



POSTHARVEST INSTITUTE FOR PERISHABLES

A SHORT COURSE ON HARVEST AND STORAGE
OF VEGETABLES AND FRUITS
IN THE HIGHLANDS OF GUATEMALA

by
A.F. Robertson, P.E.
D. Creech, Ph.D.

Prepared for the
U.S. Agency for International Development/Guatemala

GTS Report No.
PIP/Guatemala/Mar. 85/No. 52-Pt. 2



University of Idaho

in cooperation with
United States Agency for
International Development

CONSIDERACIONES SOBRE LA COSECHA
Y ALMACENAMIENTO DE VEGETALES
Y FRUTAS EN LAS TIERRAS ALTAS DE
GUATEMALA

Preparado Para

USAID - GUATEMALA

Preparado Por

INSTITUTO PARA EL ESTUDIO DE PERDIDAS
POST-COSECHA EN LOS CULTIVOS
PERECEDEROS

Consultores:

Ingeniero: A.F. Robertson, P.E.

Agronomo: D. Creech, Ph.D.

19-20 Marzo 1985

EXECUTIVE SUMMARY

The USAID Mission in Guatemala requested in Cable Guatemala 04894 (1984) that the Postharvest Institute for Perishables assemble a team of specialists to evaluate on-farm harvesting and storage methods of temperate climate fruits and vegetables grown by small-scale farmers in the western highlands of Guatemala. Following the submission of their report (Report No. PIP/Guatemala/Oct-Nov 84/No. 52), the specialists were requested to return to Guatemala to present a summary of their findings and recommendations to GOG MINAG personnel and to conduct a short course on the subject.

The course was conducted in Spanish and the following study guide was used as a teaching aid.

HORARIO

Martes, 19 Marzo 1985

0800 - 0900	Registración
0900 - 1000	Asuntos Administrativos
1000 - 1030	Descripción del Curso
1030 - 1100	Sobrevista - USAID
1100 - 1200	Producción - Consideraciones Generales
1200 - 1400	Almuerzo
1400 - 1500	Producción - Consideraciones Generales
1500 - 1700	Refrigeración - Consideraciones Generales
1700 - 1800	Consideraciones Especiales de Guatemala
1800 - 1900	Problemas Individuales

Miercoles, 20 Marzo 1985

0800 - 0900	Problemas Individuales
0900 - 1200	Problemas y Soluciones para la Producción de Manzanas y Duraznos
1200 - 1400	Almuerzo
1400 - 1700	Problemas y Soluciones para la Refrigeración de Manzanas y Duraznos
1700 - 1800	Problemas Individuales
1800 - 1900	Resumen del Curso y Terminación

FRUTAS TROPICALES: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA POST-COSECHA

FRUTAS TROPICALES: ASUNTOS RELACIONADOS CON LA POST-COSECHA

1. INTRODUCCION:

Origen e importancia de las frutas tropicales. Producción mundial de frutas tropicales. Comercio internacional de frutas frescas y procesadas. Centros internacionales para la investigación de frutas tropicales.

Entre los alimentos que más se consumen en los países subdesarrollados, así como en las naciones industrializadas de las zonas templadas, las frutas tropicales y subtropicales ocupan un lugar prominente. El higo y el dátil, los cuales tienen gran importancia en el comercio mundial, eran alimentos esenciales en la región del Mediterráneo mucho antes de que la historia comenzara a escribirse. Hoy en día la banana y la piña comparten con la manzana y la fresa (frutilla), el lugar destinado a las frutas de los supermercados modernos. Más recientemente, el aguacate (palta) y la papaya (lechosa) se han convertido en frutas populares para millones de personas de clima templado.

Otras frutas como la chironja de Puerto Rico, y el mangostino, tienen áreas de producción y consumo bastante limitadas.

Mencionemos ahora el origen e importancia de algunas frutas tropicales.

La acerola (Malpighia emarginata DC) es originaria de la zona tropical del nuevo mundo.

El aguacate (Persea americana Miller) es originario de Guatemala, México y la parte norte de la América del Sur.

La banana y el plátano (Musa acuminata Colla y M. balbisiana Colla) son originarias de la zona tropical del viejo mundo.

El dátil (Phoenix dactylifera L.) es originario de la región del Mediterráneo cercana al Golfo Pérsico.

El higo (Ficus carica L.) también tiene su origen en la región del Mediterráneo.

La guayaba (Psidium guajava L.) es originaria de la zona tropical del Nuevo Mundo.

El mango (Mangifera indica L.) es originario de la India y la región de Malasia.

La papaya (Carica papaya L.) es originaria de la América Tropical.

El maracuyá (Passiflora edulis) tuvo su origen en Brasil, Paraguay y el Norte de la Argentina.

La piña (Ananas comosus L.) es originaria del Brasil y posiblemente Paraguay.

La guanábana (Anona muricata L.) es también originaria de la América Tropical.

El tamarindo (Tamarindus indica L.) tuvo su origen en la región tropical del Viejo Mundo, probablemente en África.

Producción Mundial de Frutas Tropicales:

AGUACATE: La producción mundial de aguacate en 1981 pasó de un millón y medio de toneladas (métricas). México, que es el líder mundial en lo referente a aguacates, produjo 30.9%. Los Estados Unidos, que están en segundo lugar, produjeron 13.7% del total mundial, y Brasil el 9.1%. Si comparamos la producción con relación al área geográfica, vemos que en 1981 la producción de

aguacate fue la siguiente: Norte América (México y U.S.A.) 44.6%; Sur América, 22.0% y Centro América con las Islas del Caribe 20% de la producción mundial. La República Dominicana por sí sola produjo 8.7%.

En los últimos años, la producción de aguacate en Israel ha aumentado considerablemente y también ha crecido en los Estados Unidos (California y Florida) y México.

La expansión de la producción mundial de aguacates va a continuar en un futuro inmediato en la región central y sur del Brasil y también en la zona norte de Argentina, donde hay aún espacio para un considerable desarrollo de esta fruta. La tecnología mejorada de irrigación (especialmente la irrigación por goteo) usada en Israel, pueden abrir nuevas áreas tropicales a la producción del aguacate. Sin embargo, es necesario controlar la diseminación de la enfermedad conocida por Phytophthora (pudrición de la raíz) como se ha hecho en California. En muchas partes del sur de Asia el aguacate no se cultiva extensamente porque la gente prefiere otras frutas que crecen con abundancia.

PIÑA: Se espera que la producción mundial de piña sobrepase la de otras frutas tales como el melocotón (durazno) y el nectarino.

Los líderes mundiales de producción de piña son: Thailand y los Estados Unidos (Hawaii y Puerto Rico), pero otros países productores importantes son los siguientes: Filipinas, México, Brasil, Taiwan y Costa de Marfil en el Africa. La producción de piñas ha de continuar como una de las cosechas mundiales de mayor importancia.

MANGO: Durante el año 1981, la producción de mangos pasó de 1.3 millones de toneladas métricas: la India solamente, produjo 63.3%. En los países tropicales, el mango ha ocupado Por muchas generaciones, un lugar prominente en la alimentación. Así sucede con la manzana en los países de clima templado y subtropicales. Las principales naciones exportadoras de mango son: India, México, Haití, República Dominicana, Taiwan, Filipina, Thailand, Brasil, Australia y algunos países del Africa.

BANANA y PLATANO: Considerando las bananas separadamente, se puede decir que ocupan el tercer lugar en la producción mundial de frutas, solamente por debajo de las frutas cítricas y de las uvas. que son las que ocupan el primer lugar. Si se combina la producción mundial de bananas y plátanos, la cantidad es mayor que la de frutas cítricas, y por consiguiente, pasa a ocupar el segundo lugar.

GUAYABA: Por el momento, la producción de guayaba como fruta fresca para exportar, es relativamente limitada. No así en forma procesada, bien sea en conserva o congelada, en cuyo caso Hawái, los países de Centro y sur América, Filipina, Nueva Zelanda y las Islas del Caribe exportan gran cantidad a los Estados Unidos.

MARACUYA: Una porción de la producción del Brasil es vendida a Alemania, y el resto tiene gran demanda para el consumo local en el propio Brasil. Hawái vende toda su producción a los Estados Unidos. Australia absorbe toda su producción y además, importa de Nueva Guinea y de Africa del Sur.

PAPAYA: La producción mundial de esta importante fruta es algo mayor que la del aguacate, pero menor que la de fresas (frutillas). Sin embargo, se nota que va creciendo con rapidez. México es una importante fuente productora de papaya, mayor que el Hawái. La producción de papayina, una enzima usada para ablandar carnes, ha alcanzado altas cifras en varios países del Africa y también en Sri Lanka.

DATOS OBTENIDOS POR LA FAO EN 1981

<u>Sandía o Melón de Agua</u>		<u>Limón y Lima</u>		<u>Naranja</u>	
U.S.	- 1,183	Ecuador	- 18	Costa Rica	- 37*
México	- 620	Costa Rica	- 26	Cuba	- 76
Panamá	- 1	Jamaica	- 22	Jamaica	- 28
Honduras	- 14	México	- 530*	México	- 1,600*
Jamaica	- 3	Puerto Rico	- 3	Puerto Rico	- 29
Colombia	- 8	U.S.A.	- 1,139	U.S.A.	- 9,547
Ecuador	- 32	Argentina	- 300	Colombia	- 253*
Venezuela	- 72	Brasil	- 115	Ecuador	- 530
				Panamá	- 530
				Panamá	- 69
				Brasil	- 9,315
				Venezuela	- 430

Notas: Todas las cantidades están dadas en miles de Toneladas métricas.

* Datos estimados por la FAO.

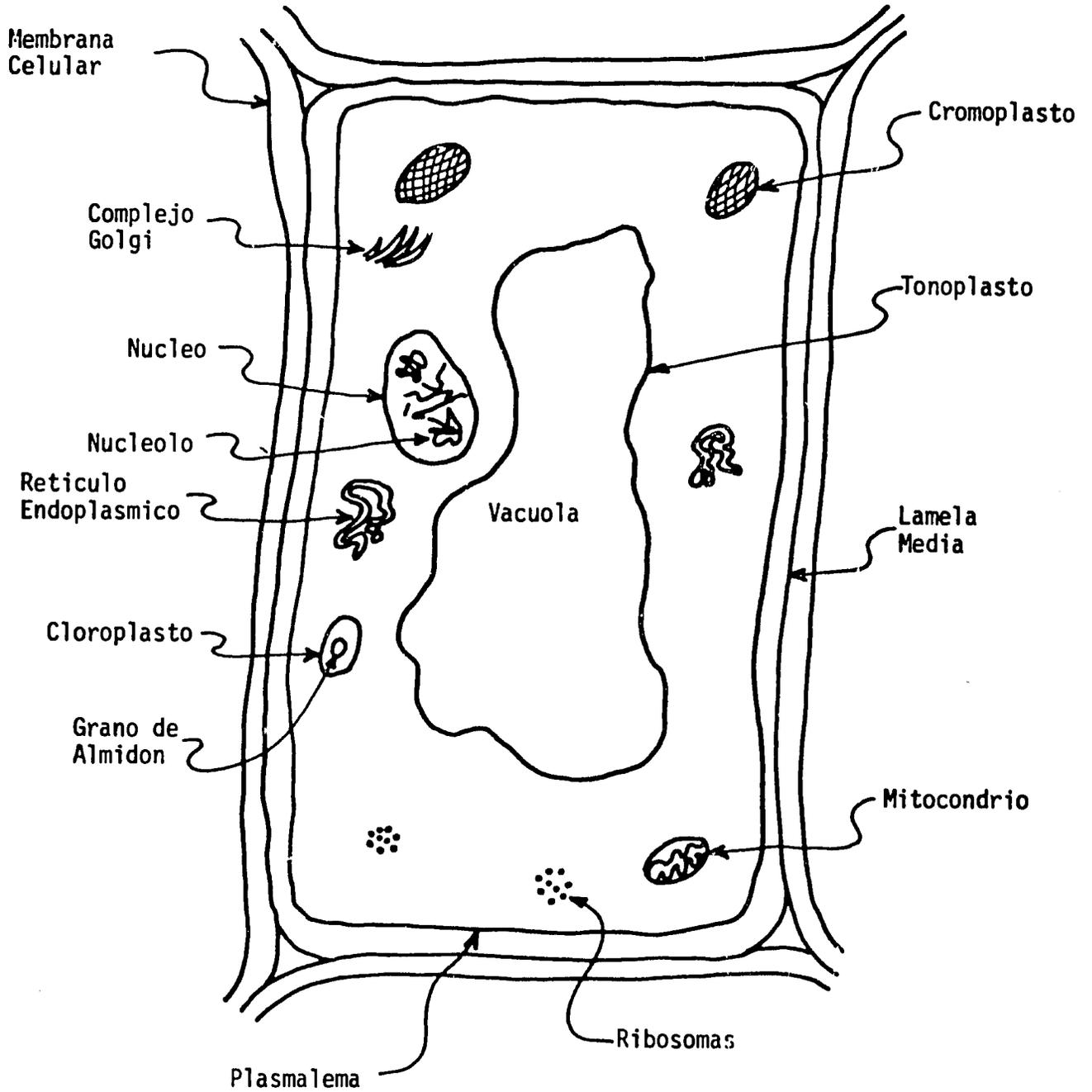
2. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LAS FRUTAS:

Definición del Fruto: La definición botánica del fruto es algo complicada para usarla en asuntos de comercio. Una definición más sencilla y apropiada es la que se refiere al fruto como "el producto comestible de una planta o árbol, el cual tiene una o más semillas cubiertas generalmente por una masa jugosa o pulposa".

Hay algunas frutas que por la manera en que son usadas se consideran hortalizas o legumbres. Por ejemplo, el tomate, pepino, ají, pimiento y otros. Esto se debe a que el consumidor les echa sal o los cocina para comerlas. Sin embargo, hablando botánicamente son frutas.

Composición Celular: Las células de las frutas son típicas de todos los vegetales. Por consiguiente, dichas células están rodeadas de una pared o membrana más o menos rígida, la cual está compuesta de celulosa, sustancias pécticas, hemicelulosa y lignina. Entre unas y otras células hay materias pécticas que sirven para unir las. También hay pequeños canales que sirven para transferir las sustancias citoplasmática de una célula a las otras. La membrana citoplasmática es permeable al agua, así como a otros líquidos que contienen sustancias en solución.

REPRESENTACION DIAGRAMATICA DE UNA
CELULA VEGETAL



Las principales funciones de la membrana celular son las siguientes:

1. Dar cabida a los componentes de la célula y a la vez evitar que los cambios de tensión hidrostática que tienen lugar en el interior de la célula puedan reventar la propia membrana.
2. Dar soporte estructural a la célula, y por consiguiente, a los tejidos que forman las plantas.

El citoplasma, que forma la mayor parte interior de la célula, está lleno de un fluido que contiene sustancias en solución tales como azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos y sales. El citoplasma es el lugar donde se encuentran uno o más espacios vacíos llamados vacuolas.

Entre los procesos importantes que tienen lugar en la parte fluida del citoplasma está la glicólisis, que es la descomposición de carbohidratos por medios de procesos enzimáticos. La síntesis de proteínas también tiene lugar en el citoplasma.

El núcleo constituye el centro de control de la célula y es donde se hayan las características genéticas de la célula.

Los mitocondrios contienen las enzimas respiratorias y son los que utilizan los productos de la glicólisis para producir energía. Por eso se le llama a los mitocondrios la fuente de energía celular.

Los cloroplastos, que están localizados en las células verdes, son los aparatos fotosintéticos. Allí es donde está contenida la clorofila que convierte la energía solar en energía química. También contienen los cloroplastos las enzimas necesarias para fijar el anhídrido carbónico de la atmósfera con el objeto de formar azúcares y otras sustancias orgánicas.

Los cromoplastos están principalmente formados de cloroplastos maduros y son los que contienen los carotinoides que son pigmentos amarillo-rojizos, característicos de muchas frutas.

Los amiloplastos, son los lugares del citoplasma donde se forman los granos de almidón.

Hay también otros órganos microscópicos en el citoplasma pero, a fin de abreviar, vamos a omitirlos. Sin embargo, su importancia es grande en los cambios fisiológicos de las células.

Composición Química y Valor Nutricional: La mayoría de las frutas contienen más del 80% de agua y algunas, como el pepino, melón, etc., alcanzan alrededor del 95%. Los tubérculos, granos y semillas (yuca, boniato, maíz) contienen alrededor de un 50% de agua o tal vez un poco más.

Dentro de cada clase de fruta, puede ocurrir una gran variación en el contenido de agua, ya que ésta depende de la cantidad disponible en el suelo. Si hay fluctuaciones diurnas de temperatura, el contenido de agua de las frutas también varía; por eso es preferible hacer la recogida de las frutas cuando contienen mayor cantidad de agua porque así la textura es más tersa, lucen más frescas y el rendimiento es mayor. Por consiguiente, el tiempo de la cosecha de frutas y vegetales, tiene gran efecto en la calidad de las mismas.

Carbohidratos: Los carbohidratos representan el grupo mayor de sustancias presentes en las frutas. Unas veces los encontramos en forma de azúcar de bajo peso molecular y otras, en forma de polímeros de alto peso molecular. El contenido de carbohidratos en los tejidos de las plantas puede variar entre el 20% y el 40% con relación al peso del tejido.

El azúcar, de la cual hay varias clases, abunda más en las frutas maduras, mientras que las frutas verdes, y también las hortalizas y legumbres contienen más almidón.

Los principales tipos de azúcar de las frutas son la sacarosa, glucosa y fructosa. El cuadro que sigue muestra el tipo de azúcar predominante en distintas frutas.

Contenido de Azúcar en Frutas

Maduras (g/100g fruta fresca)

<u>Fruta</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Fructosa</u>	<u>Sacarosa</u>
Manzana	2	6	4
Banana	6	4	7
Dátil	32	24	8
Uva	8	8	0
Naranja	2	2	5
Piña	2	1	8

Los humanos, y por supuesto los animales también utilizan el azúcar y el almidón como fuente de energía. Por eso es que las frutas con alto contenido de almidón representan una gran fuente de energía en la dieta de muchas personas de distintos países. El almidón de los plátanos, la yuca el boniato y las papas, provee la mayor parte de la energía en dietas de subsistencia en la mayoría de

los países en vía de desarrollo. El uso excesivo de productos que contienen almidón no es recomendable, puesto que no suministran otras sustancias esenciales para el funcionamiento adecuado del organismo humano.

Las frutas son productoras principales de energía, ya que contienen azúcar como lo indica su sabor dulce.

Las fibra que también forman parte de la dieta contienen gran cantidad de carbohidratos. Las fibras esta compuestas de carbohidratos, como celulosa, sustancias pécticas y hemicelulosas que pasan por el intestino humano sin ser digeridos.

El cuerpo humano no segrega las enzimas necesarias para digerir las fibras. Sin embargo, la fibra es un componente necesario en la dieta ya que evita o mejora la constipación intestinal.

Proteínas

Las frutas frescas no son fuentes importantes de proteína, la mayoría de las frutas frescas solo contienen alrededor de 1% de proteína. Las hortalizas contienen más o menos 2% y las legumbres casi 5%. La proteína de las frutas es más bien para uso funcional propio y no la tienen en forma de reserva como sucede en los granos y las nueces.

Lípidos

La cantidad de lípidos o grasa de las frutas y hortalizas es menor al 1% y se le encuentra principalmente en las capas exteriores o cáscara que protege el producto. El aguacate y las aceitunas representan la excepción, ya que contienen 20% y 15% de aceite, respectivamente.

Ácidos Orgánicos

La mayoría de las frutas contienen gran cantidad de ácidos orgánicos. El exceso es almacenado en las vacuolas del citoplasma separadamente de otros componentes de las células. Los limones, las limas y otras frutas contienen 3% de ácidos orgánicos.

Los ácidos que predominan son principalmente el cítrico y el málico. Otros ácidos también presentes son el tartárico y el oxálico. Véanse a continuación algunos ejemplos. Ácidos Orgánicos Predominantes en Varias Frutas.

Ácido Cítrico

Cítricos
Guayaba
Piña
Tomate

Ácido Málico

Manzanas
Banana
Melón
Cerezas

Ácido Tartárico

Uvas

Vitaminas y Minerales

La vitamina C (Acido ascórbico) tiene gran importancia en la nutrición pues evita la enfermedad llamada escorbuto. Muchas frutas frescas y hortalizas son fuentes buenas de vitamina C.

La vitamina A es necesaria para el organismo y principalmente para los ojos. La encontramos en forma de Beta Carotina en varias frutas y hortalizas de color amarillo-rojizo o anaranjado.

No todos los carotinoides presentes en las frutas son del tipo denominado precursores de vitamina A. Por ejemplo, el pigmento del tomate que se llama licopina, no se transforma en vitamina A, como sucede con la Beta-Carotina de las zanahorias y del albaricoque.

El ácido fólico es otra vitamina presente en las frutas y contribuye a evitar la anemia.

A continuación se ve un Cuadro referente a los vitaminas A, C y ácido fólico de algunas frutas:

<u>VITAMINAS</u>	<u>PRESENTES</u>	<u>EN</u>	<u>VARIAS</u>	<u>FRUTAS</u>
<u>Fruta</u>	<u>Vit. A*</u>	<u>Vit. C**</u>	<u>Acido Fólico*</u>	
Guayaba	-	200	-	
Papaya	-	80	-	
Citros	-	40	-	
Mango	200	30	-	
Piña	-	20	-	
Manzana	-	10	-	
Albaricoque	150	-	-	
Banana	20	20	10	

*Microgramos por 100 gramos de muestra

** Miligramos por 100 gramos de muestra

Muchas otras vitaminas y también minerales están presentes en las frutas.

Minerales

El hierro y el calcio a veces están presentes en cantidades muy altas; y sin embargo, no son utilizables por encontrarse en una forma no absorbible por el cuerpo humano. Por ejemplo, el oxalato de calcio de las espinacas es una sal de calcio que el cuerpo humano no absorbe.

Valor Nutricional

El valor nutricional de varias frutas no depende solamente de la concentración de sus componentes sino de la cantidad presente en la dieta diaria. Ciertas frutas tienen una concentración baja de productos nutricionales, y sin embargo, hacen una gran contribución a la dieta por ser consumidas en cantidad grande.

Ingredientes Volátiles

Todas las frutas y hortalizas producen sustancias de bajo peso molecular que se volatilizan a temperatura ambiente. Estas sustancias son importantes puesto que producen las características de sabor y aroma de cada producto.

TEMPERATURA Y HUMEDAD

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Enfriamiento v Almacenaje de Frutas.

La temperatura de las frutas al cosecharlas, así como la del ambiente, alcanza a veces 40°C en los países tropicales. A esta temperatura la respiración es más rápida y el tiempo que las frutas pueden ser conservadas muy corto. Por este motivo se recomienda hacer la recogida de frutas en horas tempranas de la mañana, ya que entonces hay menos calor. Sin embargo, esto no es siempre posible si se trata de cosechas muy grandes. Lo ideal es enfriar o ventilar el producto tan pronto como se cosecha, pues así se puede conservar en buenas condiciones por mayor tiempo.

Los beneficios máximos del frío se obtienen con frutas de buena calidad. Por consiguiente, es necesario:

- a) Eliminar todas aquellas que estén dañadas. La pérdida de humedad, y por tanto de peso, aumenta considerablemente en las frutas que están agolpeadas.
- b) Evitar el enfriamiento de frutas que no han aún alcanzado su desarrollo máximo y también las excesivamente maduras.
- c) Evitar el enfriar frutas que tienen infecciones, aunque estas sean incipientes.

La temperatura de los cuartos de enfriamiento debe mantenerse lo más constante posible, y en caso de fluctaciones, estas no deben ser mayores de 1°C . Además, es importante mantener igual temperatura en todas las partes del cuarto de enfriamiento. Esto puede conseguirse teniendo presente que:

- a) Los cuartos estén contruidos con buenos materiales aisladores.
- b) Las cajas deben colocarse algo separadas unas de otras y sobre tarimas o paletas, a fin de que el aire pueda circular en todas direcciones.
- c) Los cuartos tienen que estar provistos con termostatos que trabajen correctamente.

d) Los termómetros deben colocarse a más de 5 pies de altura y también otros cerca del suelo.

Humedad Relativa

La humedad relativa del aire en las cámaras o cuartos de enfriamiento afecta directamente la calidad de las frutas. Si la humedad es muy baja las frutas tienden a secarse o marchitarse, y si es muy alta favorece la propagación de hongos que crecen no solo en las frutas, sino también en las paredes de las cámaras. Cuando el aire está saturado con vapor de agua es difícil controlar los hongos.

Para mantener una adecuada humedad relativa en los cuartos de enfriamiento es necesario tener presente;

- a) Que las paredes de los cuartos no tengan grietas, y que
- b) Haya poca diferencia entre la temperatura de la superficie de enfriamiento y la del aire de la cámara.

La presión parcial del vapor de agua en el aire puede variar sin que cambie la temperatura. Si el aire está totalmente seco, decimos que la presión del vapor es zero, pero a veces alcanza su máximo sin variar la temperatura. El cuadro que sigue a continuación muestra que cuando la temperatura del aire es 20°C, la presión del vapor de agua es 17,5 mm Hg.

Presión del Vapor de Agua

<u>Temperatura</u> (en °C)	<u>Presión del Vapor</u> (en mm Hg)
-10	1.95
0	4.58
5	6.54
10	9.21
15	12.80
20	17.50
25	23.80
30	31.80
40	55.30
50	92.50
100	760.00

La humedad relativa o estado higrométrico del aire se define

22

como la relacion entre la masa de vapor de agua contenida en un volumen dado de aire y la que este volumen podría contener si estuviese saturado de vapor a la misma temperatura. En la práctica el resultado se multiplica por 100 para expresarlo en por ciento.

La carta psicrométrica mostrada en la siguiente página tiene una línea curva en la parte más alta que representa 100% de humedad relativa (100% HR) o sea saturación. Esta línea sirve para obtener la relación entre la temperatura del aire saturado y la presión del vapor de agua. Las otras líneas que corren en similar dirección representan más bajos porcentajes de humedad relativa (80%, 60%, etc). La curvatura de estas líneas muestra que la presión del vapor de agua aumenta con más rapidez cuando sube la temperatura.

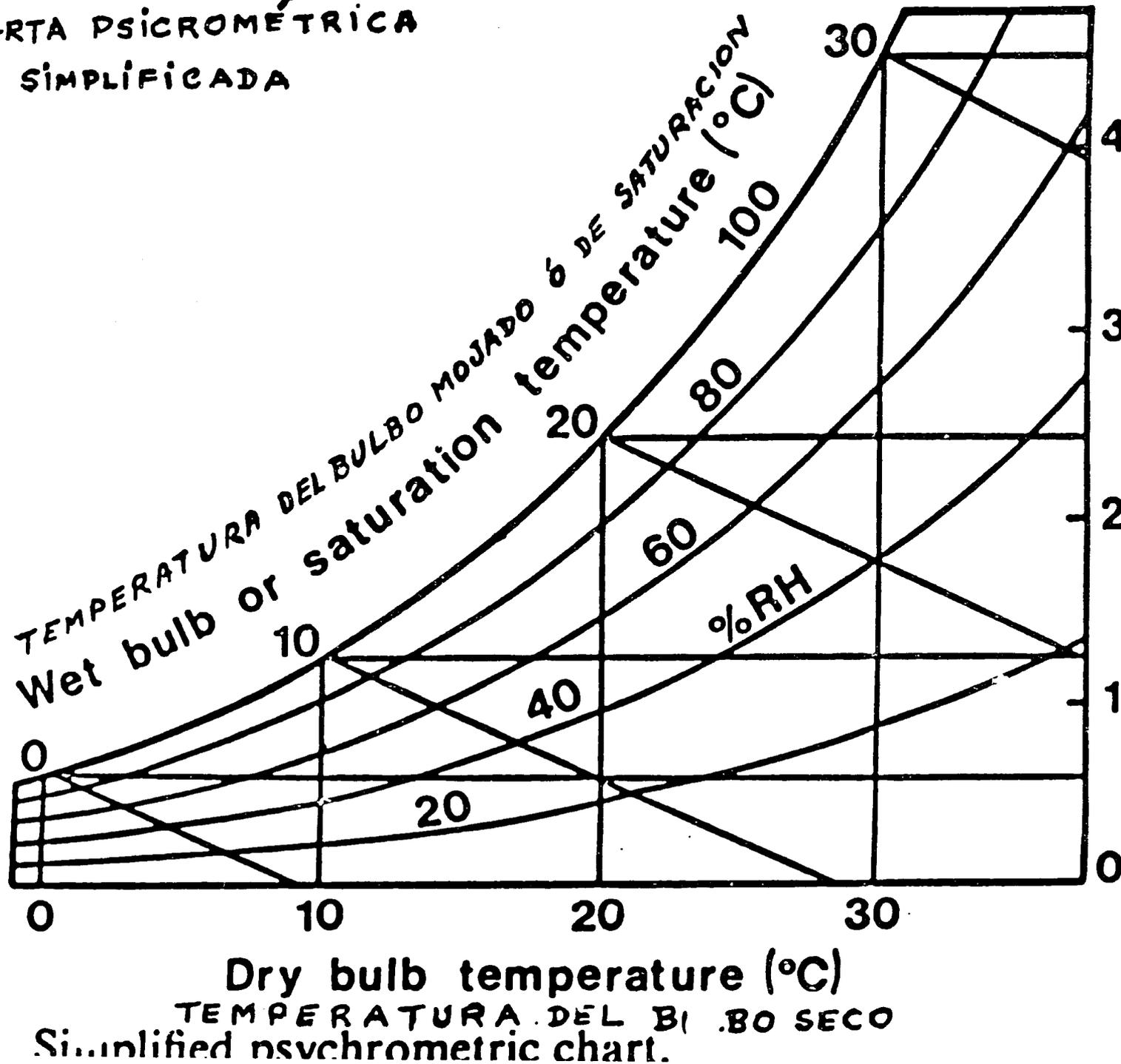
La línea horizontal que forma la base de la carta psicrométrica indica la temperatura del termómetro de bulbo seco. Esta temperatura, así como la temperatura de saturación, se obtienen con un psicrómetro (higrómetro de saturación), el cual tiene dos termómetros, uno de bulbo seco y otro que se mantiene mojado todo el tiempo.

Cuando el aire humedo se enfría, llega un momento en que la presión del vapor de agua alcanza su máximo a esa particular temperatura. Entonces el vapor se condensa en forma de diminutas gotas de agua. La temperatura requerida para que la condensación tenga lugar se llama "temperatura del punto de rocío."

La condensación que ocurre cuando se trata de frutas enfriadas dentro del envase puede causar pudrición, resblandecer las cajas (si estas son de carton) y si no hay corriente de aire, puede tambien subir la temperatura de las frutas.

La diferencia entre la presión del vapor de agua en el interior de una fruta fresca y la del aire que la rodea, tiene mucha importancia cuando llega el momento de enfriarla. Aunque se use aire frío saturado para enfriar un producto, este seguirá perdiendo agua mientras permanezca a mas alta temperatura que el aire que lo rodea. Por consiguiente, es importante llevar a cabo el entriamiento con rapidez para disminuir la diferencia entre la presión del vapor de agua en las frutas y la del vapor de agua en las corrientes de aire frío.

CARTA PSICROMÉTRICA SIMPLIFICADA



WATER VAPOUR PRESSURE (kPa)
PRESION DEL VAPOR DE AGUA

h.c

Circulación de Aire y Espacio entre Cajas

La circulación rápida de aire para eliminar el calor que traen las frutas al ser cosechadas es muy importante. Cuando los cuartos de enfriamiento se llenan con cajas de productos, es más fácil controlar la temperatura si se trata de cámaras grandes que de las chicas.

El tipo de caja y también la forma en que se colocan una sobre las otras afecta el enfriamiento. El aire al moverse sigue el camino que presenta menos resistencia. Por tanto, si se cierra el paso en algunos lugares se forman zonas donde la temperatura está más alta. Una gran separación entre cajas tampoco es recomendable. Es conveniente pintar líneas en el suelo que sirvan para indicar el espacio libre que debe dejarse. Se recomienda dejar tres pulgadas entre las cajas y también entre el suelo y las cajas. Y alrededor de seis pulgadas entre las cajas y la pared, y también entre el techo y las cajas. Las cajas deben tener perforaciones suficientemente grandes para que el aire frío pueda atravesarlas.

Las pérdidas de humedad en las frutas puede disminuirse con el uso de envases protectores que suplementen los beneficios de la refrigeración. Por ejemplo, los materiales plásticos como el polietileno, en forma de bolsas, resulta muy práctico y económico. También se usan láminas plásticas para cubrir el interior de las cajas o para cubrirlas una vez ya colocadas en las tarimas.

Cuando se emplean materiales plásticos hay que tener presente

- a) Que si el plástico se cierra herméticamente puede restringir la transferencia de oxígeno y anhídrido carbónico, así como la del vapor de agua. La concentración de gases puede alcanzar concentraciones dañinas.
- b) Los plásticos retardan el proceso de enfriamiento pues dificultan la transferencia del calor.

FISIOLOGIA Y BIOQUIMICA

FISIOLOGIA Y BIOQUIMICA

Las frutas continúan sus procesos vitales después de cosechadas. Esto es cierto porque siguen realizando las funciones metabólicas y fisiológicas que llevaban a cabo cuando estaban unidas a la planta ó al árbol.

Una característica importante de las frutas es que respiran absorbiendo oxígeno y exhalando anhídrido carbónico y también calor. Otra característica es que transpiran o sea que pierden agua después de cosechadas.

Cuando una fruta esta unida a la planta ó árbol, las pérdidas causadas por la respiración y la transpiración son reemplazadas por la savia, la cual contiene agua, carbohidratos, aminoácidos y minerales. Pero una vez que las frutas han sido cosechadas, dependen totalmente de sus propias reservas y del propio contenido de agua para compensar las pérdidas. Por consiguiente, cuando esas pérdidas no son reemplazadas, se observa que comienza el deterioro del producto.

Por lo tanto podemos decir que las frutas cosechadas son productos perecederos. Y esto demuestra que es necesario e importante entender los cambios fisiológicos y metabólicos que tienen lugar en las frutas.

DESARROLLO FISIOLOGICO

El ciclo vital de las frutas puede dividirse en tres etapas.

- a). Crecimiento
- b). Maduración
- c). Envejecimiento o senectud

Hacer una distinción precisa de estas etapas no es cosa fácil, pero intentaremos realizarlo.

- a). El crecimiento comprende la multiplicación y aumento de tamaño de las células, de lo cual depende también el tamaño final que habrá de alcanzar el fruto.

b). La madurez comienza por lo general antes que cese el crecimiento e incluye diversos cambios que varían de acuerdo con el tipo de fruta de que se trate.

c). La senectud o envejecimiento es el período en que los procesos bioquímicos anabólico (sintéticos) disminuyen para dar paso a los bioquímicos catabólicos (destructivos) que son precisamente los causantes del envejecimiento y muerte del producto.

MADURACION DEL FRUTO

La maduración es un evento interesante en el ciclo vital de las frutas puesto que transforma ese órgano de las plantas en un producto atractivo y apetecible para ser consumido.

Se puede decir que la madurez marca el final del desarrollo de las frutas y a su vez indica el comienzo de la decadencia o senectud. Esto representa un proceso normal y al mismo tiempo irreversible que no puede ser detenido indefinidamente.

Los principales cambios que ocurren durante la madurez son los siguientes:

1. Desarrollo de las semillas
2. Cambio de color
3. Separación de la planta que lo sostiene
4. Cambios de rapidez respiratoria
5. Producción de etileno
6. Cambios de permeabilidad de los tejidos
7. Reblandecimiento
8. Cambios en los carbohidratos
9. Cambios en ácidos orgánicos
10. Cambios en las proteínas
11. Producción de sustancias volátiles
12. Formación de cera en la cascara

Los cambios que el consumidor asocia mas frecuentemente con la maduración son los siguientes:

Color: El cambio de color es el principal criterio para juzgar si una fruta esta madura. Con pocas excepciones, como sucede con el aguacate, las frutas climatéricas pierden el color verde cuando maduran. Muchas frutas no-climatéricas también exhiben un marcado cambio de color cuando están madurando. Por ejemplo, las frutas cítricas en los climas templados, pero no así en los tropicales.

La pérdida del color verde es causada por una descomposición estructural de la clorofila. Los principales agentes reponsables de esta degradación son: a) cambios de pH principalmente causados por ácidos orgánicos contenidos en las vacuolas, b) sistemas oxidantes y c) la clorofilasa. La pérdida del color verde depende de uno o de todos estos factores actuando en sucesión para destruir la clorofila.

La desaparición de la clorofila está asociada con la aparición de pigmentos que varían del amarillo al rojo. Muchos de estos pigmentos son carotinoides. Estas son las sustancias estables que permanecen intactas aún cuando aparece en el fruto un estado avanzado de la senectud. Aunque los pigmentos carotinoides son sintetizados durante el desarrollo de las frutas, la clorofila los mantiene escondidos. Después que la clorofila se descompone, es que los carotinoides se hacen visibles, como ocurre en la cáscara de la banana. En otras frutas, la síntesis de los carotinoides ocurre al mismo tiempo que se descompone la clorofila, como sucede en el tomate.

Las antocianinas suministran la mayoría de los colores rojo-púrpura de las frutas y hortalizas. Las antocianinas son solubles en agua y se les encuentra en las vacuolas de las células, así como en las capas de la epidermis. Los colores que producen son tan fuertes que ocultan los carotinoides y la clorofila.

Carbohidratos:

El mayor cambio cuantitativo asociado con la madurez de las frutas es la descomposición de los carbohidratos, particularmente la conversión del almidón en azúcar. Esto tiene un doble efecto pues altera el sabor y la textura de las frutas. El aumento en azúcar hace que las

frutas sean más dulces, y por consiguiente más apetitosas.

La descomposición de carbohidratos poliméricos, especialmente las sustancias pécticas y las hemicelulosas, ablanda las paredes celulares y a la vez disminuye la fuerza cohesiva que mantiene unidas las células. Al comienzo de la madurez, la textura más blanda es aceptable, pero finalmente la estructura se va desintegrando. La protopectina es la principal forma insoluble de donde se derivan las sustancias pécticas. Durante la maduración, la protopectina es gradualmente descompuesta en fracciones de menor peso molecular, las cuales son más solubles en agua. La degradación de las sustancias pécticas está directamente relacionada con el resblandecimiento de las frutas.

Ácidos Orgánicos

Generalmente los ácidos orgánicos disminuyen durante la maduración debido a la respiración o a su conversión en azúcares. Los ácidos pueden considerarse como una reserva de energía de las frutas durante la maduración, ya que este es el período de mayor actividad metabólica.

Compuestos Nitrogenados

Las proteínas y los aminoácidos libres son constituyentes menores de las frutas y hasta ahora no se conoce que jueguen ningún papel con relación a la calidad de las mismas. Durante la fase climatérica de muchas frutas se observa una disminución de aminoácidos libres, lo cual se refleja en un aumento en la síntesis de proteínas. Durante la senectud, el nivel de aminoácidos libres aumenta, indicando así una descomposición enzimática y una disminución de la actividad metabólica general.

Aroma

El aroma juega un papel importante en el desarrollo óptimo de la calidad de un gran número de frutas. El aroma se debe a la síntesis de muchos compuestos orgánicos volátiles que se forman durante la maduración.

Fisiología de la Respiración

Entre las funciones metabólicas que ocurren en las frutas cosechadas, una de las más importantes es la respiración. Se puede describir la respiración como un proceso de descomposición oxidativo de materiales normalmente presentes en las células. Por ejemplo, el almidón, el azúcar y los ácidos orgánicos son transformados en moléculas más simples como el anhídrido carbónico y el agua.

La respiración en las frutas puede ocurrir en presencia de oxígeno, a lo cual se llama respiración aeróbica, y también en ausencia de oxígeno que constituye la respiración anaeróbica o fermentación.

La rapidez con que respiran las frutas indica el grado de actividad metabólica y además sirve de guía para determinar lo que habrá de durar en buenas condiciones.

La rapidez con la cual respiran las frutas puede hacerse midiendo la cantidad de oxígeno consumido o también por medio del anhídrido carbónico producido. Una vez que las frutas han madurado, la respiración disminuye progresivamente según van envejeciendo.

El tomate, el mango, las bananas y las manzanas son ejemplos de frutas en las que la respiración tiene un aumento pronunciado cuando están madurando. Se dice entonces que la respiración es del tipo climatéricas, y las frutas que pertenecen a este grupo, se les llaman frutas climatéricas.

La intensidad y duración de la respiración climatéricas varía entre las diferentes especies de frutas. La respiración climatérica, así como el proceso de maduración no sólo dura mientras la fruta está unida a la planta, sino que continúa después de ser cosechada.

Las frutas que no exhiben respiración climatérica como sucede con la piña, la fresa y las frutas cítricas se agrupan bajo el nombre de no-climatéricas. Los cambios de maduración en este grupo ocurren con más lentitud que en las frutas climatéricas. A continuación se muestra el cuadro de frutas de acuerdo con el tipo de maduración.

AGRUPACION DE FRUTAS POR SU TIPO DE RESPIRACION

CLIMATERICAS

Manzana
Aguacate
Banana
Chirimoya
Mango
Papaya
Maracuya
Tomate
Sandia

NO-CLIMATERICAS

Pepino
Uva
Naranja
Limon
Pina
Manfarina
Fresa
Cereza dulce
Cereza acida

Esta agrupacion de las frutas de acuerdo con el tipo de respiracion, es una clasificacion arbitraria que ha servido para estudiar el proceso bioquimico que la controla.

EFEECTO E IMPORTANCIA DEL ETILENO

Las frutas climatericas pueden diferenciarse de las no-climatericas por la manera que responden cuando se les aplica gas etileno para madurarlas y tambien por la forma en que ellas mismas producen interiormente su propio etileno. Todas las frutas producen pequenissimas cantidades de etileno durante su desarrollo. Sin embargo, las frutas climatericas emanan mucha mayor cantidad que las no-climatericas. Esta diferencia puede observarse midiendo la produccion de etileno durante la época de maduracion.

PRODUCCION DE ETILENO EN VARIAS FRUTAS

<u>Frutas Climatericas</u>	<u>Etileno (uL/L)</u>	<u>Frutas No-Climatericas</u>	<u>Etileno (uL/L)</u>
Manzana	25 - 2500	Limon	0.11 - 0.17
Aguacate	28.9- 74.2	Lima	0.30 - 1.96
Banana	0.05- 2.1	Naranja	0.13 - 0.32
Maracuya	466 - 530	Pina	0.16 - 0.40

La producción interna de etileno en las frutas climatericas varía considerablemente mientras que en las no-climatericas hay poco cambio.

Uso Externo del Gas Etileno

El etileno aplicado en una concentración de 0.1 a 1.0 microlitro por litro de aire al día es generalmente suficiente para acelerar la maduración de las frutas climatericas. Sin embargo, la magnitud del efecto es relativamente independiente de la concentración de etileno.

La importancia del etileno en la maduración de las frutas se estableció en California a principios del siglo cuando se usaban calentadores de kerosina para amarillar los limones de cascara verde. Hasta 1934 no se sabía que las frutas elaboraban su propio gas etileno en cantidades muy pequeñas. Este descubrimiento tuvo lugar recogiendo el gas etileno desprendido con perclorato mercurico y luego dejándolo libre para medirlo por mediación de un manómetro.

Las investigaciones referentes a la formación del etileno en las frutas que están madurando recibió un gran adelanto al comenzarse a usar la comatografía de bases, ya que esta permitió la medición de cantidades pequenísimas, tales como 0.001 de un microlitro en una muestra de un mililitro de gas.

Importancia del Etileno

Las cosechas pueden tratarse con sustancias químicas que dan lugar a la producción de etileno dentro de la misma planta. Hasta ahora el producto que se conoce más es ETHREL, marca registrada para el 2-cloro-etilo del ácido fosforico. Este producto es fabricado por Union Carbide. Ethrel es una sustancia cristalina soluble en agua que es absorbida por las plantas donde se realiza su disociación por una reacción que depende del pH. Esto da lugar a la formación de etileno y ciertas sustancias inorgánicas residuales. El empleo de Ethrel para la maduración de frutas como pina y tomates tiene que hacerse con gran cuidado pues una pequeña cantidad de este producto se extiende extremadamente y puede causar malos resultados.

En algunas frutas como la banana, aguacate y sandia (melon de agua), hay un pequeño aumento de concentración endógena de etileno antes de comenzar la respiración climaterica. Por ejemplo, la concentración de

etileno en el melon "rocio de miel," aumenta del nivel pre-climaterico de 0.04 microlitros por litro a 3.00 microlitros por litro, a cuya concentracion comienza a madurar. Otras frutas como el mango y la manzana, no muestran aumento interno de etileno antes de la maduracion. Sin embargo, una vez comenzada la maduracion, las frutas climatericas antes mencionadas, sintetizan una gran cantidad de etileno que es necesario para estimular los cambios de la maduracion.

Muchas frutas, segun van desarrollando, aumentan su sensibilidad al etileno. Las bananas , por ejemplo, maduran rapidamente cuando se exponen a una atmosfera que contiene etileno y esto hace que cambien su color verde. Por el contrario, el tomate representa un caso extremo de tolerancia al etileno.

DATOS GENERAL

GUATEMALA CLIMATOLOGICAL DATA

TEMPERATURES (C)

CITY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
SAN MARCOS	16.0	16.0	16.0	14.0	12.0
QUETZALTENANGO	20.0	16.0	18.0	16.0	16.0
SOLALA	14.0	16.0	16.0	15.0	16.0
TOTONICAPAN	14.0	14.0	12.0	12.0	11.0
HUEHUETENANGO	20.0	20.0	19.0	18.0	15.0
QUICHE	18.0	18.0	19.0	20.0	16.0

PRECIPITATION (MM)

CITY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
SAN MARCOS	300.0	400.0	300.0	50.0	25.0
QUETZALTENANGO	150.0	200.0	100.0	50.0	10.0
SOLALA	100.0	200.0	300.0	50.0	10.0
TOTONICAPAN	>100.0	200.0	100.0	25.0	----
HUEHUETENANGO	<200.0	<300.0	<300.0	75.0	.10.0
QUICHE	100.0	200.0	100.0	25.0	10.0

RELATIVE HUMIDITY (%)

CITY	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
SAN MARCOS	85.0	80.0	85.0	80.0	75.0
QUETZALTENANGO	85.0	85.0	80.0	80.0	80.0
SOLALA	85.0	80.0	80.0	85.0	80.0
TOTONICAPAN	90.0	85.0	90.0	85.0	80.0
HUEHUETENANGO	90.0	85.0	----	80.0	75.0
QUICHE	85.0	80.0	85.0	85.0	85.0

QUETZALTENANGO CLIMATOLOGICAL DATA

ALTITUDE: 2333 METERS

YEARS OF RECORD: 22

MONTH	AVERAGE	AVERAGE MAXIMUM	TEMPERATURE (C)		ABSOLUTE MINIMUM	RELATIVE HUMIDITY (%)
			AVERAGE MINIMUM	ABSOLUTE MAXIMUM		
AUG	17.3	23.1	9.0	25.7	4.2	84.0
SEPT	16.2	22.4	10.0	24.3	5.9	86.0
OCT	15.3	21.2	8.8	23.2	4.0	84.0
NOV	14.5	20.9	7.2	23.6	0.9	82.0

PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO
 "TRATAMIENTO POST-COSECHA DE HORTALIZAS Y FRUTAS"
 MARZO 19-20, 1985
 CENTRO DE CAPACITACION DIGESA
 QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C. A.

Nombre	Institución	Firma
1. Mario Arturo Morales	DIGESA	_____
2. Edgar Fernando Navas	DIGESA (Frutales)	_____
3. Oscar López Maldonado	DIGESA (Frutales)	_____
4. Edgar A. Bautista G.	DIGESA (Hortalizas)	_____
5. Arnulfo Hernández Soto	ICTA (Hortalizas)	_____
6. Sergio Burgos O.	ICTA (Hortalizas)	_____
7. Enmanuel Velásquez A.	ICTA (Frutales)	_____
8. Leonzo Godínez L.	ICTA (Socioeconomía)	_____
9. Luis Enrique Santizo	ICTA (Frutales)	_____
10. Salvador Bolaños	ICTA (Prueba de tecnología)	_____
11. Rolando Estrada Franco	ICTA (Hortalizas)	_____
12. Alvaro del Cid	ICTA (Hortalizas)	_____
13. Marco Antonio Santisteban	ICTA (Prueba tecnológica)	_____
14. Eduardo Alfredo Landaverri	ICTA (Hortalizas)	_____
15. Estuardo Gubón	ICTA (Frutales)	_____
16. Carlos E. Gutiérrez L.	ICTA (Frutales)	_____
17. Mario René Valiente L.	DIGESA (Hortalizas)	_____
18. Oscar López Cordero	DIGESA	_____
19. Guillermo Menegazzo	EAT	_____
20. Carlos Enrique Lima	San Isidro Los <u>Pi</u> nos.	_____
21. Jorge Orozco de León	DIGESA	_____
22. Carlos Alfonso Barrios L.	DIGESA (Hortalizas)	_____

23. Victor Castillo Galindo DIGESA (Hortalizas) _____
24. Jorge A. Mota López DIGESA (Hortalizas) _____
25. Fidelino Montejo M. DIGESA (Frutales) _____
26. Carlos Villegas L. DIGESA (Frutales) _____
27. Oscar Robin Herrera H. DIGESA (Frutales) _____
28. Pablo Vásquez Rivas. DIGESA (Frutales) _____
29. Jorge Arnaldo Ramírez R. DIGESA (Frutales) _____
30. Mariano Rodolfo Suasnívar DIGESA (Hortalizas) _____
31. Juan Alejandro Méndez V. DIGESA (Hortalizas) _____

PREGUNTAS SURGIDAS EN EL CURSO DE "PERDIDAS POST-COSECHA EN VERDURAS
Y FRUTAS EN GUATEMALA

I. Siembra.

-Distancia de siembra de las crucíferas: col de Bruselas, brocoli, coloflor?

-Ampliar más las informaciones sobre lo que son las plantaciones en espaldera o sea sistemas de siembra intensiva, ya que es una forma de cultivo que actualmente se está implantando en esta zona.

-Cultivo de espárrago.

II. Enfermedades.

-Enfermedades y plagas de las crucíferas: col de Bruselas, brocoli, coliflor.

-Hablar sobre enfermedades en manzana y melocotón y su posible control.

-Enfermedades en espárragos.

III. Fertilización.

-Fertilización en cultivo de las crucíferas: col de Bruselas, brocoli, coliflor.

-Tipos de fertilización en melocotón.

IV. Químicos.

-Comparación del uso de Difolatan, Dodine y Benlate para el control de Roña (scab) en manzana.

-Tratamientos químicos aparte del uso del fungicida tecto.

V. Poda.

- Podas anuales en melocotón.
- Podas en verde y seco.

VI. Cosecha. Almacenamiento.

- Determinación del momento de corte de manzana para almacenamiento por 3 meses.
- Modificaciones para bodegas rústicas.
- Temperaturas apropiadas para almacenamiento manzana, melocotón y ciruela, a la vez sistema de almacenamiento más indicado para esas especies.
- Punto de cosecha de manzana.
- Normas de calidad para almacenamiento.
- Almacenamiento de melocotones y ciruela en nuestras bodegas rústicas.
- Utilización de ceras naturales o sintéticas para protección de fruta.
- Temperaturas ideales para almacenamiento de hortalizas y frutas más comunes.
- Proceso ordenado desde la cosecha, manejo de la cosecha, pre-enfriamiento, enfriamiento, manejo del producto para la venta.
- Existe almacenamiento rústico para hortalizas tales como crucíferas?
- Almacenamiento para papa: tiempo máximo de almacenamiento y en que sistema de almacén, temperaturas más adecuadas, humedad relativa apropiada, tipo de ventilación recomendada, materiales de construcción de los sistemas de almacenamiento, capacidad de los sistemas de almacén. También otras especies.
- Metodología que emplean para determinar el punto ideal para el corte del brocoli y coliflor.

13

VII. Enfriamiento.

- Formas apropiadas a la región y al país para quitar el calor de campo de la manzana, ciruela y durazno, antes de meterlo en refrigeración.
- Manejo en cuartos refrigerados.
- Costos de cuartos refrigerados en base a su capacidad de almacenamiento.
- Aclarar puntos más específicos sobre refrigeración en hortalizas.

VIII. Problemas de clima.

- En melocotón, problema de heladas por la floración temprana.

IX. Empaque.

- Tipos de empaque para hortalizas frescas, para ser transportadas en malos caminos

X. Sistema.

- Más detalle del Sistema Spindle.

XI. Mercadeo.

- Qué mercado tiene la mora (blackberries) en USA.
- Qué se puede hacer para tener todo el tiempo la información sobre precios, volumen de producción disponible de frutas y hortalizas en los EU a través de las cámaras respectivas, así como la posibilidad de comerciar o vender productos específicos principalmente hortalizas.

XII. Adquisición material y posibles visitas.

- Qué posibilidades existen para visitar las estaciones de investigación y granjas de producción en USA en la época de cosecha?
- Posibilidades de traer materiales de melocotón (yemas y patrones), ciruela, uva y manzana para Guatemala.

XIII. Sugerencia.

- Hacer un resumen de lo platicado y repartirlo a los participantes.

494