bromatological study of Chilean avocado. Technology of preparation of the paste. Chemical Abstracts. vol.56, - 1962, 5171e.
- (4E) GUERRERO GODINEZ, Raúl. Enlatado de aguacate. Tesis. UNAM, Facultad de Química, México, 1976.
- (5E) HEINRICH, R.; MAKO, A. Preserving avocado meat. Chemical Abstracts. vol.47, 1953, 8288b.
- (6E) MARIN PEREZ, Luis Humberto. Estudio experimental sobre la conservación de algunas variedades de aguacate (*Persea americana* Mill) bajo refrigeración utilizando substancias químicas y embalajes diversos. - Tesis, Universidad Autónoma de Chapingo, 1975.
- (7E) ORTIZ MORENO, Alicia. Estudio del efecto de diferentes aditivos y en vases en la conservación de un producto de aguacate tipo guacamole. - Tesis, Universidad Iberoamericana, 1982.

## METODO DE CONSERVACION POR ADITIVOS Y CONSERVADORES

Para tener mayor control de las variables que intervienen en la producción de alimentos, se requiere en la industria alimentaria, de la adición de ciertos compuestos químicos o aditivos. Muchos conservadores se añaden al alimento para aumentar su vida de anaquel, su valor nutritivo, para impartir sabor o color o simplemente para mejorar su textura.

El Acta Federal de Alimentación, Droga y Cosméticos según su enmienda en 1958 (13G), define un Conservador químico como "cualquier sustancia química que, añadida a un alimento, contribuye a prevenir o retardar su alteración posterior pero no incluye la sal común, azúcares, vinagre, especias o sustancias extraídas de las mismas, además de cualquier sustancia que se añada por ahumado como humo de madera". Un Aditivo alimenticio es "cualquier sustancia que, añadida a un alimento se convierte en un componente del mismo o transforma sus características".

La efectividad de los conservadores depende de varios factores intrínsecos del propio alimento, como son su composición, el nivel inicial de contaminación microbiana y la forma en que se maneje y distribuya el producto terminado.

Factores que determinan la eficiencia de los conservadores (6G):

== Composición del Alimento:

- Contenido de humedad
- Presencia de otros inhibidores como sal, azúcar, etc.

== Nivel inicial de Contaminación:

- Condiciones sanitarias de los ingredientes y del equipo.
- Condiciones del procesamiento, calor, filtración, etc.

**== Manejo y Distribución del alimento terminado:**

- Tiempo de almacenamiento.
- Temperatura de almacenamiento.
- Tipo de envase.

**Clases Generales de Aditivos para Alimentos (216):**

**== Conservadores:** Estos incluyen: benzoato de sodio, propionatos de sodio y de calcio, ácido sórbico, compuestos de cloro, óxido de etileno, formiato de etilo, dióxido de azufre, etc.

**== Antioxidantes:** Butilhidroxianisol, butilhidroxitolueno, galato de propilo, ácido ascórbico, cloruro estanoso y tocoferoles. El dióxido de azufre, incluido en los conservadores, también figura como antioxidante. Muchas sustancias químicas desempeñan papeles dobles.

**== Secuestrantes:** Agentes apesadores de rastros metálicos; el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), polifosfatos, ácido cítrico, etc.

**== Agentes de actividad superficial:**

Incluye emulsionantes para estabilizar mezclas de aceite-agua, etc. De origen natural la lecitina, y, sintético, los mono y diglicéridos y sus derivados, etc.

**== Estabilizadores espesantes:**

Estos comprenden las gomas, almidones, dextrinas, derivados de proteínas, gelatina y otros.

A continuación se mencionan investigaciones realizadas por diferentes autores sobre la conservación de frutos y productos de aguacate mediante la adición de aditivos y conservadores.

Chaplin et.al. (3AA), infiltraron por vacío, aguacates frescos Fuerte y Hass con cloruro de calcio a diferentes concentraciones, mientras que Tingwa (13AA), utilizó tratamientos con calcio (0.1M, de  $\text{CaSO}_4$ ; 0.01M de  $\text{CaCl}_2$ ) para disminuir la respiración en frutos, durante la fase preclimática y climatérica. Utilizó además sulfato de sodio pero resultó inefectivo.

Determinaciones de calcio endógeno confirmaron (3AA y 13AA) que altos niveles fueron correlacionados positivamente para retardar la maduración y negativamente para el aumento de  $\text{CO}_2$  y producción de etileno. Esto infiere que la diferencia en el nivel de calcio es uno de los factores causantes de la falta de uniformidad en la maduración y juega un papel importante en la susceptibilidad de almacenamiento de aguacates.

Chávez et.al. (4AA), reportan que tratamientos para pasta, con ácido ascórbico mas bisulfito tienen efectos notables en el ambiente de nitrógeno en el control del oscurecimiento.

Kiger, et.al. (10AA), reportan que obtuvieron mejores resultados empacando la pasta al vacío y congelando en vez de enfriar.

Bates (1AA), encontró la influencia en las variedades en las concentraciones de aditivos para guacamole liofilizados y reconstituídos con agua a 24°C.

CONSERVACION POR ADICION DE ADITIVOS Y CONSERVADORES ( 1 )

AUTOR	PRESENTACION	TIPO DE ADITIVOS O CONSERVADORES	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
BATES (1AA)	Guacamole y Puré	con 30 mg de $\text{NaHSO}_3$ + 4% jugo limón ó 200 mg ácido ascórbico.	liofilizado	----	acceptables
	Guacamole y Puré	con 20 mg de $\text{NaHSO}_3$ + 4% jugo limón	lío filizado	----	acceptables
BRITISH OXYGEN CO. (2AA)	Rebanadas	en sol. de $\text{NaCl}$ + ácido ascórbico	refrigerados y empacados al vacío, en películas flexibles	----	acceptables
CHAPLIN et.al. (3AA)	Fruto	inmersión en $\text{CaCl}_2$ al 7.5% P/V	refrigerados a 5°C	3 semanas	acceptables
HAYEZ et.al. (4AA)	Pulpa	con 0.3% ácido ascórbico + 0.15% de bisulfito de sodio	envasado atm. normal, calentado	15 días	poco aceptables
			sin calentar	15 días	acceptables
		con 0.15% ácido ascórbico + 0.01% de bisulfito de sodio	envasado atm. inerte, calentado	3 meses	poco aceptables
			sin calentar	3 meses	acceptables
FOUSSI et.al. (5AA)	Fruto	con diluciones de $\text{SO}_2$ , ác. cítrico ó solución $\text{NaAc}$ .	congelado	----	poco aceptables

CONSERVACION POR ADICION DE ADITIVOS Y CONSERVADORES ( 2 )

AUTOR	PRESENTACION	TIPO DE ADITIVOS O CONSERVADORES	CONDICIONES	TIEMPO	OBSERVACIONES
CAVARRUBIAS (6AA)	Pulpa	con 0.1% sorbato de potasio + 0.01% de $SO_2$ + 700 ppm de colorante verde limón <sup>2</sup>	pasteurizados a 75°C y enlatada, almacenada a 4°C.	7 días	poco aceptables
BAENDEL (8AA)	Pulpa	con cucurbita moscato de 1 a 25% peso	-----	-----	-----
HOBEL (9AA)	Fruto	con 5 acetil-9-hidroxiquinidina + ác. fuerte inorgánico multivalente en concentración de 0.1%.	-----	-----	aceptables
EIGER et al. (10AA)	Pulpa o Rebanada	con 0.15% ác. sórbico + 0.20% ác. ascórbico + 0.40% ác. cítrico	empacadas al vacío en bolsas de celofán-propileno a -20°C	6 meses	aceptables
ORTIZ (11AA)	Guacamole	con metabisulfito de sodio 100 ppm + 0.07% ác. ascórbico y una mezcla de BHT, BHA y propileno glicol de 0.05% + benzoato de sodio al 0.15%	envasado en glo polifoil y de 0 a 4°C	40 días	aceptables
POWELL (12AA)	Fruto	inmersión en Prochloraz por 3 min.	a 5.5°C en cajas	28 días	aceptables
TINGWA (13AA)	Fruto	en 0.1M sulfato calcio	-----	-----	aceptables

SINTESIS DE ADITIVOS Y CONSERVADORES:

- = la forma de presentación del aguacate, como fruto o como producto, es un factor que influye en la acción del aditivo o conservador.
- = el tipo y concentración de aditivo o conservador, son factores que influyen en la aceptación y tiempo de almacenamiento que se tenga del aguacate, ya sea como fruto o como producto.
- = una extensión en la vida de almacenamiento de frutos o productos de aguacate, se da con la combinación entre los aditivos y conservadores y factores tales como la temperatura, el envase, la liofilización y la atmósfera.

BIBLIOGRAFIA DE ADICION DE ADITIVOS Y CONSERVADORES

- (1AA) BATES, R.P. Retardation of enzymic browning avocado puree and guacamole. Chemical Abstracts. vol.71, 1969, 21034v.
- (2AA) BRITISH OXYGEN Co. Avocado preservation. British Patent, 1975,- 1 390 808. (SECOBI).
- (3AA) CHAPLIN, G.R. and SCOTT, K.J. Association of calcium in chilling injury susceptibility of stored avocados. Hortscience 15(4), 1980.
- (4AA) CHAVEZ FRANCO, Sergio H. y CORRALES GARCIA, J.J. Enrique. Estudio de la conservación de pulpa de aguacate (Persea americana - Mill) variedad Fuerte. Chapingo, México, 1980.
- (5AA) CRUESS, W.V.; GIBSON, Anna and BREKKE, John. Avocado products - experimentes. Chemical Abstracts. vol.46, 1952, 4695i.
- (6AA) COVARRUBIAS GUTIERREZ, Ignacio. Comportamiento de la pulpa de aguacate (Persea americana Mill) variedad Hass ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis, Chapingo, Méx. 1984.
- (7AA) GARCIA RUIZ, Federico. Tecnologia de la industria de conservación de frutas y legumbres. Tesis, Chapingo, México, 1946.
- (8AA) HAENDLER, L.; MANGEOT, G. Method of preparing avocado pear pulp powder containing cucurbita moscato as a stabilizer and product. Food Science and Technology Abstracts. vol.9, 1977, 10J1428.
- (9AA) HODEL, E.; GAETZI, K. Method and composition for preserving fruit. Swiss Patent, 1970, 490 021. (SECOBI).

- (10AA) KIGER, M.F.; CEBALLOS, M.S.; BASAEZ, Y.; GALAB, S.P. Preserva -  
tion of Fr arte avocados by means of chemical aditives and low -  
temperature. Food Science and Technology Abstracts. vol.16, 1984  
4J801.
- (11AA) ORTIZ MORENO, Alicia. Estudio del efecto de diferentes aditivos  
y envases en la conservación de un producto de aguacate tipo gua  
camole. Tesis, Universidad Iberoamericana, 1982.
- (12AA) ROWELL, A.W.G. Postharvest disease control in avocados using -  
prochloraz. Horticultural Abstracts. vol.53, 1983, 8922.
- (13AA) TINGWA, P.O. and YOUNG, R.E. The effect of calcium on the ripene  
ning of avocado (Persea americana Mill) fruits. Biological Abs -  
tracts. vol.59, 1975, 31223.

## C O N C L U S I O N E S :

### DE LA INVESTIGACION:

- = entre los factores que deben tomarse en cuenta al aplicar un método de conservación al aguacate como fruto o como producto, están la calidad inicial, los pretratamientos que se den, las características ecológicas y agronómicas, ya que estos factores imparten ciertas características las cuales pueden influir en las condiciones de aplicación del método usado.
- = es importante tomar en cuenta la variedad de aguacate que se maneje, - debido a las diferencias que existen entre ellas en cuanto a composición química y características fisiológicas, lo quedará como resultado - distintas respuestas en el método de conservación usado.
- = en la conservación de frutos o productos de aguacate, la combinación de dos o más métodos, en la mayoría de los casos, permite una extensión en el almacenamiento y mejores características organolépticas.
- = debido a que cada método de conservación tiene sus propias limitaciones, se debe tomar en cuenta la finalidad que se persiga.

### DEL TRABAJO:

- = entre la información que existe sobre los métodos de conservación de aguacate, un gran número de investigaciones corresponden a métodos de

conservación convencionales como lo es la refrigeración, debido esto a la facilidad técnica y económica.

- = la información aquí recopilada, sirve como material de apoyo y no como guía experimental, puesto que en la mayoría de las investigaciones se reportan únicamente los resultados y no las condiciones en que se llevó a cabo la experimentación.
  
- = no se puede concluir sobre cuál es el método más apropiado para la conservación del aguacate, debido a que el método utilizado está en función de los objetivos del investigador, de las condiciones y medios con que se cuenta.

A P E N D I C E   A

I M P O R T A N C I A   C O M E R C I A L

D E L

A G U A C A T E

EL AGUACATE, ENTRE LOS HABITANTES DE LOS PAISES LATINOAMERICANOS, ESPECIALMENTE POR LO QUE SE REFIERE A MEXICO Y CENTROAMERICA, ASI COMO ENTRE LA POBLACION DE ESTADOS UNIDOS, ES UNO DE LOS FRUTOS QUE GOZA DE GRAN POPULARIDAD. LOS HABITANTES DEL CONTINENTE EUROPEO, APRECIAN LA CALIDAD, ASI COMO SUS GRANDES CUALIDADES NUTRITIVAS DE ESTE IMPORTANTE PRODUCTO Y - QUE POR CONSIGUIENTE, SE PUEDE CONSIDERAR QUE TIENE UN MERCADO POTENCIAL MUY AMPLIO.

TANTO EN MEXICO COMO EN OTROS PAISES, SE HA DESPERTADO, - EN LOS ULTIMOS AÑOS UN GRAN INTERES POR EL CULTIVO Y CONSERVACION DEL AGUACATE, PERO HA ENCONTRADO UN OBSTACULO DIFICIL DE SALVAR POR LO QUE SE REFIERE A LA INFORMACION NECESARIA, SOBRE TODO EN EL PROCESO PARA LLEGAR AL ESTABLECIMIENTO DEL METODO DE CULTIVO Y CONSERVACION QUE REPORTEN UTILIDADES PRACTICAS - PARA SU FUTURO DESARROLLO.

CON RELACION A LOS PRINCIPALES PROBLEMAS REINANTES EN REGIONES AGUACATERAS, SE HACE NOTAR COMO SOBRESALIENTES LOS SIGUIENTES: {56}

- 1.- FALTA DE ORGANIZACION DE LOS PRODUCTORES Y DEFICIENCIA DE ESTA EN DONDE YA EXISTE.
- 2.- ASISTENCIA TECNICA EN EL CAMPO ES INSUFICIENTE PARA AUMENTAR Y MEJORAR LA PRODUCCION.
- 3.- INSUFICIENTES CREDITOS EN EL CAMPO E INOPORTUNOS
- 4.- FALTA DE CAMINOS VECINALES EN LAS AREAS DE CULTIVO QUE DIFICULTAN EL TRANSPORTE DE INSUMOS Y DE LA PRODUCCION.
- 5.- SISTEMAS DE COMERCIALIZACION DEFICIENTES.

EN MEXICO SE PRODUCEN ALREDEDOR DE 60 ESPECIES FRUTALES-DIFERENTES, UNA DE ELLAS Y DE GRAN IMPORANCIA, ESTA REPRESENTADA POR EL CULTIVO DE AGUACATE.

SE HAN DETERMINADO 26 ENTIDADES FEDERATIVAS COMO PRODUCTORAS DE AGUACATE (TABLA I), DESTACANDO COMO IMPORTANTES: MICHOACAN, PUEBLA, SINALOA, VERACRUZ, CHIAPAS Y JALISCO, ENTRE OTRAS, COMO SE OBSERVA EN EL MAPA ADJUNTO.

LA SUPERFICIE CULTIVADA EN MEXICO DURANTE 1970 FUE DE - 19,111 HECTAREAS, MIENTRAS QUE PARA 1980, EL AREA ASCENDIO A - 54,498 HECTAREAS. POR LO TANTO SE OPERO UN INCREMENTO DE - 35,387 HECTAREAS EN 10 AÑOS, LO QUE ACUSA UN INDICE DE CRECIMIENTO DE APROXIMADAMENTE 186% (TABLA II).

POR LO QUE SE REFIERE AL VOLUMEN DE LA PRODUCCION (TABLA III), EN 1970 SE OBTUVIERON 226,034 TONELADAS, MIENTRAS QUE PARA 1980 SE OBTUVIERON 441,768 TONELADAS, LO QUE SIGNIFICA UN AUMENTO DE 215,734 TONELADAS, ALCANZANDOSE UN INDICE DE CRECIMIENTO DE APROXIMADAMENTE 96%.

CON RESPECTO AL VALOR DE LA PRODUCCION (TABLA III), PARA 1970 FUE DEL ORDEN DE 459,007 MILES DE PESOS, MIENTRAS QUE PARA 1980 ASCENDIO A 5,474,771 MILES DE PESOS, LO QUE REPRESENTA UN INCREMENTO DE 5,015,764 MILES DE PESOS, ALCANZANDOSE UN INDICE DE CRECIMIENTO DE APROXIMADAMENTE 1000%.

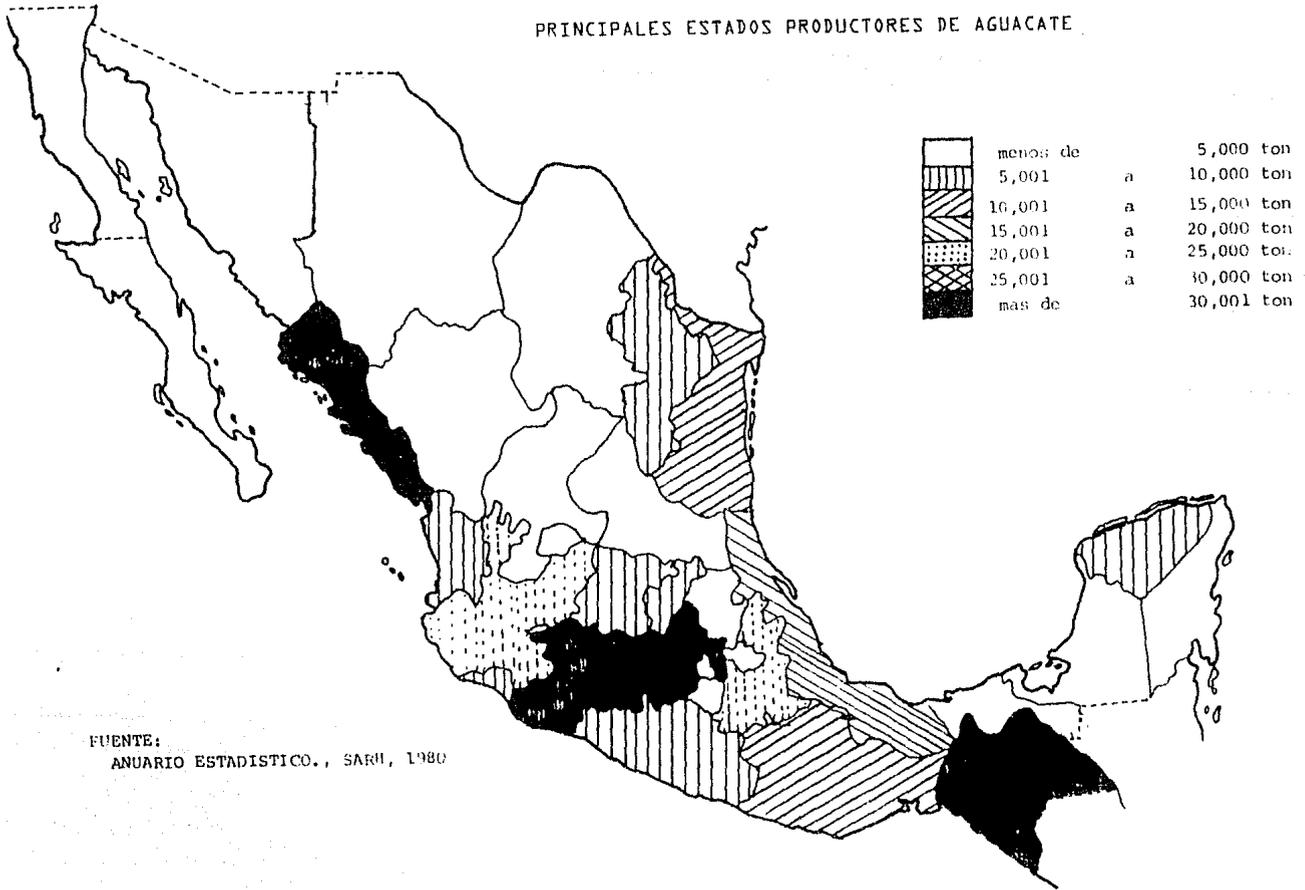
EN CUANTO A LA PROYECCION DE LA SUPERFICIE COSECHADA, ASI COMO EL VOLUMEN Y EL VALOR DE LA PRODUCCION (TABLA III), SE PUEDE OBSERVAR QUE EXISTE UNA TENDENCIA AL CRECIMIENTO, GARANTIZANDOSE ASI EL ABASTO Y REDITUABILIDAD DEL CULTIVO DE AGUACATE, ES DECIR, SE ESPERA HABRA UNA SOBREPDUCCION DE ESTE CULTIVO, POR LO QUE SE DEBERA ESTAR PREPARADO, PARA ASI PODER

AFRONTAR DE UNA MANERA MAS CLARA Y OBJETIVA LA APLICACION DEL METODO DE CONSERVACION MAS ADECUADO, SEGUN SEA EL CASO.

EN EUROPA, EL MERCADO DEL AGUACATE ES MUY IMPORTANTE, PUES SE IMPORTAN MAS DE 7 MIL TONELADAS ANUALES; POR LO QUE SE REFIERE A LA EXPORTACION DE AGUACATE, MEXICO OBSERVA UN COMPORTAMIENTO CON NUMERABLES FLUCTUACIONES {TABLA IV}, SIN EMBARGO, DEBIDO AL MERCADO EXISTENTE SE PODRIA PENSAR EN LOGRAR UNA MAYOR PENETRACION, SI SE APLICAN LOS METODOS MAS ADECUADOS PARA AUMENTAR LA PRODUCCION Y PROLONGAR EL PERIODO DE MADURACION DEL AGUACATE, EVITANDO PERDIDAS DURANTE SU TRANSPORTACION.

ASIMISMO, EL CONSUMO PERCAPITA, AUNQUE OBSERVA PEQUEÑAS FLUCTUACIONES, MUESTRA UNA TENDENCIA AL AUMENTO {TABLA IV}. - TAMBIEN SE PUEDE OBSERVAR QUE LA GRAN MAYORIA DE LA PRODUCCION ES CONSUMIDA POR EL MERCADO NACIONAL.

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE AGUACATE



FUENTE:  
ANUARIO ESTADISTICO., SARH, 1980

## T A B L A I

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE AGUACATE  
EN 1979

ENTIDAD FEDERATIVA	SUPERFICIE (has)	VOLUMEN (ton)	VALOR (miles \$)
AGUASCALIENTES	193	1,012	11,257
B. C. S.	286	600	7,800
CAMPECHE	264	2,006	8,626
COLIMA	1,015	6,384	49,853
CHIAPAS	2,936	37,554	102,202
D. F.	23	163	1,451
GUANAJUATO	1,565	6,905	82,960
GUERRERO	843	5,561	29,156
HIDALGO	460	3,026	32,556
JALISCO	634	21,123	343,499
EDO. MEXICO	2,970	31,226	415,930
MICHOACAN	18,127	111,630	1,132,221
PUEBLA	2,278	22,807	191,329
SINALOA	2,654	30,750	155,287
VERACRUZ	2,631	16,726	67,564

FUENTE:

ANUARIO ESTADISTICO S. A. R. H. 1980

## T A B L A II

## PRODUCCION NACIONAL DE AGUACATE

ANO	(1)	(2)	(3)
1965	12,181	161,910	291,977
1966	13,660	169,510	310,722
1967	15,034	173,899	327,020
1968	16,031	192,307	370,040
1969	17,140	201,738	388,318
1970	19,111	226,034	459,007
1971	25,797	236,791	516,279
1972	26,874	234,270	706,432
1973	31,324	286,443	1,173,053
1974	33,555	260,890	1,115,685
1975	37,453	270,470	1,466,875
1976	36,942	280,421	1,690,401
1977	45,243	333,112	2,300,387
1978	51,450	395,168	3,126,567
1979	48,861	365,957	3,318,281
1980	54,498	441,768	5,474,771
1981	58,896	452,993	6,727,555
1982	66,824	429,922	8,615,926

## FUENTE:

Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Economía Agrícola. septiembre de 1983.

- (1) SUPERFICIE COSECHADA (ha)  
 (2) PRODUCCION (ton)  
 (3) VALOR DE LA PRODUCCION (milas de pesos)

## T A B L A III

PROYECCION DE LA PRODUCCION NACIONAL  
DE AGUACATE

ANO	(1)	(2)	(3)
1983	63,455	450,633	7,901,558
1984	67,126	468,165	8,701,668
1985	70,298	485,698	9,501,777
1986	73,470	503,230	10,301,890
1987	76,641	520,762	11,102,001
1988	79,813	538,295	11,902,111
1989	82,985	555,827	12,702,222
1990	86,157	573,359	13,502,332

(1) SUPERFICIE COSECHADA (ha)

(2) VOLUMEN PRODUCCION (ton)

(3) VALOR PRODUCCION (miles pesos)

## T A B L A IV

## CONSUMOS DE FRUTOS DE AGUACATE

AÑO	COMERCIO EXTERIOR		CONSUMOS	
	IMP. (ton)	EXP. (ton)	NACIONAL (ton)	PERCAPITA (kg)
1970	51	1	226,084	4.459
1971	20	999	235,812	4.492
1972		327	233,943	4.307
1973		243	285,200	5.096
1974		50	260,840	4.495
Promedio 70/74	(0)	(17)	(248,575)	(4.570)
1975		26	279,444	4.664
1976		7	280,414	4.537
1977		43	333,069	5.228
1978		105	395,063	6.022
1979		155	365,602	5.420
Promedio 75/79	(0)	(67)	(30,759)	(5.217)
1980		956	440,812	6.356
1981		717	452,256	6.350
1982		341	424,381	5.870

## FUENTE:

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección  
General de Economía Agrícola, septiembre 1983.

A P E N D I C E B

I N D U S T R I A L I Z A C I O N  
D E L  
A G U A C A T E

SI JUZGAMOS AL AGUACATE EN FUNCION DE SUS COMPONENTES COMO PROTEINAS, MINERALES, VITAMINAS Y GRASAS, ES NECESARIO PONERLO A LA CABEZA DE LOS PRINCIPALES FRUTOS QUE SE CONSUMEN EN FRESCO.

NO OBSTANTE, CON EL FRUTO DE AGUACATE SE PUEDEN ELABORAR INDUSTRIALMENTE, DIVERSOS PRODUCTOS, ENTRE LOS QUE SE ENCUENTRAN: PURE DE AGUACATE, ADEREZO PARA ENSALADAS, GUACAMOLE, REBANADAS EN CONSERVA, ACEITE DE AGUACATE Y FORKAJES DE AGUACATE, PRINCIPALMENTE.

- \* PURE DE AGUACATE: ES EL AGUACATE DESCORTEZADO Y SIN HUESO, ES DECIR, LA PULPA TRITURADA CON UNA CONSISTENCIA PASTOSA; SE CONGELA RAPIDAMENTE Y SE ENVASA A TEMPERATURA DE  $-18$  A  $23^{\circ}\text{C}$ .
- \* PASTA DE AGUACATE: LA PULPA MOLIDA ES MEZCLADA CON AZUCAR Y ANTIOXIDANTE, SE CONGELA RAPIDAMENTE Y SE ENVASA A TEMPERATURAS DE  $-12^{\circ}\text{C}$  O MENOS. LA PASTA CONGELADA PUEDE USARSE EN LA ELABORACION DE HELADOS.
- \* GUACAMOLE: LA FORMULACION DEL GUACAMOLE VARIA DE REGION EN REGION. UNA FORMULACION PROMEDIO ES LA SIGUIENTE: PULPA MOLIDA 100 PARTES EN PESO, JUGO DE LIMON 8 A 10 PARTES EN PESO, SAL 1 A 2 PARTES EN PESO Y CEBOLLA 0.3 PARTES EN PESO. EL GUACAMOLE ES ENVASADO Y EMPACADO PARA DESPUES CONGELARSE. SE CONOCEN ALGUNOS ADITIVOS QUIMICOS PARA EVITAR EL OBSCURECIMIENTO DEL GUACAMOLE, SIN ALTERAR EL SABOR, DETENIENDO LA ACTIVIDAD MICROBIANA Y ENZIMATICA. EL USO DEL GUACAMOLE ES COMO ACOMPAÑANTE DE LOS PLATILLOS TRADICIONALES MEXICANOS. SU PRINCIPAL DIFERENCIA CON RESPECTO AL ADEREZO PARA ENSALADAS, RADICA EN SU MAYOR CONTENIDO DE PULPA DE AGUACATE, MENOR ACIDEZ CON O SIN CHILES.

- ✧ REBANADA EN CONSERVA: SE CORTAN LOS AGUACATES, SE SEPARA EL HUESO Y LA CASCARA DE LA PULPA, SE CORTAN REBANADAS Y SE ADICIONA LA SALMUERA Y LOS ADITIVOS Y LUEGO SE ENVASA AL VACIO.
  
- ✧ ACEITE DE AGUACATE: COMO SE HA MENCIONADO, UNA DE LAS CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DEL AGUACATE, ES SU CONTENIDO-GRASA. ESTA GRASA POSEE ALGUNAS PROPIEDADES QUE LA HACEN PARTICULARMENTE APRECIADA PARA LA FARMACIA Y LA COSMETOLOGIA, TENIENDO ADEMAS LA VENTAJA DE POSEER PROPIEDADES HUMECTANTES Y SUAVIZANTES, ASI COMO SU AROMA QUE LA HACE APTA EN LA ELABORACION DE CREMAS DERMATOLOGICAS..  
EL ACEITE PUEDE SER EXTRAIDO POR DIFERENTES METODOS TALES-COMO EL PENSADO Y LOS SOLVENTES.  
EN BRASIL HA SIDO DESARROLLADO UN PROCESO QUE PERMITE LA EXTRACCION DEL 90 AL 95% DEL ACEITE, SOMETIENDO EL FRUTO PREVIAMENTE A UNA FERMENTACION ANAEROBICA Y EXTRAYENDO EL ACEITE CON ALCOHOL ETILICO O HEXANO. LOS RESIDUOS PUEDEN-ENTONCES SER PROCESADOS PARA PREPARAR ALIMENTOS DE ANIMALES O EN LA PRODUCCION DE FURFURAL [136].
  
- ✧ FORRAJES: CONSISTEN EN EL PRODUCTO RESULTANTE DE LA MOLIENDA DEL HUESO. SE USA PRINCIPALMENTE EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS.

B I B L I O G R A F I A G E N E R A L

- (1G) ANDRADE RODRIGUEZ, Raúl, Efecto de la aplicación de diferentes ceras en la maduración de aguacate variedad Hass. México, CONAFRUT, 1976.
- (2G) ANUARIO ESTADISTICO DE LA PRODUCCION DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. S. A. R. H. 1980.
- (3G) ANUARIO ESTADISTICO DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, S. A. R. H. 1981.
- (4G) ARAGON, S.C. Nidia y BOZQUEZ MOLINA, Elsa. Almacenamiento de frutas y hortalizas. Sistema Nacional para el Abasto. SEP. CONAFRUT, 1986.
- (5G) ARREDONDO CONTRERAS, Sergio. Problemática del cultivo de aguacate en México. CONAFRUT, Uruapan, Michoacán.
- (6G) BADUI BERGAL, Salvador. Química de los alimentos. Ed. ALHAMBRA. México, D.F. 1981.
- (7G) BRAVERMAN, J.B.S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Ed. OMEGA, Barcelona (España), 1980.
- (8G) CARVAHLO C., Fransisco. El Aguacate. Ed. R.A. México, D.F.
- (9G) CASAS ALENCASTER, Norma B. Tecnología de Alimentos - III, APUNTES. FES- Cuautitlán, 1983.

- (10G) CHAVEZ FRANCO, G. y CORRALES C., J. Estudio de la conservación - de pulpa de aguacate (Persea americana Mill) variedad Fuerte. Tesis Profesional. UACH, México, 1980.
- (11G) COVARRUBIAS GUTIERREZ, Ignacio. Comportamiento de la pulpa de aguacate ante diferentes aditivos y variación de temperatura. - UACH, México, 1984.
- (12G) EARLE, R.L. Ingeniería de Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, - España, 1976.
- (13G) FRAZIER, W.C. Microbiología de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1976.
- (14G) GUERRERO GODINEZ, Raúl. Enlatado de Aguacate. Tesis. UNAM, Fac. Química, México, 1976.
- (15G) JOHNSON H., Arnold; PETERSON S., Martín. Encyclopedia of Food - Technology. Ed. AVI Westport, Connecticut (USA), vol. 2, 1974.
- (16G) KADER, A.A. Prevention of ripening in fruits by use controlled - atmospheres. Food Technology 34 (3): 51, 1980.
- (17G) KIRK E., Raymond; OTHMER F., Donald. Enciclopedia de Tecnología - Química. Tomo I. Ed. UNION TIPOGRAFICA HISPANOAMERICANA, México D.F., 1980.
- (18G) LARA SANCHEZ, Luis Eduardo. La aplicación de las radiaciones en - la conservación de alimentos. Tesis Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), México, 1971.

- (19G) MERMELSTEIN, N.H. Hypobaric transport and storage of fresh meat and produce carns. Food Technology 33 (7)-32, 1979.
- (20G) ORTIZ MORENO, Alicia. Estudio del efecto de diferentes aditivos y envases en la conservación de un producto de aguacate tipo guacamole. Tesis. Universidad Iberoamericana.
- (21G) POTTER Norman, N. La ciencia de los alimentos. Ed. - EDUTEX. México, D.F. 1973.
- (22G) ROJAS DE GANTE, Cecilia. Criterios para determinar la vida de anaquel de productos alimenticios. Seminario del 30 y 31 de agosto de 1982. FES-Cuautitlán.
- (23G) SANCHEZ CAZARES, Gerardo. Contribución a la solución de la problemática de industrialización del aguacate.- Tesis. Maestría. CONAFRUT, México, 1983.
- (24G) SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS - DGEA Econotécnia Agrícola. septiembre 1983. pp. 65-66.
- (25G) SEPULVEDA LERMA, Ramón. Producción de Frío. Universidad - Autónoma de Chapingo (UACH), México, 1976.