



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán

Almacenamiento y Conservación de
Frutas y Hortalizas en México

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola

PRESENTA

JAIME DE ANDA MONTAÑEZ

Director de Tesis : Ing Raymundo Gómez Orta

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México 1987



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.

I N D I C E

Pág.

I.	RESUMEN.....	1
	1. INTRODUCCION.....	2
	2. ANTECEDENTES.....	3
II.	OBJETIVOS.....	4
III.	REVISION DE LITERATURA.....	5
	3. CONSIDERACIONES BASICAS.....	5
	3.1 Factores Ecológicos.....	6
	3.1.1 Clima.....	6
	3.1.1.1 Temperatura.....	6
	3.1.1.2 Precipitación.....	8
	3.1.1.3 Efectos Meteorológicos.....	8
	3.1.1.4 Altitud y Latitud.....	9
	3.1.1.5 Nubosidad - Luz.....	10
	3.2 Factores Culturales.....	11
	3.2.1 Selección de Injertos y Patrones.....	11
	3.2.2 Fertilización y Abonado.....	12
	3.2.3 Riego.....	14
	3.2.4 Poda y/o Aclareo.....	15
	3.2.5 Tratamientos Fitosanitarios.....	16
	3.2.5.1 Insecticidas.....	17
	3.2.5.2 Fungicidas.....	17
	3.2.5.3 Bactericidas.....	19
	4. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.....	21
	4.1 Tipo de Organo.....	21
	4.2 Especie-Variiedad.....	22
	4.3 Actividad Metabólica.....	22
	4.3.1. Respiración.....	27
	4.3.1.1 Frutos Climatéricos y No Climatéricos.....	- - 29

4.3.2	Etileno.....	32
4.3.3	Transpiración.....	34
5.	CARACTERISTICAS DE ALMACENAMIENTO.....	37
5.1	Factores que se Controlan en el Almacén...	41
5.1.1	Temperatura.....	41
5.1.2	Humedad Relativa.....	44
5.1.3	Concentración de Gases.....	45
5.1.4	Circulación del Aire.....	46
5.2	Consideraciones del Producto al ser Almacena nado.....	50
5.2.1	Tipo de Organo, Especie y Variedad..	50
5.2.2	Calidad Adecuada.....	53
5.2.3	Propiedades del Producto.....	53
6.	APLICACION DEL ALMACENAMIENTO.....	56
6.1	Almacenamiento a Temperatura Ambiente.....	56
6.2	Almacenamiento Refrigerado.....	57
6.2.1	Daño por uso inadecuado de la tempe- ratura.....	66
6.2.2	Compatibilidad.....	71
6.3	Atmósfera Controlada.....	77
6.4	Almacenamiento Hipobárico.....	84
6.5	Verificación de Calidad.....	85
7.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ALMACENAMIENTO.....	86
8.	LIMITACIONES EN EL ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN MEXICO.(CENTRAL DE ABASTOS).....	89
IV.	DISCUSION.....	92
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	96

I. . RESUMEN.

El proceso de la comercialización en nuestro país, presenta graves deficiencias que ocasionan el encarecimiento de los productos al consumidor, tales como un gran número de intermediarios - en los canales de comercialización, un déficit en la capacidad - de almacenamiento, mala ubicación de los almacenes e inadecuados, falta de redes de comunicación y transporte de los productos, -- así como la falta de conocimiento por parte de los productores, tanto del proceso de comercialización, como de los diferentes -- modos de almacenamiento.

Con el presente trabajo se pretende de la compilación, selección y organización de materiales relacionados con las condiciones -- más adecuadas de almacenamiento, determinar los efectos de algunos factores que alteran las características propias de los productos antes y después de la cosecha, y durante su almacenamiento en los diferentes tipos existentes para cada producto y asimismo el conveniente para cada caso.

En función de la información obtenida se ejemplificará el modo - de almacenamiento en uno de los centros más grandes y de más importancia en todo el país, ya que es en el que llega la mayor -- cantidad de productos hortofrutícolas diariamente. " La Central de Abastos de la Ciudad de México " .

1. INTRODUCCION.

Los productos cosechados son organismos vivos, que llevan a cabo todos los procesos biológicos esenciales para la conservación de la vida. Deben ser mantenidos vivos y en óptimas condiciones -- hasta que sean procesados o consumidos. Para mantener estos -- procesos vitales los frutos recurren a las reservas alimenticias acumuladas mientras estuvieron unidos a la planta.

El proceso mediante el cual algunas reservas alimenticias se desdoblan para producir energía, se llama respiración. Esto es en principio, similar a la respiración del cuerpo humano pero no a través de aspiraciones y expiraciones con un pulmón sino a través de un intercambio de gases, mediante la acción de tres vías metabólicas, los almidones y azúcares de reserva son convertidos primero en ácidos orgánicos y finalmente en compuestos de carbón más simple. El oxígeno es extraído del aire circulante y consumido en el proceso, siendo producido y liberado bióxido de carbono. Si el oxígeno está en cantidad limitada, tiene lugar la respiración anaeróbica, se producen aldehídos, alcoholes y otras -- sustancias indeseables y finalmente el tejido vegetal morirá.

La energía producida a través de la actividad respiratoria, que no se requiere para mantener los procesos vitales es liberada en forma de calor. La cantidad de este calor de respiración producido, varía según varios factores, incluyendo el tipo de producto, variedad, madurez o grado de sazón, daños y la temperatura. (Pantástico 1979).

Considerando lo anterior, el almacenamiento se ha convertido en una operación de enorme trascendencia económica, dado que su función primordial consiste en prolongar o acelerar la vida útil y conservar la calidad de las frutas y hortalizas mediante la aplicación de las condiciones ambientales adecuadas que permitan reducir o acelerar la velocidad de los procesos vitales de estos -- productos, lo cual implica disponer de frutas y hortalizas por -- períodos más largos que los normales, ofrecer productos frescos a mercados distantes, regular la oferta y demanda para una dis--tribución racional y reducir pérdidas durante su comercializa--ción. Resulta clara la necesidad de conocer los factores que determinan el éxito de esta operación, así como los métodos que actualmente --

existen, para adaptarlos a las necesidades del país y fomentar el desarrollo tecnológico orientado a la solución de los problemas - en esta área.

2. ANTECEDENTES.

La instrumentación de un Sistema Nacional para el Abasto en nuestro país, enfrenta la necesidad de realizar una serie de esfuerzos que implican una modificación paulatina de las formas tradicionales de operación de los procesos de acopio, acondicionamiento, almacenamiento, normalización, transporte y distribución. Para lo anterior, es indispensable que el factor humano esté preparado para poder desenvolver eficientemente un entorno en constante cambio.

El acondicionamiento, almacenamiento, la transportación y la normalización y control de calidad de los productos, forman parte de la cadena que requiere modificaciones, adaptaciones y creación de tecnología que repercuta en la calidad de los productos hortícolas y frutícolas para exportación y para el consumo interno. Esta variedad de productos que se cultivan en mayor o menor escala, han sido determinantes en el establecimiento de pequeñas y -- dispersas áreas de producción y en la creación de zonas productoras definidas e importantes de ciertos cultivos.

Las diferencias básicas entre las pequeñas y grandes áreas de producción, constituyen el reflejo de la tecnología desarrollada para el manejo de los productos. Tecnología que abarque desde el momento mismo de la cosecha hasta la operación comercial con el consumidor. Tecnología poco desarrollada en nuestro país, con -- las consecuentes implicaciones económicas derivadas de sus deficiencias de implementación.

II. OBJETIVOS.

- 1.- Describir de acuerdo a las características propias del producto y el destino de su consumo, las condiciones más adecuadas de almacenamiento.
- 2.- Ejemplificar el efecto de diferentes factores que alteran -- las características propias de los productos antes y después de la cosecha, así como durante su almacenamiento.
- 3.- Relacionar aquellos factores intrínsecos de las frutas y hortalizas que determinan su potencial de almacenamiento.
- 4.- Señalar aquellos elementos característicos del producto y -- del almacén que se requieren para definir y controlar el -- grado de perecimiento de una fruta u hortaliza.
- 5.- Describir teóricamente de acuerdo con todos los conocimientos revisados, los diferentes tipos de almacenamiento a que puede estar sujeta una fruta o legumbre.

III. REVISION DE LITERATURA

3. CONSIDERACIONES BASICAS.

Lo que dura en el almacenamiento, la respiración, la transpiración, la composición química, el aspecto exterior, las estructuras anatómicas, la descomposición, las cualidades de sabor y - otras características y comportamiento en la post-recolección, - reflejan en parte, las condiciones ambientales y de cultivo a -- las que ha estado sometido el producto. Además de la separación por variedad y época de maduración, las condiciones de pre-recolección pueden agruparse en factores ambientales y de cultivo. Los factores ambientales comprenden la temperatura, humedad rela -- tiva, luz, textura del suelo, vientos y precipitación pluvial. La influencia del cultivo es la nutrición mineral, el manejo del suelo, la poda, el aclareo, las aspersiones con productos químicos, los patrones de injerto, la densidad de plantación, el riego. Estos factores ejercen su influencia en el logro de una calidad máxima en la cosecha. Sin embargo, es imposible determi -- nar la contribución relativa de cada una de ellas en la calidad del producto. Más aún, cierta característica como por ejemplo; - el tamaño, puede ser afectado por varias de las condiciones de - crecimiento pero se sabe que un factor puede predominar y tener sobre el resto una influencia decisiva. (Pantástico 1979 y Guen -- ko 1980).

Las frutas y hortalizas se pueden mantener en el almacenamiento durante ciertos períodos, tomando en cuenta sus características particulares, como son : El tipo de órgano de que se trata, la especie y variedad, su actividad metabólica, el estado de madu -- rez en que se corta, etc., para poder elegir y aplicar el tipo - de almacenamiento que conserve su calidad. (CONAFRUT 1982). Como los factores enumerados son múltiples y algunos de ellos -- controlables y otros no, Wilkinson (1970) expresó que en experi -- mentos de almacenamiento, las muestras deben ser grandes y abar -- car varias temporadas. Sin embargo, si se demarca un estado de -- finido de madurez, el tamaño de la muestra puede reducirse mucho. Con el fin de dar una amplia idea sobre los factores involucra -- dos, se indican a continuación algunos de ellos.

3.1 Factores Ecológicos.

El estado de la atmósfera en cualquier momento y lugar se expresa por una combinación de sus propiedades físicas. Estas propiedades físicas de la atmósfera son conocidas como los "Elementos del Tiempo y del Clima" y son: temperatura, precipitación, -- humedad relativa, dirección y fuerza de los vientos y presión -- atmosférica. (García 1978).

3.1.1 Clima.

Según Hann (1908), clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre.

López (1922), el clima es el estado medio de las variables, condiciones dinámicas del aire que controla el tiempo.

Se llama clima al conjunto de condiciones atmosféricas que -- caracterizan una región, las desigualdades del relieve, los plántos y la vegetación abundante condicionan la formación y variación del clima local. Cuanto más multiforme es una región, tanto mayores serán las variaciones climatológicas. Por eso, las zonas de cultivo adecuadas sólo se pueden clasificar de modo superficial; es necesario levantar un plano climatológico para poder -- definir las propiedades de cultivo de un lugar, a cuyo efecto se debe considerar el comportamiento de algunos elementos atmosféricos que se presenten en el transcurso del año. (García 1978 y Kramer 1982).

3.1.1.1 Temperatura.

Para la mayoría de las frutas y hortalizas, entre más elevadas -- sean las temperaturas que se registren en el período de crecimiento, más pronto se llegará a la época de cosecha. Entre las -- frutas, los días cálidos y las noches frescas durante el período de crecimiento, son necesarios para que en la madurez se desarrolle con plenitud el color. Sin embargo, en el trópico las temperaturas no varían mucho, excepto en los meses de diciembre a -- inicios de febrero, predominan días y noches cálidos y por lo --

tanto, en la cosecha las frutas pueden tener una calidad pobre. - (Kramer 1982 y Pantástico 1979).

La calidad de las naranjas varía en las diferentes regiones probablemente debido a diferencias en unidades de calor disponibles arriba de 12.8°C., las regiones que reciben alrededor de -- 1 500 grados-días por estación, por lo general dan frutas con un contenido mucho menor de jugo STS (sólidos solubles totales) -- que las regiones que reciben alrededor de 2 000 grados-días. - (Fletcher y Hollies 1965).

El metabolismo y la composición del fruto también son afectados por la temperatura; los tomates que se desarrollan a una temperatura nocturna de 19.4°C., tiene una tasa de respiración mayor -- que aquéllos que crecen en temperaturas de 13.9°C., ó 16.7°C. - (Alban et al. 1948). Así pues, entre más elevada sea la temperatura de verano, el contenido de STS de los tomates será menor.

El balance térmico tiene una importancia excepcional para la -- propagación de las plantas hortícolas y frutícolas. De él dependen la fotosíntesis, la respiración, la actividad enzimática en -- las células, su división y crecimiento, la capacidad de absorción de las raíces y otros procesos.

Como es sabido a través de la fotosíntesis, de las sustancias -- nutritivas extraídas por las raíces y del CO₂ tomado del aire -- mediante la luz, las plantas sintetizan sustancias nutritivas -- para su sustento y desarrollo. El ritmo de esta función no permanece constante en presencia de temperaturas diferentes. Al aumentar la temperatura de 0° a 30°- 35°C., ésta sigue la regla de -- Van Hoff, es decir a cada 10°C., dicha función se incrementa 2-3 veces. (Maxsimov 1952).

Se entiende que la intensidad de la fotosíntesis depende también de las peculiaridades biológicas de las distintas especies y variedades. El límite de temperatura en que todavía se realiza el crecimiento aunque muy débilmente y por debajo del cual el -- crecimiento se suspende se llama mínimo agrícola. (Edmond et al 1981).

3.1.1.2 Precipitación.

Para obtener producto de buena calidad, la provisión de agua para las plantas deberá ser adecuada. Si durante el período de crecimiento la lluvia no es suficiente, se hace necesario el riego. - Esto es crítico, en especial en las hortalizas en las cuales hay una deficiencia de humedad del suelo que sólo dura unos cuantos días, puede afectar en forma adversa el crecimiento de las plantas. Por otra parte, las lluvias excesivas tienen sus ventajas. Se han tenido pérdidas muy considerables cuando las papas se han cosechado después de un período largo de tiempo frío y húmedo, a pesar de haberles curado con prontitud. (Kushman et al. 1953). Las naranjas 'Washington Novel' expuestas a tiempo lluvioso prolongado, desarrollan mancha de agua. (Smoot et al. 1971). - El tejido subyacente, cerca del ombligo se hincha cuando absorbe agua. Si después hay tiempo seco, las áreas remojadas por el agua se vuelven secas, ligeramente hundidas y de color parduzco. La humedad del suelo puede estar relacionada con la textura del mismo. Chandler (1965), afirmó que las frutas maduran un poco más temprano en árboles que crecen en suelos arenosos o gravosos que en terrenos arcillosos. En suelo mal drenado, los espacios internos están llenos de agua y con ello se reduce su aereación.

3.1.1.3 Efectos Meteorológicos.

El viento puede dañar las hojas de las hortalizas o causar raspaduras en los frutos. Vientos de poca velocidad pueden producir cicatrices cuando los frutos se frotan contra las ramas o espinas (Smoot et al. 1971). Si se dañan los frutos pequeños, el área afectada aumenta de tamaño y se desarrolla formando una cicatriz de color pardo a plateado, a medida que madura el fruto las picaduras de las espinas pueden cicatrizar con tejido corchoso. En condiciones tropicales, se presentan vientos de alta velocidad -- junto con las tempestades. Así, la lluvia abundante y el viento se combinan para producir un efecto deletéreo no sólo en la calidad, sino también en el crecimiento de las plantas. (Pantástico -- 1968).

Las heladas se producen de modo general allí donde el aire frío se estanca o deja de fluir. La formación de este aire frío depende de la condición del terreno, de la vegetación y de la configuración orográfica. La aparición de heladas es decisiva para determinar la aptitud de una localidad para el cultivo de hortalizas o frutales. El aire frío formado en un lugar por radiación o procedente del exterior se acumula en las partes más bajas. Por esa razón las zonas más profundas son más frías. Esa acumulación en una planta honda puede ocasionar grandes daños durante la -- floración, en especial en las formas arbóreas pequeñas y hortalizas terrestres. La aparición de heladas es más frecuente en terrenos abruptos que en los lisos y es además evidente. (Kramer - 1982).

El granizo daña las flores, los frutos y los tejidos corticales no sólo puede destruir las cosechas sino también dañar gravemente los árboles frutales. En las plantaciones bien cuidadas se -- observa por lo general poco daño en las hojas después de una -- granizada; pero como ningún lugar puede liberarse de ella es necesario tomar las medidas de protección adecuadas para evitar -- males mayores. (Calderón 1977).

La niebla también daña la vegetación joven y las flores cuando se produce un fuerte enfriamiento de la atmósfera; pero quizá -- contrarreste la presencia de las heladas tardías al evitar que el ambiente se enfríe por la noche. Las nieblas persistentes no convienen a la floración y activan la micosis si se presentan -- en el período vegetativo. La niebla otoñal y el tiempo cálido -- actúan favorablemente en la coloración del fruto, pero retardan el término del crecimiento de los brotes y aumentan el peligro de que se hielan cuando aquélla es muy densa y persistente. -- (Kramer 1982 y Edmond 1981).

3.1.1.4 Altitud y Latitud.

En las regiones tropicales el clima es bastante variable debido a variaciones en altitud sobre el nivel del mar. Los cultivos que se desarrollan en zonas altas pueden tener condiciones que se -- aproximan a las zonas templadas. Si la variedad está adaptada a temperaturas bajas, por lo general su calidad es mejor de la que

se obtiene en elevaciones más bajas. (Pantástico 1979).

3.1.1.5 Nubosidad-Luz.

La duración, intensidad y calidad de la luz afecta la calidad -- del producto en la cosecha. En los tomates, el sombreado de los -- frutos por las hojas, produjo frutos de color más intenso en el período de maduración que aquéllos expuestos a la luz del campo (Denisen 1948). El efecto de la luz sobre la calidad de los frutos se ha estudiado bien en los cítricos, en una serie de artículos publicados por (Sites y Reitz 1949, 1950 a, b). Estos autores encontraron que los frutos expuestos al sol eran de menor peso, de corteza más delgada, más ricos en sólidos y con menor contenido de ácido y jugo, que aquéllos que estuvieron sombreados o que se encontraban dentro de una cubierta. Estas relaciones también han sido encontradas valederas en mangos y otros árboles frutales en los que no se puede evitar el empalme de las hojas. También, las variaciones en la densidad de siembra afecta la calidad de las frutas y de las hortalizas de fruto. Entre más densa esté una plantación o siembra, los frutos serán menos dulces. Entre las hortalizas de hojas, en condiciones de baja intensidad luminosa sus hojas son más grandes y delgadas.

Las diferencias en longitud del día y en la calidad de la luz, -- afectan la fisiología del producto. Por ejemplo, las variedades -- de cebollas desarrolladas por clima de día corto no producen -- bulbos grandes en condiciones de días largos. (Wallace 1969).

También la formación de pigmentos de antocianina, como en la col morada o las berenjenas, está controlada por la luz de longitud de onda corta en las regiones azul y violeta.

En cierta forma, los desórdenes funcionales también pueden ser -- afectados por la luz. Pantástico et al. 1968b, demostraron que -- los frutos sombreados presentaron una disminución a los daños -- por bajas temperaturas subsecuentes. Sin embargo, este desorden -- es un síndrome controlado principalmente por la temperatura.

Es importante señalar que entre los factores mencionados anteriormente, existe una relación compleja en la que es difícil determinar la contribución que cada uno de ellos tiene en la composición y calidad final de las frutas y hortalizas, pero indis-

cutiblemente repercuten en su comportamiento de post-cosecha, el cual se refleja particularmente durante el almacenamiento.

3.2 Factores Culturales.

La planta verde es una fábrica bioquímica, ciertas materias primas son utilizadas, directamente o indirectamente al igual que las labores culturales para la fabricación de buenos resultados en la producción hortícola y frutícola.

Cualquier factor que afecta el crecimiento de la planta de manzana invariable, influye en la calidad del producto que se cosecha. En lo que podemos contar: Selección de injerto y patrones, deshije, poda y aclareo, tratamientos fitosanitarios, riego etc., que nos lleven a obtener buenas cosechas. A continuación se describe con más detalle cada uno de estos factores culturales.

3.2.1 Selección de Injerto y Patrones.

Los efectos de los patrones de injerto en la calidad de las frutas cítricas han sido bien estudiadas. (Kefford y Chandber -- 1970), resumieron los trabajos y generalizaron que los patrones del limón áspero producen altos rendimientos, pero contenido bajo de jugo, ácidos y STS. Los efectos opuestos fueron observados en los patrones de naranjo trifoliado, 'tangelo' y 'cleopatra'. Los patrones 'rangpur' y de limón dulce se asemejaron al limón áspero, mientras que el patrón de naranja dulce fue intermedio en su efecto sobre la composición de la naranja.

La importancia de esta influencia es tal que se pueden sacar de ella varias consecuencias aprovechables para la fruticultura práctica. El metabolismo de los individuos unidos produce influencias modificadoras en la variedad injertada.

Además de los cambios morfológicos elementales, se producen otros fisiológicos asimilativos. El patrón puede obrar sobre los cetoácidos y aminoácidos contenidos en la savia de la variedad injertada o suspender en el punto de unión el transporte ulterior de estos elementos, es decir, modificar su composición.

El injerto consiste en unir dos partes de diferentes plantas, para que en conjunto formen una sola planta nueva.

Los objetivos del injerto son los siguientes:

- Vigorizar una variedad débil.
- Obtener una producción precoz, de mejor calidad y mayor cantidad.
- Obtener resistencia contra plagas y enfermedades.
- Adaptar una variedad al clima y suelo del lugar.
- Acelerar la obtención del material de trasplante.

El injerto incluye la unión de un patrón o porta-injerto y del injerto mismo. El patrón se obtiene de una planta y el injerto de otra. El porta-injerto o patrón es la planta base por injertar. Este debe ser sano, fuerte y vigoroso, y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Afinidad con la especie o variedad que se le va a injertar.
- Uniformidad de sus propiedades botánicas.
- Resistencia contra condiciones adversas.
- Fisiológicamente maduro y activo en período de crecimiento.
- Tener una estructura tal que facilite la operación del injerto.

La época para el injerto depende del clima, de la especie y de la disponibilidad de los materiales. En climas con estaciones bien marcadas se injerta en otoño o en primavera. En esas dos épocas los materiales están en mejores condiciones. En clima tropical, se puede injertar durante todo el año, siendo preferible al principio de la época de húmeda. No se recomienda injertar en época de sequía porque durante esta época es difícil levantar la corteza de los tallos. (Calderón 1977).

3.2.2 Fertilización y Abonado.

La nutrición de las plantas es con mucho, el factor estudiado más ampliamente de los que afectan la calidad de las frutas y hortalizas cosechadas. Entre las frutas tropicales y subtropicales, los cítricos han sido uno de los favoritos. En especial en Florida y

California. Los estudios realizados muestran que el tamaño, el peso y el contenido de ácido ascórbico pueden aumentarse con fertilizaciones elevadas de K, Mg, y Zn y disminuirse con dosis altas de N y P. Los efectos sobre otras cualidades internas son más bien vagos, ya que las dosis elevadas pueden ser consideradas --- como anormales para el crecimiento de la planta. Debido a las variaciones en las condiciones de experimentación, otros investigadores pueden encontrar efectos bastante diferentes a los que -- aquí se reportan.

La fertilización con los elementos mayores N, P, K y Ca afectan la calidad interna de los frutos. (Landrau y Medina 1959). Demostraron que dosis máximas de N, P y K (91 kg/Ha) incrementaron de manera significativa el contenido de ácido ascórbico del fruto de cereza. Sin embargo, ese contenido disminuyó cuando se emplearon -- elementos menores u otras sustancias que mejoran el suelo. Las -- aspersiones foliares de Mg y de elementos menores no influyeron en el contenido de ácido ascórbico o en el rendimiento de los -- frutos, pero afectaron la acidez en forma proporcional. (Medina Y Santiago 1960).

En los ejotes, los niveles elevados de Ca en soluciones nutritivas dieron como resultado vainas enlatadas más firmes, que tenían menos tendencia a desprenderse y partirse, que aquéllas producidas con tratamientos bajos en Ca. (Buren y Peck 1963).

Aumentando las cantidades de N se incrementó el nivel de tiamina, riboflavina y caroteno de las espinacas, mientras que descendía el contenido de vitamina C. (Fritz y Reuff 1970).

En las fresas, se observó que una fertilización excesiva reducía la firmeza de los frutos y aumentaba la solubilidad de los constituyentes de la pared celular. (Sistrunk 1963).

El estado de los nutrientes en el suelo puede ser el origen de -- muchos desórdenes fisiológicos. (Grierson 1965) presentó un patrón de interacción de K-N para el grado de descomposición de la corteza, ocasionada por la pudrición del área peduncular en los cítricos. Los niveles elevados de N fomentaron esta enfermedad, -- que fue contrarrestada por una fertilización abundante en K. Sin embargo, los efectos no son estadísticamente significativos. (pan -- tástico 1966, 1968) sostuvo que la oleocellosis y la pudrición en el extremo estilar de los cítricos están más afectadas por el --

clima que por la nutrición.

(Kunkei 1947) indicó que los efectos del K y del N sobre las cualidades de conservación de las cebollas no son muy claros. Las -- pérdidas de almacenamiento no fueron debidas a pudrición, que pue de tener un control nutricional, sino a la formación de brotes y raíces. Según Lutz et al. 1949, las rajaduras de las papas fueron incrementadas por cantidades elevadas de N o de Ca. En la papa - la mancha negra se redujo con aplicaciones de K_2O (450 kg/ha) o Na (170 kg/ha). (Scudder et al. 1950). De manera similar, la quema dura de las puntas de col, que se caracteriza por el amarrilla- - miento, la coloración parda y finalmente lo seco de los márgenes de las hojas, se presenta en suelos deficientes en K y ricos en N (Palmer 1941). Por lo tanto la fertilización adecuada resultaría benéfica para cada cultivo en particular, siguiendo con las recomendaciones indicadas por los especialistas en el ramo.

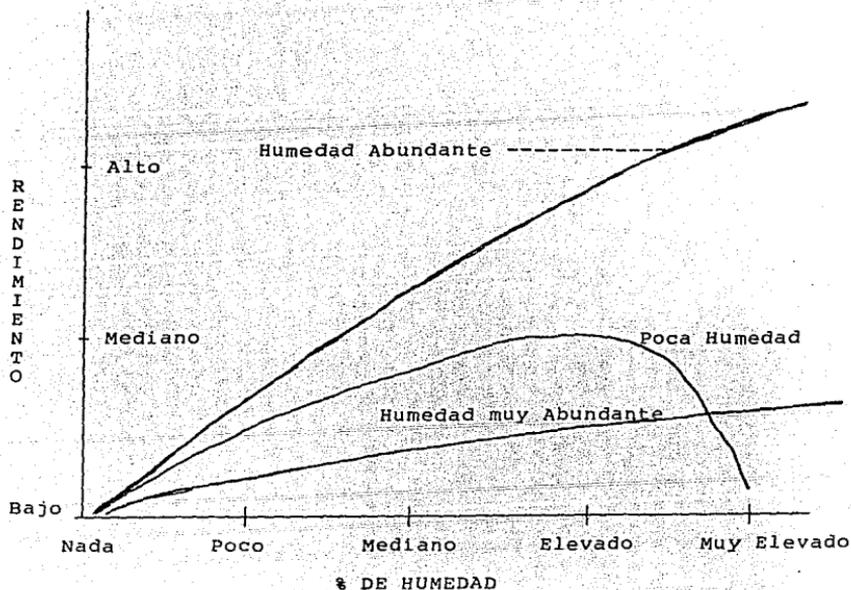
3.2.3 Riego.

Cualquier factor que afecta el crecimiento de la planta de manera invariable, influye en la calidad del producto que se coseche. El riego inadecuado reduce el tamaño de los frutos y el rendi- - miento, debido a deterioro en los procesos de crecimiento. El comportamiento de post-recolección también es afectado. En las cebollas (Drinkwater y Janes 1955), las pérdidas de peso durante el almacenamiento fue mayor en las obtenidas de parcelas no regadas que las que se cosecharon en parcelas con riego. El contenido de capsicina de los chiles parece ser mayor en las plantas que han recibido menor riego (Qualiotti 1970). Las plantas de tomate culti vadas en condiciones de sequedad tienen frutos con más STS y una cantidad mayor de frutos bien coloreados (Wight et al. 1962), la - maduración fue apresurada pero disminuyó el rendimiento, los toma - tes enlatados tuvieron una disminución en el porcentaje de fru- - tos enteros. Por otra parte el riego excesivo disminuyó el porcen - taje de STS de los frutos crudos enteros y tendió a aumentar el porcentaje de frutos enteros y el de retención de los frutos enlatados.

3.2.4 Poda y/o Aclareo.

Las prácticas de cultivo como la poda y el aclareo aumentan el tamaño de los frutos, pero puede disminuir la cantidad de STS y la acidez (Kretchman y Jutras 1962). La edad del árbol también influye en el tamaño y la calidad. Se mostró que los naranjos más viejos producían frutos pequeños con corteza delgada pero -- elevados en STS (Marloth y Basson 1959). En general los frutos más pequeños tienden a ser más dulces que los grandes.

Fig. 1 .- Efecto de la variación de nivel de humedad sobre el -- rendimiento de las cosechas.



3.2.5 Tratamientos Fitosanitarios.

Uno de los efectos negativos obtenidos con productos químicos se registró con las aspersiones de arseniato de plomo aplicadas - después de la floración a los toronjos en Florida. Estas aspersiones produjeron una reducción del 30 al 40 % en acidez. Más aún, el contenido de azúcares no reductores y de flavonoides totales del jugo aumentó (Deszyck y Ting 1958, 1960). También en Africa del -- Sur se reportó una disminución en la acidez, después de la aplicación de arseniato de calcio a naranjas 'valencia' (Petrorius 1966). La base bioquímica para la acción del arseniato puede ser como la de un competidor del fósforo conduciendo a una desunión en la fosforilación y a la interferencia con la acumulación de ácido cítrico (Vines y Oberbacher 1965).

Para combatir las plagas de los cítricos, se emplean ampliamente aspersiones de aceites de petróleo, pero (Trammel y Simanton - 1966) encontraron que tienen efectos perjudiciales sobre la calidad de los frutos. Los sólidos solubles disminuyeron y la acidez aumentó.

Los frutos asperjados con parathión, pierden más pronto su color verde y tienden a un color naranja más intenso (Harding 1953). Algunos fumigantes del suelo se emplean para controlar nemátodos que atacan a los cultivos de raíces (Salunkhe et al. 1970) demostró que los tratamientos con telone (una mezcla de 1,3-dicloro-propeno) y nemagón (1-dibromo-3-cloropropano) produjeron un incremento considerable (de más del 60 %) en el contenido de carotenos totales y de B-caroteno en las raíces de zanahorias. El contenido total de azúcares también fue mayor (más del 55 %), - que en las plantas testigo.

Para el control de plagas y enfermedades existen muchos productos, cada uno con sus propias características. Si se recurre a -- realizar el control químico, es recomendable realizar las aspersiones con el producto adecuado y recomendado para evitar consecuencias que pudieran resultar en el almacenamiento.

El control químico se aplica principalmente para combatir una -- enfermedad ya establecida. En el caso de enfermedades virósicas no existen productos químicos efectivos de aplicación práctica. El combate de estas enfermedades se efectúa mediante las medidas --

preventivas e indirectamente mediante el control químico con -- insecticidas. Al matar los insectos, se eliminan los transmisores -- de virus.

Para el control químico de enfermedades fungosas y bacterianas y de enfermedades por nemátodos, existen productos conocidos como -- fungicidas, bactericidas y nematicidas. Los fungicidas y bactericidas se aplican mediante aspersiones y los nematicidas se inyectan en el suelo.

3.2.5.1 Insecticidas.

Para el control de plagas existen muchos productos, cada cual con sus características específicas para el control de tal o cual -- plaga, sólo se mencionarán los más importantes:

Asinfosmetil.	Contra gusanos, gorgojos y larvas de palomillas. Se puede aplicar hasta -- tres semanas antes de la cosecha.
Fosfamidón.	Contra una amplia gama de plagas. Su aplicación es permitida sólo hasta -- cuatro semanas antes de la cosecha.
Carbaryl.	Contra minadores, pulgones, palomillas y otros insectos. Se puede aplicar -- hasta 10 días antes de la cosecha.
Malathión.	Contra casi todas las plagas. Se puede aplicar hasta tres días antes de la recolección.

Además de estos insecticidas, se emplean también Bromofós, Diazinón, Parathión, Triclorfón, Demetón, Mevinfos, Triometón, Endrín, Dieldrín, Tetradifón, Dicofol y Ethión.

3.2.5.2 Fungicidas.

Entre los fungicidas se distinguen productos con una acción preventiva de contacto y productos con una acción curativa y sistémica. Los primeros impiden la germinación de las esporas depositadas sobre las hojas. Estos no tienen efecto cuando el hongo ya ha penetrado al tejido de la planta. Estos fungicidas son insolubles al agua y no son absorbidos por la planta, quedan sobre la super-

ficie de las hojas y tallos sin dañarlos.

Los fungicidas curativos y sistémicos en cambio son solubles al agua y son absorbidos por la planta. Este tipo de productos -- mata los hongos que han penetrado en el tejido de la planta.

Algunos de los más importantes fungicidas de contacto y las enfermedades que controlan, son las siguientes:

Fungicidas de Contacto

Compuestos de Cobre

Caldo bordelés

Oxicloruro de cobre

Oxido cuproso

Compuestos de Mercurio

Acetato de fenilmercurio

Cloruro de mercurio

Compuestos de Estaño

Acetato de estaño

Hidróxido de estaño

Compuestos de Azufre

Azufre coloidal

Ditiocarbamato

TMTD

Compuestos Orgánicos

Captán

Captafol

Folpet

Cloratalonil

Aceites Minerales

Otros Fungicidas:

PCNB

Tiocianato

Metilobromuro

Cloropicrina

Enfermedades

Tizón, roya, mancha de la hoja.

Desinfección de semillas de maíz y algodón

Enfermedades del follaje.

Mildiu vellosa, cenicilla vellosa, tizón, enrollamiento de la hoja, carbón, antracnosis, mancha de la hoja.

Desinfección de semillas.

Tizón, cáncer, antracnosis, mancha de la hoja.

Sigatoka en plátanos.

Desinfección del suelo contra: Fusarium, pythium, phytophthora y verticillium.

Los fungicidas sistémicos son selectivos, es decir, afectan sólo a uno o dos patógenos, además, los hongos desarrollan una resis-

tencia más rápida contra estos fungicidas que contra fungicidas de contacto, por lo cual es recomendable alternarlos.

Los fungicidas sistémicos y las enfermedades que controlan son las siguientes:

Fungicidas Sistémicos

Benomyles
 Benlate
 Tiobenzol
 Carbendazim
 Pirimidinas
 Dimetirimol
 Fenarimol
 Oxatienes
 Carboxin
 Oxicarboxin
 Fenfuram
 Piracarbolid

Enfermedades

Mildiu vellosa, mancha de la hoja, cáncer.
 Mildiu vellosa en cucurbitáceas y cereales
 Desinfección del suelo y de las semillas contra roya y carbón.

3.2.5.3 Bactericidas.

En principio, el control de enfermedades bacterianas es igual que el control de enfermedades fungosas, en lo que concierne a prácticas culturales, combates físicos y otras medidas preventivas. Sin embargo, el control químico se efectúa con productos diferentes, con excepción de los compuestos de cobre, que se usan tanto como fungicidas como bactericidas.

Los bactericidas, como Bronopol, se emplea contra la mancha angular de la hoja. También se usan los antibióticos contra ciertas enfermedades bacterianas vegetales.

La posibilidad de controlar las enfermedades bacterianas son muy limitadas. Se pueden realizar pulverizaciones preventivas con antibióticos, como el Agrimycin a razón de 600 gramos por 100 litros de agua. También el Benomyl puede dar un limitado control.

La frecuencia de tratamientos depende principalmente de las condiciones ambientales, del crecimiento del cultivo, y de la in-

tensidad de la enfermedad. En cuanto a la frecuencia de tratamientos, se deben observar las recomendaciones e instrucciones del fabricante de los productos, además de tomar en cuenta lo siguiente:

- Se evitan aplicaciones cuando las hojas están mojadas, es decir, no se distribuye el material durante o poco después de la lluvia. Una lluvia posterior al tratamiento no es importante. Sin embargo, al momento de la aplicación, las hojas deben estar secas.
- Se aumenta la frecuencia cuando la duración e intensidad de la precipitación sean mayores.
- Se aumenta la frecuencia cuando la enfermedad ataca las hojas jóvenes en crecimiento

Es importante hacer notar que los dos tipos de factores mencionados, sólo se puede tener control sobre aquéllos relacionados con las prácticas de cultivo, ya que los factores ambientales son en la mayoría de los casos impredecibles.

Para obtener rendimientos elevados de productos de alta calidad, todos los factores climatológicos o no climatológicos deben encontrarse en un nivel óptimo. Sin embargo, de acuerdo con (Wallace 1969), el nivel óptimo determinado de un factor, no necesariamente constituye su nivel óptimo en todos los niveles de los otros factores. Por ejemplo, entre los cultivos de hortalizas, es posible que se use más fertilizante con niveles elevados de humedad en el suelo que con niveles bajos.

Se presentan alteraciones similares entre los diferentes niveles de factores climatológicos y de cultivo. Por lo tanto, es difícil determinar con precisión el nivel óptimo para la mayoría de los factores que afectan el rendimiento y la calidad de las frutas y hortalizas. (Molinas y Durán 1970).

4. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.

De lo anteriormente tratado se puede visualizar, cómo las condiciones ecológicas y las labores culturales influyen en la calidad y comportamiento postcosecha de los productos, pero estos factores no son únicos, además existen otros también importantes que se manifiestan a partir de la cosecha de las frutas, tallos, hojas, raíces, etc., ya que los órganos quedan privados del aporte normal de agua y nutrientes que les eran suministrados por la planta cuando estaban unidos a ella, pero aún con esta nueva situación continuarán llevando a cabo procesos que los conducirán, -- según el tipo de órgano, a la maduración, brotación y finalmente a la muerte. Es decir, están capacitados para llevar una vida independiente que puede extenderse por días, semanas y aún meses dependiendo de factores como:

- Tipo de Organó
- Especie
- Variedad
- Metabolismo

Respiración	
Cambios químicos y su relación -- con el etileno.	
Transpiración	
- Estado de madurez
- Enfermedades

4.1 Tipo de Organó.

Es importante considerar este factor porque las características morfológicas y anatómicas, así como el tipo e intensidad de la -- actividad fisiológica que presente un órgano, van a determinar en gran parte su vida en el almacenamiento. (fig. 2), para ilustrar esto, comparemos los dos grupos siguientes.

Grupo A	Grupo B
Semillas (frijol)	Tallos (espárragos)
Raíces (camote)	Hojas (lechuga)
Tubérculos (papas)	Flores (de calabaza)
Bulbos (cebollas)	Frutas (jitomate, durazno)

Los órganos del grupo A, poseen características que le permiten mantener una actividad metabólica lenta y por lo tanto, tienen una vida de almacenamiento más prolongada, ya que tienen mayor contenido de reservas nutritivas. Mientras que los órganos del grupo B, están capacitados para realizar una actividad más acelerada por la gran cantidad de agua que contienen y menor contenido de reservas nutritivas y por ello, su vida de almacenamiento es menor. Incluso, dentro de un mismo órgano como sería las frutas, se encuentran diferencias en actividad metabólica debido a las características anatómicas particulares que las constituyen. (fig. 3).(CONAFRUT 1982).

4.2 Especie-Variedad.

Cada tipo de fruta y hortaliza pertenece a una especie diferente (fig. 4) y dentro de cada una, hay diversas variedades. Prácticamente se puede decir, que todos conocemos y consumimos uvas - rojas y blancas, manzanas rojas y amarillas y jitomates redondos y alargados; estas diferencias ilustran el concepto de variedad el cual se basa en variaciones en color, sabor, tamaño, textura y forma (fig. 5). Hay que considerar que las condiciones ecológicas y las labores culturales tienden a acentuar las diferencias entre especies y variedades de frutas y hortalizas, a cada una deben aplicarse condiciones distintas y adecuadas para conservar su calidad.

4.3 Actividad Metabólica.

La maduración de las frutas comprende todos aquellos procesos -- que tienen lugar desde que se inicia el cambio de color hasta -- que alcanzan las características que las hacen aptas al consumo. Es obvio decir que la maduración es una etapa fundamental en la -- vida del fruto, no sólo por lo que hace referencia a su calidad sino especialmente a su capacidad de conservación.

Aunque las condiciones internas y externas relacionadas con la maduración difieran en las distintas especies de frutos, los cam-

bios más importantes que se producen son básicamente iguales. El proceso de maduración, las substancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que nos -- permite calificarlo de maduro. Los cambios, si bien atenuados -- continúan en los frutos conservados en cámara frigorífica y el -- ritmo con que se producen condiciona la vida potencial de conservación. Estos fenómenos prosiguen hasta que se llega a la dis-- gregación natural del fruto (sobremaduración) o hasta que se pro-- ducen desarreglos funcionales (fisiopatías) que provocan la muer-- te de los tejidos y su rápida descomposición.

Todas las alteraciones que se hayan podido producir aún en es-- tados muy primitivos del desarrollo, influyen de una manera impor-- tante en los procesos normales de maduración; el estado de nu-- trición de los árboles, las condiciones higiénico-sanitarias, etc., son de todos conocidas las diferencias que se observan en la con-- servación de frutos procedentes de árboles jóvenes, plantas con -- exceso de nitrógeno, etc.

Cuando la maduración se realiza en condiciones artificiales (in-- terior de almacenes, cámaras, atmósfera controlada, etc.) debemos -- tener en cuenta que sobre el desarrollo de los fenómenos fisioló-- gicos normales intervienen toda una serie de factores distintos -- (temperatura, composición atmosférica, humedad, conjuntamente con -- las condiciones ambientales de pre y postalmacenamiento), cuya -- influencia hemos de manejar para obtener el mejor resultado posi-- ble en la conservación.

La maduración se caracteriza por una serie de transformaciones -- químicas que determinan cambios de sabor, consistencia, color y -- aroma. Las reacciones que predominan son las llamadas de hidró-- lisis, por ellas las moléculas grandes, polímeros, que se encuen-- tran en los frutos verdes (almidón, celulosa, pectinas) y que -- están formadas por la unión de moléculas más pequeñas, monómeros, -- se rompen incorporando una molécula de agua y liberando estas -- unidades pequeñas. El almidón, por ejemplo, se hidroliza para -- dar azúcares que son los responsables del endulzamiento del fru-- to. La propectina, substancia cementante de las células, se rom-- pe para dar ácidos pécticos (moléculas pequeñas), provocando el -- reblandecimiento. Conjuntamente, los pigmentos verdes y las --

clorofilas se descomponen y dejan aparecer las coloraciones rojas y amarillas, características de la fruta madura, debido a caróte-nos y xantofilas respectivamente. (Pantástico 1979 y Molinas y - Durán 1970).

Fig. 2.- Productos vegetales que provienen de diferentes órganos de la planta.

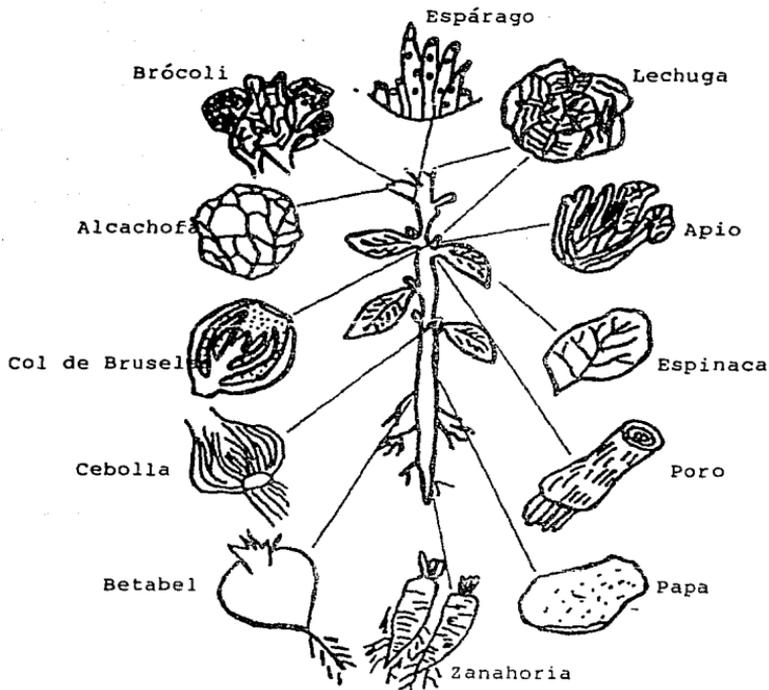


Fig. 3 .- Frutas que provienen de diferentes tejidos vegetales.

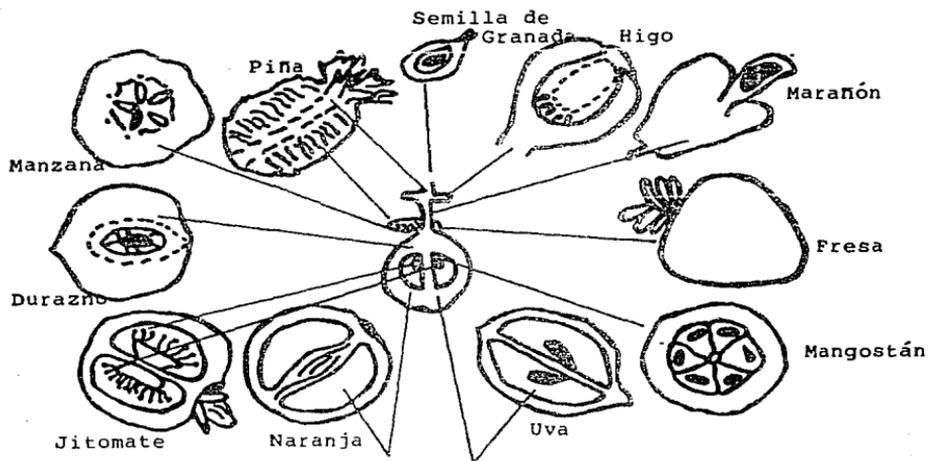


Fig. 4 .- Frutas y Hortalizas pertenecientes a diferentes especies.

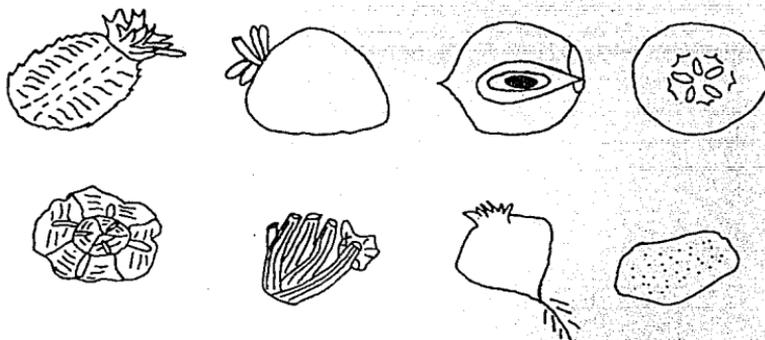
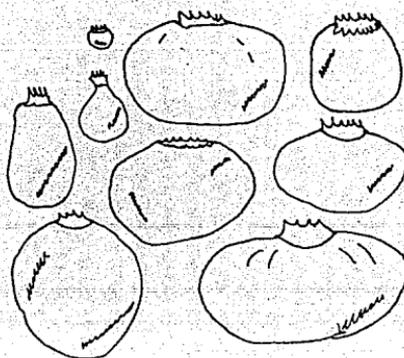


Fig. 5 .- Características de algunas variedades de jitomate.

- 1.- ACE, Floradel 2.- Homestead, Manalucie y Manapal
 3.- Walter 4.- Cambellis-146 5.- VF-Napili, Chico -
 III, Red top, Cotaxtla 6.- VF- Roma 7.- Cereza o --
 Cherry 8.- Florida MH-1 9.- Pole Bay-83.



4.3.1 Respiración.

El desarrollo de todo el conjunto de reacciones que determinan la maduración así como el mantenimiento de la actividad celular, necesitan un suministro de energía y la obtienen mediante la respiración. La respiración es un proceso de oxidación de los alimentos con liberación de energía absolutamente necesaria para una normal evolución de la maduración. De la energía que se libera en la respiración sólo una parte es aprovechable por el fruto (que la acumula en moléculas ricas en energía que utiliza después) el resto se elimina en forma de calor. El calor que se produce ha de tenerse en consideración cuando se trata de la conservación frigorífica. (cuadro 1.)

Este proceso de oxidación puede tener lugar utilizando el oxígeno del aire, respiración aeróbica, o sin él, respiración anaeróbica. El proceso anaeróbico produce mucho menos cantidad de energía y , además, conduce a la formación, como productos finales de alcohol y ácidos orgánicos, cuya acumulación excesiva es tóxica para las células y llega a producir su muerte.

La respiración aeróbica conduce a la formación, como productos finales, de anhídrido carbónico (CO₂) y agua (H₂O).

En ambos casos, durante el proceso, se producen ácidos característicos de la fruta y hortalizas maduras, como el ácido málico en las manzanas, cítrico en las naranjas, etc.

De una manera muy elemental podríamos resumir la respiración aerobia de esta manera.



Cuando tiene lugar la respiración anaerobia (fermentación) el cociente respiratorio es muy elevado. (Devlin).



Cuadro 1.- DESPRENDIMIENTO DE CALOR POR LA RESPIRACION DE ALGUNOS PRODUCTOS
HORTOFRUTICOLAS

	CALOR DESPRENDIDO EN KCAL/TM/DIA		
	Temp. 0° C.	Temp. 5° C.	Temp. 10° C.
Plátano	500/600	1000/1800	2000/6000
Manzanas	80/350	150/700	600/2000
Peras	175/225	400/600	2200/3300
Melocotones	225/350	350/500	1800/2400
Naranjas	100/250	300/400	900/1200
Melones	350	500	2000
Guisantes	2000/2200	3500/4000	1000/1200
Tomates maduros	200/250	300/350	1400/1600

SRADELLI -----

4.3.1.1 Frutas Climatéricas y No Climatéricas.

Muchas frutas y hortalizas tropicales muestran un rápido incremento de la respiración durante la maduración. Esto, por consenso han sido denominados frutos climatéricos. Otros frutos que no muestran este patrón respiratorio se les denomina no climatéricos. Sin embargo, muchos de estos frutos no climatéricos en algún punto de su línea de desarrollo muestran un ascenso en su tasa de respiración, con un ascenso concomitante en la producción de etileno. (Rhodes 1970) postuló que la alteración respiratoria típica de los frutos no climatéricos podría mostrarse en una edad fisiológica más apropiada o en condiciones más adecuadas de almacenamiento. Así, (Aharoni 1968, Murata y Miyashita 1971) mostraron que las frutas cítricas jóvenes pequeñas, registraban después de la cosecha un aumento en la respiración y en la producción de etileno, lo cual no fue observado en frutas cítricas maduras. (Aharoni 1968). consideró que los frutos comercialmente maduros se encuentran en su estado postclimatérico. Sin embargo, la interrupción del ascenso respiratorio, su naturaleza reversible y la respuesta al etileno hacen dudar del papel y de la relación del fenómeno similar al período climatérico en las frutas no climatéricas. Durante la maduración, la intensidad respiratoria, es decir, la velocidad con que se producen los intercambios gaseosos (consumo de O_2 y emisión de CO_2) varía, es decir, no siguen el ritmo regular. En algunos frutos, como el tomate, uva, melones, fresas, limones, etc., disminuye progresivamente durante todo el período hasta llegar a anularse con la muerte del fruto. En otros, en cambio, sigue un ciclo característico; la intensidad respiratoria disminuye hasta llegar a un valor mínimo, para subir rápidamente hasta un máximo y después volver a disminuir paulatinamente hasta anularse (fig. 6). A los frutos que se comportan de este modo se les llama frutos climatéricos; en ellos las reacciones de maduración son más complejas. Pertenecen a este grupo la mayoría de los frutos que son objeto de larga conservación; peras, manzanas, plátanos, etc., climatérico proviene del griego "Klimater" que quiere decir "escalón". Llamamos período preclimatérico al comprendido desde la cosecha al mínimo respiratorio, o mínimo climatérico; período climatérico o subida climatérica, al que está --

comprendido entre el mínimo y el máximo (máximo climatérico), y período postclimatérico al período de descenso respiratorio que se produce después del máximo (fig. 7).(Molinas y Durán 1970). La medida de la intensidad respiratoria nos puede servir de indicador del grado de madurez en que se encuentra un fruto. La intensidad puede medirse como O_2 consumido o como CO_2 producido; - los aparatos empleados para este tipo de determinaciones se denominan respirómetros. Como dijimos antes, el cálculo del coeficiente respiratorio también nos da una idea del momento en que - se encuentra la maduración al orientarnos sobre el tipo de reacciones de oxidación que predominan.

Otra cuestión que ha surgido desde el inicio de nuestro conocimiento sobre el ascenso climatérico es : El período climatérico se presenta en los frutos que están en el árbol o es inducido -- por la cosecha.(Kidd y West 1925 , Nelson 1937 y mucho después - Leblond 1958) , lo observaron en los frutos que están en el -- árbol. Este suceso del período climatérico es mucho menos terrible que su iniciación en fechas posteriores. Por otra parte, -- hay frutos como los del aguacate y del mango que nunca maduran - por completo en el árbol sino que pasan por una crisis climatérica, sólo cuando se les ha separado de éste, el grado de acidez - está relacionado con las características del fruto.

FRUTOS CLIMATERICOS

Manzana
Durazno
Aguacate
Plátano
Chirimoya
Higo
Mango
Melón
Pera
Jitomate

FRUTOS NO CLIMATERICOS

Cereza
Uva
Toronja
Limón
Naranja
Lechuga
Pepino
Espárrago
Coles

Los frutos climatéricos presentan un metabolismo más rápido, en condiciones naturales que los no climatéricos con un metabolismo

más lento, y en condiciones de almacenamiento refrigerado, atmósfera controlada o almacenamiento hipobárico; el metabolismo es más lento en los climatéricos que en los no climatéricos.

Fig. 6 .- Variaciones en la actividad respiratoria durante el proceso de maduración: Frutos Climatéricos.

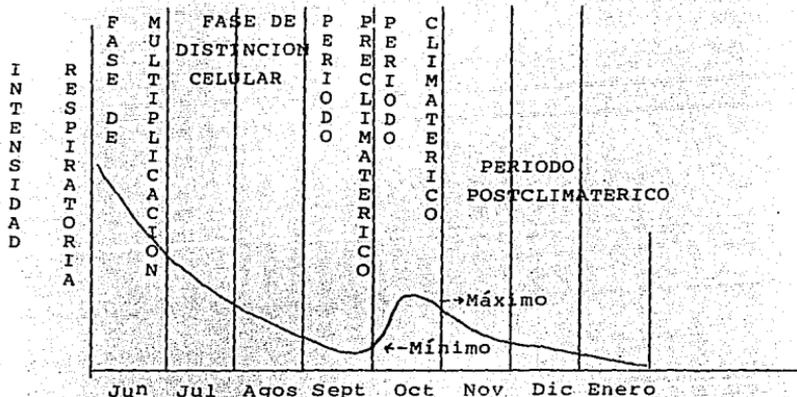
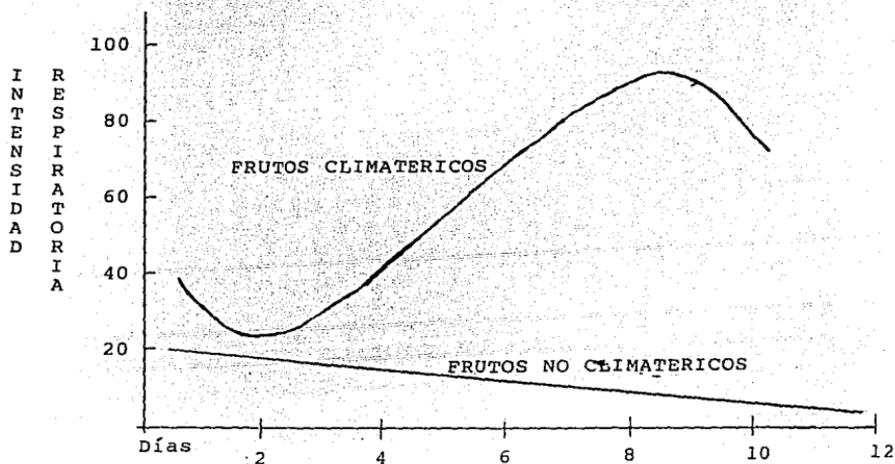


Fig. 7 .- Diferencias en la variación de la intensidad respiratoria entre frutos climatéricos y no climatéricos.



4.3.2 Etileno.

Los frutos emiten diversos productos volátiles; éstos son principalmente sustancias aromáticas y etileno. La acción del etileno fue descubierta por (Denny en 1922), que observó que la aplicación de esta sustancia orgánica simple aceleraba el proceso de maduración en muchos frutos; manzanas, peras, limones, naranjas, plátanos, etc. En algunos de ellos esta posibilidad ha --- sido ampliamente aprovechada para la maduración artificial.

Su comportamiento puede considerarse de tipo hormonal, no sólo interviene en el proceso de maduración, senectud y abscisión, sino que puede acelerar otras etapas fisiológicas de las plantas, como por ejemplo la floración.

El mecanismo de acción del etileno aún no es bien conocido; parece ser que la maduración no empieza hasta que no se ha alcanzado una cierta concentración de etileno, y que esta concentración -- necesaria disminuye con el tiempo. Su acción varía con la temperatura; en las manzanas no tiene efecto estimulante por debajo de los 5°C., si bien se registra producción desde los 0°C. El etileno, por tanto, juega un papel poco importante mientras el fruto está en el interior de cámaras refrigeradas a baja temperatura, pero cobra importancia en el almacenamiento, para la maduración controlada y la maduración acelerada. (Pantástico y Mendoza 1970).

Hay varias sustancias que tienen una acción parecida a la del etileno; acetileno, propileno, butileno, óxido de carbono, etc., todas ellas se encuentran contenidas en el gas de ciudad, pero sólo el etileno se produce en los mismos frutos. (Molinas y Durán 1970).

Los cambios bioquímicos que se asocian con el proceso de maduración, requieren de la energía proporcionada por la respiración. Sin embargo, la causa del aumento respiratorio y por consiguiente los cambios que tendrán lugar, se atribuyen directamente al ETILENO, que además, es el responsable de múltiples acciones de naturaleza hormonal, interactuando básicamente con enzimas y sus stratos. Por esta razón al etileno se le denomina la hormona de la maduración. (Pantástico y Mendoza 1970).

Algunos resultados de esta acción compleja en los cambios graduales mencionados, se describen brevemente a continuación.

Carbohidratos.

Uno de los cambios más notables ocurre en la hidrólisis del almidón, es decir, hay un rompimiento de las cadenas largas, dando lugar a un aumento de azúcares simples, lo cual se expresa en el sabor, generando un incremento en la dulzura. De manera paralela y específicamente en aquellos carbohidratos que constituyen la estructura celular (por ejemplo los compuestos pécticos) se presentan fenómenos similares al anterior, pero en este caso determinan los cambios en firmeza del fruto (textura).

Pigmentos.

Son los compuestos responsables del color verde (clorofila) se suceden también en reacciones que conducen a la pérdida de ésta, llevándose a cabo la transformación de cloroplastos en cromoplastos (clorofila en carotenoides) proporcionándose con esto el desenmascaramiento de los pigmentos amarillos existentes en los tejidos, como sucede en el cambio de color en la piel o cáscara de plátano del verde al amarillo. Sin embargo, en otras especies como por ejemplo el jitomate o mango, predomina la formación o síntesis de pigmentos amarillos, anaranjados y rojos (carotenoides).

Otros cambios importantes, son aquéllos que no pueden detectarse a simple vista, pero que sin embargo, son determinantes para la aceptación de un producto para su consumo, como la acidez del fruto, característica que contribuye también en el sabor, el cual expresado en pH presenta un amplio intervalo de variación que va en algunas especies de 3.6 a 6 (jitomates, ciruelas y fresas), existen otros entre 5.5 y 7.5 (manzanas, peras, espárragos).

El siguiente sería el aroma, que se atribuye a la acumulación de un grupo muy grande y heterogéneo de compuestos volátiles (ácidos orgánicos, alcoholes, aldehídos, derivados del isopropeno, etc.)

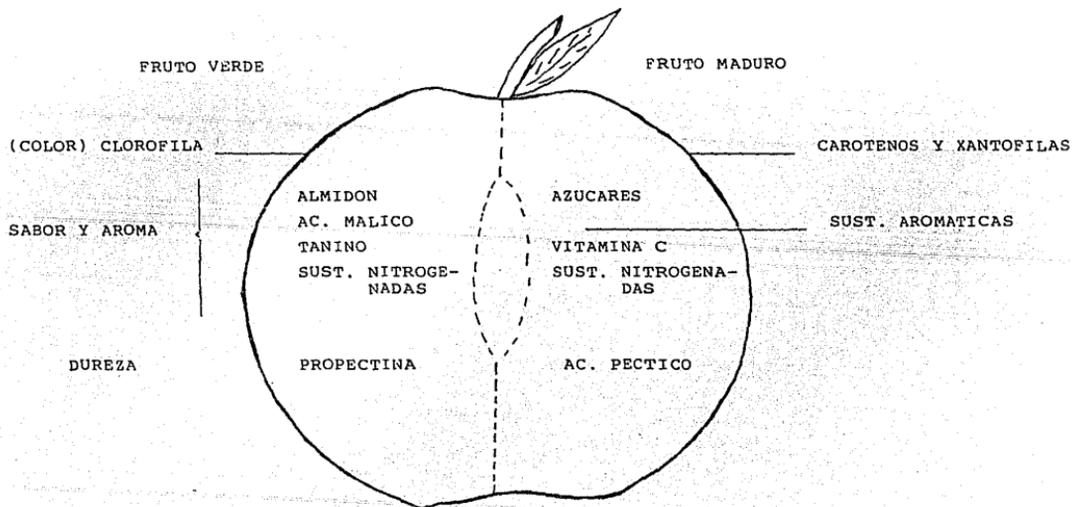
En resumen, resulta evidente la importancia del etileno en este proceso, por lo cual requiere ser considerado para establecer su control en el almacenamiento, dependiendo del destino del producto, (conservación o aceleración de madurez). (Phan 1971).

4.3.3 Transpiración.

Conjuntamente con la respiración, es muy importante tener en cuenta el fenómeno de la transpiración que se da en los frutos vivos. Por la transpiración se entiende, la eliminación de vapor de agua. Cuando el fruto está unido a la planta, el agua que se elimina por la transpiración es repuesta por la linfa que llega de las raíces; en cambio, en el fruto aislado no hay compensación y la pérdida de agua se traduce en pérdida de peso considerable, arrugado de la piel, etc. Tengamos en cuenta que el contenido de los frutos y hortalizas es muy elevado: Manzanas 84 %, peras 84 %, melocotones 87 %, fresas 90 %, tomates 94 %, lechugas 95 %. La pérdida de un 5 a 8 % de esta agua determina la formación de arrugas en la piel. La intensidad con que esta agua se evapora depende del grado de saturación de la atmósfera; sería nula si ésta continuara en 100 % de vapor (saturación). En los frutos provistos de cutícula gruesa y de revestimientos de cera la evaporación queda muy reducida gracias a estas protecciones.

Las concentraciones muy elevadas de humedad, por otra parte, favorecen el desarrollo de toda clase de microorganismos patógenos y pueden ser responsables del desarrollo de fisiopatías. También en este caso debemos buscar un óptimo que dependerá de la naturaleza de la mercancía que queremos conservar, que haga compatible una buena conservación con un mínimo de pérdida de peso. (Pantástico 1979).

COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO VERDE Y MADURO



ESQUEMA.

CARACTERISTICAS	FRUTA VERDE	PROCESO	FRUTA MADURA
Sabor y Aroma	Almidón	Hidrólisis del almidón	Azúcares
	Ac. málico	Rompimiento de cadenas	Vitamina C
	Taninos	largas, dando lugar a un	
	Sust. Nitro-	aumento de azúcares.	Sust. Nitrogenadas
	genadas	Oxidación de azúcares	Sust. Aromáticas
		dando lugar a un aumen	
Textura	Propectina	to de ácidos orgánicos.	
		Fermentación produciendo	
		alcoholes.	Acido péctico
Acidez	Sust. Nitro-	Compuesto péctico, rompimiento	
		de cadenas.	
Color	Clorofila	Catabolismo de proteínas,	Vitamina B
		purinas.	
		Hidrólisis de clorofila.	Desenmascaramiento
			de carótenos y xan
			tofilas.

5. CARACTERISTICAS DE ALMACENAMIENTO.

Es condición fundamental, para poder llevar a cabo una buena conservación frigorífica y obtener productos de calidad, recolectar la fruta u hortaliza en un estado de madurez óptimo; madurez que no es la conocida "madurez de consumo", sino que es la llamada - "madurez de recolección". En la madurez de recolección debe cosecharse cuando esté en sazón pero no maduro el fruto. La madurez de consumo el producto debe estar maduro, y la madurez fisiológica es cuando la semilla del fruto es viable para la germinación.

Igualmente importante son los cuidados culturales (alimentación, riegos, labores, podas, tratamientos fitosanitarios, etc.) y la operación de la recolección con los cuidados que ella requiere. - El estado de madurez adecuado para almacenar una fruta u hortaliza, va a depender del producto de que se trate y del destino que seguirá éste, es decir, para su consumo en fresco (mercado nacional o exportación), o bien, para su procesamiento (industrialización). (Kader et al. 1979).

Conforme procede la maduración, las frutas y hortalizas son más susceptibles de ser infectadas por una gran variedad de microorganismos, además algunos productos aparentemente sanos hospedan microorganismos patógenos en estado latente que se desarrollan cuando las condiciones ambientales son favorables, lo cual ocurre frecuentemente durante su permanencia en el almacén. Sin embargo, las frutas y hortalizas también 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 deterioración, se produce suficiente etileno que induce y acelera la maduración de los demás productos, reflejándose en la reducción del período estimado de almacenamiento y por consiguiente, en una pérdida económica que puede ser considerable. Dado que las frutas y hortalizas, en estado fresco presentan un proceso de maduración y descomposición variable a través del tiempo se plantea la necesidad de aplicar técnicas de acondicionamiento y conservación para el almacenamiento de estos productos. El acondicionamiento es el conjunto de operaciones dirigi-

das a la preparación de las frutas y hortalizas para el mercadeo y que se aplican antes de su almacenamiento o transportación, resulta evidente que si se llevan a cabo adecuadamente se garantiza que se almacenan productos de calidad. Estas operaciones son secuenciales y se ubican dentro de una línea de flujo como la que se presenta en la (fig. 8); el que en ella aparezcan todas las operaciones no indica que deberán aplicarse a cada producto, sino que el número y secuencia dependerá de la fruta u hortaliza que se esté acondicionando.

Es importante realizar adecuadamente las operaciones de selección, lavado, clasificación, envasado y las especiales, de lo contrario se pueden generar daños de orden mecánico y patológico en los frutos; los primeros ocasionados por el inevitable e íntimo contacto, en ocasiones fuerte y frecuente, entre los mismos productos o con las estructuras rígidas del equipo en donde se efectúan las operaciones, y los patológicos por un lavado inadecuado o aplicación de las operaciones especiales.

Ahora bien, las operaciones especiales (encerado, deverdecimiento, tratamientos químicos, etc.) merecen especial atención, porque aunados al almacenamiento son determinantes en la vida y conservación de la calidad. Por ejemplo el encerado consiste en la aplicación de una película externa que al modificar las propiedades naturales de permeabilidad de las frutas y hortalizas, reduce la velocidad de su respiración, transpiración y por consiguiente, su proceso de maduración. Las películas son selectivas y pueden combinarse con agentes químicos como fungicidas y reguladores del crecimiento, los primeros se adicionan para inhibir el desarrollo de microorganismos, en el caso de los reguladores del crecimiento aunque su uso es limitado, se utiliza para retardar la degradación de clorofila en limón, cuando los reguladores de crecimiento se aplican solos, se emplea para controlar la brotación en papas y zanahorias.

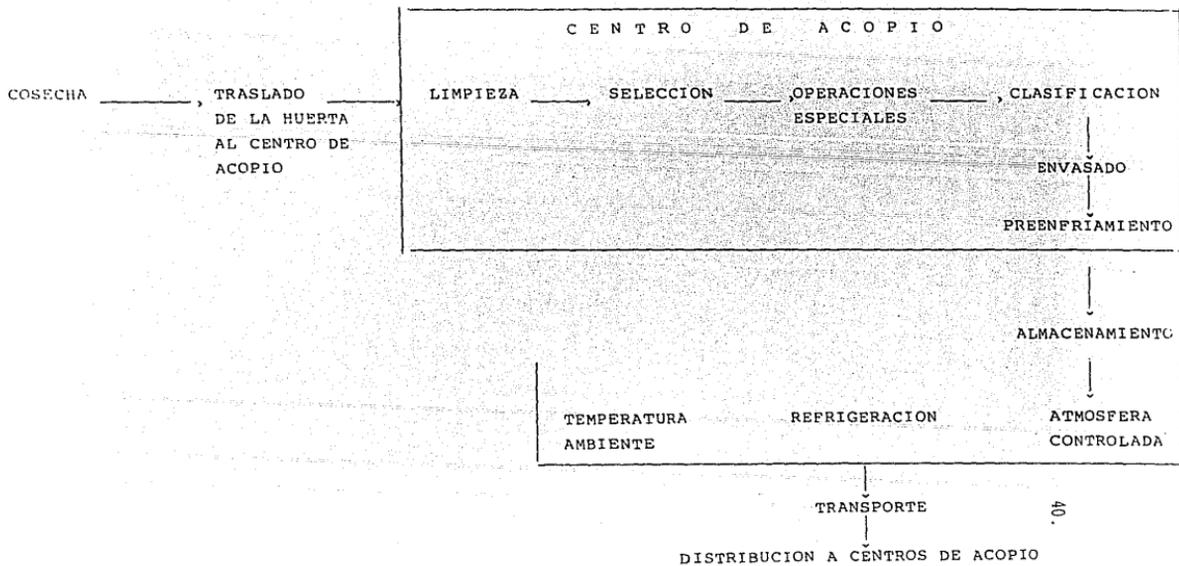
Otra operación de acondicionamiento, es el preenfriamiento, que consiste en someter a las frutas y hortalizas a un enfriamiento rápido con la finalidad de eliminar su calor de campo y lograr una temperatura homogénea y cercana a la de su almacenamiento; posteriormente, los frutos se transfieren a un frigorífico para su conservación. El uso del preenfriamiento, tiene influencia --

sobre la calidad final del producto, en la vida de almacenamiento y en el abatimiento de los costos de su almacenamiento. Con la prerrefrigeración se consigue reducir la duración del período durante el cual el producto, aún caliente, respira activamente, se recalienta y pierde agua y elementos nutritivos; en realidad, con la prerrefrigeración se pretende inmovilizar el producto en sus condiciones iniciales. (Michel et al. 1972, Kasmere y Mitchel - 1974 y 1978).

Es necesario a su vez tomar en cuenta el control de las variables siguientes en el almacén; ya que dependiendo de éstas y del destino final del producto, se seleccionará el tipo de almacenamiento que puede ser: A temperatura ambiente, con refrigeración, en atmósfera controlada, hipobárico o una combinación de éstos.

- 1.- Temperatura (interna y externa)
- 2.- Concentración de CO_2 y O_2
- 3.- Concentración de compuestos volátiles (etileno)
- 4.- Temperatura del producto
- 5.- Humedad relativa
- 6.- Circulación interna del aire
- 7.- Higiene del almacén
- 8.* Tipo y distribución de los envases
- 9.- Calor generado por los frutos
- 10.-Carga de refrigeración

Fig. 8 .- Secuencia de las operaciones de acondicionamiento previas al almacenamiento.



5.1 Factores que se controlan en el almacén.

Además de las características y las operaciones de acondicionamiento a las que se haya sometido un producto, existen otros factores que también deben considerarse como son los directamente -- relacionados con el almacén (temperatura, humedad relativa, circulación del aire, etc.), en donde permanecerán; su importancia radica en el efecto directo y esencial que ejercen en su conservación, puesto que la vida de la mayoría de ellas puede extenderse mediante su almacenamiento en condiciones que mantengan su calidad. Las condiciones óptimas requeridas varían considerablemente de producto a producto y puede decirse que para una fruta u hortaliza específica, serán aquéllas que permitan su almacenamiento -- por un período tan prolongado como sea posible, sin que haya una pérdida apreciable en los factores de su calidad; como el sabor, -- textura, color y valor nutritivo.

El almacén es el sitio limitado físicamente y cerrado dentro del cual se colocan las frutas y hortalizas en diferentes tipos de -- distribución y donde se controlan los factores que proporcionarán el efecto deseado del almacenamiento (prolongar la vida y conservar la calidad de los productos).

De lo anterior se evidencian dos aspectos importantes: El propósito u objetivo del almacenamiento y la forma a través del cual se debe llevar a cabo, lo que se traduce como conservación y control. Por consiguiente, el enfoque en este capítulo se centra principalmente en el análisis de las variables y partes del sistema del -- almacén que deben ser sometidas a control. (CONAFRUT 1982).

5.1.1 Temperatura.

Los procesos de la vida de un producto perecedero están regulados por la temperatura, por lo tanto, este parámetro es determinante en la velocidad a la que ocurre su maduración y senescencia y pueda limitar su vida potencial de comercialización. De este punto de vista, el efecto directo de la temperatura sobre la velocidad de producción y acción del etileno debe ser considerada, ya que -- éste puede tener efectos benéficos(ejemplo típico sería la madu-

ración inducida del plátano) o perjudiciales (ocasionando una reducción en la vida útil del producto), por consiguiente, es necesario controlar adecuadamente la temperatura para regular los efectos del etileno en la maduración y senescencia.

Además conviene tener presente que las temperaturas favorables -- para el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos -- coinciden frecuentemente con las temperaturas a las que procede la maduración normal de frutas y hortalizas. La temperatura también tiene efectos en la pérdida fisiológica de peso de los productos vegetales; a modo de ejemplo, consideremos que un almacén se encuentre a una temperatura de refrigeración de 3° C. y de él se transfiera fruta a una temperatura de 17°C. Para analizar en forma simple el comportamiento del fruto en estas condiciones, hay que tener presente que éste está constituido principalmente de -- agua, que en los espacios intercelulares se encuentra en forma de vapor. (fig. 9). Al ser sometida la fruta a un cambio de temperatura de 3°C. a 17°C., el vapor de agua interna tenderá a salir por difusión desde los espacios que lo contienen hacia la superficie del fruto, produciéndose por este hecho, una pérdida de agua, debida a la transpiración. Esto es en todas las células y por lo cual el metabolismo es más rápido y por ello la muerte del fruto. Este proceso es continuo si tomamos en cuenta que el vapor de -- agua en la superficie del fruto es constantemente removido por el aire circulante que lo rodea, produciéndose así la pérdida fisiológica de peso, la cual disminuirá progresivamente a medida que -- desciende la temperatura del fruto.

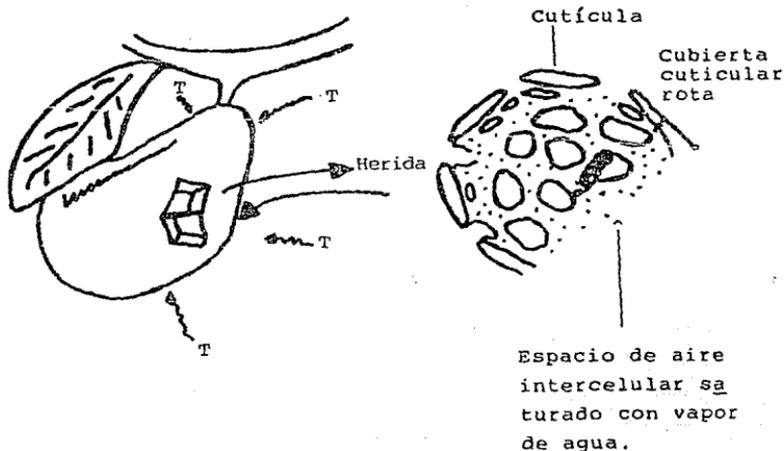
Con la aplicación de bajas temperaturas, también se reducirán la presión de vapor tanto de agua contenida en el fruto, como de -- aquellos compuestos responsables de su aroma y olor característico, porque se retarda la maduración. (Michel et al. 1972).

Para la temperatura de conservación podemos fijar, un óptimo que será la que nos permita obtener una máxima conservación con un -- mínimo de riesgo y de pérdida de calidad. Esta temperatura óptima varía según las características de la variedad y según el tiempo que queremos hacer durar la conservación. Un efecto de la temperatura es el llamado "Dual Temperature", que consiste en mantener los frutos a temperaturas inferiores al mínimo tolerado, pero por espacios de tiempo relativamente cortos, y someterlos periodi

camente a valores bastante por encima del óptimo, con este sistema se pueden alcanzar conservaciones máximas en frutos sensibles a daños al frío. (Molinas y Durán 1970).

Es norma general que cuando más baja haya sido la temperatura durante el proceso de conservación, más tiempo se necesita para -- obtener el cambio de color, la jugosidad y el aroma, es decir, -- las características organolépticas de la fruta madura, una vez -- sacada de la cámara, ya que se frenan los procesos de maduración. Para alcanzar estas características podemos mantener la fruta a -- temperatura más alta por un período tanto más largo cuanto más -- baja era la temperatura de conservación. Este sistema es preferido por algunos comerciantes al introducir en la cámara, fruta madura inmediatamente después de la cosecha. (Lutz y Hardenburg -- 1968).

Fig. 9 .- Representación esquemática de la pérdida de agua de un producto fresco.



5.1.2 Humedad Relativa.

De manera conjunta con la temperatura del almacén, la humedad relativa del aire ejerce una influencia determinante sobre la vida de almacenamiento de las frutas y verduras. Visto a través de la pérdida de peso los productos, se puede establecer que ésta no se debe al efecto único de la temperatura del medio, sino también al contenido del vapor de agua del aire, ya que éste captura de la superficie del fruto una mayor o menor cantidad de agua del vapor transpirado, provocándose con esto una pérdida de peso del producto. Cabe aclarar que este factor no tiene ninguna influencia directa sobre las reacciones metabólicas del fruto pero sí sobre la apariencia general del mismo. Para proporcionar una idea más clara en relación a otros posibles efectos, hay que tomar en cuenta que en general, la humedad relativa puede ser tanto más elevada, cuanto más baja es la temperatura; aún en estos casos se puede favorecer al ataque y crecimiento de microorganismos, por ejemplo:

- En una humedad relativa de 75 % las bacterias se producen lentamente pero la pérdida de peso dependiendo del producto almacenando, es elevada.
- Con humedades relativas del 90 - 95 % se tienen pequeñas pérdidas de peso, se favorece la multiplicación de los microorganismos.

Estos hechos permiten insistir, en que debe mantenerse en el almacén una adecuada humedad relativa, de acuerdo al producto a conservar, así como del tiempo de almacenamiento. (CONAFRUT 1982). Con la aplicación de fungicidas, una humedad cercana al 100 % -- mejora los daños por el frío, pero la baja humedad acentúa los -- síntomas. (Morris y Platenius 1938) obtuvieron una reducción apreciable en la formación de cavidades en pepinos y pimientos, elevando la humedad de almacenamiento al 100 %. Estos investigadores demostraron que la gravedad de las cavidades está en correlación directa con la tasa de transpiración y que la pérdida muy -- rápida de agua no conduce a la formación de cavidades, si los frutos no se han expuesto al mismo tiempo a humedad relativa baja. (Mc Colloch 1962) observó que los pimientos almacenados durante -- 12 días a 0°C., con humedad relativa del 88 al 90 %, tenían 67 %

de cavidades en comparación con el 33 %, con el 96 al 98 % de -- humedad relativa, en el mismo período de exposición y a la misma temperatura. Aparentemente, la reducción en la transpiración en vez de la humedad elevada, redujeron al mínimo los daños por frío. De ahí que la reducción en cavidades observadas en piñas encera-- das, (Chace et al. 1966) y en pepinos encerados (1962) puede de-- berse a la suspensión de la pérdida de agua.

5.1.3 Concentración de Gases.

Este factor es uno de los más importantes cuando se pretende con-- servar o prolongar la vida de las frutas u hortalizas, ya que -- estos productos mantienen una actividad respiratoria que está en función directa de las concentraciones de oxígeno (O_2) y bióxido de carbono (CO_2) por lo tanto, si cambian las concentraciones de estos gases entonces la actividad respiratoria aumentará o dismi-- nuirá, lo que se reflejará en la velocidad del proceso de madura-- ción, por ejemplo; el empleo de concentración de CO_2 mayores del 0.03 % (del 1 al 10 %) disminuyen el proceso de respiración y -- por lo tanto, el de maduración. Sin embargo, cuando se acumulan concentraciones de CO_2 mayores al 10 % se ocasionan en muchos de los casos, serias alteraciones en los productos (desarrollo de -- desórdenes de naturaleza fisiológica, olores y sabores desagrada-- bles). Por otro lado, también debe considerarse la producción de etileno (C_2H_4) por el efecto que tiene de acelerar la madura-- ción; sobre todo si se almacenan dos o tres especies en el mismo sitio. (Mann et al. ---).

Se ha visto que, manteniendo constante la temperatura, los proce-- sos de maduración se hacían más lentos al disminuir la concentra-- ción de oxígeno en la atmósfera; sin embargo, si se llega a con-- centraciones demasiado bajas (menores de un 2 % a 12 %) se -- producen síntomas de asfixia en los frutos, y debido a que en --- estas condiciones, algunas de las reacciones típicas de la respi-- ración anaeróbica pueden desarrollarse y se inician fenómenos de fermentación cuyos efectos perjudiciales ya se explicaron. El -- aire contiene O_2 en proporción del 21 %. Este efecto de la con-- centración de oxígeno se aprovecha fundamentalmente en la conser--

vación en atmósfera controlada, y el efecto contrario, es decir, la aceleración de las reacciones fisiológicas a altas concentraciones de O_2 en los procesos de maduración acelerada. Las concentraciones elevadas de anhídrido carbónico tienen el efecto de frenar la maduración pero los resultados tan aparentes que se observan al aumentar la concentración de este gas son debidas a la disminución relativa que se produce en la centralización de oxígeno. Concentraciones demasiado elevadas de CO_2 (mayores de un 10 %) favorecen los procesos de fermentación y pueden determinar la aparición de ciertas fisiopatías, como la podredumbre del corazón de las manzanas y peras. También en este caso nos encontramos con una concentración tope que no podemos sobrepasar para no causar efectos perjudiciales en la fruta, y con una centralización óptima que es la que debemos aplicar para obtener la máxima conservación sin que se manifiesten efectos perjudiciales. En los frutos climatéricos el etileno interviene acelerando la maduración sólo cuando se encuentran en fase preclimatérica; en cambio, en los climatéricos se da respuesta en cualquier momento. Las sustancias aromáticas, como los aceites esenciales, que se producen durante la maduración, si llegan a acumularse pueden producir daños en la epidermis (escaldado de peras y manzanas, por ejemplo). En general, todos estos productos volátiles no se acumulan en un frigorífico normal, y sólo pueden representar un problema en locales pobremente ventilados, porque hay una maduración acelerada. (Molinas y Durán 1970).

5.1.4 Circulación del Aire.

La circulación del aire, tiene como función promover mediante dispositivos de distribución, la circulación interna del aire, misma que debe garantizar una homogénea temperatura y humedad en el espacio de la cámara o almacén manteniendo un contacto íntimo con toda la superficie del producto (fig. 10 y 11). En cuanto a las características de este aire, son importantes tanto su contenido de humedad como la velocidad a la cual circule. A condiciones de bajas humedades y altas velocidades de circulación, la acción directa sobre la superficie del fruto genera que el ritmo

de evaporación o pérdida de peso, sea más elevado. (CONAFRUT 1982). Analizando el efecto contrario, es decir, con humedades del orden del 100 % , manteniendo el aire en reposo, se tendrían las condiciones ideales para reducir la deshidratación de frutos y hortalizas, sin embargo, se propicia el desarrollo de pudriciones y por lo tanto, no resulta conveniente. En general se recomienda manejar humedades relativas del orden del 80 - 95 % y velocidades de aire que garanticen una circulación adecuada.

Es factible utilizar velocidades muy altas de aire, durante la -- etapa inicial del enfriamiento, aún a pesar de una cierta pérdida de peso en el fruto, ya que la alta velocidad aumenta el ritmo de transpiración del producto pero ocasiona una reducción más rápida de su temperatura. Esto implica que el control de las velocidades y humedades relativas mantendrían a un ritmo mínimo la pérdida de peso del producto almacenado. (CONAFRUT 1982).

Fig. 10 .- Sistema de distribución del aire que garantiza una temperatura y humedad homogénea en el interior de la cámara o almacén refrigerado.

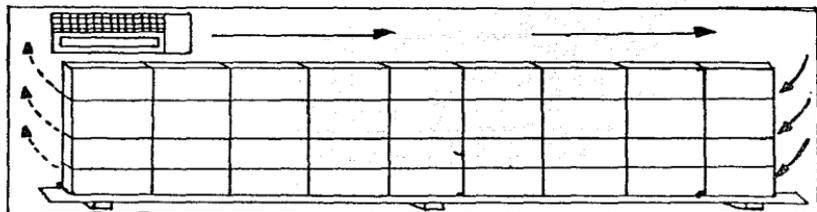
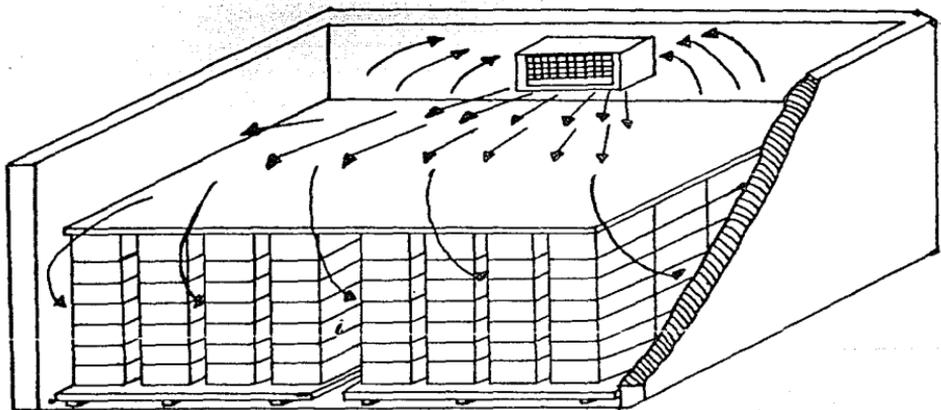
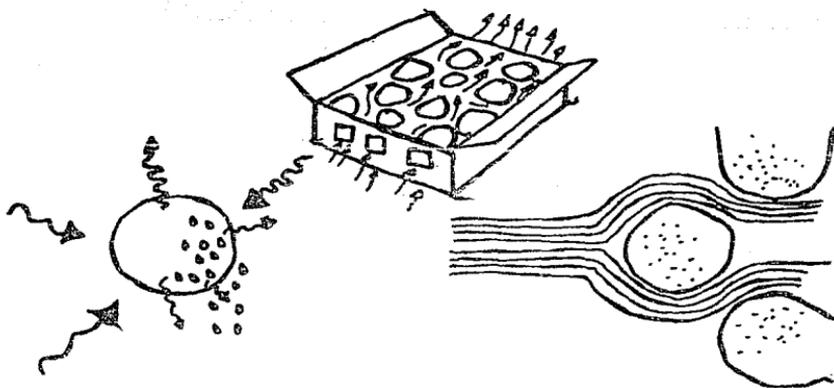


Fig. 11 .- Representación esquemática de la transmisión de calor en los productos vegetales.



5.2 Consideraciones del Producto al ser Almacenado.

En este tema se estudiará a la fruta u hortaliza integrada a un sistema de almacenamiento en el que se mantendrá controlado su proceso de maduración sin que se induzca su deterioro o pérdida de calidad. En este punto en donde resulta necesario considerar aspectos como la especie de que se trata, la variedad, el estado de madurez en que se corta, su metabolismo, su calidad inicial, las propiedades del producto y el acondicionamiento al que fue sometido (incluyendo el tipo de empaque) para poder predecir y establecer su comportamiento en el almacén, lo que permitirá elegir el tipo de almacenamiento al que deberá someterse el producto. (fig. 12).

Por esta razón, cuando se les almacena en estado fresco se debe proteger del deterioro y para ello, es necesario proporcionarles el medio más adecuado que garantice que llegarán a su destino, de ser posible, con las mismas características con las que fueron almacenados, y con una vida suficiente para su distribución y consumo. (CONAFRUT 1982).

5.2.1 Tipo de Organó, Especie y Variedad.

En lo referente a la naturaleza del producto, el grado de perecimiento depende mucho del tipo de órgano de que se trata; así por ejemplo, las raíces como el camote, los tubérculos como la papa y los bulbos como la cebolla y el ajo, son poco perecederos debido a que están adaptados para mantenerse en un estado de reposo hasta que las condiciones del medio ambiente se vuelvan favorables para su brotación y crecimiento; mientras que los tallos -- como el apio, las hojas como las espinacas y las acelgas, las flores como la calabaza y coliflor, y los frutos como el jitomate, la calabacita, el mango, la uva, y el chicozapote, son muy perecederos debido a que están adaptados para madurar y envejecer y no para entrar al 'reposo'. Esta adaptación a su vez depende del nivel de reservas energéticas que a su vez determina un tipo de metabolismo y esto se relaciona con el mayor o menor tiempo de vida media. El tipo de órgano vegetal (bulbo, raíz, -

tubérculo, tallo, hoja, flor y fruto), no es lo único que determina qué tan perecedero es un producto, la especie es otro factor, encontrándose algunas que perecen más pronto que otras, por ejemplo, la fresa y la flor de calabaza son de las especies más perecederas, mientras que la manzana y la zanahoria de las más duraderas. Además, dentro de una misma especie las variedades pueden tener diferente grado de perecimiento así, la variedad de pera "Bartlett" es más perecedera que la "Anjou". En base al tiempo que las frutas y hortalizas pueden durar en buenas condiciones almacenadas se les puede clasificar en los tres grupos -- que aparecen en la tabla siguiente:

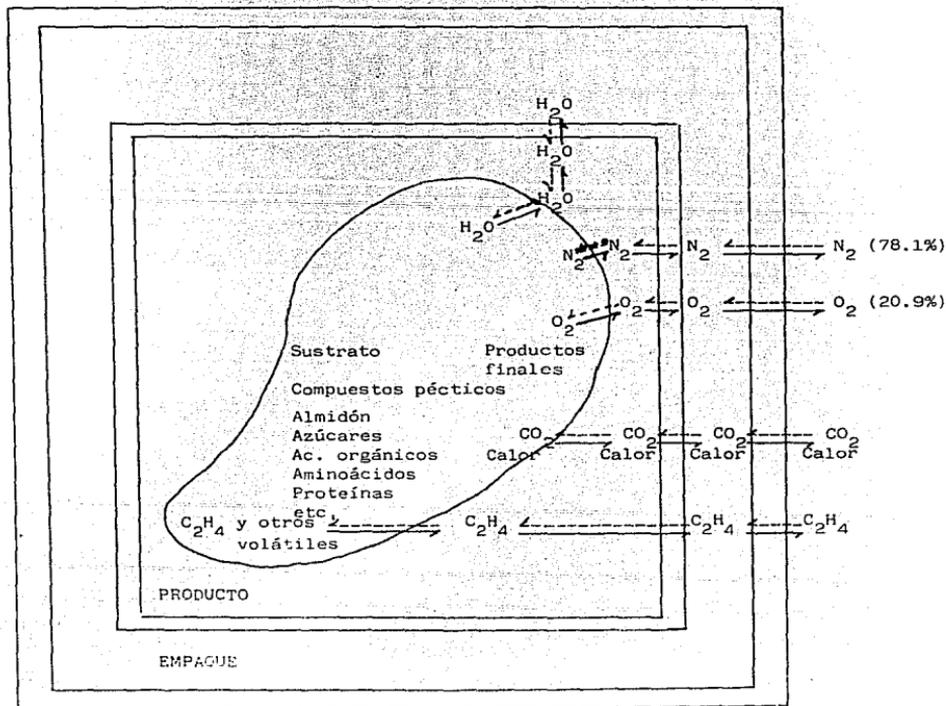
CLASIFICACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS POR SU GRADO DE PERECIMIENTO

MUY PERECEDERAS		PERECEDERAS		POCO PERECEDERAS	
Días	£	Semanas	£	Meses	£
HORTALIZAS					
Berenjenas	7	Botones de Bruselas	3 - 5	Alcachofa	1
Berros	3 - 4	Col	3 - 6	Ajo seco	6 - 7
Brócoli	10 - 14	Coliflor	2 - 4	Calabaza	2 - 3
Ejotes	7 - 10	Chícharo	1 - 3	Camote	4 - 6
Elotes	4 - 8	Chile pimiento	2 - 3	Cebolla S.	1 - 8
Espinacas	10 - 14	Espárragos	2 - 3	Perejil	1 - 2
Hongos	3 - 4	Jitomate verde	1 - 3	Zanahoria	4 - 5
Jitomate M.	4 - 7	Lechuga	2 - 3		
Pepinos	10 - 14	Rábanos	3 - 4		
FRUTAS					
Fresa	5 - 7	Aguacate	2 - 4	Coco	1 - 2
Higo	1 - 10	Cereza	2 - 3	Dátiles	6 - 12
Zarzamora	2 - 3	Chabacano	1 - 2	Limonos	1 - 6
		Ciruela	2 - 4	Manzana	3 - 8
		Durazno	2 - 4	Membrillo	2 - 3
		Guayaba	2 - 3	Naranja	3 - 8
		Mandarina	2 - 4	Pera	2 - 7
		Mango	2 - 3	Persimonia	3 - 4

Nectarina	2 - 4	Toronja	1 - 1.5
Litchi	3 - 5		
Papaya	1 - 3		
Piña	2 - 4		
Plátano	2 - 4		
Uva	2 - 8		

E Intervalos de almacenamiento en condiciones óptimas, estimados por diferentes investigadores.

Fig. 12 .- El producto y su ambiente.



5.2.2 Calidad Adecuada.

Se considera a la calidad del fruto u hortaliza, como un conjunto de características adquiridas al final del proceso de maduración expresadas en color, sabor, olor y textura; para lograr - - estos resultados, es necesario que se lleven a cabo una serie de cambios y conversiones en diferentes compuestos químicos, lo que a su vez determinará el estado de madurez y se reflejará en la - calidad final del fruto.

Así, para el almacenamiento se requiere de un estado de madurez fisiológica, que permita retardar o acelerar el desarrollo óptimo de las características del fruto.

En forma práctica, se recomienda para el almacenamiento un estado en que las frutas no se encuentren muy inmaduras, ni en un estado de madurez avanzado, en el primer caso pueden provocarse daños al producto y probablemente no madurarían, y en segundo, - se acortaría su vida de almacenamiento.

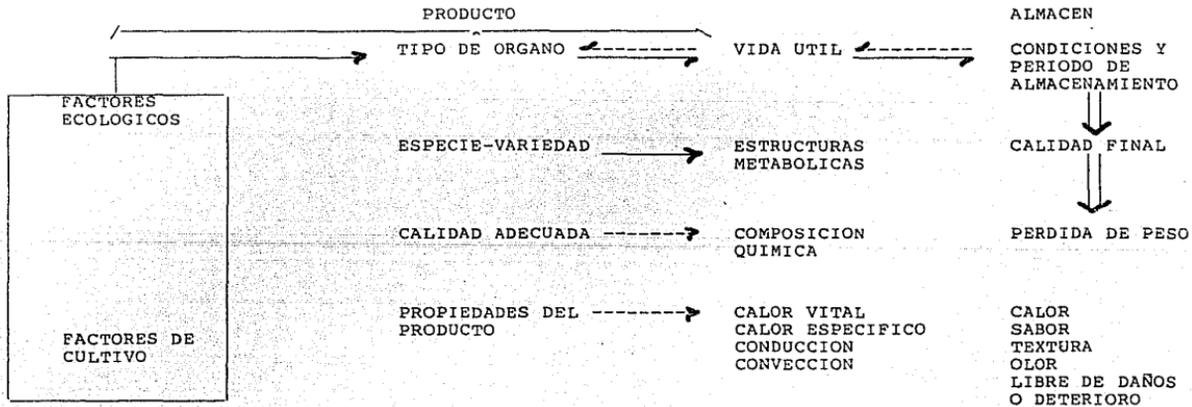
5.2.3 Propiedades del Producto.

Por las características propias del almacenamiento, el fruto también debe ser considerado como un cuerpo físico dado que producirá, por efecto de su temperatura, una cantidad de calor que debe ceder en el momento de ser introducido al almacén. El proceso - para remover este calor que enfriaría al fruto se lleva a cabo a través de dos mecanismos; por conducción y por convección, el - primero, generalmente asociado con los cuerpos sólidos y el segundo con los líquidos y gases.

En el caso de las frutas y hortalizas dada su estructura celular constituida tanto de sólidos, como de líquidos y gases, los dos mecanismos de transmisión de calor se manifiestan simultáneamente. En el mecanismo de conducción, la transmisión de calor se - lleva a cabo mediante el movimiento que ocurre de molécula de - membranas y paredes; mientras que la convección por el desplazamiento de moléculas como el agua, bióxido de carbono, etileno, - etc., generando su salida en estado gaseoso hasta que llega a la superficie del producto en donde el aire del almacén lo arrastra

por convección, (fig. 11). Por estos motivos, es importante -- considerar el papel que juegan las propiedades del fruto. Para concluir, en el siguiente cuadro se ilustran las relaciones que existen entre factores que definen las características del producto, determinantes para establecer las condiciones del almacén, por su influencia en la calidad final.

ACONDICIONAMIENTO



6. APLICACIONES DEL ALMACENAMIENTO.

Para apreciar el papel relevante del almacenamiento, es necesario conocer los diferentes tipos existentes, sus aplicaciones en función del destino que se fije para el producto de que se trate y - también, las ventajas y desventajas que ofrece cada método. Cabe señalar que con frecuencia, se requiere utilizar varias técnicas en forma simultánea o secuencialmente para obtener resultados deseados; así dependiendo de las características de conservación de frutas y hortalizas durante un período determinado; el almacenamiento puede ser:

- A temperatura ambiente.
- Refrigerado.
- Con atmósfera controlada.
- Almacenamiento hipobárico.

6.1 Almacenamiento a Temperatura Ambiente.

Este método se asocia a los establecimientos cuya necesidad es la de una venta rápida con rotación de los cultivos, cuyo período de vida comercial es de uno a dos días máximo; para algunos casos, - una semana y en contadas ocasiones quince días.

Para el caso de almacenamiento a temperatura ambiente, esta técnica tiene como función mantener o acelerar la intensidad en el desarrollo de la maduración del fruto; en el primer caso, se aplican temperaturas del ambiente de 18° a 24°C. y humedades relativas de 60 - 90 %, para lograr un estado de madurez comestible, -- por ejemplo: Jitomate, ciruela, aguacate. Cuando el propósito de acelerar la maduración como sucede en el caso del plátano, se aplica etileno a temperatura ambiente de 20°- 22°C. y 80 - 90 % de humedad relativa.

El almacenamiento no refrigerado, también se conoce como almacenamiento común o ventilado e involucra una inversión de capital y - costos de operación considerablemente menores con respecto al almacenamiento refrigerado. Requiere de un equipo para controlar y mezclar automáticamente la entrada del aire exterior con el aire que se recircula en el interior del almacén. El uso máximo puede

obtenerse con el aire de las noches frías, el cual se circula alrededor del almacén o a través del producto en las estibas, dependiendo del diseño y aplicación del sistema del aire.

Este tipo de almacenamiento es útil en el caso de camotes, papas, cebollas, ajos y zanahorias, para papas se recomienda un flujo de aire de $0.023 \text{ m}^3/\text{min}$. por cada 45 kg. del producto almacenado, - una cantidad menor de aire ocasionaría que se acumulara el calor desprendido por el producto, estimulando el crecimiento de microorganismos que causan pudriciones; sin embargo, no debe excederse la cantidad de aire que circule, ya que se provocaría una excesiva pérdida de humedad del producto. (Lutz y Herdenburg 1968).

Otro tipo de almacenamiento a temperatura ambiente, consiste en almacenar productos como los anteriores en sótanos o bases subterráneas, siendo necesario que el aire exterior sea frío, lo cual limita su uso, ya que depende principalmente del clima y no es práctico a menos que se mantenga en un área en donde la temperatura promedio en el invierno sea al menos de 0°C .

6.2 Almacenamiento Refrigerado.

Este tipo de almacenamiento tiene un campo de acción más frecuente, tomando en cuenta que su objetivo es el de prolongar la vida de una fruta u hortaliza, mediante la disminución de su actividad. Esta técnica tiene estrecha relación con almacenes comerciales de ventas al mayoreo generalmente alejados de los centros de producción en donde los períodos de almacenamiento varían desde siete a diez días para productos sensibles como jitomates y melones; 12 semanas en el caso de las naranjas y limones y hasta un año como ocurre en manzanas y peras en condiciones adecuadas de almacenamiento.

Hay que señalar que dicho período depende tanto del tipo de producto, como de las características y condiciones del almacén en donde se aplican temperaturas de $-2^\circ\text{a } 15^\circ\text{C}$., con humedad relativa del orden de 85 - 90 %.

La refrigeración en comparación con otros métodos para la conservación de frutas y hortalizas tales como el secado, la conservación en vinagre, azúcar y diversos productos químicos, puede lo--

grar que el valor nutritivo, sabor natural, olor y calidad de -- estos productos apenas se diferencien de los recién cosechados. Aunque de entre estos métodos es el de mayor costo, esto se com-- pensa por la superior aceptabilidad y calidad de los productos -- así conservados. (Michel y Guillo 1972).

Las condiciones básicas que hacen posible la refrigeración son -- sencillas pero los equipos que se emplean para lograrlo, son bas-- tante complicados y costosos.

La refrigeración se puede definir como el proceso mediante el -- cual se remueve el calor del interior al exterior de un almacén -- bajo condiciones controladas, utilizando para remover el calor di-- ferentes substancias denominadas refrigerantes, las cuales pueden ser líquidas o sólidas (hielo, freón, etc.) que al atrapar el -- calor cambian de fase (ejemplo de líquido a gas) generando una -- baja en la temperatura cuando absorben el calor de los productos para que ellos se evaporen .(fig. 13).

La refrigeración tiene un efecto directo en la reducción del pro-- ceso de maduración, en la pérdida fisiológica de peso de los pro-- ductos hortofrutícolas, y en los microorganismos patógenos que in-- ciden en ellos.

Sin embargo, es muy importante que en el almacenamiento refrigera-- do se controle la temperatura de tal manera que no se presenten -- variaciones mayores de 2°C. por encima o por debajo de la tempe-- ratura adecuada para el producto, ya que si ésta aumenta, se redu-- cirá el período de almacenamiento del producto al madurar más rá-- pidamente, ocurriendo con frecuencia que la humedad contenida en el aire del almacén se condense sobre las hortalizas y frutas, -- favoreciendo el desarrollo de infecciones por microorganismos pa-- tógenos que ocasionarán su descomposición y muerte y si la tempe-- ratura disminuye se corre el riesgo de ocasionar al producto el -- denominado daño por frío. Por esto, la lectura de la temperatura debe tomarse en varios puntos del almacén y a diferentes alturas, así como en el interior de los envases o empaques que contienen a las frutas y hortalizas, pues es frecuente que algún envase en la estiba obstaculice la circulación del aire.(CONAFRUT 1982).

Los termómetros que se utilizan para verificar la temperatura tan-- to del almacén, como de los productos, deben tener divisiones de 0.5°C. y ser de buena calidad.

En frutas y hortalizas contenidas en cajas de madera, no existen problemas de falta de circulación del aire, pero en envases de cartón, es frecuente que éste se presente, lo que origina que el producto en su interior se encuentre a mayor temperatura, induciendo más pronto su maduración, ocasionando que en un mismo lote existan frutas y hortalizas en varios estados de madurez.

Cuando se almacenan frutas y hortalizas en los frigoríficos, -- deben introducirse a una temperatura tan cercana como sea posible a la que van a ser almacenadas (véase tablas II y III), esto se logra por medio del enfriamiento; de no ser así, tardarán de dos a tres días para alcanzar la temperatura de refrigeración con la consiguiente disminución del período potencial de su vida de almacenamiento. (Michel et al. 1972).

La humedad relativa es la relación de la cantidad de vapor de -- agua contenida en el volumen de aire a una temperatura dada, a la máxima cantidad de vapor de agua que contendría a esa misma temperatura.

La humedad relativa ejerce una influencia determinante en la conservación de frutas y hortalizas cuando se almacenan bajo refrigeración, si es demasiado baja ocasionará su marchitamiento y enjuetamiento, si es alta se favorecerá su descomposición. Si se desean obtener los mejores resultados en el almacenamiento, es necesario mantener una adecuada humedad relativa en el interior de -- los almacenes. Por ello se requiere que tengan un buen aislamiento, que no presenten fugas y que la superficie de enfriamiento -- del evaporador sea suficiente.

Cuando se pone en funcionamiento un almacén refrigerado gradualmente irá disminuyendo su temperatura, en cambio su humedad relativa se irá incrementando, estabilizándose ambos cuando se alcanza la temperatura de operación, que es aquélla bajo la cual se -- van a conservar los productos almacenados. A partir de este momento para mantener constante la humedad relativa en todos los -- sitios, es necesario que el aire circule homogéneamente a una velocidad de 15 a 23 m/min. a través de las estibas.

Es normal que los productos almacenados en locales adecuados con refrigeración pierdan mensualmente el 0.8 % de su peso; sin embargo, debe cuidarse que durante todo el período de almacenamiento -- las pérdidas no excedan al 1.5 % de su peso total.

Cuando en el interior de un almacén se registran humedades relativas bajas, se emplean humidificadores para elevarlas; éstos son equipos que nebulizan agua, cediéndola al medio ambiente, parte de esta humedad se condensa y se convierte en hielo que recubre las aletas del evaporador, reduciendo su capacidad enfriante, por lo cual, es una práctica obligada descongelar frecuentemente el evaporador cuando se emplean humidificadores. Para la mayoría de frutas y hortalizas se recomiendan humedades relativas del 85 al 95 %. (véase tabla II y III). (Molinas y Durán 1970, Lutz y Hardenburg 1968).

Fig. 13 .- Esquema de la remoción de calor en el interior de un -
frigorífico que emplea bloques de hielo como refrige-
rante.

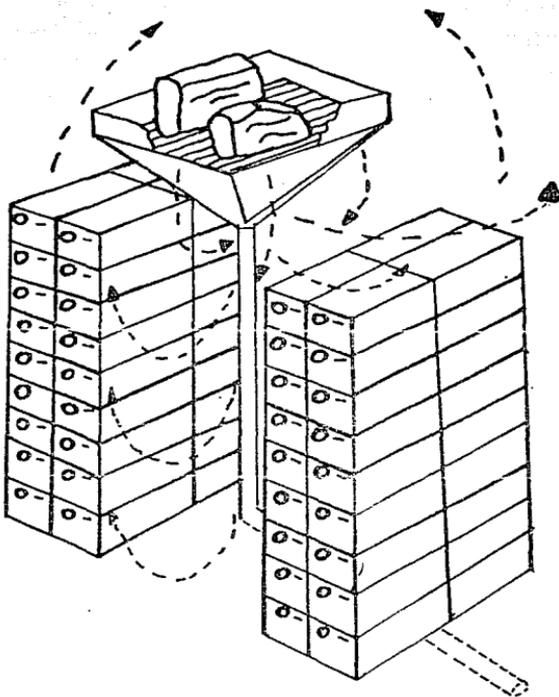


TABLA II
 TEMPERATURA Y HUMEDAD RECOMENDADAS, VIDA DE ALMACENAMIENTO, CONTENIDO DE AGUA
 Y CALOR ESPECIFICO DE ALGUNAS FRUTAS FRESCAS EN
 ALMACENAMIENTO COMERCIAL

Producto	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Período Aproximado de Almacenamiento	Contenido de Agua %	Calor Específico Kcal/Kg °C
Aceitunas frescas	7.2 - 10.0	85 - 90	4 - 6 semanas	75.2	0.8
Aguacates	4.4 - 12.8	85 - 90	2 - 4 semanas	65.4	0.72
Bayas:					
Arándanos	-0.56- 0.0	90 - 95	2 semanas	82.3	0.86
Frambuesa	-0.56- 0.0	90 - 95	----	80.6	0.85
Fresas	0.0	90 - 95	5 - 7 días	89.9	0.92
Grosellas	-0.56- 0.0	90 - 95	1 - 2 semanas	84.7	0.88
Zarzamora	-0.56- 0.0	90 - 95	2 - 3 días	83.0	0.86
Cerezas	-1.11- 0.56	90 - 95	2 - 3 semanas	80.4	0.8
Ciruella	-0.56- 0.0	90 - 95	2 - 4 semanas	85.7	0.89
Coco	0.0 - 1.67	80 - 85	1 - 2 semanas	46.9	0.58
Chabacanos	-0.56- 0.0	90	1 - 2 semanas	85.4	0.88
Dátiles	-17.8 - 0.04	75	6 -12 semanas	20.0	0.36
Duraznos	-0.56- 0.0	90	2 - 4 semanas	89.1	0.91
Granadas	0.0	90	----	83.0	0.86
Guayabas	7.2 - 10.0	90	2 - 3 semanas	83.0	0.86
Higos frescos	-0.56- 0.0	85 - 90	7 -10 días	78.0	0.82
Lichis	1.67-	90 - 95	3 - 5 semanas	81.9	0.86
Limas	8.89- 10.0	85 - 90	6 - 8 semanas	86.0	0.89
Limones	7.5	85 - 90	1 - 2 semanas	89.3	0.91
Mangos	12.8	85 - 90	2 - 3 semanas	81.4	0.85
Manzanas	-1.11- 4.4	90	3 - 8 meses	84.1	0.87
Melones					
Cantaloup (3/desprendido)	2.22- 4.4	85 - 90	15 días	92.0	0.94
Cantaloup (desprendido total)	0.0 1.67	85 - 90	5 -14 días	92.0	0.94

TABLA II
 (Continuación)

Producto	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Período Aproximado de Almacenamiento	Contenido de Agua %	Calor Específico Kcal/Kg °C
Membrillo	-0.56 - 0.0	90	2 - 3 meses	85.3	0.88
Naranja	0.0	85 - 90	8 - 12 semanas	87.2	0.90
Nectarinas	-0.56 - 0.0	90	2 - 4 semanas	81.2	0.90
Papayas	7.2	85 - 90	1 - 3 semanas	90.8	0.93
Peras	-1.67 - 0.56	90 - 95	2 - 7 meses	82.7	0.86
Piñas	7.2 - 10.0	85 - 90	2 - 4 semanas	85.3	0.88
Plátanos	13.3 - 21.8	90 - 95	1 - 2 semanas	74.8	0.80
Sandía	4.4 - 10.0	80 - 85	2 - 3 semanas	92.6	0.94
Tangerinas, naranjas	0.0 - 3.3	85 - 90	2 - 4 semanas	87.3	0.90
Toronja	10.0	85 - 90	----	88.8	0.91
Uva vinífera	-1.11 a -0.56	90 - 95	3 - 6 meses	81.6	0.85

CONAFRUT (1982)

TABLA III
 TEMPERATURA Y HUMEDAD RECOMENDADAS, VIDA APROXIMADA DE ALMACENAMIENTO
 CONTENIDO DE AGUA Y CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNAS HORTALIZAS
 FRESCAS EN EL ALMACENAMIENTO COMERCIAL

Producto	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Período Aproximado de Almacenamiento	Contenido de Agua %	Calor Específico Kcal/Kg °C
Ajo seco	0.00	65 - 70	6 - 7 meses	61.3	0.69
Alcachofa de globo	0.00	65 - 70	1 mes	83.7	0.87
Apio	0.0	90 - 95	2 - 3 meses	93.7	0.95
Berenjenas	7.2 - 10.0	90 - 90	1 semana	92.7	0.94
Berros	0.0 - 1.65	90 - 95	3 - 4 días	93.3	0.95
Betabel con follaje	0.0	95	10 - 14 días	----	----
Betabel sin follaje	0.0	95	3 - 5 meses	87.6	0.90
Brócoli	0.0	90 - 95	10 - 14 días	89.9	0.92
Calabacita	0.0 - 10.0	90	5 - 14 días	94.0	0.95
Calabaza	10.0 - 12.8	70 - 75	2 - 3 meses	90.5	0.92
Camotes	12.7 - 15.6	85 - 90	4 - 6 meses	68.5	0.75
Cebolla seca	0.0	65 - 70	1 - 8 meses	87.5	0.90
Cebolla verde	0.0	90 - 95	-----	89.4	0.91
Cebollinos	0.0	65 - 70	1 - 8 meses	87.5	0.90
Col de Bruselas	0.0	90 - 95	3 - 5 semanas	84.9	0.88
Col china	0.0	90 - 95	1 - 2 meses	95.0	0.96
Col	0.0	90 - 95	3 - 6 semanas	92.4	0.94
Coliflor	0.0	90 - 95	2 - 4 semanas	91.7	0.93
Colirrábano	0.0	90 - 95	2 - 4 semanas	90.3	0.92
Chícharos	0.0	90 - 95	1 - 3 semanas	74.3	0.79
Ejotes	4.4 - 7.2	90 - 95	7 - 10 días	88.9	0.91
Espárragos	0.0 - 2.2	95	2 - 3 semanas	93.0	0.94
Espinacas	0.0	90 - 95	10 - 14 días	92.7	0.94
Habas	0.0 - 4.4	90	1 - 2 semanas	66.5	0.73
Hongos cultivados	0.0	90	3 - 4 días	91.1	0.93

TABLA III
(Continuación)

Producto	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Período Aproximado de Almacenamiento	Contenido de Agua %	Calor Específico Kcal/Kg °C
Jengibre	12.7	65	6 meses	87.0	0.90
Lechuga	0.0	95	2 - 3 semanas	94.8	0.96
Maíz dulce	0.0	90 - 95	4 - 8 días	73.9	0.79
Nabos	0.0	90 - 95	4 - 5 meses	91.5	0.93
Pepinos	7.2 - 10.0	90 - 95	10 - 14 días	96.1	0.97
Perejil	0.0	90 - 95	1 - 2 meses	85.1	0.88
Pimiento	7.2 - 10.0	90 - 95	2 - 3 semanas	92.4	0.94
Puerro	0.0	90 - 95	1 - 3 meses	85.4	0.88
Rábano	-1.1 - 0.0	90 - 95	10 - 12 meses	74.6	0.80
Ruibarbo	0.0	95	2 - 4 semanas	94.9	0.96
Jitomate maduro firme	7.2 - 10.0	85 - 90	4 - 7 días	94.1	0.95
Jitomate verde maduro	12.8 - 21.1	85 - 90	1 - 3 semanas	93.0	0.94
Zanahoria madura	0.0	90 - 95	4 - 5 meses	88.2	0.91
Zanahoria inmadura	0.0	90 - 95	4 - 6 meses	88.2	0.91

CONAFRUT (1982).

6.2.1 Daños por uso inadecuado de la temperatura.

Entre las frutas y hortalizas, el daño por frío es el causante de grandes pérdidas económicas durante el almacenamiento y el transporte, en especial cuando el tiempo de traslado se prolonga demasiado. El problema se agudiza en particular, en los cargamentos mixtos de frutos que tienen diferentes temperaturas óptimas para su almacenamiento. Debido a que no es posible emplear refrigeración normal, la mayoría de las frutas y verduras tropicales nunca llegan al mercado internacional, a menos que su volumen justifique el empleo de transporte y almacenamiento especial.

El daño por frío (temperaturas bajas) es el principal problema en el manejo de vegetales, debido a que impide el almacenamiento de muchos productos a temperaturas que de otra manera, prolongarían su vida en forma considerable. Este daño básicamente es diferente al que resulta de heladas o temperaturas inferiores a 0°C., se presenta a temperaturas bajas, pero muy superiores al punto de congelación de los tejidos.

Son indudables las ventajas que ofrece la refrigeración para prolongar la vida útil y calidad de los productos, ya que al mantenerse el proceso de respiración, la pérdida de agua, la producción y acción del etileno a una velocidad mínima, los procesos que conducen a la maduración y senescencia (envejecimiento) se llevarán a cabo lentamente.

Sin embargo, las ventajas pueden convertirse en desventajas si se aplica la refrigeración indiscriminadamente a todos los productos; por lo tanto, se mencionan a continuación los principales daños, que pueden provocarse a los productos al almacenarse en un mal uso de la refrigeración.

En la tabla IV se presenta un resumen de los síntomas visuales de la descomposición debido a temperaturas bajas. Las manifestaciones externas de daño ocasionado por el frío difieren entre los frutos. Sin embargo, parece que las cavidades y punteaduras se presentan cuando menos en el 60 % de los frutos enumerados en la tabla. Las manchas acuosas y el hecho de no madurar adecuadamente, se hace más evidente en frutos que tienen una corteza delgada o suave. (por ejemplo; tomates, pepinos y papayas).

Los síntomas del daño por frío varían de acuerdo con el tejido -- afectado. Las cavidades son más evidentes en frutas como el -- limón, el mango, la toronja o el aguacate; en los cuales la cu- - bierta más exterior es más dura y gruesa que las capas adyacentes. Las manchas acuosas (como en el tomate), las picaduras (como en - los chiles), Mc Colloch (1962), o el manchado general de la super- ficie (como en los plátanos) Pantástico(1968), predominan cuando la corteza es delgada o tan suave como la pulpa. El aspecto ahu- mado que se observa en los plátanos sometidos al frío puede resul- tar de la pérdida de la integridad de la membrana en las células epidérmicas, ya que al parecer se aumenta la entrada de oxígeno a través de las células. Los taninos se oxidan y se presentan como cuerpos granulares oscuros, que se vuelven opacos cuando se jun- - tan, causando así el manchado de la superficie del fruto.

Murata (1969) descubrió que los taninos oxidados que se forman en frutos de plátano enfriados se acumulan alrededor del tejido vas- cular. Sin embargo, en los limones y toronjas, las células que - se encuentran entre los vasos y la epidermis se aprietan, proba- - blemente debido a una desecación parcial de los tejidos. Sin em- bargo, se supone que la formación de cavidades, las manchas acu- sas o el manchado general de la superficie, sólo son manifestacio- nes secundarias de procesos básicos que pueden designarse como -- síndrome del enfriamiento.

TABLA IV
SINTOMAS DE DAÑO POR FRIO DE ALGUNAS FRUTAS Y HORTALIZAS TROPICALES

Frutas	Temperaturas en que se inicia el daño por frío °C	Síntomas	Referencias
Aguacate			
Indias Occidentales	10.0 a 11.1	Cavidades, oscurecimiento de la pulpa cerca de la semilla o en el tejido intermedio entre la semilla y la corteza, no se suaviza cuando se trasfiere a temperaturas superiores, mal sabor, los filamentos vasculares tienen un aspecto parduzco.	Kidd et al 1926; Kidd y West 1933; Lynch y Stahl 1929; Steffani 1935; Wardlaw 1934; Wardlaw y Leonard 1935.
Otras variedades	4.4 a 6.1		
Plátano	10.8	Listas subepidérmicas de color pardo, látex - claro, pérdida de sabor, retardación de la madurez, endurecimiento de la placenta central, manchas de color kaki en la corteza, conversión lenta de los azúcares, disminución en el nivel de ácido ascórbico, manchas acuosas verde oscuras en la corteza, frutos quebradizos.	Abilay 1968; Barnel 1945; Barker 1930; Ben-Yehoshua 1964; Dalal et al. 1969; Murata 1969; Pantástico et al. 1968a, 1968b, 1968c, 1970; Slocum - 1933; Ven Loesoke 1950; Wardlaw 1961.
Chicozapote	1.7	No madura.	Singh y Mathur 1954.
Litchi	variable	Corteza sin brillo.	Fidler y Coursey 1969.
Limón	10.0 a 11.7	Cavidades en el flaveado, pérdida lenta del color verde, las glándulas oleíferas más oscuras que las regiones circundantes, cavidades pardo rojizas (mancha roja), las membranas o paredes carpelares situadas entre los segmentos se vuelven de un color pardo (mancha de las membranas).	Bartholomew y Sinclair 1951; Brooks y Mc Colloch 1936; Eaks 1965.
Mango	4.4	Sin sabor dulce, corteza sin brillo, madurez - impropia, manchas pardas.	Dalal y Subramanyan 1970; Mathur et al. 1953; Pantástico et al 1970; Singh 1954.

TABLA IV
(CONTINUA)

Frutas y Hortalizas	Temperaturas en que se inicia el daño por frío °C	Síntomas	Referencias
Papaya	6.1	Daña la maduración, formación de cavidades en la corteza, la pulpa se vuelve acuosa, no hidroliza la sucrosa a azúcar reductor.	Jones y Kubota 1940; Jones -- 1942; Pantástico et al. 1971, 1972b.
Papa	0.0	Produce un sabor dulce perjudicial, se oscurecen al cocinarlas. Contenido elevado de azúcares reductores.	Mathur et al. 1952.
Pepino	4.4 a 6.1	Áreas acuosas de color oscuro, susceptibilidad a la infección por mohos.	Mack y Janer 1942. Rose et al. 1942.
Piña	6.1	Daña la maduración, color pardo o mate de la corteza, pulpa acuosa, la corona se marchita o se arranca con facilidad, manchas verdes, la pulpa no llega a tomar buen sabor.	Miller 1951; Pantástico et al. 1972b; Wardlaw et al. 1934; -- Williams 1933.
Tomate	7.2	No produce el color rojo, susceptibilidad a la pudrición por <i>Alternaria</i> , se forman pequeñas vejigas blancas en la corteza de los tomates verdes en especial cerca del extremo de la flor.	Diehl 1924; Ramsey et al. 1952; Went et al. 1942; Wright et al. 1937.
Toronja	Variable	Cavidades en el flaveado, las glándulas oleíferas rara vez se elevan sobre el resto de las áreas hundidas, color pardo bastante uniforme.	Brooks y Mc Colloch 1936; Davies y Boyes 1936; Davis y -- Smoot 1960; Hawkins 1921; -- Stahl y Camp 1936.

Daños por congelación

Este daño se presenta cuando la temperatura es tan baja que se forman cristales de hielo en los tejidos de los productos; cuando esto sucede, los tejidos dañados aparecen desintegrados y acuosos. 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, sin embargo, hay otros productos que con la mínima congelación se dañan permanentemente. El grado de severidad del daño por congelación, también depende de la combinación tiempo y temperatura. En la tabla V, se presenta la susceptibilidad relativa de algunas frutas y hortalizas al daño por congelación.

El de los muy susceptibles incluye a todos aquellos productos -- que se dañan fácilmente con una ligera congelación; en los moderadamente sensibles están los productos que pueden recuperar, sin mucho problema después de una o dos congelaciones ligeras, su estado natural, y en el grupo de los menos susceptibles se encuentran aquellos productos que pueden congelarse levemente varias veces sin sufrir daños severos. (Michel et al. 1972).

Es importante tener en cuenta que aunque existen productos tolerantes a la congelación no es conveniente exponerlos a temperaturas en que ocurra ésta, porque frecuentemente se acortará la vida de los productos, así por ejemplo; las manzanas que se recuperan de la congelación son más blandas que las frutas normales y deben llevarse al mercado rápidamente.

Los productos frescos no deben manipularse cuando están congelados porque los tejidos vegetales en estas condiciones, son muy sensibles a magulladuras.

T A B L A V
 SUSCEPTIBILIDAD DE FRUTAS Y HORTALIZAS AL DAÑO POR
 CONGELACION

Muy Susceptibles	Moderadamente	Menos Susceptibles
Chabacanos	Manzana	Betabeles
Espárragos	Brócoli	Col de Bruselas
Aguacates	Col	Dátiles
Plátanos	Coliflor	Colirrábano
Pepinos	Zanahorias	Nabos
Berenjenas	Apio	
Limonos	Toronjas	
Lechugas	Uvas	
Okra	Cebollas secas	
Duraznos	Naranjas	
Pimientos	Perejil	
Ciruelas	Peras	
Papas	Chícharos	
Camotes	Rábanos	
Jitomate	Espinacas	

6.2.2 Compatibilidad.

Tomando en cuenta que si teóricamente, cada producto requiere para su conservación de condiciones óptimas particulares, esto implica que dadas las necesidades de distribución de productos perecederos, deben existir tantas cámaras frigoríficas como frutas u hortalizas fuesen sometidas a conservación, situación que además de imposible resulta económicamente poco rentable. Por lo tanto, algunas veces se necesitan almacenar varios productos dentro de un mismo almacén; sin embargo, esto no siempre resulta conveniente, dado que pueden generar diversos problemas, tales como daño por frío, por congelación, maduración heterogénea, olores desagradables, etc.

Una solución a este tipo de situación se establece prácticamente considerando durante el manejo de frutas y legumbres, la naturaleza compatible que presentan varios productos, de manera que -- permitan, en principio, someterlos al almacenamiento en un espacio común en temperatura, humedad relativa, producción de etileno y otros elementos volátiles. (Kasmere y Mitchel 1974, 1978). Entonces los productos mixtos compatibles serán aquéllos que pueden almacenarse o transportarse juntos, sin que alguno de ellos exhiba daños o algún efecto adverso durante el período de almacenamiento o tránsito. La solución por regla general, consiste en establecer condiciones intermedias sobre todo de temperatura, la cual debe ser ligeramente superior a la óptima requerida para algunos de los productos compatibles.

Otro problema que se asocia con esta variante del almacenamiento se refiere a la capacidad de algunos productos para captar o -- absorber olores característicos liberados por otras frutas u hortalizas que se encuentren en el espacio común, por lo que no es conveniente almacenar ajos o cebollas con manzanas y mangos.

Es importante tener en cuenta que la compatibilidad no quiere decir que los productos que están en un mismo grupo deberán almacenarse o transportarse juntos, si las circunstancias lo requieren. También hay que tener presente que los efectos adversos de productos incompatibles o parcialmente compatibles, serán mayores -- entre más largo sea el período que permanezcan juntos. (CONAFRUT 1982).

Tomando como antecedente lo anterior, se han estructurado ocho -- grupos de compatibilidad, que comprenden a la mayoría de frutas y hortalizas con las que se puede aplicar el almacenamiento -- mixto, estableciéndose a continuación dichos grupos.

Grupo 1.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 0°C. a 1.5°C.

Humedad Relativa: 90 - 95 %

Nota:

La mayoría de los productos de este grupo no son compatibles con el grupo 6a o 6b, ya que la producción de etileno del grupo 1. - puede ser alta y dañar a los productos del grupo 6a o 6b.

Manzanas

Chabacanos

Cerezos

Higos (no con manzanas, porque hay peligro de transferencia de - aromas a los higos; ver también grupo 6a).

Duraznos

Peras

Ciruelas y Ciruelas pasas

Membrillos

Grupo 2.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 13° a 18°C.

Humedad Relativa: 85 - 90 %

Plátano

Berenjena (ver también grupo 5)

Toronja (ver peligro de frutas cítricas)

Guayaba

Mango

Melón gota de miel

Aceitunas frescas

Papayas

Piñas (no con aguacate, peligro de que éstos absorban aromas)

Jitomate verde

Jitomate rosa (ver grupo 4)

Sandía (ver grupo 4 y 5)

Grupo 3.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 2.5° a 5°C.

Humedad Relativa: 90 - 95 %

Melón

Litchis (ver grupo 4)

Naranjas

Tanjerinas

Limas

Grupo 4.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 4.5° a 7.5°C.

Humedad Relativa: 95 %

Litchis (ver grupo 3)

Okra

Pimientos verdes

Pimientos rojos (si es con pimientos verdes, la temperatura deberá ajustarse al límite superior)

Jitomate rosa (ver grupo 2)

Sandía (ver grupo 2)

Grupo 5.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 4.5° a 13°C.

Humedad Relativa: 85 - 90 %

Pepinos

Berenjena (ver grupo 2)

Papas

Limonas

Toronjas

Grupo 6a.

Este grupo excepto higos, uvas y champiñones, es compatible con el grupo 6b.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 0° a 1.5°C.

Humedad Relativa: 95 - 100 %

Hielo: nunca en contacto con espárragos, uvas y champiñones.

Alcachofas

Espárragos

Betabel

Zanahorias

Higos (ver también grupo 1)

Uvas (ver productos de requerimiento especial)

Lechuga

Champiñones

Perejil

Chícharo

Ruibarbo

Espinaca

Grupo 6b.

Este grupo es compatible con el 6a excepto para higos, uvas y -- champiñones.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 0° a 1.5°C.

Humedad Relativa: 95 - 100 %

Hielo: en contacto es aceptable para todos los productos de este grupo.

Brócoli

Coles de Bruselas

Col

Coliflor

Apio

Rábanos

Cebolla verde (no con ruibarbo, higos o uvas)

Nabos

Grupo 7.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 13° a 18°C.

Humedad Relativa: 85 - 90 %

Papas

Camotes

Jengibre

Grupo 8.

Condiciones Recomendadas:

Temperatura: 0° a 1.5° C.

Humedad Relativa: 65 - 75 %

Ajo

Cebollas secas

PRODUCTOS CON REQUERIMIENTO ESPECIAL

Aguacates: La madurez puede acelerarse a 18°-20°C. El daño por frío puede presentarse a temperaturas de 7°C.

Cítricos: El bifenilo usado como fungicida puede impartir aromas desagradables a otros productos.

Limas: Para almacenar por un mes es aceptable de 0° a 13°C.

Limones: No se debe almacenar a menos de 7.5°C. por un período mayor de dos semanas.

Uvas: Son compatibles con otros productos si no están fumigados con dióxido de azufre (SO₂).

Es obvio que si la mayor parte de la duración o vida potencial de un producto ocurre durante el almacenamiento, no se conservará tanto tiempo después de almacenado como un producto recién cosechado: Sin embargo, si se mantienen la temperatura y humedad relativa adecuadas durante períodos no excesivos de almacenamiento, habrá tiempo suficiente para que el producto una vez fuera del almacén, resista los canales normales de la comercialización.

Algunas frutas y legumbres se descomponen rápidamente y por lo tanto, deben consumirse casi inmediatamente después de haberse sacado del almacén; esto ha hecho que se piense que el almacenamiento refrigerado predispone a estos productos a una rápida descomposición una vez fuera del almacén: Sin embargo, esto no se ha demostrado, excepto para aquellos casos de sobre refrigeración en productos sensibles al daño por frío. (Pantástico 1979).

6.3 Atmósfera Controlada.

Este tipo de almacenamiento se fundamenta en el control del proceso respiratorio de las frutas y hortalizas a través de las concentraciones de bióxido de carbono y oxígeno de la atmósfera que los rodea. Si se mantienen las frutas con un cierto nivel alto de anhídrido carbónico y bajo de oxígeno, se consigue frenar las funciones metabólicas de la maduración, mientras que la situación opuesta acelera la maduración (maduración acelerada y controlada). El aire atmosférico contiene 78.03 % de nitrógeno (N), 20.99 % de oxígeno (O) y 0.03 % de anhídrido carbónico (CO₂), el resto lo constituyen los llamados gases nobles. En la atmósfera controlada se modifica la composición adaptando los porcentajes de CO₂ y O₂ a las necesidades de conservación adecuadas a cada paso.

Para determinar las mezclas más aconsejables, se han hecho numerosos estudios; como condiciones fundamentales debemos señalar que en ningún caso deben ser suspendidos los límites de tolerancia, cifrados por término medio en 2 % mínimo para el oxígeno y 10 % para el CO₂. Las fórmulas recomendadas son, en general de 2 % de O₂ y 3 - 5 % de CO₂.

La conservación en atmósfera controlada presenta numerosas ventajas, como consecuencia del mayor freno que se ejerce sobre el -- metabolismo, el fruto se mantiene en condiciones de presentación y de sabor mucho mejores durante un tiempo más largo. Las pérdidas de peso por deshidratación también son menores, tanto por la reducción en la actividad respiratoria como porque se trabaja con humedad relativa más alta.

Los riesgos de fisiopatías debidas a bajas temperaturas (daños por frío) desaparecen casi completamente con el empleo de la -- atmósfera controlada, pues se mantienen, en general, temperaturas de alrededor de + 3°C. , superiores a las de la conservación frigorífica normal. Al mismo tiempo, al retrasar el metabolismo se elimina la aparición de fenómenos de sobre maduración. Los ataques de los microorganismos que se ensañan especialmente en -- frutos en estado de maduración avanzada, por ejemplo la aparición de la podredumbre de Gloesporium, se reduce mucho con la -- conservación en atmósfera controlada. (Pantástico 1970).

Para algunas fisiopatías, por ejemplo el escaldado, la conservación en atmósfera controlada no determina ninguna diferencia en relación con la conservación frigorífica normal, al menos que sea comercialmente apreciable.

Es conveniente señalar también que determinadas fisiopatías se -- ven favorecidas e incluso son causadas por la misma atmósfera -- controlada, por ejemplo las debidas a exceso de CO₂ por lo que -- deben tomarse las medidas oportunas para evitar su aparición.

Entre éstas encontramos el empardecimiento del corazón de las -- manzanas y, en general, los daños causados por exceso de CO₂, y en algunas variedades la vitescencia y la harinosidad de la pulpa (Biter pit. mancha amarga). (Blanpied y Lawrence 1977).

Los sistemas de conservación en atmósfera controlada y embalajes fisiológicos añaden al efecto del frío (refrigeración) el que -- se obtiene regularmente de la composición de la atmósfera. Además, el empleo de atmósferas superoxigenadas para la maduración ha -- completado el cuadro de las posibilidades de las atmósferas artificiales en la conservación de la fruta fresca.

Como ya dijimos anteriormente, la fórmula media aconsejada para la conservación de la mayoría de los productos en atmósfera controlada oscila alrededor del 2 % de O₂ y de 3 - 5 % de CO₂, pero

se han podido determinar fórmulas concretas adecuadas a cada variedad, es decir, fórmulas óptimas de conservación.

Un factor que conviene tener en cuenta en el momento de precisar una fórmula es el estado fisiológico de las plantas de que provienen los frutos. Cuando la planta es joven o ha sufrido desequilibrios nutricionales, es más sensible a sufrir ciertas fisiopatías, como los empardecimientos internos y especialmente el escaldado blando de las manzanas, las cuales a su vez se ven favorecidas por concentraciones altas de CO_2 . (Eaves 1959).

En las tablas siguientes, se dan una serie de valores de referencia para algunos productos hortícolas y frutícolas, que se conservan en atmósfera controlada. Tabla VI productos frutícolas y Tabla VII productos hortícolas.

TABLA VI
CONDICIONES DE ATMÓSFERA CONTROLADA RECOMENDADAS DURANTE EL
TRANSPORTE Y/O ALMACENAJE DE ALGUNAS FRUTAS

Artículo	Rango de Temperatura °C	AC **		Potencial de Beneficio ***	O B S E R V A C I O N E S
		%O ₂	%CO ₂		
Frutas Caducifolias:					
Manzana	0 - 5	2 - 3	1 - 2	A	Alrededor del 40 % de la - producción se almacena bajo AC.
Albaricoque	0 - 5	2 - 3	2 - 3	C	Ningún uso comercial.
Cereza (dulce)	0 - 5	3 - 10	10-12	B	Algunos usos comerciales.
Higo	0 - 5	5	15	B	Uso comercial limitado.
Uva	0 - 5	-	-	D	Incompatibilidad con la fumi- gación a base de SO ₂ .
Nectarina	0 - 5	1 - 2	5	B	Uso comercial limitado.
Durazno	0 - 5	1 - 2	5	B	Uso comercial limitado.

TABLA VI
(CONTINUA)

Artículo	Rango de Temperatura °C *	AC **		Potencial de Beneficio ***	O B S E R V A C I O N E S ****
		%O ₂	%CO ₂		
Pera	0 - 5	2 - 3	0 - 1	A	Algún uso comercial.
Ciruella	0 - 5	1 - 2	0 - 5	B	Ningún uso comercial.
Fresa	0 - 5	10	15 - 20	A	Uso creciente durante el - tránsito.
Nueces y frutas Secas	0 - 25	0 - 1	0 -100	A	Método efectivo para el -- control de insectos.
Aguacate	5 - 15	2 - 5	3 - 10	B	Uso comercial limitado.
Mátanc	12 - 15	2 - 5	2 - 5	A	Algún uso comercial.
Toronja	10 - 15	3 - 10	5 - 10	C	Ningún uso comercial.
Limon	10 - 15	5	0 - 5	B	Ningún uso comercial.
Lima	10 - 15	5	0 - 10	B	Ningún uso comercial.
Aceituna	8 - 12	2 - 5	5 - 10	C	Ningún uso comercial.
Naranja	5 - 10	10	5	C	Ningún uso comercial.
Mango	10 - 15	5	5	C	Ningún uso comercial.
Papaya	10 - 15	5	10	C	Ningún uso comercial.
Pina	10 - 15	5	10	C	Ningún uso comercial.

- * Rango recomendado y/o acostumbrado. Se recomienda una humedad relativa de 85 - 95 %.
- ** La mejor combinación de AC puede variar entre variedades y de acuerdo con la temperatura de almacenaje y duración.
- *** A - Excelente, B - Bueno, C - Razonable, D - Ligero o nulo.
- **** Los comentarios del uso se refieren exclusivamente al mercadeo doméstico; muchos de esos artículos son embarcados bajo AC para mercado de exportación.

Beaves (1959).

TABLA VII
CONDICIONES DE ATMOSFERA CONTROLADA RECOMENDADAS DURANTE EL TRANSPORTE
Y/O ALMACENAJE DE ALGUNAS VERDURAS

Artículo	Rango de Temperatura °C *	AC ** %O ₂ %CO ₂	Potencial de Beneficio ***	OBSERVACIONES ****
Alcachofas	0 - 5	2 - 3 3 - 5	B	Ningún uso comercial.
Espárragos	0 - 5	aire 5 - 10	A	Uso comercial limitado.
Habas	5 - 10	2 - 3 5 - 10	C	Potencial para ser usado - por procesadores.
Betabeles	0 - 5	- -	D	98 - 100 % de H.R. es mejor.
Brócoli	0 - 5	1 - 2 5 - 10	B	Uso comercial limitado.
Coles de bruselas	0 - 5	1 - 2 5 - 7	B	Ningún uso comercial.
Repollo	0 - 5	3 - 5 5 - 7	B	Algún uso comercial para al- macenaje prolongado de algu- nas variedades.
Melón Cantaloupe	5 - 10	3 - 5 10 - 15	B	Uso comercial limitado.
Zanahorias	0 - 5	- -	D	98 - 100 % de H.R. es mejor.
Coliflor	0 - 5	2 - 5 2 - 5	C	Ningún uso comercial.
Apio	0 - 5	2 - 4 0	C	Uso comercial limitado en -- cargas mixtas con lechugas.
Elote	0 - 5	2 - 4 10 - 20	B	Uso comercial limitado.
Pepinos	8 - 12	3 - 5 0	C	Ningún uso comercial.
Melón dulce	10 - 12	3 - 5 0	C	Ningún uso comercial.
Puerros	0 - 5	1 - 2 3 - 5	B	Ningún uso comercial.
Lechuga	0 - 5	2 - 5 0	B	Algún uso comercial, adicio- nando 2 - 3 % de CO.

TABLA VII
(CONTINUA)

Artículo	Rango de Temperatura °C *	AC %O ₂	** %CO ₂	Potencial de Beneficio ***	OBSERVACIONES ****
Hongos	0 - 5	aire	10 - 15	C	Uso comercial limitado.
Okra	8 - 12	3 - 5	0	C	Ningún uso comercial; 5 - 10 % de CO ₂ es benéfico a 5° - 8°C.
Cebolla seca	0 - 5	1 - 2	0	B	Ningún uso comercial, 75 % de humedad relativa.
Cebollas verdes	0 - 5	1 - 2	10 - 20	C	Uso comercial limitado.
Pimientón	8 - 12	3 - 5	0	C	Ningún uso comercial; 10 - 15% CO ₂ es benéfico a 5° - 8° C.
Papas	4 - 12	-	-	D	Ningún uso comercial.
Rabanito	0 - 5	-	-	D	98 - 100 % de H.R. es mejor.
Espinacas	0 - 5	aire	10 - 20	D	Ningún uso comercial.
Tomate maduro verde	12 - 20	3 - 5	0	B	Uso comercial limitado.
sazonado parcialmente	8 - 12	3 - 5	0	B	Uso comercial limitado.

* Rango recomendado y/o acostumbrado. Se recomienda una humedad relativa de 85 - 95 %
 ** La mejor combinación de AC puede variar entre variedades y de acuerdo con la temperatura de almacenaje y la duración.

*** A - Excelente, B - Bueno, C - Razonable, D - Ligero o nulo.
 **** Los comentarios acerca del uso se refieren exclusivamente al mercado doméstico; muchos de estos artículos son embarcados bajo AC para mercado de exportación.

Se recomienda una humedad relativa (HR) de 90 - 95 % a menos que se indique otra cosa en la columna de observaciones.

Eaves (1959).

6.4 Almacenamiento Hipobárico.

El almacenamiento a presión reducida (hipobárico) 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 reducir los niveles de oxígeno, etileno y otros gases, se reducirá también la velocidad del proceso respiratorio y por consiguiente, la maduración y envejecimiento de los productos.

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

Los sistemas hipobáricos o de baja presión también pueden proporcionar nuevas oportunidades para hacer la AC un suplemento más útil en algunos artículos. Sin embargo, la aplicación comercial de este método de almacenamiento está muy limitado, dado el elevado costo del equipo. (Eaves 1959).

6.5 Verificación de Calidad.

Considerando todos los aspectos antes mencionados, resulta sin --
duda alguna, que para obtener los mejores resultados en el almace--
namiento de productos vegetales, no sólo es necesario verificar --
constantemente las condiciones establecidas en el almacén, sino --
también verificar la calidad del producto almacenado eliminando --
aquél que exhibe alguna descomposición incipiente.

También, es recomendable separar durante el período de almacena--
miento, aquéllos lotes de producto con un grado de madurez más --
avanzado. Este tipo de medidas (cuidados), ayudarán a garantizar
el potencial de almacenamiento y calidad de la mayor parte del --
producto.

Como se ha visto a lo largo del desarrollo de los capítulos de --
esta tesis, las posibilidades de conservación de un determinado
producto depende de lo que hemos definido como vida potencial de
conservación. Esta vida potencial depende en gran parte de los --
factores de campo que son: Edad de la planta, suelo, abonado, --
microclima, poda, aclareo, tratamientos fitosanitarios, etc., de
los cuales dependen para que se obtenga un buen producto y de --
buena calidad, para que tenga un potencial de conservación alto.

7 . VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE ALMACENAMIENTO.

Almacenamiento a Temperatura Ambiente:

Ventajas.

- El costo de establecimiento es sumamente bajo.
- No necesita el producto ninguna labor de acondicionamiento para ser almacenado.
- Es de un manejo más fácil de los productos.

Desventajas.

- Es sólo para períodos cortos de almacenamiento.
- Si no se recircula bien el aire se produce calor, el cual será causa de desarrollo de microorganismos.
- No se tiene control estricto de la humedad relativa y la temperatura del almacén.

Almacenamiento Refrigerado.

Ventajas.

- Es para períodos más largos de almacenamiento.
- El valor nutritivo del producto no se pierde y es comparado -- con el de los recién cosechados.
- El costo de establecimiento es bajo en comparación con el de -- la atmósfera controlada.
- Es posible controlar con más precisión el período de madura- -- ción.

Desventajas.

- Se necesita sumo control de las variaciones de temperatura, ya que de lo contrario acelera la maduración de los productos o -- puede producirse infecciones de microorganismos patógenos y si la temperatura disminuye puede ocasionar el denominado daño -- por frío.
- Control estricto de la humedad relativa.
- No se pueden almacenar juntos ciertos productos por daño por -- frío o por el intercambio de aromas y sabores.

Atmósfera Controlada.

Ventajas.

- La maduración de algunos productos llega a ser mayor en 50 a 100 % que los alcanzados en los almacenes refrigerados a la misma temperatura.
- Los frutos almacenados en AC tienen un 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 temperatura más baja.

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, por ejemplo, el escaldado de las manzanas.
- 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 ellos.
- Los costos de establecimiento de un 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 tanto, a productos de alto precio.
- Su uso comercial aún está restringido a frutas como la manzana y la pera, faltando corroborar su eficiencia en la mayoría de las frutas tropicales y hortalizas.

Almacenamiento Hipobárico.

Ventajas.

- La reducción de presión total (bajo condiciones de vacío parcial) resulta en una reducción parcial individual de los gases de aire. Esto puede ser un método efectivo para la reducción de la tensión del oxígeno, y para acelerar el escape de etile-

no y otros volátiles.

- El SBP (Sistema de Baja Presión) tiene un control más exacto de la concentración de oxígeno, lo que permite usar una tensión de O_2 más baja que la que es posible con AC(atmósfera controlada).
- Eliminación del Etileno y otros volátiles.

Desventajas.

- Alto costo de instalación.
- El SBP tiene algunas limitaciones cuando la adición de CO_2 o de CO es importante para algún artículo dado.
- Los vehículos de transporte y bodegas con SBP en uso comercial, están limitados actualmente para algunas frutas y hortalizas.

8 . LIMITACIONES EN EL ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y HORTALIZAS
 EN MEXICO.(CENTRAL DE ABASTOS)

Conforme las economías se van desarrollando se hace necesario - introducir una serie de innovaciones afines al avance del proceso de almacenamiento; en el caso específico de México en lo que se refiere al sector agropecuario, se han venido experimentando una serie de coyunturas por lo que cada vez resulta más difícil satisfacer los requerimientos alimenticios de la población.

Si tomamos en cuenta según estimaciones efectuadas por especialistas en mercadeo, que del 100 % de la producción lista para su cosecha y distribución, sólo llega al consumidor final alrededor - de un 55 %, debido a factores de postcosecha que inciden en el - proceso de comercialización como es la clasificación, empaque, - transporte y principalmente almacenamiento, es evidente la necesidad de tomar serias medidas al respecto.

Es conveniente orientar las políticas de apoyo en su mayor parte a mejorar el almacenamiento para así tener una mejor comercialización de los productos existentes; puesto que hay una diferencia de fondo bastante importante, entre las estadísticas de lo - que se produce en una economía y de lo que realmente de esa producción se consume, que es lo que en última instancia debe interesar. Buena parte de la fuerza del sector mayorista de México, se encuentra en el área urbana más importante del país que es el Distrito Federal, puesto que a esta Central de Abastos se canaliza el 32 % de la producción nacional de frutas y hortalizas, de la cual el 10 % es regresada a los lugares de origen.

La Central de Abastos establecida en el año de 1982, cuenta con 1733 bodegas, de estas 1733 bodegas, 350 están destinadas a la - venta de abarrotes y el resto, 1383, para frutas y legumbres . (fuente directa).

Por el alto costo de acondicionar una bodega para conservar productos por más tiempo no todas están acondicionadas para este -- fin, sólo cuatro del total está acondicionada con atmósfera controlada (AC), destinando sus productos en su mayoría para exportación, ya que el costo de establecimiento y de operación es - - realmente alto, por lo cual está restringido su uso. La mayoría

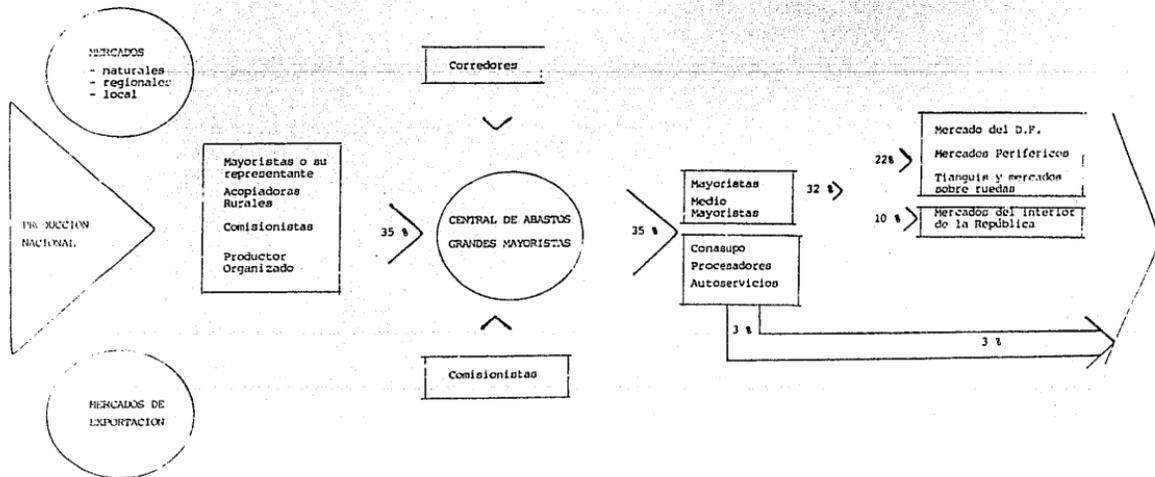
aquí es de refrigeración por su costo más bajo de establecimiento y hay algunas que no cuentan con ningún acondicionamiento. Cabe anotar, que en este mercado de abastos existen un promedio - de 2000 mayoristas, integrados en tres asociaciones (y son unos - cuantos los que manejan el grueso de la producción), llegan en -- promedio 2000 camiones diariamente cargados de frutas y hortaliz-- zas principalmente, un conglomerado de 80 000 personas entre com-- pradores, vendedores, prestamistas, etc. esto ocasiona que al fi-- nalizar el día se recoja un promedio de 800 toneladas de basura, repercutiendo, en un encarecimiento en el proceso de comercialización.(Tabla VIII). Por todo ello es importante tomar en cuenta las mejores alternativas para una mejora en la comercialización y en el almacenamiento.

TABLA VIII

Producción y Destino
de Frutas y Legumbres

Proceso Actual de Abastecimiento y Distribución de Frutas
y Legumbres en la Central de Abastos del D.F.

Distribución Urbana



CONSUMIDOR

IV. DISCUSION.

En la información obtenida no se encontraron puntos de vista opuestos, aunque existen algunas diferencias en los resultados o sugerencias de algunos autores, éstas no impiden desarrollar los objetivos planteados y con ello describir el almacenamiento y conservación de las frutas y hortalizas, asimismo la importancia que esto tiene para el beneficio del consumidor.

La producción, y distribución de los productos hortofrutícolas necesarios para la población nacional tiene varias vertientes desde las cuales se puede analizar.

- El manejo de postcosecha
- El almacenamiento
- El transporte
- Cantidad Cosechada
- Sector Privado
- Campesinos

La posición y la experiencia de algunas trasnacionales que se dedican a la producción agrícola, o algunas cooperativas y propietarios privados que de alguna manera han logrado hacerse de tierras de mayores dimensiones, consiguiendo de esta forma mayor producción y por ende, mayores rendimientos, así como una participación importante de productos que entran al mercado para el consumo del resto de la población.

El otro eslabón de la cadena, el almacenaje y distribución de estos productos, también está caracterizada por la participación de ambos sectores, los campesinos que comercializan directamente sus productos en las condiciones más desventajosas y los grandes productores que tienen toda una infraestructura de almacenamiento y comercialización, que les garantiza las mejores condiciones de venta.

Ambas posiciones son extremas, una porque limita la producción agrícola, reduciéndola al autoconsumo, y la otra, porque en una competencia desleal, obtiene ganancias exorbitantes, y aun que la aportación de productos al mercado es importante, no siempre es en las mejores condiciones de precios.

Aquí valdría la pena discutir una posición intermedia en la que -

el Gobierno participara directamente en la producción, ya sea capacitando a los campesinos o propiciando su organización para lograr mejores condiciones técnicas, financieras para incrementar la producción y conservación.

El peso político, de gestión y organización de los campesinos, -- con un apoyo gubernamental, primeramente mejoraría en mucho las condiciones de vida de los campesinos, y luego permitiría el acceso a los productos alimenticios a una mayor cantidad de población que ahora se ve imposibilitada a no alcanzar el consumo mínimo para su subsistencia, por todas las diferencias de producción, almacenamiento y distribución descritas.

Es por ello que hay que tomar en cuenta los estudios realizados -- para mejorar estos aspectos; el manejo de postcosecha, almacenamiento y distribución de los productos hortofrutícolas, que permitan que todos los productos cosechados sean de buena calidad y -- tengan la misma oportunidad en el mercado, ya sea la producción -- del sector privado o de los campesinos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las conclusiones a las que se llegó en esta revisión son las siguientes.

1. Son cuatro los tipos de almacenamiento existentes, con sus modificaciones pertinentes.
 - A Temperatura Ambiente
 - Almacenamiento Refrigerado
 - Atmósfera Controlada
 - Almacenamiento Hipobárico
2. El manejo de postcosecha es determinante para obtener productos almacenados de buena calidad.
3. Los factores Ecológicos y Culturales, influyen directamente en la calidad de los productos cosechados.
4. El que un fruto sea Climatérico o No Climatérico, va a determinar qué tiempo se puede almacenar.
5. Hay que tomar siempre en cuenta al almacenar un producto, los factores de temperatura, humedad relativa, concentración de gases, circulación del aire, que sean los correctos para evitar daños por uso inadecuado.
6. Hay que aplicar siempre el almacenamiento correcto a cada producto, para obtener siempre los mejores resultados de calidad.

Debido a la escasa investigación realizada en el país sobre Almacenamiento y Conservación de frutas y hortalizas, es importante comprobar las temperaturas y humedad relativa dadas, ya que pueden variar debido a que son de otro país y las condiciones de postcosecha, factores culturales y ecológicos son diferentes a los nuestros.

Es necesaria la creación de más bodegas y las ya existentes estén acondicionadas, para evitar pérdidas que hasta ahora son considerables, ya que del 100 % cosechado el 30 % se pierde por un mal manejo o mal almacenaje.

México es un país en constante crecimiento demográfico, por ello no es correcto que el mayor % de la producción se concentre en un solo punto, por lo cual es necesaria la creación de vías de comer-

cialización adecuadas para una mejor distribución en todo el - -
país. Debe haber un apoyo gubernamental para quitar el interme-
diarismo y coyotaje, que hace que los productos lleguen al consu-
midor a un precio más alto de normal.

Hay que capacitar adecuadamente a los campesinos, productores, -
comerciantes, etc., y demás individuos que integren esta cadena,
para que el resultado sea mayor producción y precios más acces-
bles al consumidor.

VI. BIBLIOGRAFIA.

- Alban, E. K., Ford, F. W. y Howlett, F. S. 1948. Apreliminary report on the effects of various cultural practices with --- green house tomatoes on the respiration rate of the harues tes fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 52,385.
- Aharoni, Y. 1968. Respiration of oranges and grapefruits harvested at different stages of devolopment. Plt. Physiol. - - 43,99.
- Blanpied, G. D. y R. T. Lawrence., 1977. Observaciones de limpia dores de CO₂ en bodegas comerciales para manzana en el estado de New York. Mich. State Univ. Hort.
- Buren, J. P. y Peck, N.H. 1963. Effect of Ca levelling solution on quality of snap bean pods. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82,316.
- CONAFRUT.(SARH), 1982. Almacenamiento de frutas y hortalizas. -- México. SEP.
- Calderón, A. E. 1977. Fruticultura General. México, Ed. E.C.A.
- Chace, W. C., Jr., Harding, P. L., Smoot, J. J. y Cabbedge, R. H. - 1966. Factors affecting the quality of grapefruit exported from Florida. USDA Mktg. Res. Rept. N^o 739.
- Chandler, W. H. 1965. Deciduos Orchards. 3rd ed., Lea and Febiger, Philadelphia, Pa.
- Denisen, E. L. 1948. Tomato color as influenced by variety and - environment, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51,349.
- Deszyck, E. S., y Ting, S. V. 1958. Seasonal changes in acid - - content of 'Ruby Red' grapefruit as affected by lead arsenate aprays. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72,304.
- Deszyck, E. S. y Ting, S. V. 1960. Sugar composition, bioflavo-- noids content, and pH of grapefruit as affected by lead ar senate sprays. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75,266.
- Drinkwater W. O. y Janes, B. R. 1955. Effect of irrigation and soil moisture on materials, yield, and storage of two - - onion hybrids. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66,267.

- Edmond, J. B., T. L. Sem, Andrews, F. S. 1981. Principios de -- Horticultura. México. Ed. CECSA.
- Eaves, A. C. 1959. Un limpiador seco para almacenes de manzanas con atmósfera controlada. Trans. Amer. Soc. Agr.
- Fletcher, W. A., Hollies, M. 1965. Maturity and quality in New Zealand oranges. New Z. J. 110, 152, 155, 159 y 160.
- Fritz, D. y Réuff, B. 1970. Effect of the form and quality of -- nitrogen fertilization on the content of oxalic acid and other constituents of spinach. Proc. 18th Int. Hort. -- Cong. 1, 141.
- García de Miranda, Enriqueta., 1978. Apuntes de climatología, -- México. SEP/Trillas.
- Grierson, W. 1965. Factors affecting postharvest market quality of citrus fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Carrib. Reg. 9, 65.
- Harding, P. L. 1953. Effect of oil-emulsion and parathion sprays on composition of early oranges. Proc. Amer. Soc. -- Hort. Sci. 61, 281.
- Guenkov, Cuenko. 1980. Fundamentos de Horticultura Cubana. La Habana Cuba. Ed. Pueblo y Educación.
- Kramer, Schurich, Friedrich, 1982. Fruticultura, México. Primera publicación. Ed. CECSA.
- Kasmere, R. F. y Mitchel, F. G., 1974. Manejo de artículos perecederos. N° 36.
- Kader, A. A., Morris, L. L. y Cantwell, M. 1979. Manejo de post-cosechas y fisiología de las cosechas hortícolas.
- Kefford, J. F. y Chandler, B. J. 1970. The chemical constituents of citrus fruits. Adv. Food Res. Suppl. Vol. 2. -- Academic Press, New York N. Y.
- Kretchmann, D. W. y Jutras, P. J. 1962. Influence of pruning on size and quality of Florida grapefruit. Proc. Sta. -- Hort. Soc. 75, 35.

- Kunkel, R. 1947. The effect of various levels of nitrogen and -- potash on the yield and keeping quality of onions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50,361.
- Kushman, L. J., Deonier, M. T., Lutz, J. M. y Walters, B. 1953. Effects of temperature and soil moisture at harvest and of delay in curing on keeping quality of 'Porto Rico' sweet potatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63,415.
- Kidd, F. y West, C. 1938. The effect of ethylene on the respiration activity and the climacteric of apples. Food Invest. Bd. Rept. 1937,108.
- Lutz, J. M. y Hardenburg, R. E. 1968. El almacenaje comercial de frutas, verduras y flores y almacenes de viveros. U.S.D.A. Crop. Handbook.
- Landrau, P., Jr. y Medina, E. H. 1959. Effects of major and minor elements, lime and soil amendments on the yield and ascorbic acid content of acerola (*Malpighia punicifolia* L.). - J. Agric. Univ. Puerto Rico 43(1), 19.
- Lutz, J. M., Reonier, M. T. y Walters, B. 1949. Caracking and -- keeping quality of 'Porto Rico' sweet potatoes as influenced by rate of fertilizer nitrogen ratio, lime, and borax. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 54,407.
- Leblond, C. 1958. Un laboratoire mobile pour l'etude de la respiration des oranges aeriens des vegetaux en place. Univ. - Gen. Bot. 65,525.
- Marloth, R. H. y Basson, W. S. 1959. Relative performance of -- 'Washington Navel' orange selections and other navel varieties. J. Hort. Sci. 34,133.
- Mattoo, A. K. y Modi, V. V. 1969a. Ethylene and ripening of mangoes. Plt. Physiol. 44,308.
- McColloch, L. P. 1962. Chilling injury and *Alternaria* rot of bell peppers U.S.D.A.
- Medina, E. H. y Santiago, J. V. 1960. Response of acerola to the application of lime and foliar aprays of magnesium and -- minor elements. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Carrib Reg. - VII Ann. Mtg. Puerto Rico. 4,20.

- Michel, F. G., Guillow, R. y Parson, R. A. 1972. Enfriamiento comercial de frutas y verduras. Manual de la Universidad de California. Agr. Exp. Sta. Ext. Serv.
- Mitchel, F. G. y Kasmere, R. F. 1978. Manejo de artículos perecederos. N^o 39.
- Molinas, M. y Durán, S. 1970. Frigoconservación y manejo de frutas, flores y hortalizas. Ed. Aedos. Barcelona, España.
- Morris, L. L. y Platenius, H. 1938. Low temperature injury to certain vegetables. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36, 609.
- Murata, T. 1969. Physiological and biochemical studies of chilling injury in bananas. Physiol. Plant. 22 (2), 401.
- Murata, T. y Miyashita, S. 1971. Studies on the postharvest physiology and storage of citrus fruit. I. Changes of respiration and ethylene production of some citrus fruits picked at different stage of development. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 40, 74.
- Nelson, R. C. 1937. The quality of ethylene present in apples. Plt. Physiol. 12, 1004.
- Palmer, R. G. 1941. Effect of potash on the tipburn of cabbage. Phytopathology. 31, 18.
- Pantástico, E. R. 1968. Postharvest physiology of fruit. II - Cleocellosis color of 'Persian' limes affected by harvesting and handling methods. Poc. Fla. Sta. Hort. Soc. - 79, 338.
- Pantástico, E. R. y Mendoza, D. B. 1970. Production of Ethylene and acetylene during and charring. Philipi. Agric. 53 - (8 & 9), 477.
- Pantástico, Er. B. 1968. Postharvest physiology of fruits. II. - oleocellosis and stylar-end breakdown. Philippine. Agric. 51, 731.
- Pantástico, Er. B. Grierson, W. y Soule, J. 1968b. Chilling injury in tropical and subtropical fruits. II. Limes and grapefruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 12, 171.

- Pantástico, Er. B. et al. 1970. Regulation of fruit ripening I. Refrigerated controlled atmosphere. Philippine Agric. - - 54, 120.
- Phan, C. T. 1971. L'Ethylene, metabolisme et activite metabolique masson et Cie, Paris.
- Pretorius, A. 1966. Influence of trace elements on the effectiveness of calcium arsenate sprays. African Citrus J. 395,5.
- Qualiotti, L. 1970. Effect of soil moisture on capsaicin content of capsicum fruits. Proc. 18th Int. Hort. Cong. 1, 142.
- Rhodes, M. J. C. 1970. The climateric and ripening of fruits. En Hulme, A. C. (Ed) "Biochemistry of fruits and their - - Products". Academic Press, New York, Pág. 524.
- Salunkhe, D. K. et al. 1970. Effects of certain soil fumigants on essential nutritive components and the respiratory rate - cerrot roots. Proc. Int. Hort. Cong. 1, 141.
- Scudder, W. T., Jacob, W. C. y Thompson, H. C. 1950. Varietal -- susceptibility and the effect of potash on the incidence of black spot in potatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. -- 56, 343.
- Sistrunk, W. A. 1963. Field condition and processing practices - relating to frozen strawberry quality. Proc. Amer. Soc. - Hort. Sci. 83, 440.
- Sites, J. W. y Reitz, H. J. 1949. The variation in individual -- 'Valencia' oranges from different location of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quality I. Soluble solids in juice. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. - 54, 1.
- Sites, J. W. y Reitz, H. J. 1950a. The variations in individual 'Valencia' oranges from different locations on the tree - as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. II. Titratable acidity and the soluble solids titratable acid ratio of the juice. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55, 73.

- Sites, J. W. y Reitz, H. J. 1950b. The variation in individual -
'Valencia' oranges from different locations on the tree -
as a guide to sampling methods and spot-picking for quali-
ty. III. Vitamin C and juice content of the fruit. Amer.
Soc. Hort. Sci. 56, 103.
- Smoot, J. J., Houck, L. G. y Johnson, H. B. 1971. Market diseases
of citrus and other subtropical fruits. USDA Handbk. - -
Nº 398.
- Trammel, K. y Simanton, K. A. 1966. Properties of sprays oils in
relation to effect on citrus trees in Florida. Proc. - -
Amer. Soc. Hort. Sci. 79, 19.
- Vines, H. W. y Oberbacher, H. F. 1965. Response of oxidation and
phosphorylation in citrus mitochondria to arsenate. Natu-
re. 206, 319.
- Wallace, D. H. 1969. Genetics environment and plant resources. In
R. L. Villareal and D. H. Wallace (Eds.), 'Vegetable --
Training Manual" Univ. Philippines, Coll. Agric. Coll. -
Laguna, pág. 80.
- Wight, J. R., Lingle, J. C., Flocker, W. J. y Leonard, S. J. 1962.
The effects of irrigation and nitrogen fertilization tre-
atments on the yield, maturation and quality of cannig --
tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81, 451.
- Wilkinson, B. G. 1970a. Mineral composition of apples in relation
to storage disorders. Proc. 18th Int. Hort. Cong. (Abst:)
1, 7.
- Wilkinson, B. G. 1970b. Physiological disorders of fruits after
harvesting. In Hulme, A. C. (Ed), "The Biochemistry of -
Fruits and their Products" Vol. I. Academic Press, New --
York, pág. 537.