



TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL

ASIGNATURA: FISIOLOGÍA Y MANEJO

POSCOSECHA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Este material es propiedad de la Corporación Universitaria Remington (CUR), para los estudiantes de la CUR en todo el país.

2011

CRÉDITOS



El módulo de estudio de la asignatura Fisiología y Manejo Poscosecha es propiedad de la Corporación Universitaria Remington. Las imágenes fueron tomadas de diferentes fuentes que se relacionan en los derechos de autor y las citas se relacionan en la bibliografía. El contenido del módulo está protegido por las leyes de derechos de autor que rigen al país.

Este material tiene fines educativos y no puede usarse con propósitos económicos o comerciales.

AUTOR

Ana María Velásquez Giraldo

Ingeniera Agroindustrial

Nota: el autor certificó (de manera verbal o escrita) No haber incurrido en fraude científico, plagio o vicios de autoría; en caso contrario eximió de toda responsabilidad a la Corporación Universitaria Remington, y se declaró como el único responsable.

RESPONSABLES

Ignacio Ramos Jaramillo

Decano del programa Tecnología Agroindustrial

Elkin Darío Ocampo Toro

Director general de Educación a Distancia

Octavio Toro Chica

Vicerrector Académico de Educación a Distancia

Angélica Ricaurte Avendaño

Coordinadora de la Unidad de Medios y Mediaciones Educativas

GRUPO DE APOYO

Personal de la Unidad de Medios y Mediaciones

EDICIÓN Y MONTAJE

Unidad de Medios y Mediaciones

Primera versión. Febrero de 2011.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVO GENERAL	7
3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4.	REQUISITOS DE INGRESO	9
5.	COMPETENCIAS DE EGRESO	10
6.	FICHA TÉCNICA DEL MÓDULO	11
7.	MAPA DEL MÓDULO.....	12
8.	UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN Y FACTORES PRECOSECHA	13
8.1.	OBJETIVO GENERAL.....	13
8.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
8.3.	PRUEBA INICIAL.....	14
8.4.	TEMAS	15
8.4.1.	Definición del ámbito poscosecha	15
8.4.2.	Consideraciones generales.....	17
8.4.3.	Concepto de calidad.....	20
8.4.4.	Factores precosecha.....	24
8.4.5.	Ejercicios.....	27
8.5.	PRUEBA FINAL	29
8.5.1.	Actividad.....	30
9.	UNIDAD 2 FACTORES ASOCIADOS AL PRODUCTO	31
9.1.	OBJETIVO GENERAL.....	31
9.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
9.3.	PRUEBA INICIAL.....	32
9.4.	TEMAS	33
9.4.1.	Factores genéticos.....	33
9.4.2.	Factores composicionales	34

9.4.3.	Factores estructurales y morfológicos	35
9.4.4.	Factores fisiológicos	38
9.4.5.	Ejercicios.....	49
9.5.	PRUEBA FINAL	51
9.5.1.	Actividad.....	51
10.	UNIDAD 3 FACTORES EXTERNOS: AMBIENTALES Y BIÓTICOS.....	52
10.1.	OBJETIVO GENERAL.....	52
10.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	52
10.3.	PRUEBA INICIAL.....	53
10.4.	TEMAS	54
10.4.1.	Factores del ambiente.....	54
10.4.2.	Factores bióticos	56
10.4.3.	Ejercicios.....	61
10.5.	PRUEBA FINAL	63
10.5.1.	Actividad.....	63
11.	UNIDAD 4 OPERACIONES DE POSCOSECHA Y MANEJO SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO	64
11.1.	OBJETIVO GENERAL.....	64
11.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	64
11.3.	PRUEBA INICIAL.....	65
11.4.	TEMAS	66
11.4.1.	Cosecha	66
11.4.2.	Operaciones en centro de empaque.....	68
11.4.3.	Almacenamiento	76
11.4.4.	Manejo según el tipo de producto	80
11.4.5.	Ejercicios.....	82
11.5.	PRUEBA FINAL	84
11.5.1.	Actividad.....	84
12.	RESUMEN.....	85
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	86

1. INTRODUCCIÓN

En todo proceso que involucre la producción de frutas y hortalizas, debe buscarse mantener la calidad y extender la durabilidad del producto por medio de prácticas que apunten a conservar sus características físicas, químicas y organolépticas, y faciliten que el alimento sea aceptado por el consumidor o sea adecuado para los procesos agroindustriales posteriores, según el caso. Por lo anterior, el Tecnólogo Agroindustrial está llamado a conocer todos aquellos factores que de una u otra forma influyen en la obtención de un producto hortofrutícola de excelentes características, disminuyendo las pérdidas y aumentando la rentabilidad de esta actividad. Estos factores que afectan la poscosecha son: factores precosecha, los factores asociados al producto, los factores ambientales y bióticos, las prácticas de manejo, entre otros.

Ahora bien, el objetivo fundamental de este módulo es constituirse en una guía de lectura que brinde al estudiante los conocimientos básicos para tomar decisiones asertivas durante el manejo poscosecha de los productos agrícolas, por ello cada uno de los factores que afectan este tipo de manejo, antes, durante y después de la cosecha, son definidos profundizando en sus características esenciales. Adicionalmente, se describen las variables que permiten comprender el comportamiento de los fenómenos que constituyen los cambios y el deterioro de las frutas y hortalizas.

Finalmente, se espera que el estudiante afiance sus conocimientos a través del desarrollo de los ejercicios y las actividades propuestas, y demuestre lo aprendido en las pruebas finales requeridas.

Recuerde: se tiene la perspectiva de que el estudiante a lo largo del desarrollo de las pruebas iniciales, los ejercicios y actividades, referencie adecuadamente todo tipo de material que emplee, ya sea físico o digital. La copia sin citas se considerará fraude y podrá ocasionar la anulación de sus ejercicios, actividades o pruebas.

Importancia

En Colombia existen actualmente cerca de 220.000 hectáreas cultivadas en frutales que generan cosechas a lo largo del año. En general, gracias a las prácticas indebidas de manejo después de la cosecha, especialmente en cuanto a empaque y almacenamiento, suele perderse entre el 25% y 50% de los productos. Por ello se hace indispensable contar con una agroindustria capaz de manejar adecuadamente dichos productos hortofrutícolas, agregándoles más valor a través del mejoramiento de la calidad y la correcta disposición de los recursos como las materias primas, la mano de obra y la maquinaria.

Es por esto que el Tecnólogo Agroindustrial, como actor fundamental del sector potencializador del agro colombiano, está llamado a conocer los métodos de manejo poscosecha a través de los que se conservan las materias primas hortofrutícolas, para convertirse en un generador de acciones que favorezcan la creación de nuevas empresas y el progreso de las ya existentes. Atendiendo a esto, el presente módulo le brinda al estudiante los conocimientos básicos sobre las operaciones de manejo poscosecha, que le permitan ejecutar, mejorar y controlar los diferentes procesos aplicados en la adecuación y conservación de las frutas y hortalizas.

2. OBJETIVO GENERAL

Conocer y evaluar los principios biológicos en los que se basan las operaciones de cosecha, clasificación, selección, empaque y almacenamiento, y tratamientos especiales de poscosecha, con el fin de obtener una calidad específica en cada grupo de productos y prolongar la vida útil de los mismos.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los parámetros de calidad que se exigen en un producto hortofrutícola y las normas nacionales e internacionales que los rigen, comenzando por los factores precosecha que influyen en la calidad final del producto
- Identificar los factores intrínsecos del producto (genéticos, estructurales, morfológicos, composicionales y fisiológicos) que condicionan las prácticas de manejo poscosecha e influyen en las características finales del producto
- Conocer los factores externos, ambientales y bióticos, que contribuyen a deteriorar la calidad de los productos en la poscosecha
- Comprender las operaciones y procedimientos de adecuación, empaque y almacenamiento de los productos hortofrutícolas, que comúnmente se adelantan en las plantas empacadoras para atender las exigencias de los mercados

4. REQUISITOS DE INGRESO

- Introducción a La Tecnología Agroindustrial
- Biología
- Microbiología
- Fundamentos de administración

5. COMPETENCIAS DE EGRESO

El estudiante estará en capacidad de:

Comprender conceptos de fisiología poscosecha de hortalizas y frutas vinculándolos a las principales técnicas de manejo utilizadas.

Conocer los factores relacionados con el deterioro de la calidad de los productos agrícolas después de cosechados y conocer la tecnología de manejo disponible para su adecuada conservación.

Definir el concepto de calidad relacionándolo con las normas técnicas utilizadas a nivel nacional e internacional.

Reconocer los sistemas poscosecha en frutas y hortalizas más relevantes en el medio.

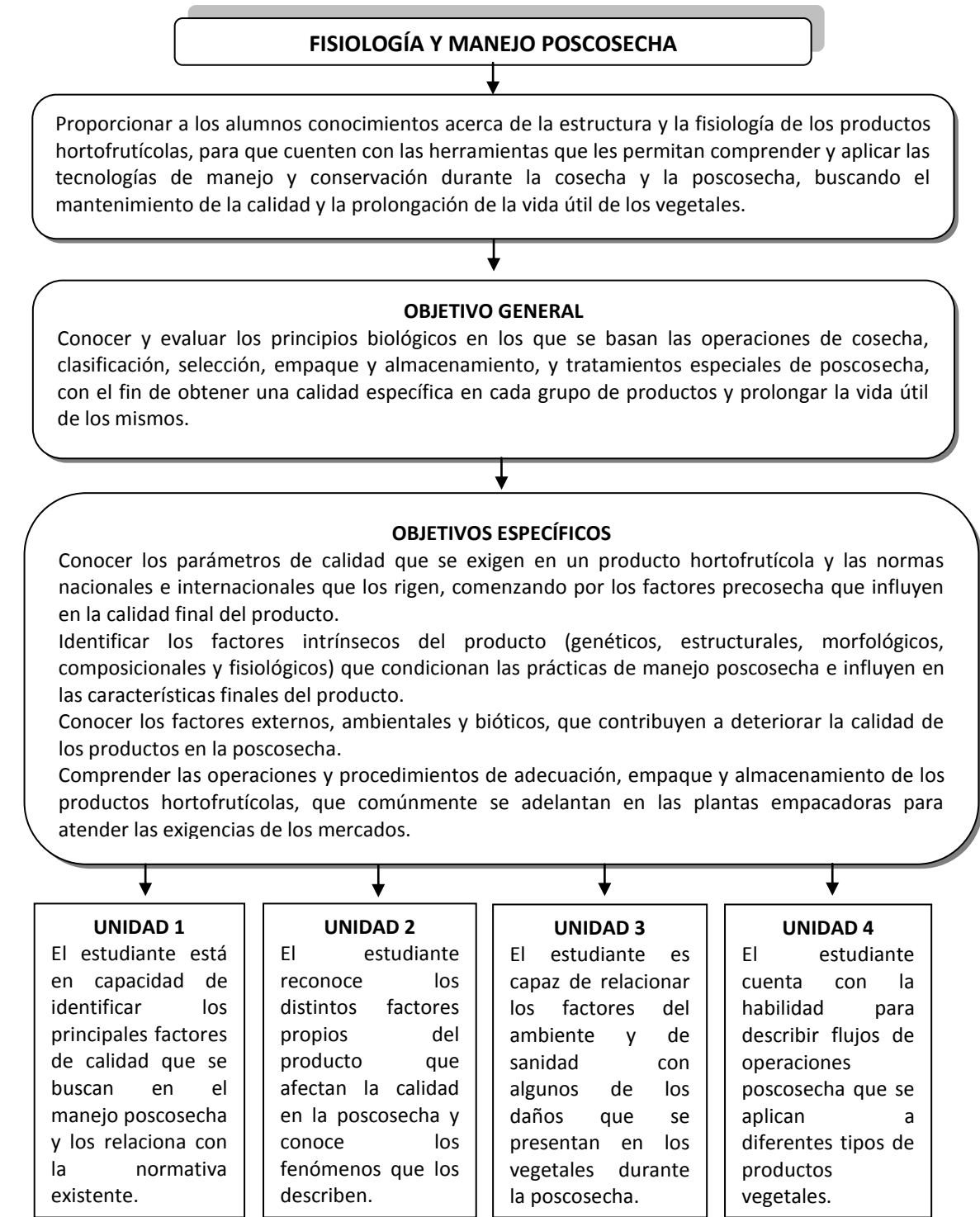
Conocer el principio de funcionamiento de los instrumentos de uso más frecuente en el campo y en plantas procesadoras para la determinación de madurez y calidad.

Describir los flujos de manejo poscosecha por grupos representativos de productos.

6. FICHA TÉCNICA DEL MÓDULO

Área		Nivel de Formación		Objetivos			
Global	Específica			General		Específicos	
Producción de alimentos	Manejo de productos hortofrutícolas		Perceptual		Explorar	X	Explorar
				X	Describir	X	Describir
			Aprehensivo		Comparar	X	Comparar
				X	Analizar		Analizar
			Comprensivo	x	Explicar	x	Explicar
					Predecir		Predecir
					Proponer	x	Proponer
			Integrativo		Modificar	x	Modificar
					Confirmar		Confirmar
				X	Evaluar	x	Evaluar
Indicadores Metodológicos							
Propósito de Formación		X	Fundamentación Conceptual				
			Fundamentación Procedimental				
		X	Aplicación en el Saber Específico				
Competencias a Desarrollar		X	Interpretativas				
			Argumentativas				
		X	Propositivas				
Uso del Conocimiento			Capacidad para Representar				
		X	Capacidad para Reconocer Equivalencias				
		X	Capacidad para Recordar Objetos y sus propiedades				
Uso de Procedimientos			Habilidad y Destreza para Usar Equipos				
		X	Habilidad y Destreza para Usar Procedimientos de Rutina				
			Habilidad y Destreza para Usar Procedimientos Complejos				

7. MAPA DEL MÓDULO



8. UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN Y FACTORES PRECOSECHA

8.1. OBJETIVO GENERAL

Conocer los parámetros de calidad que se exigen en un producto hortofrutícola y las normas nacionales e internacionales que los rigen, comenzando por los factores precosecha que influyen en la calidad final del producto.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar el ámbito que cubija el manejo poscosecha
- Diferenciar los términos empleados para identificar grupos de frutas y hortalizas
- Relacionar los criterios de calidad que se emplean en el manejo poscosecha y asociarlos a las normas y recomendaciones de calidad, tanto nacionales como internacionales
- Identificar las condiciones y prácticas precosecha que afectan la calidad final de los productos hortofrutícolas

8.3. PRUEBA INICIAL

- Repase las partes de la planta, incluyendo las partes de cada una de las secciones generales, es decir, las principales partes de la raíz, las principales partes del tallo, etc. Esquematícelas en un diagrama
- Consulte: ¿qué es el Codex Alimentarius? ¿qué funciones cumple en cuanto a normativas?
- Elabore un mapa conceptual en el que explique los aspectos que cobijan las Buenas Prácticas Agrícolas para un producto de esta naturaleza

8.4. TEMAS

8.4.1. Definición del ámbito poscosecha

Se estima que en los países en vías de desarrollo se pierde un 25% de los cereales alimenticios cultivados como consecuencia de la manipulación inadecuada, el deterioro y las plagas. Esto significa que una cuarta parte de lo cultivado no llega al consumidor final y se pierden todos los recursos invertidos en su producción. Las frutas, las hortalizas, las raíces y los tubérculos son aún más perecederos y mucho menos resistentes, por lo que, su cosecha, manipulación y transporte es de especial cuidado, a fin de evitar que se deterioren rápidamente y dejen de servir para el consumo humano. A manera global algunas autoridades valoran las pérdidas de papas, plátanos, tomates, bananos y cítricos en no menos del 50%, la mitad de lo que se cultiva. La reducción de ese desperdicio sería muy importante tanto para los productores como para los consumidores, y ahí es donde cobran importancia las actividades poscosecha.

Las actividades de poscosecha se aplican a los vegetales, tanto a frutales como a hortalizas. Estas actividades son prácticas que buscan contribuir a prolongar la durabilidad y mantener la calidad del producto. Cabe anotar que varían de producto a producto, debido a la diversidad existente. Dichas prácticas son realizadas por diferentes actores de la cadena en distintos momentos del proceso productivo. Las prácticas pueden ser:

- Prácticas de lavado y clasificación para distribuir en centros de acopio regionales o centrales de abastos
- Prácticas de encerado para prolongar la vida útil de los frutos. Su uso es común en las manzanas y algunos tipos de naranjas
- Tratamiento con rayos ionizantes para eliminar enfermedades o plagas que deterioren la calidad final del producto
- Empaque en atmósferas modificadas prolongar la vida útil de los frutos

Ahora bien, los factores que se deben tener en cuenta para decidir el tipo de manejo poscosecha que debe darse al producto son:

- La oferta y la demanda en el mercado de los productos cultivados

- Las exigencias de calidad de los compradores
- El tipo de cultivo
- La cosecha y la manipulación del producto en el campo
- El empaquetado o embalaje que debe tener el producto
- El transporte y la manipulación en el mercado, que puede acarrear una necesidad de almacenamiento o refrigeración
- Las ventas a consumidores, mayoristas o comercializadores
- El carácter perecedero del producto

Adicionalmente, a los anteriores factores deben sumársele las causas de pérdidas que se dan en las explotaciones agrícolas en las distintas etapas de producción (ver Tabla 1), para de esta manera diseñar de forma integral el plan de manejo poscosecha.

Tabla 1. Causas de pérdidas más comunes durante la cosecha y poscosecha de frutas

Etapas del proceso	Causas de la pérdida
Cosecha	- Personal no calificado - Estado de madurez inadecuado - Selección deficiente del producto - Cajas cosecheras inapropiadas - Daño mecánico - Momento inoportuno de cosecha - Período excesivo de cosecha - Exposición del producto al sol - Permanencia excesiva del producto cosechado en el campo - Condiciones sanitarias deficientes
Transporte al centro de empaque	- Vehículos inadecuados - Caminos en mal estado - Acomodo inadecuado del producto - Producto desprotegido
Preparación del producto	- Infraestructura y equipos deficientes - Selección inadecuada

Etapas del proceso	Causas de la pérdida
	- Daño mecánico por manipuleo inadecuado o excesivo - Empaque inapropiado - Falta de enfriamiento rápido - Sanidad deficiente
Almacenamiento	- Infraestructura y equipos deficientes - Manejo deficiente de la temperatura y humedad relativa - Composición atmosférica y ventilación - Daño mecánico por manejo inapropiado del producto - Cargas mixtas de productos incompatibles - Discontinuidad en la cadena de frío - Deterioro patológico - Quemaduras por frío
Transporte al puerto de embarque	- Retrasos excesivos - Vehículos inadecuados - Sistema vial deficiente - Acondicionamiento inadecuado del producto
Embarque y despacho del producto	- Infraestructura inadecuada de puertos y aeropuertos - Retrasos excesivos en aduanas - Producto en condiciones adversas - Capacidad de bodega limitada

Fuente: ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000.

Referencias

COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente. Guía Ambiental para el cultivo de frutas y hortalizas. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 40p.
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Roma: FAO, 1993.

8.4.2. Consideraciones generales

Algunas definiciones importantes para comprender el desarrollo temático del módulo se presentan a continuación. Estas definiciones atienden a diferentes criterios de clasificación y por lo

tanto pueden darse desde la botánica o desde aspectos más comerciales del producto, como el sabor, el clima dónde se cultiva o la parte de la planta que se consume.

Cereal: los cereales son un conjunto de plantas herbáceas cuyos granos o semillas se emplean para la alimentación humana o animal, generalmente molidos en forma de harina. Algunos de ellos son el maíz, el trigo, la soya y la cebada.

Fruto: en las plantas con flor, se denomina fruto a aquella estructura que encierra las semillas. Está formado por el ovario y cualquier otra parte floral asociada con el mismo, que se han desarrollado y madurado luego de la fecundación. Dentro de la definición de fruto se encuentran algunas sub-divisiones como:

Fruto accesorio es aquel en que la parte carnosa no se forma a partir del ovario, sino generalmente del receptáculo. Ej.: la manzana.

Fruto agregado es aquel producido a partir de una sola flor que tiene muchos carpelos fusionados, como la frambuesa.

Fruto múltiple, infrutescencia, es el fruto formado a partir de varias flores de una inflorescencia, como la piña.

A su vez, y dependiendo de su patrón respiratorio y de producción de etileno durante la maduración organoléptica o de consumo, las frutas se clasifican en climatéricas y no climatéricas. Las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la maduración organoléptica. De igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados. Por el contrario, en las frutas no climatéricas, los procesos de desarrollo y maduración organoléptica son continuos y graduales; manteniendo éstas, en todo momento, niveles bajos de respiración y de producción de etileno.

El concepto de fruto climatérico o no climatérico se profundizará en la sección de factores asociados al fruto.

Hortaliza: es una planta comestible parcial o totalmente que se cultiva en huertas, invernaderos o bajo cubiertas. Puede clasificarse según la parte de la planta que sea comestible o según el clima en el que se cultiva.

Legumbre: semillas secas, limpias, sanas y separadas de las vainas procedentes de leguminosas, como los frijoles, las lentejas y los garbanzos.

Seta: las setas son los esporocarpos o cuerpos fructíferos, de un conjunto de hongos pluricelulares que incluye muchas especies. Unas especies son comestibles y otras son venenosas, e incluso existen varias con efectos psicoactivos. Aunque no se cultiva en huertas, en nutrición las setas comestibles pueden incluirse en el grupo de las hortalizas. Son ejemplos de setas comestibles el champiñón y la orellana.

Verdura: se define así a las hortalizas cuya parte comestible son los órganos verdes de la planta, como los tallos, las hojas, etc. y que forman parte de la alimentación humana. Se pueden clasificar las diferentes verduras por la parte de la planta dedicada a la alimentación o que es comestible (ver Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las verduras según la parte de la planta de la que proceden

Parte de la planta	Verduras
Bulbo	Ajos , cebollas , hinojo
Brotes	Alfalfa
Fruto	Berenjena , calabacín , calabaza , pepino , pimiento
Hoja	Acedera , acelga , apio , cualquier variedad de col , espinaca , lechuga
Inflorescencia	Alcachofa , brócoli , coliflor
Raíz	Nabo , rábano , zanahoria , yuca
Semillas	Guisante , habas , judía verde
Tallo	Puerro , espárrago
Tubérculo	Papas, ñame

Referencias

ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000.

Colaboradores de Wikipedia. Cereal [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010 [fecha de consulta: 18 de julio del 2010]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cereal&oldid=38880411>>.

Colaboradores de Wikipedia. Seta [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010 [fecha de consulta: 27 de junio del 2010]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Seta&oldid=38384120>>.

Colaboradores de Wikipedia. Verdura [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010 [fecha de consulta: 25 de julio del 2010]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Verdura&oldid=39045153>>.

S.A. Fruto [en línea]. Diccionario de botánica. Disponible en <<http://www.sitiosespana.com/diccionarios/botanica/>>

8.4.3. Concepto de calidad

La palabra “calidad” proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. El concepto de calidad para los vegetales se refiere a un conjunto de cualidades que califican a un alimento, enmarcado dentro de cuatro parámetros generales que son: sanidad, valor nutricional, características organolépticas (sensoriales) y propiedades físico-mecánicas.

Sanidad: se refiere tanto a la sanidad en relación con la salud del consumidor como a la sanidad en relación con la integridad del producto. Para garantizar la salud del consumidor se hace necesario entonces mantener la higiene del producto, estando libre de microorganismos que puedan resultar patógenos (parásitos, hongos, bacterias y/o virus). En cuanto a la integridad del producto se deben prevenir dos tipos de daños: el que se ocasiona por el ataque de plagas y/o enfermedades (insectos, roedores, levaduras, bacterias) y el deterioro ocasionado por trastornos fisiológicos naturales o inducidos por las condiciones de manejo, transporte, conservación y almacenamiento.

Valor nutricional: este factor indica esencialmente al contenido de nutrientes reales del alimento y no a sustancias que simulen la presencia de los principios nutritivos, como por ejemplo los colorantes adicionados. Las frutas y hortalizas frescas son ingredientes vitales de la dieta ya que aportan a los alimentos, variedad, sabor, interés, atracción estética y porque satisfacen ciertas necesidades nutricionales, tanto de carbohidratos, como de minerales y proteínas, y más importante aún de vitaminas.

Características organolépticas (sensoriales): son aquellas propiedades que afectan los sentidos del consumidor: el sabor, el aroma, el color y la apariencia general del producto. Adicionalmente, el tacto puede llegar a indicar el grado de madurez, consistencia, textura y daños por magulladuras del producto.

Propiedades físico-mecánicas: se refiere a todas las características que determinan el uso de las tecnologías de manejo y conservación que se aplican al producto. Algunas de estas características son: el peso específico, la forma, el tamaño, el peso, el volumen, el color, el calor específico, la textura, la consistencia o firmeza, la resistencia a cargas, presiones, impactos y cortes, el coeficiente de fricción, el área superficial, la apariencia y la facilidad de descorazonamiento. Dependiendo del conocimiento que se tenga de ellas, en cada producto en particular, se podrá diseñar adecuadamente el proceso de industrialización.

Vista desde otra perspectiva, puede estudiarse la calidad según los usos específicos que se proyecten para el producto, ya que muchas veces es imposible aplicar el concepto de calidad global pues depende de las características específicas que le sean demandadas al producto para una finalidad específica. Es así como los requerimientos de calidad para las frutas y hortalizas destinadas al consumo en fresco, serán diferentes que para la industrialización. Desde este acercamiento, se puede clasificar la calidad según el uso específico del producto así:

- Calidad agropecuaria, en la cual se elige al producto según características como el rendimiento, la precocidad, la resistencia a plagas o enfermedades, la facilidad de la recolección, etc
- Calidad comercial, determinada por los atributos físicos (forma, tamaño, resistencia a las cargas, etc.), químicos (composición, acidez, etc.) y biológicos (sanidad) del producto. Los estándares de calidad comercial pueden ser definidos por la legislación, por las empresas y otras organizaciones; de cualquier forma condicionan el valor económico del producto
- Calidad industrial, dada por las características del aprovechamiento del producto y su procesamiento
- La calidad nutricional nuevamente define un factor importante. Se determina por los caracteres comprometidos en la buena nutrición y la salud del consumidor

Ahora bien, si estos son los factores que determinan la calidad, cabe preguntarse cómo se logra que un producto reúna dichas características. Debido a la complejidad de los sistemas vegetales, resulta sencillo imaginarse que son múltiples las variables que influyen en el producto final. En las siguientes secciones se describirán los distintos factores que conducen a obtener un producto de la calidad deseada. Estos factores son: los factores precosecha, los factores asociados al producto, los factores ambientales, los factores bióticos y las prácticas de manejo.

8.4.3.1 Normas o estándares de calidad

Las características deseadas en los productos se rigen generalmente por lineamientos claros establecidos en normas básicas y técnicas, ya sea a nivel nacional o internacional. Es fundamental comprender, que más allá de mantener ciertos atributos sensoriales específicos, todo producto que se destine para el consumo humano debe ser inocuo y sano, y por tal razón debe ser manipulado siempre bajo los estándares que dictan las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Es igualmente importante asimilar los beneficios que puede traer aplicación de las Buenas prácticas Agrícolas (BPA) sobre la calidad final del producto.

En las Tablas 3 y 4 se presentan algunas de las principales normas que sirven de marco para el trabajo con las frutas y hortalizas, a nivel nacional e internacional, respectivamente.

Tabla 3. Normativa nacional para frutas y hortalizas.

Normativa nacional	
Norma	Ámbito de aplicación
Decreto 3075 de 1997 (Conocido como el marco legal para la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura en Colombia. Es de obligatorio cumplimiento)	La salud es un bien de interés público. En consecuencia, las disposiciones contenidas en este Decreto son de orden público, regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplicaran: a. A todas las fabricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos. b. A todas las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional. c. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano. d. A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos, sobre los alimentos y materias primas para alimentos.
Decreto 3075 de 1997 Título III: Vigilancia y Control. Capitulo IX: Registro Sanitario.	Art. 41: Obligatoriedad del Registro Sanitario. Todo alimento que se expendan directamente al consumidor bajo marca de fábrica y con nombres determinados, deberá obtener registro sanitario expedido conforme a lo establecido en el presente decreto. Se exceptúan del cumplimiento de este requisito los alimentos siguientes: a). “Los alimentos naturales que no sean sometidos a

Normativa nacional	
Norma	Ámbito de aplicación
	ningún proceso de transformación, tales como granos, frutas, hortalizas, verduras frescas, miel de abejas y los otros productos apícolas.”
Resolución 288 de 2008	Establece el reglamento técnico sobre requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano.
Norma Técnica Colombiana NTC 1064 de 1976	Frutas y hortalizas frescas. Lechuga
Norma Técnica Colombiana NTC 1291 de 1977	Frutas y hortalizas frescas. Generalidades.
Norma Técnica Colombiana NTC 1221 de 1994	Frutas y hortalizas frescas. Cebolla cabezona
Norma Técnica Colombiana NTC 1225 de 1979	Frutas y hortalizas frescas. Repollo
Norma Técnica Colombiana NTC 1226 de 1994	Frutas y hortalizas frescas. Zanahoria
Norma Técnica Colombiana NTC 1248-2 de 1996	Frutas frescas. Aguacate. Especificaciones del empaque.
Norma Técnica Colombiana NTC 1266 de 1994	Frutas frescas. Mango.
Norma Técnica Colombiana NTC 1266-3 de 1995	Frutas frescas. Mango. Almacenamiento

Fuente: creación propia

Tabla 4. Normativa internacional para frutas y hortalizas

Normativa internacional	
Norma o Código	Ámbito de aplicación
Código Internacional de Prácticas recomendado - Principios generales de higiene de los alimentos CAC/RCP 1-1969, Rev. 4 (2003)	Estos principios generales establecen una base sólida para asegurar la higiene de los alimentos y deberían aplicarse junto con cada código específico de prácticas de higiene, cuando sea apropiado, y con las directrices sobre criterios microbiológicos.
Código Internacional Recomendado de Prácticas Para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas	Se recomiendan formas de envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas adecuadas para mantener la calidad del producto durante su transporte y comercialización.

Normativa internacional	
Norma o Código	Ámbito de aplicación
CAC/RCP 44-1995, En. 1 (2004)	
Código de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Frescas CAC/RCP 53-2003	Comprende prácticas generales de higiene para la producción primaria y el envasado de frutas y hortalizas frescas cultivadas para el consumo humano a fin de obtener un producto inocuo y sano, especialmente las que van a consumirse crudas. Es aplicable a las frutas y hortalizas frescas cultivadas en el campo (con o sin cubierta) o en instalaciones protegidas (sistemas hidropónicos, invernaderos). Se concentra en los peligros microbianos y solamente aborda los físicos y químicos en la medida en que se relacionen con las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
Codex Stan 38 de 1981	Norma General para los Hongos Comestibles y Sus Productos.
Codex Stan 182 de 1993 Rev. 1 (1999)	Norma para la piña.
Codex Stan 183 de 1993 Rev. 1 (1999)	Norma para el mango.
Codex Stan 184 de 1983 Rev. 1 (1999)	Norma para la papaya.
Codex Stan 197 de 1994	Norma para el aguacate.
Codex Stan 205 de 1997	Norma para el banano (plátano).
Codex Stan 215 de 1999	Norma para la guayaba.
Codex Stan 226 de 2001	Norma para la uchuva.
Codex Stan 245 de 2004	Norma para la naranja.

Referencias

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas, Parte I: Cosecha y empaque. Santiago de Chile: FAO, 1987.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Balcarce (Argentina): FAO, 2003.

VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 40-41.

8.4.4. Factores precosecha

Son varios los factores que afectan la calidad y el tiempo de vida útil de los vegetales durante la poscosecha. En general pueden agruparse en las características de la especie vegetal y el cultivar, los efectos ambientales y las prácticas culturales.

Los factores ambientales o ecológicos incluyen la temperatura, la humedad relativa, la luz, la textura y humedad del suelo, el viento, la altitud y la lluvia. Algunos de ellos se describen a continuación.

Temperatura: para la mayoría de los productos hortícolas, entre más alta sea la temperatura durante el desarrollo del fruto, más temprana es su cosecha, es el caso de algunas variedades de uva y los espárragos. En las manzanas, altas temperaturas y baja humedad durante las últimas semanas antes de la cosecha, asociadas con alta humedad, ya sea temprano o tarde durante la estación son condiciones favorables para el desarrollo del escaldado de este producto.

El metabolismo y la composición del fruto son también afectados por la temperatura. Por ejemplo, los tomates cultivados a 20°C de temperatura nocturna tienen mayor velocidad de respiración que aquellos tomates cultivados entre los 11 y 16°C.

Humedad relativa: la humedad ambiental alta, produce alteraciones que favorecen podredumbres, debidas a la humedad prolongada en la superficie de los frutos, que se comportan de diferente manera, si ésta va acompañada de altas o bajas temperaturas.

Luz: la duración, la intensidad y la calidad de la luz, afecta la calidad de los productos hortofrutícolas en la cosecha. Por ejemplo, en tomate el color es influenciado por la exposición del fruto en la luz, de tal manera que aquellos tomates sombreados por el follaje presentan un color rojo más intenso que aquellos expuestos a la luz directamente. En los cítricos, los frutos expuestos a la luz tienden a tener menos peso, mayor contenido de sólidos solubles totales (SST) y menor acidez que frutos sombreados. Lo anterior es aplicable en otros frutos en los que el follaje impide o dificulta la penetración de la luz. En plantaciones de alta densidad, en donde la penetración de la luz y la intensidad de la misma son afectadas, los frutos tienden a tener menos azúcar y las hortalizas presentan hojas más largas y delgadas.

Humedad del suelo: en las hortalizas, una deficiencia de humedad afecta adversamente su crecimiento y la absorción de nutrientes, afectando su calidad después de la cosecha. Por ello debe asegurarse, ya sea por el régimen de lluvias o por el sistema de riego, que la humedad sea la adecuada. Por otro lado, una humedad excesiva puede reducir el contenido de sólidos solubles totales (SST) en el fruto o puede favorecer el desarrollo de enfermedades.

Textura del suelo: se ha reportado que los frutos maduran un poco más temprano en suelos arenosos que en suelos arcillosos o pesados, ya que estas gravimetrías se presentan distintos

niveles de humedad. Adicionalmente, la aireación del suelo también es importante, pues cuando ésta se reduce en un suelo mal drenado, es porque los espacios interiores están llenos de agua.

Vientos: el viento a grandes velocidad puede causar raspaduras en los frutos y dañar las hojas de las hortalizas, con la consecuente pérdida de la calidad en estos productos.

Ahora, los factores referentes a las prácticas culturales se conforman especialmente por la nutrición de las plantas, el riego, la poda y deshierbe y la época de cosecha. Algunos de ellos se describen a continuación:

Nutrición de las plantas: la nutrición de las plantas mediante la fertilización con elementos mayores: N, P, K y Ca, afecta la calidad interna de los frutos y actúa de diversas formas sobre la acidez titulable, los sólidos solubles, la calidad nutritiva, la firmeza y la respiración de los frutos cosechados, así como su duración posterior en almacenamiento. Dependiendo de la cantidad de suministro de dichos minerales, ya sea por exceso o por defecto, se presentarán algunas características especiales en los productos hortofrutícolas cosechados, así:

El calcio (Ca) es un factor decisivo en la nutrición y especialmente en el almacenamiento de frutas, tomate, y ciertos vegetales. En la Tabla 5 se enumeran algunos desórdenes poscosecha relacionados con la deficiencia de calcio.

La concentración de nitrógeno (N) en los tejidos de la planta ha sido tradicionalmente ligada con la vida de poscosecha de los productos hortícolas. Las aplicaciones tardías de nitrógeno durante el desarrollo del fruto lo afectan, principalmente en la manzana, naranja y flores. En la manzana disminuye el color y retrasa la madurez; en crisantemos, el nitrógeno acorta la vida de poscosecha de las flores.

Tabla 5. Desórdenes poscosecha relacionados con la deficiencia de calcio

Producto hortofrutícola	Desorden
Manzana	Mancha amarga, mancha corchosa, rajaduras, descomposición interna, decoloración y descomposición de lenticela, descomposición por frío, mancha cerosa
Aguacate	Ablandamiento apical
Cerezo	Rajaduras de crecimiento
Mango	Ablandamiento terminal
Pera	Mancha corchosa
Chile	Pudrición del extremo floral

Producto hortofrutícola	Desorden
Tomate	Pudrición del extremo floral y rajaduras
Sandía	Pudrición del extremo floral

Fuente: ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 42.

Riego: un riego inadecuado reduce el tamaño de los frutos, su rendimiento por área sembrada, y actúa sobre su comportamiento poscosecha, permitiendo una mayor pérdida de peso en el almacenamiento.

Poda y deshierbe: la poda y deshierbe actúan favorablemente sobre el tamaño del fruto, pero pueden disminuir la acidez y la cantidad de sólidos solubles.

Época de recolección: la edad de la planta influye en el tamaño y calidad de la fruta. La época de recolección influye si se retrasa, al producir una baja en el rendimiento y la calidad posterior de los frutos, y si se adelanta al obtener frutos con características organolépticas pobres.

Para finalizar, puede decirse que el manejo poscosecha de los productos hortofrutícolas se puede mejorar llevando a cabo una buena selección del lugar para la plantación, prácticas de cultivo bien planeadas, nutrición mineral adecuada y el uso correcto de reguladores de crecimiento. Una buena interacción entre las condiciones de precosecha y poscosecha es muy necesaria para obtener la mejor calidad y poder comercializar los productos hortícolas.

Referencias

ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 37-45.
VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 19-20.

8.4.5. Ejercicios

Ejercicios - Definición del ámbito poscosecha

- De acuerdo con las causas de pérdida en cada etapa del proceso, presentadas en la Tabla 1, proponga al menos un mecanismo que permita evitar las pérdidas o el deterioro del producto para cada una de las etapas
- Consulte: ¿cuáles son los mecanismos para determinar o registrar el porcentaje de pérdidas en una planta empacadora de frutas y hortalizas?

Ejercicios - Consideraciones generales

- Elabore un cuadro en el que recoja productos que se adapten a cada una de las definiciones dadas en la sección, es decir, que reúna frutas, hortalizas, cereales. Adicionalmente, en otra columna, escriba los principales componentes que cada uno de estos tipos de productos aporta a la dieta humana
- Consulte las definiciones de raíz y tubérculo, como productos comestibles. Compárelas y explique las diferencias que hay entre ellas

Ejercicios - Concepto de calidad

- Ingrese al siguiente enlace Web: Norma. Allí encontrará el Codex-Stan para el mango. Luego de leer el documento analice: ¿cuáles son los parámetros de calidad que diferencian a un mango de Calidad I de un mango de Calidad II?
- Analice: ¿cómo afecta la aplicación de BPA en un cultivo a la calidad final del producto cosechado?

Ejercicios - Factores precosecha

- Un productor le comenta que va a cosechar una fruta en los siguientes días, y que durante su cultivo se han presentado fuertes lluvias y algunos periodos de altas temperaturas. Usted no conoce el cultivo, pero está considerando comprar toda la cosecha del productor. A partir de la información brindada por él, ¿qué puede esperarse de la fruta que se recolectará?
- Consulte: ¿cuál es el principio de funcionamiento de un regulador de crecimiento?, ¿para qué se utiliza y cómo se aplica en los cultivos?

8.5. PRUEBA FINAL

Resuelva las siguientes preguntas, siendo lo más concreto y claro posible en sus respuestas. Evite copiar apartes del texto del módulo o de otros textos.

- Usted es el encargado de calidad de la empresa VEGETALES S.A. El operario del área de empaque le entrega el siguiente reporte que corresponde al flujo de producto del día anterior:

No.	Producto	Recepción de producto (kg)	Pérdida de producto (kg)	Precio por kg	% de pérdida	Pérdida económica
1	Guayaba manzana	522	92,6	1061		
2	Lechuga	550	58,6	400		
3	Papaya	550	63,6	970		
4	Tomate	911	70,3	890		
TOTAL						

A partir de dicho reporte cuantifique la pérdida de las frutas y hortalizas presentada en la empresa VEGETALES S.A. Además, calcule en cuánto debe disminuirse el porcentaje de pérdida de papaya para que la pérdida económica total sea de \$142000. Por último, proponga estrategias para evitar los daños en dicho producto.

- Elabore una figura o un mapa conceptual en el que se muestre la relación que existe entre los parámetros de calidad propios del producto y los parámetros de calidad dados por el uso final que se dará al vegetal
- En el Codex Stan 226 de 2001 para la uchuva, aparecen en la Sección 2.1. los requisitos mínimos que debe cumplir cada fruto. Luego de consultar el estándar, visitando la página del Codex Alimentarius, clasifique cada uno de los requisitos mínimos de acuerdo con los parámetros de calidad estudiados en la sección 2.1.4.3. “Concepto de calidad”
- Complete el siguiente cuadro sobre el efecto que tienen los factores precosecha en la calidad del fruto

Factor	Impacto en el fruto
Siembra en suelos arcillosos	
	Susceptibilidad a desarrollo de enfermedades
	Cambios en la velocidad de respiración
Vientos fuertes	
	Disminución del color y retraso de la madurez
Humedad relativa alta	
	Reducción del tamaño de los frutos

8.5.1. Actividad

Inicialmente, elija un producto de su interés, ya sea una fruta u hortaliza, para que desarrolle todas las actividades del módulo y se especialice en el conocimiento de su manejo. Preferiblemente, escoja un producto de importancia para su región o para el país, ya sea porque se encuentra actualmente difundido o porque sea un cultivo con potencial exportador. En la siguiente tabla se presentan algunas sugerencias.

Tabla. Frutas y hortalizas sugeridas para desarrollar las actividades del módulo.

Tipo	Fruta u hortaliza
Hortalizas de fruto	Tomate Pepino
Frutas tropicales comunes	Aguacate Banano Mango Papaya
Frutas de clima frío	Lulo Uchuva

Luego de elegir el producto, consulte sus requerimientos de calidad a nivel nacional y/o internacional, en cuanto a características organolépticas o sensoriales. Adicionalmente recopile los principales factores de precosecha que afectan a dicho cultivo.

9. UNIDAD 2 FACTORES ASOCIADOS AL PRODUCTO

9.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar los factores intrínsecos del producto (genéticos, estructurales, morfológicos, composicionales y fisiológicos) que condicionan las prácticas de manejo poscosecha e influyen en las características finales del producto.

9.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender la influencia que tiene la genética de la planta en la obtención de productos con las características deseadas
- Conocer los cambios composicionales que se presentan en los productos, frutas y hortalizas, después de la cosecha
- Identificar las características estructurales y morfológicas de las plantas y los frutos que determinan sus características físicas
- Comprender como los comportamientos fisiológicos y metabólicos determinan el desarrollo del fruto u hortaliza y condicionan su comportamiento en la poscosecha

9.3. PRUEBA INICIAL

Consulte una breve definición de los siguientes términos:

- Ácidos orgánicos
- Almidón
- Pectinas
- Pigmentos de los vegetales
- Clorofila
- Carotenoides
- Flavonoides
- Minerales
- Vitaminas
- Enzimas

En su búsqueda, profundice en aquellas definiciones en las que encuentre una relación estrecha con el manejo poscosecha.

¿Qué se entiende por sólidos solubles totales (SST) y cómo se miden? ¿Qué significa que luego de analizar la pulpa de un fruto con un refractómetro, éste registre 30°Brix? Explique ¿cómo se relacionan los SST con los grados Brix?

Repase los conceptos de humedad relativa, presión atmosférica y presión de vapor de agua. Explique con sus propias palabras estos términos y reporte las unidades en que se manejan.

9.4. TEMAS

9.4.1. Factores genéticos

Según los autores F. Romojaro, M.C. Martínez Madrid y M.T. Pretel, los factores genéticos que afectan la vida poscosecha del fruto se entienden así:

“Se considera que el genoma es responsable del funcionamiento de la planta en relación con las condiciones medioambientales y que el logro del fruto de calidad depende en definitiva del comportamiento de una variedad en un medio externo determinado.

Los trabajos realizados en mejora vegetal clásica han puesto en evidencia que el genoma se expresa de forma muy fragmentada a lo largo de la vida del árbol y parece ser que solo es requerido menos del 10% del mismo. En estas circunstancias parece lógico pensar que en lo que respecta a la calidad del fruto solo estará implicada una parte más limitada del mismo y durante un periodo de tiempo más corto.

La variabilidad genética de un cultivar, dentro de una misma especie, es relativamente amplia, por lo que la selección de la más apropiada es de vital importancia para la calidad del producto final. Es importante considerar que inicialmente el genoma va a determinar cuantitativa y cualitativamente no solo los parámetros responsables de la calidad organoléptica y nutricional, si no también otros que repercuten sobre la aptitud del fruto a evolucionar tras la recolección y su capacidad de conservación.

Ante esta variabilidad la selección varietal es esencial, ya que la obtención de un fruto de calidad dependerá de su potencial genético y de las condiciones ambientales y de cultivo.

Recientemente, las técnicas de biología molecular se han convertido en una alternativa, complementaria a la genética clásica, para mejorar los atributos de calidad y prolongar la vida comercial útil en poscosecha. El desarrollo de líneas transgénicas ha permitido en algunos frutos, como melón y tomate, el control hormonal de procesos fisiológicos y bioquímicos que tienen lugar durante la maduración y que determinan algunos de los atributos de calidad”.

Referencias

ROMOJARO, F., MARTÍNEZ MADRID, M.C. y PRETEL, M.T. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. Dpto. Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC, Murcia.

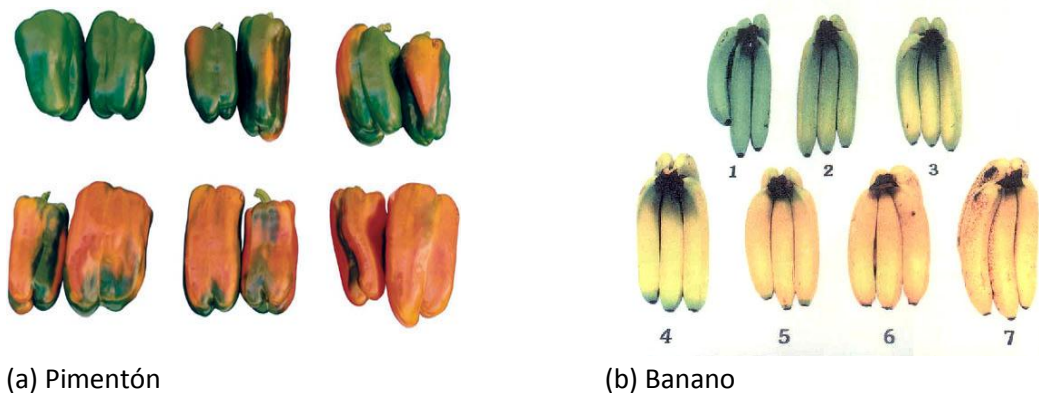
9.4.2. Factores composicionales

Cambios composicionales

Durante su desarrollo y maduración las frutas experimentan una serie de cambios internos de sus componentes, que son más evidentes durante la maduración de consumo, y que guardan una estrecha relación con la calidad y otras características de poscosecha del producto. A continuación se mencionan los principales cambios observados en las frutas maduras para consumo y su relación con la composición interna de las mismas.

Desarrollo del color: con la maduración por lo general disminuye el color verde de las frutas debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento en la síntesis de pigmentos de color amarillo, naranja y rojo (carotenoides y antocianinas) que le dan un aspecto más atractivo a ésta (Ver Figura 1).

Figura 1. Cambio de color de algunas frutas y verduras a medida que avanza el proceso de maduración.



Fuente: fotografías tomadas de LÓPEZ CAMELO, Andrés. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Roma: FAO, 2003; y PIÑA, G, et al. Atributos de calidad en frutos de híbridos FHIA (Musa) para tres ciclos de cosecha. En: Revista de la Facultad de Agronomía. 23 n.4 Caracas, octubre de 2006, respectivamente.

El índice de color es la medida que se emplea para determinar el grado de madurez. Este concepto se profundizará cuando se hable de la maduración en los factores fisiológicos.

Desarrollo del sabor y aroma: el sabor de las frutas puede cambiar ya sea debido a la hidrólisis de los almidones que se transforman en azúcares, por la desaparición de los taninos y otros productos causantes del sabor astringente o por la disminución de la acidez debido a la degradación de los ácidos orgánicos. Estos cambios impactan el nivel de sólidos solubles totales (SST), la acidez libre y la relación SST/Acidez. El aroma se desarrolla por la formación de una serie de compuestos volátiles que le imparten un olor característico a las diferentes frutas.

Cambios en la firmeza: las frutas se vuelven blandas y más susceptibles de ser dañadas durante la manipulación poscosecha. Por lo general, su textura cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares.

Referencias

ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000.
LÓPEZ CAMELO, Andrés. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Roma: FAO, 2003.
PIÑA, G, et al. Atributos de calidad en frutos de híbridos FHIA (Musa) para tres ciclos de cosecha. En: Revista de la Facultad de Agronomía. 23 n.4 Caracas, octubre de 2006.

9.4.3. Factores estructurales y morfológicos

Las frutas y vegetales están conformadas por células vegetales típicas, conformadas por un núcleo, el nucléolo, el retículo endoplasmático, los ribosomas, las mitocondrias, los cloroplastos, el citoplasma y la pared celular, entre otras estructuras (ver Figura 2).

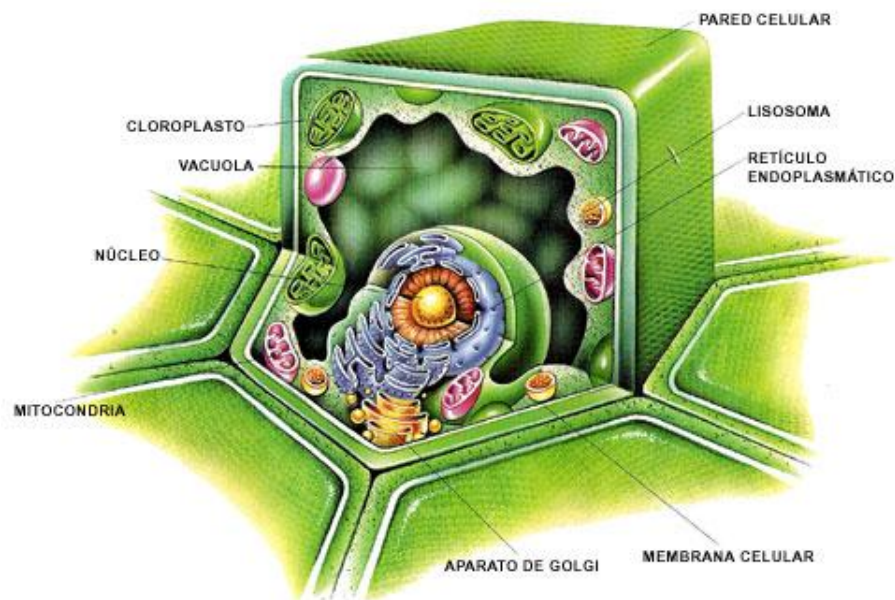
La pared celular es una estructura más o menos rígida, compuesta de fibras de celulosa y otros polímeros como las sustancias pécticas, hemicelulosas y ligninas. Las células adyacentes quedan unidas a través de estas sustancias formando láminas medias. Las masas citoplasmáticas de las células adyacentes están ligadas a través de pequeños canales llamados plasmodesmos.

Dentro del plasmalema se encuentran el citoplasma y una o más vacuolas, que son depósitos de fluidos que contienen varios solutos tales como azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y sales, y se hallan rodeados por una membrana semipermeable: el tonoplasto. El tonoplasto y el

plasmalema, que es igualmente semipermeable, son los responsables del mantenimiento de la presión hidrostática de la célula, permitiendo el paso del agua, pero restringiendo en cambio, selectivamente el de los solutos y las macromoléculas como las de las proteínas y los ácidos nucleicos.

Por ser la célula la base primaria de los tejidos y porque en ella se realizan todos los procesos fisiológicos, es indispensable un manejo cuidadoso de los productos para evitar el deterioro celular, la muerte de los tejidos y la consecuente pérdida de calidad.

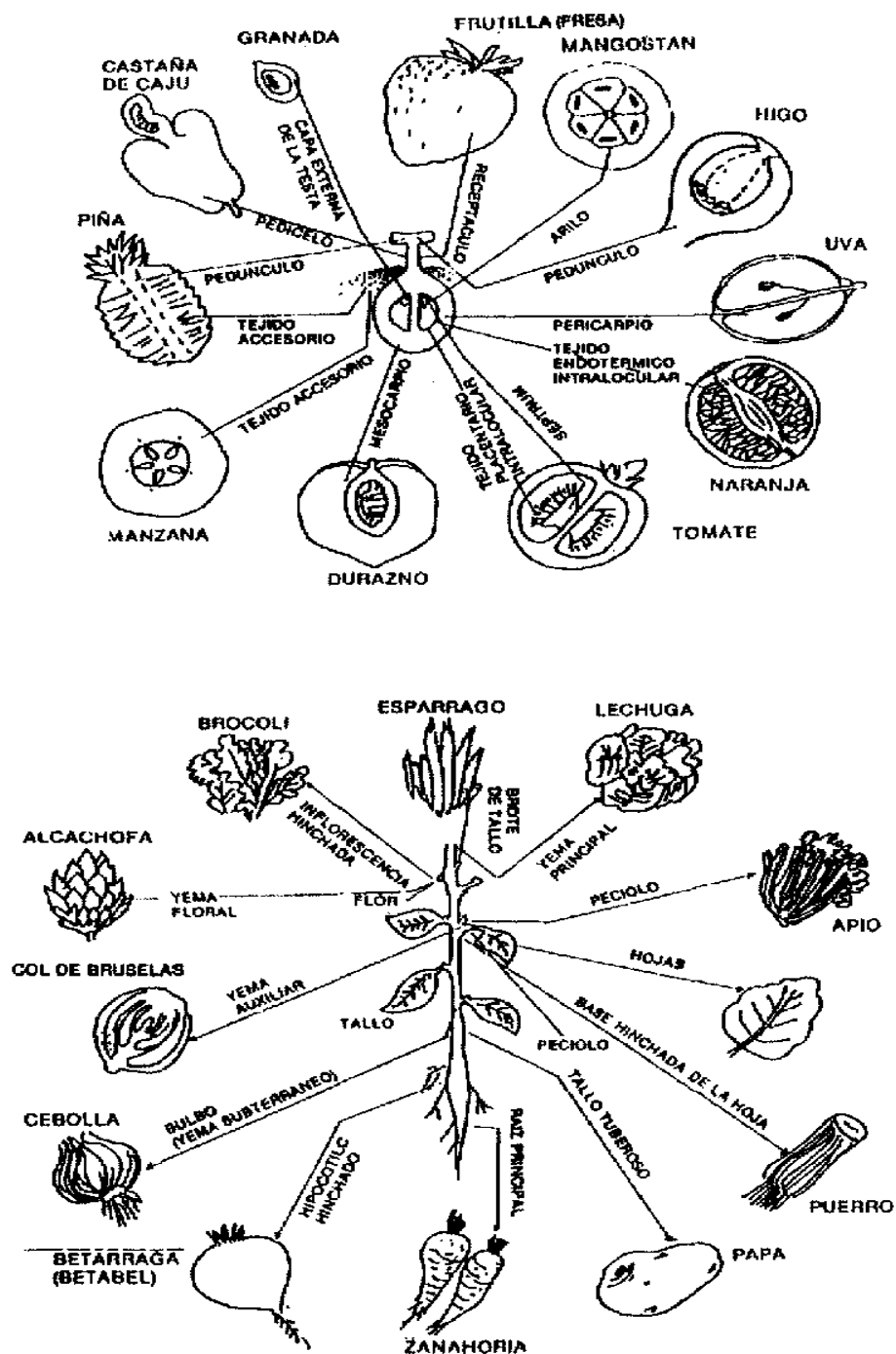
Figura 2. Estructura base de todo fruto y hortaliza: la célula vegetal



Fuente: S.A. ¿Qué es la botánica? [en línea]. Barrameda.com, Argentina. Disponible en <<http://www.barrameda.com.ar/botanica/>>.

Por otra parte, es importante además de conocer la estructura base de toda planta y de sus partes comestibles, es necesario reconocer de qué parte específica de la planta proviene el fruto o el órgano de interés comercial, pues dependiendo de ello será el comportamiento del mismo durante la cosecha y las poscosecha. En la Figura 3 se presenta una gráfica ilustrativa que deja ver la diversidad de frutas y hortalizas que se generan a partir de distintos sistemas de la planta. En el capítulo cuarto se profundizará en el manejo específico de algunas estructuras, como las hortalizas de hoja y de órganos suculentos.

Figura 3. Diversidad de tamaño, forma y estructura en frutas y hortalizas.



Fuente: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas, Parte I: Cosecha y empaque. Santiago de Chile: FAO, 1987.

9.4.4. Factores fisiológicos

Las frutas y hortalizas no sólo se encuentran vivas cuando se hallan unidas a la planta de la cual proceden, sino que después de la recolección, continúan estándolo y siguen desarrollando los sistemas fisiológicos que operaban durante su etapa de crecimiento en la planta. Por otra parte, existen diferencias entre las variedades de frutas y hortalizas, dependiendo de la parte de la planta que la conformaba, y por consiguiente un distinto comportamiento fisiológico (ver Figura 3).

Una característica importante de los vegetales, y por tanto de las frutas y hortalizas es, en general, el hecho de que respiran, tomando oxígeno (O₂) del aire y desprendiendo dióxido de carbono (CO₂), agua y calor. Además las frutas y hortalizas también transpiran, es decir, pierden agua. Cuando están aún unidos a la planta, la pérdida de agua y nutrientes ocasionada por la respiración y la transpiración se compensa con el flujo de la savia que contiene agua, productos fotosintetizados (especialmente sacarosa y aminoácidos) y minerales.

Es por esto que tras la recolección, como los productos continúan respirando y transpirando y, como han perdido contacto con la fuente de agua, dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua. Por tanto la pérdida de sustratos no se compensa y se inicia el deterioro, y debido a esto es que se dice que las frutas y hortalizas son productos perecederos.

Etapas del desarrollo fisiológico

Antes de profundizar en los conceptos de respiración, maduración y transpiración, es importante aclarar cuáles son las etapas de desarrollo fisiológico de la fruta y sus características. Estas etapas son:

- División celular y crecimiento celular.
- Maduración: el producto adquiere las características para ser consumible. En esta etapa ocurren procesos de degradación y síntesis. Se divide en:
 - Maduración fisiológica
 - Maduración organoléptica
- Senescencia: envejecimiento y muerte

Durante todas las etapas de vida del fruto se presentan fenómenos fisiológicos y metabólicos que varían en cada uno de esos periodos. Estos fenómenos son la respiración, la maduración y la transpiración, y están mediados por el efecto de algunos reguladores de crecimiento. Estos conceptos se describen a continuación.

Respiración

La respiración es un proceso metabólico fundamental tanto en el producto recolectado como en el vegetal vivo. Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos, normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas más simples como el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía. La respiración aeróbica tiene lugar en presencia de oxígeno molecular, y cuando hay ausencia de éste se presenta la respiración anaeróbica o fermentación. La respiración aeróbica brinda el suministro continuo de energía para realizar las reacciones metabólicas, implicando esto la degradación de sustancias orgánicas almacenadas en los tejidos. El sustrato normal de la respiración es la glucosa, cuya oxidación completa es:



La velocidad en que transcurre la respiración del producto, constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y una guía útil para determinar su vida comercial. Con respecto a la velocidad de la respiración, se emplean varios términos, estos son:

Intensidad respiratoria (IR): la tasa o intensidad respiratoria es una velocidad que indica cual ha sido la actividad respiratoria de una fruta u hortaliza a través del consumo de oxígeno o del desprendimiento del dióxido de carbono por kilogramo de producto fresco y por unidad de tiempo, a lo largo de su desarrollo, crecimiento, maduración fisiológica y organoléptica, y la senescencia.

Las unidades de la tasa o intensidad respiratoria son mgCO₂/kg-h ó mLCO₂/kg-h ó Kcal/Ton-día. En la Figura 4 se muestra la tendencia de la variación de la actividad respiratoria contrastada con la línea de crecimiento del fruto. Allí puede notarse que la actividad respiratoria es más alta en las fases previas a la maduración y declina luego con la edad.

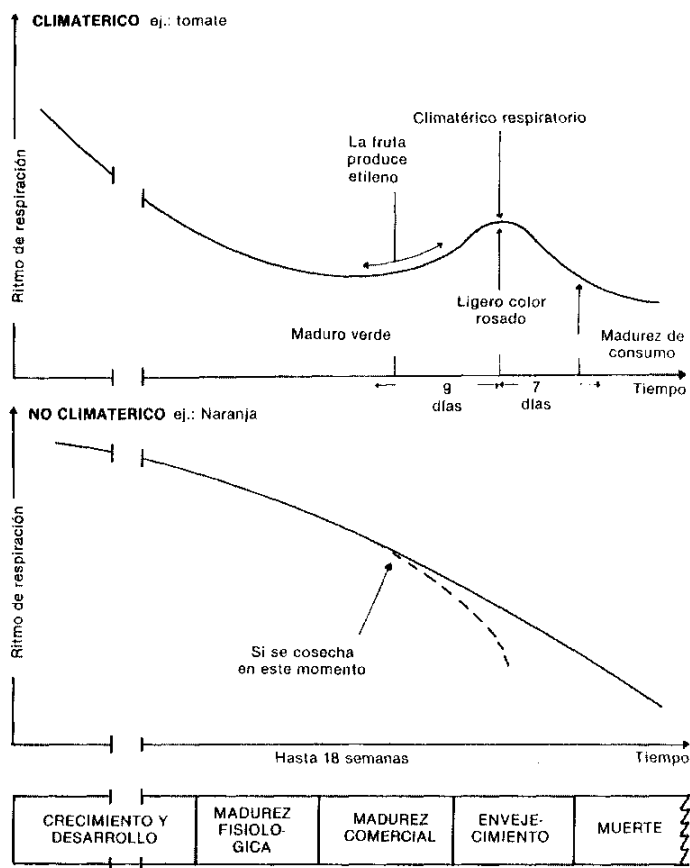
Tendencia respiratoria: es el cambio que ocurre con la intensidad respiratoria del producto en el tiempo. Dependiendo de esta tendencia los productos se clasifican en climatéricos y no climatéricos (ver Figura 4 y Tabla 6). Algunas de sus características son:

Frutos climatéricos: son aquellos que después de cosechados en su madurez fisiológica presentan un ascenso notable en su actividad respiratoria, marcando un máximo llamado “climaterio”. Esta actividad respiratoria va acompañada de las transformaciones características de la maduración organoléptica. Los períodos por lo que atraviesa un fruto climatérico son:

- Pre-climaterio: va desde la división celular hasta la formación completa del fruto o la madurez fisiológica.
- Climaterio: esta etapa se presenta desde la aparición de los primeros síntomas de la madurez organoléptica hasta el desarrollo completo del fruto.
- Pos-climaterio: anuncia el comienzo de la senescencia o sobremadurez y hasta la muerte del producto por completo.

Frutos no climatéricos: como su nombre lo indica, son aquellos que no presentan el comportamiento de los frutos climatéricos y sus cambios ocurren más lentamente.

Figura 4. Cambio de la actividad respiratoria en el tiempo



Fuente: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas, Parte I: Cosecha y empaque. Santiago de Chile: FAO, 1987. Disponible en < <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S00.htm#Contents>>.

Tasa inicial de respiración: es el nivel de respiración que presenta el fruto en el momento inmediatamente posterior a la cosecha, y para efectos del manejo no es un valor muy representativo.

Tabla 6. Clasificación de frutos según su comportamiento respiratorio durante la maduración organoléptica

Frutos climatéricos		Frutos no climatéricos	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Manzana	<i>Malus sylvestris</i>	Cereza	<i>Prunus avium</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Pepino	<i>Cucumis sativus</i>
Plátano	<i>Musa sp.</i>	Uva	<i>Vitis vinífera</i>
Mango	<i>Magnifera indica</i>	Limón	<i>Citrus limonia</i>
Granadilla	<i>Passiflora edulis</i>	Piña	<i>Ananas comusus</i>
Tomate	<i>Lycopersicon sp.</i>	Fresa	<i>Fragaria sp.</i>

Fuente: Adaptado de VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 12.

Tasa promedio de respiración: es el promedio aritmético de la intensidad respiratoria diaria durante un periodo determinado de tiempo y una temperatura que se mantiene constante.

Cociente respiratorio (CR): es la proporción en volumen entre el CO₂ producido y el O₂ consumido en el proceso de respiración. Es útil para deducir la naturaleza del sustrato usado en la respiración. Dependiendo del resultado de este cociente se puede analizar, así:

- Si CR=1 puede inferirse que se están metabolizando los azúcares, la respiración es aeróbica y es completa
- Si CR>1, se dice que el sustrato es oxigenado y la respiración es aeróbica. Esta condición solo se presenta en ensayos a nivel de laboratorio
- Si CR<1, se dice que se están metabolizando los ácidos grasos o proteínas. La reacción química es incompleta y el CO₂ producido es utilizado en otros procesos de síntesis

Maduración

La maduración se conoce como el proceso por el cual las frutas y hortalizas adquieren las características que las convierten en comestibles. En el desarrollo de los cultivos se conocen dos tipos de maduración: la maduración fisiológica y la maduración organoléptica.

La maduración fisiológica se inicia antes de terminar el crecimiento y solo se completa cuando el fruto permanece unido a la planta de que la que procede. Durante ella se adquiere la constitución básica característica del producto. Es además en muchos casos, el indicador del momento en el que debe recolectarse el producto.

La maduración organoléptica, también conocida como comercial, es el proceso mediante el cual el producto se transforma de fisiológicamente maduro pero no comestible, en un producto visual, olfatoria y cualitativamente atractivo.

Además, la maduración también puede clasificarse también según el tipo de respiración del fruto, así:

Maduración no climatérica: en esta los frutos solo maduran en la planta. Su calidad como alimentos se reduce si se recolectan antes de que maduren plenamente, pues su contenido en azúcares y en ácidos no sigue aumentando. Su ritmo de respiración va disminuyéndose gradualmente durante el crecimiento y después de la cosecha.

Maduración climatérica: los frutos pueden cosecharse cuando han alcanzado su pleno desarrollo pero no han empezado a madurar, pues esos productos pueden madurarse natural o artificialmente. Tras el climaterio, el proceso de respiración se vuelve más lento, al tiempo que el fruto madura y adquiere mayor calidad como alimento.

Cabe anotar que en el caso de las hortalizas, estas pueden ser cosechadas en distintos momentos del desarrollo fisiológico, y esa decisión depende únicamente de que el producto haya alcanzado sus características de consumo deseadas.

Otro concepto importante es la sobremaduración, que es el estado que sigue a la madurez comercial. Durante la sobremaduración, el fruto se ablanda y pierde parte del sabor y aroma característicos. Sin embargo es el punto adecuado para la elaboración de dulces o salsas. Ahora, para evitar que los frutos lleguen a este estado indeseado en la mayoría de los casos, y para conocer qué grado de maduración tiene el fruto se han desarrollado múltiples formas de determinar la madurez o indicadores de madurez.

Índices de madurez: el índice de madurez para un producto vegetal es muy importante para la comercialización en fresco, pues a partir de esa información se determina si el producto cumple o no con las normas o estándares establecidos, o en el caso de que vayan a procesarse las frutas y hortalizas, que éstas reúnan las características necesarias para su adecuada modificación en dicho procesamiento.

Existen múltiples índices de madurez, recogidos en tres diferentes tipos: cronológicos, físicos, químicos y fisiológicos, tal como se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Índices de madurez según diversas características de la fruta

Factores	Generalidad	Parámetros
Cronológicos	En cierto tipo de productos, la madurez puede definirse según el tiempo que ha pasado desde puntos especiales del cultivo o la cosecha.	- Días desde la plantación. - Días desde la floración. - Unidades de calor acumuladas, pues cada fruto necesita una cantidad de °C/día para madurar, así cuando se realizan los cálculos y se sabe que ha acumulado todas las horas y calor necesario puede decirse que el fruto está maduro.
Físicos	Las características físicas dan cuenta del desarrollo que ha alcanzado el fruto o la hortaliza.	- Forma. - Tamaño. - Color, si se hace visualmente se emplean tablas de color como referencia (como la Figura X(b)). También puede medirse cuantitativamente con equipos de sensores electrónicos o fotoceldas. - Características de la superficie como rugosidad, brillo, serosidad. - Textura, que es la relación entre la firmeza y la turgencia. La textura es un índice de madurez ya que con el paso del tiempo los frutos tienden a ablandarse. Se mide con ayuda de un penetrómetro.

Factores	Generalidad	Parámetros
Químicos	La madurez fisiológica de los productos frecuentemente está asociada a muchos cambios en su composición química, y algunos de ellos pueden emplearse como indicadores de madurez satisfactorios.	- Grados Brix, pues representan el porcentaje de sacarosa presente en el fruto. Se mide con la ayuda de un refractómetro. - Sólidos solubles totales (SST). - Almidón, ya que sus cambios en la distribución dentro de la fruta o la pulpa, por ejemplo de manzanas y peras, se puede medir usando una solución de yoduro de potasio. - Acidez titulable. Representa los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide a través de la técnica de neutralizar los jugos con una base fuerte en el laboratorio. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal. - Relación SST/Acidez.
Fisiológicos	El desarrollo de los productos vegetales obviamente está asociado a sus cambios en la fisiología, y por tanto dichos cambios pueden dar cuenta de la edad de las frutas y hortalizas.	- Cambios en el patrón respiratorio. - Cambios en la producción de etileno.

Fuente: Creación propia con base en BOSQUES M., Elsa. Práctica de laboratorio: aplicación de parámetros de madurez y calidad [en línea]. Curso Fisiología y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas, Universidad Autónoma de México. Disponible en < <http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/practicas/practica2.pdf> >.

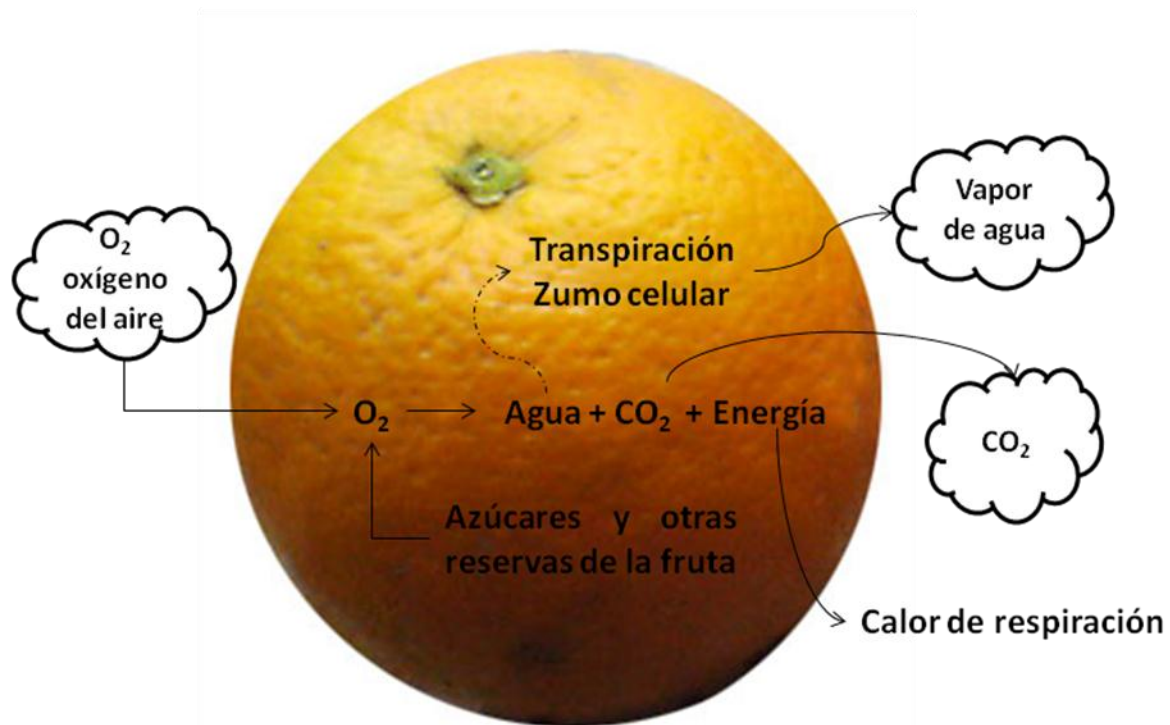
En el enlace Web Momento o madurez de cosecha, en la sección 1.2 del documento que allí se presenta, aparecen fotografías que ilustran mejor los métodos para determinar los índices de madurez.

Transpiración

Los frutos secos contienen principalmente agua, en porcentajes del 80 al 85% del peso fresco. El producto pierde agua a través de los tejidos vivos, en forma de vapor, tanto para los que están insertos en la planta madre, como para los que han recolectado. Este fenómeno se conoce como transpiración, que es semejante a la evaporación. Un esquema de los componentes de la transpiración de un fruto se presenta en la Figura 5.

La intensidad de la transpiración se determina con el valor del déficit de presión de vapor de agua (DPVA). Este expresa la diferencia entre la presión de vapor de agua en los espacios intercelulares de los tejidos del fruto y la presión de vapor de agua del aire exterior. En el manejo poscosecha resulta más útil conocer el concepto de DVPA que la humedad relativa (HR), pues este último es utilizado para describir únicamente el contenido de vapor de agua de la atmósfera de conservación (porcentaje de saturación de la atmósfera con vapor de agua a cualquier temperatura. Incluso una alta HR es equivalente a un bajo DVPA.

Figura 5. Representación esquemática de las funciones de transpiración y respiración de un fruto



Fuente: Creación propia con base en VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 16.

La intensidad de transpiración o nivel de migración del vapor de agua en la dirección de concentración más baja, se produce principalmente a través de las aberturas naturales en la superficie del fruto, y está controlada por el DPVA entre el producto y el medio ambiente, y gobernada por la temperatura y por la humedad relativa de acuerdo con la ecuación (1). Algunos factores que influyen en ella se presentan en la Tabla 8.

$$DPVA = \frac{(100 - HR)}{100} PV \quad (1)$$

Donde:

- DPVA es el déficit de presión de vapor de agua en mmHg.
- HR es la humedad relativa expresada en porcentaje.
- PV es la presión de vapor en mmHg.

Formas transpiración: la transpiración puede darse de diversas formas, dependiendo de la estructura vegetal que permita la salida del vapor de agua. Según esto puede ser:

- Estomatal, cuando se da a través de los estomas
- Cuticular, cuando sucede a través de la cutícula y desde las células epidérmicas del tejido
- Lenticelar, que ocurre en los lenticelos de los frutos y tallos leñosos

Tabla 8. Factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la transpiración

Factores intrínsecos	Factores extrínsecos
- Especie y variedad - Características anatómicas y morfológicas. Por ejemplo: a menor tamaño mayor intensidad de respiración, pues existe una mayor relación área/volumen - Edad del tejido, pues los tejidos jóvenes presentan una actividad fisiológica mayor, y por lo tanto una mayor transpiración e intensidad respiratoria. - Integridad del tejido, porque entre más sano esté, menor será la actividad fisiológica.	- Temperatura y humedad del aire, pues a menor humedad relativa, menor será la pérdida de agua. - Movimiento del aire, que entre más rápido sea, mayor será la pérdida de humedad. - Presión atmosférica. A mayor presión, menor será la transpiración y viceversa. - Luz solar, pues incide en la apertura o cierre de los estomas.

Para evitar la pérdida de agua se minimizan las diferencias entre la humedad relativa del producto y la humedad relativa del ambiente. Además, se acostumbra proteger las frutas del aire seco.

Reguladores vegetales

Los reguladores vegetales son compuestos químicos capaces de intervenir en el metabolismo de las plantas y que en pequeñas cantidades promueven, inhiben o modifican procesos fisiológicos. Se pueden dividir en 4 grandes grupos:

Sustancias naturales: llamadas fitohormonas. Se sintetizan en alguna parte de la planta, y que se trasladan a otro donde ejercen su acción fisiológica en muy bajas concentraciones. Regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas generando un equilibrio entre las hormonas estimulantes del crecimiento (auxinas, giberelinas, citocininas y etileno) y las hormonas inhibitorias del crecimiento (ácido abscísico y jasmonatos).

Activadores sintéticos del crecimiento: similares a las hormonas. Ejemplo: una auxina sintética: el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y una citocinina sintética, la benciladenina.

Retardadores sintéticos del crecimiento: como el Cycocel (CCC) y la hidrazida maleica (MH).

Herbicidas sintéticos, como el Monuron y el Metribuzin. En agricultura son de interés aquellos que muestran una toxicidad selectiva sobre ciertas especies.

Debido a la importancia que ha cobrado el manejo del etileno en la poscosecha, especialmente a nivel regional, en esta sección se ahondará en su naturaleza, y sus efectos positivos y negativos.

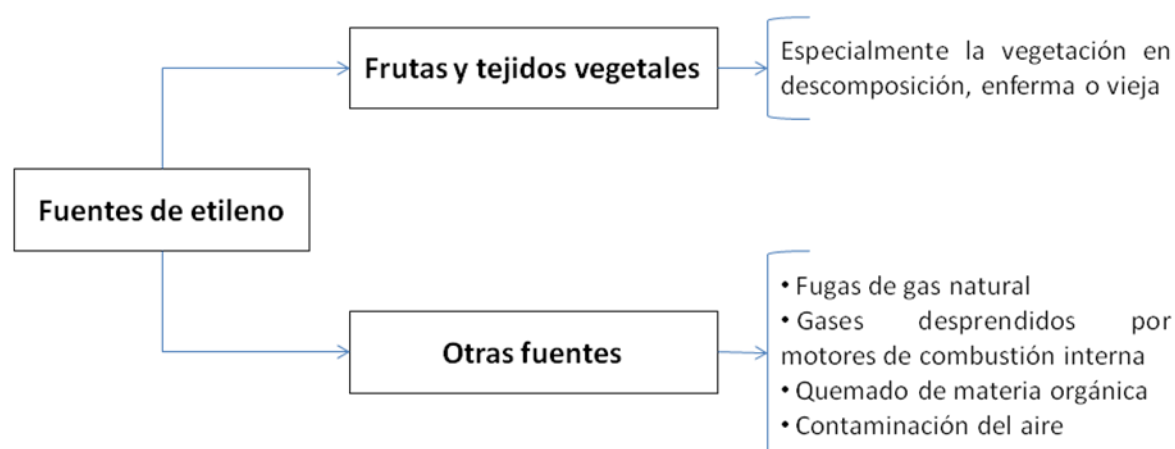
Etileno: como ya se mencionó, el etileno es una fitohormona que estimula el crecimiento de las plantas. El etileno parece actuar estimulando la síntesis de enzimas como las hidrolasas de la pared celular (incluyendo pectinasas, celulasas, clorofilasa, proteasas), enzimas degradativas del almidón y las enzimas de la síntesis del etileno, y puede actuar alterando la permeabilidad de la membrana y los procesos de transporte. Es interesante notar que a pesar de la presencia de etileno suficiente para inducir una respuesta, en ausencia de oxígeno, las respuestas del etileno se reducen mucho o se eliminan.

Durante el almacenamiento, las altas concentraciones de etileno que se generan ocasionan que los productos se maduren más rápidamente de lo deseado. Concentraciones tan bajas como de 0,1 ppm son suficientes para iniciar la maduración o los procesos de senescencia a 20°C. Normalmente, a 10°C, concentraciones de aproximadamente 1 ppm de etileno tiene el mismo efecto que 0,1 ppm a 20°C. Por tanto es muy importante que se mantengan bajas temperaturas no sólo para disminuir la velocidad de respiración sino también para reducir la síntesis de etileno y los

efectos de su exposición. En la bodega la presencia de etileno puede provenir de diferentes fuentes, tal y como se ilustra en la Figura 6.

Aunque casi siempre se trata de minimizar la exposición al etileno de las frutas almacenadas, no todos los efectos de esta hormona vegetal son adversos. En la Tabla 9 se relacionan los efectos tanto benéficos como adversos que ocasiona el etileno en los frutos y hortalizas frescas.

Figura 6. Fuentes de etileno que afectan la conservación del fruto durante el almacenamiento.



Fuente: creación propia

Tabla 9. Efectos que ocasiona el etileno en los frutos y hortalizas frescas

Efectos dañinos del etileno	Efectos benéficos del etileno
- Maduración acelerada durante el manejo y almacenamiento de frutas. - Decoloración en hortalizas de hoja y en ciertas frutas como calabaza, pepino y tomates verdes maduros. - Estimulación de la brotación, por ejemplo en papa. - Reducción en la vida de almacenamiento y/o en la calidad de los productos hortofrutícolas. Por ejemplo: reblandecimiento de frutas, desarrollo de compuestos amargos en zanahoria y desórdenes fisiológicos	- Maduración acelerada de frutas. Esto resulta útil especialmente para mejorar la uniformidad en la maduración y para programar los estadíos de madurez. - Promover el desarrollo más uniforme de la coloración en las frutas para que pasen de verde a amarillo o rojo. - Estimular un ablandamiento más uniforme, por ejemplo en peras y bananos. - Sustituir el requerimiento de almacenamiento en refrigeración en el caso de las peras de invierno.

Efectos dañinos del etileno	Efectos benéficos del etileno
como la mancha café en lechuga. - Estimulación de ciertos hongos patógenos.	

Fuente: creación propia con base en RICHARDSON, Daryl G. Etileno en la biología poscosecha. En: ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 61.

Referencias

ACME Agroquímicos y coadyuvantes de México. Sustancias reguladoras del crecimiento vegetal [en línea]. Disponible en <<http://acmeagro.com.mx/27.html>>.

BOSQUES M., Elsa. Práctica de laboratorio: aplicación de parámetros de madurez y calidad [en línea]. Curso Fisiología y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas, Universidad Autónoma de México. Disponible en <<http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/practicas/practica2.pdf>>.

RICHARDSON, Daryl G. Etileno en la biología poscosecha. En: ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 59-61.

SOBERÓN* J. R., et al. Reguladores vegetales [en línea]. Hipertextos del área de la biología. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales_2005/Reguladores%20vegetales.htm>.

VÉLEZ ACOSTA, Lina María. Tecnología vegetal. Curso de Procesos cárnicos y vegetales. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 5-9, 11-12.

9.4.5. Ejercicios

Ejercicios - Factores genéticos

Busque una noticia reciente acerca de una modificación genética que se haya realizado a una fruta u hortaliza para mejorar alguna de sus características sensoriales. Realice un resumen y enfatice en el objetivo de la modificación.

Ejercicios - Factores composicionales

Complete el siguiente cuadro sobre los cambios composicionales que se dan en los vegetales durante su desarrollo fisiológico. En las últimas dos filas, agregue otros factores que considere importante resaltar.

Factor	Cambio
	Hidrólisis de los almidones y de las pectinas
Desarrollo del sabor y aroma	
	Disminución del contenido de clorofila

Ejercicios - Factores estructurales y morfológicos

Visite el siguiente enlace Web: Estructura. Realice la lectura de la sección “Tipos de productos frescos”, observe las figuras allí presentadas y elabore un mapa conceptual donde resuma la lectura.

Ejercicios - Factores fisiológicos

- Analice: ¿cómo se relacionan la respiración y la transpiración?
- Consulte: cuando se trata el tema de manejo poscosecha, ¿cuál es la diferencia entre los términos madurez y maduración?
- Consulte cuáles son los índices de madurez más empleados para cinco productos hortofrutícolas
- Investigue: ¿cómo se emplea el etileno a nivel industrial para manipular la maduración de los vegetales?

9.5. PRUEBA FINAL

Resuelva las siguientes preguntas, siendo lo más concreto y claro posible en sus respuestas. Evite copiar apartes del texto del módulo o de otros textos.

- Responda: ¿cuál es el beneficio que puede traer la aplicación de técnicas de ingeniería genética a la producción de frutas y hortalizas? ¿Cree usted que es adecuado y pertinente el uso de dichas técnicas?
- En pocas palabras defina: ¿cuál es la principal diferencia entre un fruto climatérico y uno no climatérico?
- Analice: ¿cómo se interrelacionan los factores fisiológicos de un producto climatérico cuando se presentan altas temperaturas y una concentración elevada de etileno en el aire? ¿Qué sucede si se presentan bajas temperaturas durante el almacenamiento?
- En sus propias palabras responda: ¿cuáles son las diferencias entre la maduración fisiológica y la maduración organoléptica en los vegetales? Después complete el siguiente cuadro relacionando los cambios presentados en el fruto durante la maduración:

	Cambios
Físicos	- -
Químicos	- -
Microbiológicos	- -

9.5.1. Actividad

Investigue los factores genéticos, composicionales, estructurales y morfológicos, y fisiológicos que determinan el desarrollo del producto con el que comenzó a trabajar en la Unidad I. Organice la información obtenida en un cuadro. Analice especialmente la información que reúna en cuanto a la respiración, maduración y transpiración de la fruta u hortaliza de su interés.

10.UNIDAD 3 FACTORES EXTERNOS: AMBIENTALES Y BIÓTICOS

10.1.OBJETIVO GENERAL

Conocer los factores externos, ambientales y bióticos, que contribuyen a deteriorar la calidad de los productos en la poscosecha.

10.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los principales agentes bióticos, enfermedades y plagas, que afectan la calidad de las frutas y hortalizas durante la poscosecha
- Describir la manera en que afectan las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, etc.) a los frutos durante la poscosecha de acuerdo con los cambios fisiológicos del producto.

10.3.PRUEBA INICIAL

- Investigue: ¿cuál es la composición del aire?
- Repase la definición de los siguientes términos: hongo, bacteria y virus. Elabore un cuadro en el que recoja, con sus propias palabras, sus principales características y sus formas de reproducción
- Consulte: ¿qué se entiende por vector biológico?

10.4.TEMAS

10.4.1. Factores del ambiente

Una vez estudiados los factores propios del producto que lo llevan a presentar un comportamiento específico durante la poscosecha, se hace oportuno conocer aquellos factores externos, y más precisamente del ambiente, que llevan a la degeneración de los productos durante su adecuación y almacenamiento después de la cosecha.

Entre estos factores están la temperatura, la composición gaseosa de la atmósfera circundante y la humedad relativa. Todas estas variables interactúan directamente con el comportamiento fisiológico de las frutas y hortalizas conllevando una serie de fenómenos y daños que afectan la calidad del producto. Por esto, a continuación se mencionan los aspectos más relevantes que el tecnólogo agroindustrial debe conocer acerca de estas variables:

Temperatura

Es el factor que más afecta la intensidad respiratoria, puesto que influye en la velocidad de las reacciones enzimáticas del proceso respiratorio. Todas las reacciones que dan lugar a las transformaciones bioquímicas durante la respiración, sólo pueden producirse en las células vivas, a temperaturas medias, gracias a la presencia de estimulantes del metabolismo, llamadas enzimas. La velocidad de las reacciones enzimáticas aumenta exponencialmente al aumentar ésta.

Se deben considerar igualmente. Los límites máximo y mínimo de temperatura dentro de los cuales los tejidos vivos pueden mantener sus funciones normales, antes de producirse trastornos fisiológicos; estos límites varían con la especie. Además, pueden presentarse daños tanto por altas como por bajas temperaturas.

Daño por bajas temperaturas (por frío): las frutas tropicales y subtropicales son susceptibles de sufrir alteraciones fisiológicas en un rango de temperatura de aproximadamente 5 a 14°C. Los síntomas más comunes son fallas en la maduración, desarrollo de sabores y aromas atípicos, decoloración, ennegrecimiento y deterioro de los tejidos, e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos secundarios. Algunas frutas de clima templado suelen resistir mejor las bajas temperaturas, sin embargo a temperaturas cercanas al punto de congelamiento del producto si se presentan daños.

Daño por altas temperaturas: en general, el ritmo de deterioro del producto es 2 a 3 veces mayor por cada incremento de 10°C por encima de la temperatura óptima de conservación de los productos. La temperatura también modifica el efecto del etileno y de los niveles residuales de O₂ y altos de CO₂ en el producto cosechado, además, afecta directamente el ritmo respiratorio de las frutas y la germinación de esporas de los hongos y el posterior desarrollo de patógenos. Por encima de 40°C, se observan severos daños en el producto y a 60°C aproximadamente, cesa toda actividad enzimática. Adicionalmente, la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración; todo lo cual arruina el producto.

Composición atmosférica

En la mayoría de los casos las frutas se almacenan en un ambiente cuya composición atmosférica corresponde a la del aire. Es por esto que es de suma importancia comprender cómo los gases que están presentes en el aire, especialmente el oxígeno y el dióxido de carbono, afectan el normal desarrollo y la conservación de los frutos y hortalizas.

Oxígeno (O₂): bajos niveles de O₂ en el ambiente provocan una reducción de la intensidad respiratoria (IR), un retraso en la maduración y un aumento en la vida comercial de los productos vegetales, siendo la respuesta más o menos pronunciada, según el producto y variedad que se trate. Pero, niveles inferiores a 2,5% de O₂, pueden inducir procesos de fermentación en las frutas ocasionando la producción de malos olores y sabores y el deterioro del producto. A niveles del 1% de O₂ se han detectado sabores alcohólicos en manzanas, bananos, aguacates, alcachofas y pimientos. Esto es común cuando la ventilación del ambiente en el cual se encuentran las frutas es deficiente. Estos cambios son favorecidos por altas temperaturas.

Por otra parte, concentraciones de O₂ superiores a la normal del aire, pueden o no, elevar la intensidad respiratoria y acelerar la maduración. Por ejemplo, en limones, se registra una inducción a la aparición de un pseudo-climaterio, caracterizado por un aumento sensible en la producción de CO₂, y un amarillamiento de los frutos.

Dióxido de carbono (CO₂): Los efectos del CO₂ sobre la intensidad respiratoria de las frutas y hortalizas pueden variar de acuerdo con la especie, la variedad, la concentración del mismo CO₂ y el tiempo que permanezca expuesto a su acción. En los frutos climatéricos, la crisis respiratoria (climaterio), puede reducirse en intensidad y retrasarse en el tiempo, como en el aguacate, o solamente retrasarse, permaneciendo inalterado el máximo climatérico. En el caso de los frutos no climatéricos la intensidad respiratoria puede reducirse o estimularse dependiendo de cada producto en particular.

En general, puede decirse que el exceso de CO₂ puede retrasar el normal ablandamiento y pérdida del color verde de algunas frutas. En otros casos, se observa decoloración y deterioro internos por

la acumulación de este gas en la atmósfera de almacenamiento; así como también, mal sabor y depresiones superficiales en la cáscara de la fruta (pitting).

Humedad relativa

El agua que pierden las frutas cosechadas es irrecuperable y afecta la calidad de los productos, por esta razón, para una buena conservación, se recomiendan humedades relativas del 85 al 95 %. La humedad relativa del ambiente de almacenamiento puede regularse de las siguientes maneras:

- Adicionando agua al aire con ayuda de humedecedores (aspersión o neblina)
- Regulando el movimiento del aire en la cámara de almacenamiento
- Utilizando barreras para la humedad empaques impermeables, revestimiento de polietileno en los contenedores)
- Minimizando las diferencias de temperatura existentes entre el aire y el refrigerante (máximo 1°C)
- Mojando el piso de la cámara de almacenamiento
- Colocando recipientes con agua en el almacén
- Aplicando hielo en los empaques de aquellos productos que toleran este tratamiento
- Rociando el producto con agua potable
- Evitando el ingreso de aire caliente en la cámara de almacenamiento, lo cual disminuye la humedad relativa del ambiente, con el consecuente efecto deshidratador del producto

Referencias: ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000.

VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. p. 13-15.

10.4.2. Factores bióticos

Una vez cosechado el fruto o la hortaliza, y después de seleccionar aquellos que cumplen con las especificaciones requeridas, se procede a comercializar o a almacenar los productos. Durante este periodo de tiempo pueden presentarse una serie de daños en la estructura y cambios en la fisiología de los frutos, asociados directamente con la influencia negativa de agentes causantes de enfermedades.

Estos agentes se conocen como agentes bióticos o patógenos; comprenden organismos como hongos, bacterias, virus, roedores e insectos. Cuando el daño es ocasionado por microorganismos

o por virus, suele decirse que el fruto sufre una enfermedad o está infectado. Pero cuando el producto se deterioró a causa de insectos, roedores y aves, se dice que sufre un daño por plagas.

Tipos de pérdidas ocasionadas por enfermedades y plagas

Los daños pueden ser de dos tipos:

Pérdidas de cantidad: ocurren cuando la penetración del agente infeccioso es profunda, y por tanto el proceso de descomposición hace que el producto no sea apto para el consumo. A menudo es el resultado de la infección del producto en los campos antes de la cosecha y resulta ser el más grave en términos económicos.

Pérdidas de calidad: son aquellas que afectan sólo a la superficie del producto. Pueden causar imperfecciones de la piel que disminuyen el valor comercial del producto. Cuando se trata de productos destinados al consumo local las consecuencias son menos graves, pues una vez quitada la piel afectada suele poderse utilizar el interior.

Enfermedades que afectan a las frutas y hortalizas durante la poscosecha

Las enfermedades causadas por hongos y bacterias suelen dar lugar a pérdidas de productos frescos. No tanto así, las enfermedades víricas, que pueden producir graves pérdidas a nivel de cultivo, pero no constituyen un problema grave después de la cosecha.

Sobre las enfermedades en general, Arias Velázquez reporta que:

“Ciertos patógenos producen o inducen la formación de enzimas que hidrolizan las paredes celulares, ocasionando un ablandamiento de los tejidos y una degradación de toda la fruta. Los tejidos de la fruta pueden decolorarse por la síntesis de ciertas sustancias que se producen como respuesta al ataque de los patógenos. Los patógenos pueden producir o inducir la síntesis de una serie de productos tóxicos que ocasionan malos olores y sabores que hacen que la fruta no sea apta para el consumo humano.

La susceptibilidad de las frutas al deterioro por enfermedades aumenta con el tiempo de almacenamiento. Esto está relacionado con el proceso de senescencia durante el cual se incrementa la permeabilidad de las membranas celulares y se produce una eventual desorganización total de la estructura del producto. Con la edad del producto también disminuye la capacidad de síntesis de sustancias fungistáticas naturales (fitoalexinas) que protegen a las frutas”.

Las enfermedades fúngicas y bacterianas se propagan generalmente por esporas microscópicas que están en el aire y en el suelo, así como en la materia vegetal muerta o en estado de putrefacción. Algunas enfermedades de importancia en cuanto a las pérdidas poscosecha se presentan en la Tabla 10. Los productos pueden contraer las infecciones por diferentes vías, así:

- A través de lesiones causadas por manipulación poco cuidadosa, por insectos o por otros animales, o de grietas causadas por el crecimiento
- A través de los poros naturales de las partes aéreas y subterráneas de las plantas, que permiten el paso de aire, dióxido de carbono y vapor de agua entre el interior de la planta y el exterior
- Por penetración directa de la piel sana del fruto, antes de la cosecha o en cualquier etapa posterior

Tabla 10. Enfermedades poscosecha

Enfermedad	Descripción
Pudrición blanda Agentes causantes: <i>Rhizopus arrhizus</i> y <i>R. stolonifer</i>	Cuando esta enfermedad se presenta aparecen pequeñas lesiones acuosas que aumentan en tamaño con el avance de la enfermedad. El interior de la fruta se convierte en una masa pulposa a pesar de que la enfermedad está confinada a la cáscara. Una temperatura de 30 °C y 80% de humedad relativa implican una máxima incidencia de la enfermedad.
Pudrición gris Agente causante: <i>Botrytis cinerea</i>	La enfermedad comienza por el extremo calicinar del fruto y a medida que avanza, la piel del fruto se torna café y con consistencia coriácea. Luego se desintegran los granos en su interior y se transforman en una masa negra. Bajo condiciones de alta humedad, el micelio grisáceo crece y se hace evidente en la superficie.
Pudrición del corazón o corazón negro Agente causante: <i>Alternaria alternata</i> y algunas especies de <i>Aspergillus</i> sp.	Se caracteriza porque en el fruto se produce un color anormal de la piel y un ennegrecimiento de los arilos. Produce, además, una gran partidura de frutos. Las manchas grisáceas, que aparecen en un principio, crecen hasta formar manchas irregulares. Otra característica es que los frutos podridos emanan un fuerte olor a fermentado.
Pudrición causada por <i>Penicillium</i> sp.	Esta enfermedad puede ser detectada por la presencia de esporas verdes o azules en la superficie de la fruta. Los frutos partidos o los que están atacados por barrenadores son altamente susceptibles a la enfermedad.

Fuente: creación propia con base en S.A. Enfermedades y desórdenes fisiológicos que afectan a la calidad de la fruta en post-cosecha [en línea]. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Disponible en <
<http://www.agronomia.uchile.cl/centros/usep/granado/enfermedadesposcosecha.htm>>.

Las infecciones adquiridas en el campo, es decir, antes de la cosecha, pueden no ser perceptibles hasta después de ésta. Por ejemplo, el proceso de descomposición causado en las raíces comestibles por los mohos del suelo se manifiesta durante el almacenamiento. También puede ocurrir que las frutas tropicales infectadas en cualquier etapa de su desarrollo sólo empiecen a descomponerse en la fase de maduración.

Las infecciones posteriores a la cosecha pueden atacar en cualquier momento entre la recolección y el consumo final, y suelen ser el resultado de la invasión de lesiones de recolección o de manipulación por mohos o bacterias. Las enfermedades poscosecha también se propagan gracias a:

- Uso de semillas y plántulas infectadas
- Malezas infectadas en el perímetro del cultivo
- Herramientas de cosecha infectadas
- Ingreso de vehículos y personas, con llantas y calzado infectado
- La utilización de cajas y empaques contaminados por la tierra o por productos en descomposición
- El uso de agua contaminada para lavar el producto
- Residuos de cosecha desechados cerca de los centros de empaque
- La recontaminación de productos sanos una vez empacados

Sobre la prevención y control de las enfermedades

Para prevenir la aparición de enfermedades se debe mantener una buena selección y clasificación con el fin de eliminar el producto infestado y de mala calidad en cada etapa de comercialización; de lo contrario ello representará un riesgo significativo para el producto sano. La inspección regular del producto almacenado y la eliminación inmediata de los productos infestados ayudarán a prevenir la propagación de la infección.

Ahora, para controlar la pérdida de producto o disminución de la calidad por la presencia de enfermedades se pueden utilizar tratamientos con calor, o pueden aplicarse desinfectantes y fungicidas. Sin embargo el bajo valor de muchas hortalizas y la necesidad de su mercadeo lo más rápido posible, pueden hacer que no sea económica la inversión en algunas prácticas de control.

Plagas que afectan a las frutas y hortalizas durante la poscosecha

Aunque es poco frecuente que las pérdidas poscosecha de productos frescos se deban a ataques de insectos u otros animales, los ataques localizados de esas plagas pueden resultar graves.

Los daños causados por insectos, como la mosca de la fruta, el gorgojo de la batata y la polilla de la papa, se deben a que sus larvas horadan los productos (ver Tabla 11). La infestación suele producirse antes de la recolección. La propagación después de la cosecha constituye un problema cuando el producto se almacena o es objeto de largos transportes. Las ratas, los ratones y otras plagas animales también pueden constituir un problema cuando los productos se almacenan en la propia explotación agrícola.

Tabla 11. Plagas que afectan al fruto en la poscosecha

Nombre común de la plaga	Cultivos asociados
Mosca de la fruta	Cítricos, mangos y durazno
Falso gusano de la manzana	Cítricos y aguacate
Gorgojo	Varios
Ácaro rojo	Frutos de hoja caduca (manzanas, peras, duraznos, etc.)
Palomilla de la manzana	Frutos de hoja caduca
Escama del látano	Uvas y frutos de hoja caduca
Palomilla del racimo	Uvas y frutos de hoja caduca

Fuente: TORRES, Fernando. Factores bióticos [en línea]. Tecnología poscosecha de frutas, hortalizas y raíces. Disponible en < <http://www.scribd.com/doc/7339631/Poscosecha-Capitulo-V-Factores-Bioticos> >.

Para evitar los daños por plagas en el fruto cosechado y porque las plagas pueden ser vectores de enfermedades que pueden afectar al consumidor final, como la transferencia de la bacteria *E. coli.*, se deben perseguir tres objetivos importantes en el centro de empaque. Estos objetivos son:

- Prevenir la entrada de insectos roedores y pájaros
- Restringir la disponibilidad de refugio y de alimento para las plagas
- Destruir las plagas si ganan terreno en las instalaciones

Referencias

ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000.

DÍAZ FRANCO, Arturo. Enfermedades infecciosas de los cultivos. México: Trillas, 1993.p.9.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas Parte I Cosecha y empaque. Roma: FAO, 1987.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. FAO: Roma, 1993.

MATTHEWS, Karl R. Microbiología de las frutas y las verduras frescas. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 2008. p.38.

S.A. Enfermedades y desórdenes fisiológicos que afectan a la calidad de la fruta en post-cosecha [en línea]. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Disponible en < <http://www.agronomia.uchile.cl/centros/usep/granado/enfermedadesposcosecha.htm>>.

TORRES, Fernando. Factores bióticos [en línea]. Tecnología poscosecha de frutas, hortalizas y raíces. Disponible en < <http://www.scribd.com/doc/7339631/Poscosecha-Capitulo-V-Factores-Bioticos>>.

10.4.3. Ejercicios

Ejercicios - Factores del ambiente

- Por medio de la consulta en diferentes fuentes, elabore un cuadro en el que recoja las temperaturas adecuadas de almacenamiento para por lo menos 10 productos vegetales. En una columna registre los daños que se ocasionan por frío o por temperaturas altas
- Consulte: ¿con qué mecanismos se logra controlar la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono presente en una bodega de almacenamiento?
- Defina el término humedad de equilibrio. ¿Qué relación tiene con la humedad relativa del ambiente?

Ejercicios - Factores bióticos

- Consulte los principales patógenos, plagas y enfermedades, que afectan al cultivo del aguacate. Luego, y según el daño que cada uno de ellos ocasiona en los frutos, analice cuál es el impacto que tienen en la calidad organoléptica de este producto
- ¿Qué es la antracnosis?¿Cómo afecta la calidad y durabilidad de los productos hortofrutícolas?

- Mencione las operaciones de poscosecha que se relacionan con el control de la mosca de la fruta

10.5.PRUEBA FINAL

Resuelva las siguientes preguntas, siendo lo más concreto y claro posible en sus respuestas. Evite copiar apartes del texto del módulo o de otros textos.

- A partir de manejo de los factores ambientales, ¿cómo se podría controlar la respiración de los vegetales en el almacenamiento?
- Con sus propias palabras complete el siguiente cuadro:

Compuesto presente en el aire	Daños en los vegetales	
	Por exceso	Por defecto
Oxígeno		
Dióxido de carbono		

- Analice: ¿por qué el uso de semillas y plántulas infectadas durante el cultivo puede traer pérdidas durante la poscosecha?
- A partir de las experiencias que ha tenido en plantas de procesamiento agroindustrial elabore un listado de posibles focos de contaminación que pueden llegar a presentarse en una planta empacadora de frutas y de los vectores que podrían traer problemas sanitarios a la producción

10.5.1. Actividad

Consulte los principales factores ambientales y bióticos que afectan al producto que ha venido trabajando durante el desarrollo del módulo. Realice un mapa conceptual que relacione y ordene coherentemente sus hallazgos.

11.UNIDAD 4 OPERACIONES DE POSCOSECHA Y MANEJO SEGÚN EL TIPO DE PRODUCTO

11.1.OBJETIVO GENERAL

Conocer las operaciones y procedimientos de adecuación, empaque y almacenamiento de los productos hortofrutícolas que comúnmente se adelantan en las plantas empacadoras para atender las exigencias de los mercados.

11.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer la importancia que tienen los sistemas de cosecha como generadores de pérdidas por daños en los vegetales recolectados
- Conocer el objetivo y principio de funcionamiento de las principales operaciones unitarias y tratamientos especiales que constituyen el manejo poscosecha en las plantas empacadoras de vegetales
- Conocer las características básicas de los principales sistemas de almacenamiento y evaluar su pertinencia de uso según la naturaleza del producto y la disponibilidad de los recursos de infraestructura y económicos
- Recordar características especiales del manejo poscosecha de algunos tipos de productos

11.3.PRUEBA INICIAL

- ¿Qué se entiende por fuerza de corte, de impacto, de compresión y de abrasión?
- Consulte: ¿qué tipo de recubrimiento natural tienen algunas frutas y hortalizas? Descríballo concisamente
- Investigue qué tipos de refrigeración se emplean en la industria de alimentos

11.4.TEMAS

11.4.1. Cosecha

La cosecha marca el fin de la etapa del cultivo y es el inicio de la preparación o acondicionamiento para la comercialización. Durante la cosecha se separa la porción vegetal de interés de la planta madre, y esta separación debe llevarse a cabo cuando los frutos estén maduros o hayan alcanzado su estado de desarrollo esperado. Ahora, los métodos que se emplean para realizar la recolección del producto tienen un impacto directo sobre la calidad del mismo, pues se manipula en diferentes formas a la fruta y se puede llegar a deteriorar su estructura. La elección de un sistema en particular depende fundamentalmente del cultivo considerado, del consumidor final objetivo y muy especialmente del tamaño del predio a ser cosechado. Los métodos de cosecha, manual y mecanizada, y sus características se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Comparación entre sistemas de cosecha

Aspecto	Cosecha manual	Cosecha mecanizada
Productos para los que se emplea	Predominante para la recolección de frutas y hortalizas para el consumo en fresco. Es particularmente importante en los cultivos delicados.	Hortalizas con fines industriales y en algunas otras cultivadas normalmente en grandes extensiones. pero al ser destructiva, Sólo puede ser utilizada en cultivos de maduración concentrada
Requerimientos	Disponibilidad de mano de obra calificada.	- Desde el inicio, la operación debe estar diseñada para la cosecha mecánica, empezando por el cultivo, distancia entre hileras, nivelación del terreno, labores culturales y muy especialmente variedades que se adapten a una manipulación más violenta. - La preparación para la comercialización (clasificación, limpieza, empaque) y venta también debe estar adaptado para manejar grandes volúmenes.

Aspecto	Cosecha manual	Cosecha mecanizada
Ventajas	- La principal ventaja se basa en la capacidad del ser humano de seleccionar el producto en su adecuado estado de madurez y de manipularlo con mucha mayor suavidad, así se garantiza una mayor calidad y menor daño. - No requiere inversiones iniciales. - Se adapta perfectamente a aquellos cultivos con un largo período de cosecha.	Se recolecta rápidamente, y representa menor costo por tonelada recolectada
Desventajas		- La inversión necesaria para la adquisición y el costo de mantenimiento son altos. - La ociosidad del equipo durante gran parte del año.

Fuente: creación propia con base en FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Balcarce (Argentina): FAO, 2003.

Daños que se presentan durante la cosecha

Durante la cosecha y a nivel de campo, se comienza el proceso poscosecha, pues es allí donde los operarios inician la selección de los productos, descartan aquellos que presentan daños mayores, eliminan partes no comestibles y los disponen en canastas o costales para ser transportados al centro de empaque. Incluso, en algunas explotaciones agrícolas, todo el proceso poscosecha se realiza en campo y los productos son despachados desde el mismo lugar en que son recolectados. En este periodo de tiempo que transcurre entre la cosecha y el traslado al centro de empaque, es donde se produce la mayor parte de las lesiones que se van acumulando y afectando la calidad del producto.

Estas heridas son vías de penetración para hongos y bacterias que producen pudriciones. Estos daños son fácilmente detectables y son normalmente eliminados en las operaciones de clasificación y empaque. Se identifican tres causas principales de lesiones, de cualquier forma se generan heridas y laceraciones en el tejido.

Corte: es producida por las herramientas con las que se realiza la cosecha, pero también pueden ocasionarse por las uñas del operario, o el mismo pedúnculo de un fruto que lesiona a otros.

Impacto: se genera cuando el fruto golpea una superficie dura en forma individual, ya sea antes o después de empacado, además se dan impactos de los frutos entre sí. Los golpes no son fácilmente visibles y sus síntomas se manifiestan varios días después, cuando ya el producto se encuentra en manos del consumidor.

Compresión: debido a la deformación por presión o aplastamiento. Es frecuente durante el almacenamiento o transporte a granel y se debe al peso que ejerce la masa transportada sobre las capas inferiores. También ocurre cuando la masa empacada excede el volumen del envase o por el colapso de los envases que no son lo suficientemente fuertes como para soportar el peso.

Abrasión: se produce por el roce de los frutos entre sí o contra las paredes del envase. Es muy importante en aquellos productos de piel muy delicada como las peras. Este tipo de lesión se limita casi con exclusividad a la cáscara o piel. En cebollas o ajos se manifiesta como la pérdida de las catáfilas protectoras.

Visite el siguiente enlace Web Lesiones en la cosecha, y observe la fotografías de la sección 1.3 “Manipuleo durante la cosecha”, Figuras 15 a 19, para que aprecie mejor los daños que se presentan durante las cosecha.

Referencias

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Balcarce (Argentina): FAO, 2003.

11.4.2. Operaciones en centro de empaque

Cada fruta, hortaliza, raíz, bulbo o tubérculo es sometido a un proceso especial de poscosecha de acuerdo con sus características propias y lo que se espera de ese producto en el mercado. Las operaciones de acondicionamiento de en una planta empacadora dan valor agregado o mejoran el producto con el fin de atender las exigencias del consumidor final.

Puede decirse todo producto pasa por una serie de operaciones básicas de poscosecha. Una secuencia general de ellas se presenta en la Figura 7.

En ese módulo, el objetivo es profundizar en aquellas operaciones más relevantes para el manejo poscosecha que son la limpieza, la selección, la clasificación, algunos tratamientos especiales y el empaque.

Limpieza: su función es eliminar del producto todo tipo de material extraño o diferente, al mismo tiempo que, mezclado o adherido, desmejore la presentación o altere el peso y volumen reales de los productos. Su importancia radica en la sanidad e inocuidad requerida en los productos que se destinan para consumo humano.

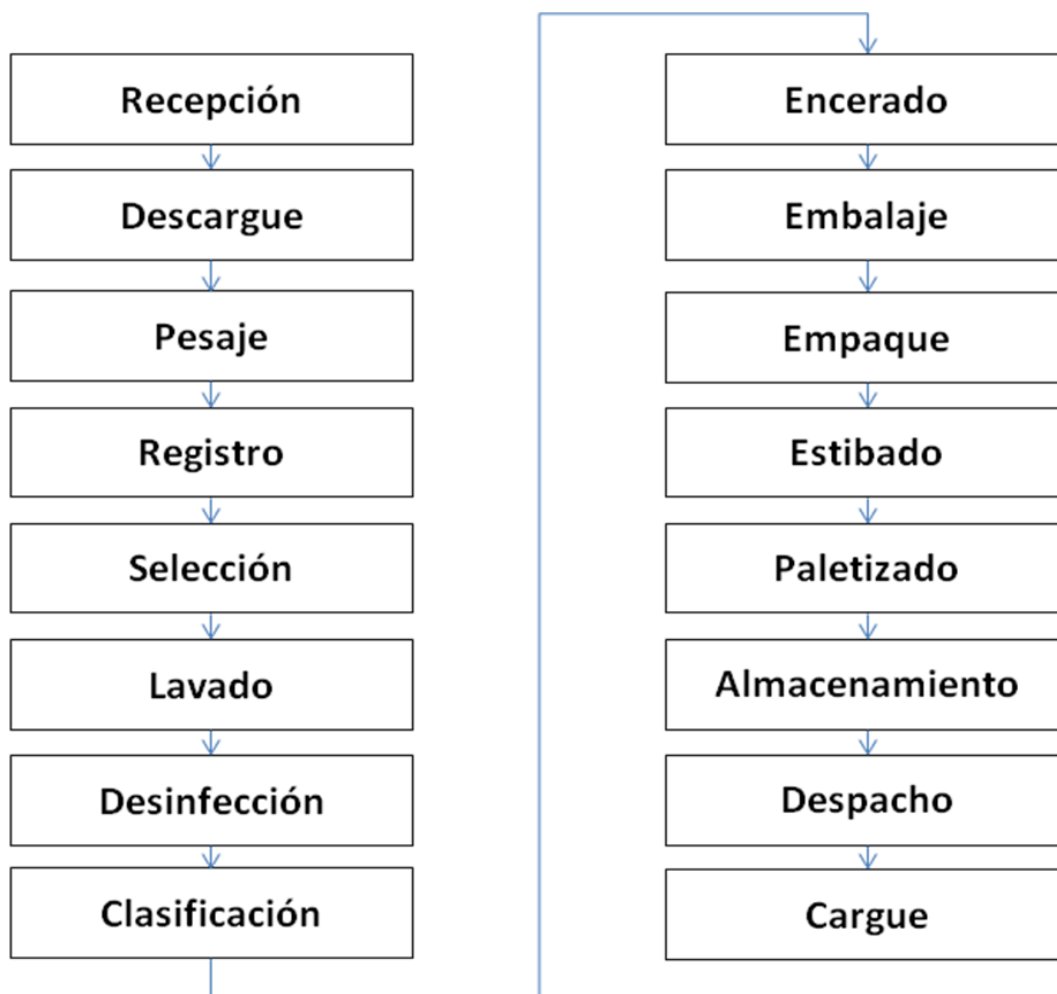
Los objetivos de la limpieza son entonces:

- Separar efectivamente los contaminantes
- Extraer los contaminantes y desecharlos
- Dejar la superficie del producto limpia, en las condiciones deseadas
- Evitar la recontaminación de los productos limpios

Esos contaminantes que desean eliminarse son normalmente:

- Minerales: tierra, arena, piedras, partículas metálicas, grasa y aceite proveniente de los equipos
- Vegetales: ramas, hojas, semillas, cáscaras, cuerdas e hilos
- Animales: excreciones, pelos, huevos de insectos
- Productos químicos: residuos de aspersión y fertilizantes
- Microorganismos: hongos, bacterias y sus subproductos

Figura 7. Proceso en línea para frutas y hortalizas frescas en una planta empacadora



Fuente: RAMÍREZ POVEDA, Humberto y RIVERA OLARTE, Marco Aurelio. Manual de capacitación en diseño y manejo de empacadoras para frutas y hortalizas. Armenia: SENA, 2001. p. (2-6).

Los métodos de limpieza empleados varían según el tipo de producto que se maneje, sin embargo pueden ser métodos secos, métodos húmedos o métodos combinados. Sus características se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Métodos de limpieza

Método	Descripción	Tipos
Métodos secos	Procesos en los que no interviene el agua como elemento de	- Tamizado: permite eliminar los contaminantes físicos que tengan un tamaño diferente al de la materia prima a limpiar. Los equipos utilizados dependen del tipo de materias primas, sin

Método	Descripción	Tipos
	limpieza.	embargo algunos de uso común son los tamices de tambor rotatorio y los tamices de lecho plano. - Abrasión: se limpia la superficie del producto por el roce que se genera entre él y la máquina. Los equipos más usados para esta tipo de limpieza son el tambor rotatorio, los discos abrasivos y los cepillos rotatorios. - Aspiración: la sustancia a limpiar se incorpora a una corriente de aire con velocidad controlada, efectuándose con ello la separación en dos o más corrientes debido a las diferencias de peso entre la materia prima y los contaminantes. Se usa en alimentos pulverizados que no pueden humedecerse y no se recomienda para aquellos que son susceptibles a la oxidación por el contacto con el aire. - Separación magnética: se busca retirar piezas metálicas que se encuentren junto con la materia prima. Para esto se deja caer el producto sobre uno o más imanes que se ubican en las cintas transportadoras.
Métodos húmedos	Aquellos en los que se usa agua como elemento para la operación.	- Inmersión: debido al contacto con el agua se separan las impurezas de la materia prima. Es fundamental que el agua sea potable y que no ponga en riesgo la calidad microbiológica del producto. La eficiencia de este método puede mejorarse si se le da movimiento al agua que rodea los productos por medio de agitadores, o en el caso contrario, si se mueve la materia prima al interior del recipiente con agua. El agua caliente también puede mejorar la eficiencia, pero puede aumentarse la velocidad de deterioro de los alimentos. En el caso que se usen detergentes durante esta operación, deben seleccionarse con especial cuidado para que dichos agentes no afecten el aspecto y textura de los alimentos. - Aspersión: este es el método de limpieza en húmedo probablemente más utilizado, y en él se

Método	Descripción	Tipos
		exponen las superficies del producto a duchas o aspersores de agua; por esto no es recomendable para productos blandos. - Flotación: este procedimiento se fundamenta en la diferencia de densidad que existe entre los contaminantes y el producto, separando las partes valiosas de las indeseables al precipitar alguna de las partes hacia el fondo del tanque y dejando que las demás floten. - Filtración - Decantación
Métodos combinados	Son procesos en los que se unen dos o más operaciones, tanto en seco como en húmedo, para garantizar la adecuada limpieza del producto.	- Inmersión y abrasión

Fuente: creación propia.

Selección

Su finalidad es la separación del producto en grupos con propiedades físicas diferentes. Así, con la selección se separa todo el producto que presente defectos que impidan su venta o procesamiento, como unidades partidas, rotas, magulladas, podridas, deformes, etc.

Los métodos de selección se agrupan según las características físicas del producto que se evalúen. Así, se conoce la selección por forma, la selección por color, la selección por peso y la selección por forma.

Selección por peso: este parámetro opera cuando existe uniformidad en el tamaño de los productos. Se utilizan seleccionadoras mecánicas con balanzas de varias estaciones donde el producto busca sus propios pesos. La flotación y aspiración se puede utilizar así mismo para la separación por peso.

Selección por tamaño y forma: esta operación consiste en la separación de los alimentos sólidos en dos o más fracciones de tamaño distinto. La clasificación por forma se realiza manual o mecánicamente, por ejemplo mediante un clasificador de banda y rodillo o de disco, o bien por procesamiento de imágenes. Para la clasificación por tamaños se utilizan tamices de abertura de tamaño fijo o variable, bien sean estacionarias, rotatorias o vibratorias.

Selección mecánica por color (selección fotométrica): este sistema de selección se usa con frecuencia para cereales, granos de café, frutos secos con defectos, cítricos y tomates con distintos grados de madurez. La operación está basada en la propiedad de reflectancia y se realiza con dispositivos electrónicos que contienen una fotocelda. La selección por color también puede llevarse a cabo visualmente, con ayuda de operarios calificados para ello.

Clasificación

La clasificación es la separación de los productos, según propiedades escogidas por el consumidor, como la madurez, el tamaño y la forma, etc., para el mercado directo o como materia prima para la posterior transformación.

La clasificación suele realizarse de acuerdo con tres características muy relacionadas entre sí:

- Características físicas: forma, tamaño, peso unitario, color, firmeza, textura, suavidad, manchas o decoloración, tersura de la piel o cáscara, grado de limpieza, ausencia de daños mecánicos
- Características bioquímicas: carencia de agua en el interior o en la superficie, sabor, olor, aroma, ausencia de rancidez, succulencia, grado de madurez, contenido de nutrientes
- Características biológicas: grado de germinación, tipo y cantidad de daños por insectos, pájaros y roedores, tipo y cantidad de daños por microorganismos

Los métodos de clasificación se dividen en el control de calidad y la clasificación propiamente dicha. El control de calidad es el procedimiento con el cual se determina la calidad, por medio de pruebas de laboratorio con muestras estadísticas sacadas de un producto. Por el contrario, la clasificación como tal es el procedimiento en que se separan las cantidades totales del producto, por características de calidad y puede hacerse manual o mecánicamente.

Clasificación manual: es realizada por operarios entrenados capaces de captar simultáneamente diversas variantes de clasificación. Las frutas se pueden clasificar manualmente sobre banda con base en parámetros de color, forma y ausencia de daños. Este método se caracteriza por ser mejor realizada que la clasificación por máquina, en términos del número de características que el operario logra revisar, pero tiene la desventaja de generar unos altos costos de mano de obra y adicionalmente fatigar al operario, reduciendo la eficiencia de la operación.

Clasificación por máquina: suelen usarse los mismos equipos mecánicos que para la selección, sólo que la finalidad de la operación es diferente.

Encerado

Consiste en aplicar al producto una cera viscosa, o recubrimiento céreo, de alta o poca solubilidad en agua hasta obtener un recubrimiento total en la epidermis del producto y reemplazar la capa de cera natural que se pierde en el lavado. Esta práctica es común en cítricos, que se marchitan rápidamente y van perdiendo atractivo para el consumidor durante el almacenamiento y la comercialización.

Los objetivos del encerado son:

- Reducir la tasa de respiración y transpiración
- Crear una barrera de protección al ataque de microorganismos
- Dar brillo a la superficie
- Prolongar la vida útil del producto

Los tipos de recubrimiento se dividen en soluciones de resinas, compuestos formados por resinas solubles como la colofonia y la goma de laca, y en emulsiones acuosas, compuestos formados por ceras vegetales, animales o sintéticas como carnauba, candelilla y polietileno entre otras. La mayor parte de ceras de uso industrial son mezclas de ceras vegetales y procedentes de la industria petrolífera.

El procedimiento de encerado incluye la limpieza inicial del fruto, el enjuague de los productos de limpieza, el secado, para luego si pasar por el encerado y luego un secado final para retirar el exceso. Los métodos de aplicación son los siguientes:

Aplicación con esponja: se emplea cuando se tienen bajos volúmenes de producto. Los operarios pueden aplicar la cera con una esponja de baño a cada fruta individualmente, o en algunas líneas de empaque sin mecanizar (por gravedad), es común el uso de un cuadro de esponja empapada con cera del ancho de la banda transportadora de producto y contenida en una bandeja de aluminio. De esta forma los operarios toman la fruta y la hacen rotar en sentido circular sobre la esponja.

Aplicación por inmersión: el producto y su recipiente con aberturas se pasa o sumerge durante varios segundos, en un recipiente de mayor tamaño que contiene la cera, y luego se deja drenar el exceso de ésta.

Aplicación por bombeo y recirculación: de un recipiente lleno de cera se bombea a otro recipiente pequeño, sobre la línea de empaque, el cual deja caer cera por aspersión sobre el producto (también puede ser por inundación (cascada) o al estilo regadera si se perfora en el fondo). Esta operación se complementa con rociadores por debajo de la fruta a medida que pasa. El exceso de cera puede reutilizarse posteriormente.

Aplicación por rocío: se puede usar una línea de boquillas fijas o con movimiento transversal sobre la banda. Los rodillos son cepillos provistos de cabellos que impregnan el producto a medida que va pasando. La dosificación es calculada para evitar desperdicios de cera.

Aplicación por goteo: este método se utiliza en líneas de empaque mecanizadas, cuando la cera es poco soluble o de alta viscosidad. La cera se derrite por acción de la temperatura generada por la disposición de una serie de bombillos, luego, lo recoge un rodillo de metal con barritas acanaladas que gotean sobre los cepillos de aplicación. Este método se aplica a productos como aguacate, pepino, tomate, entre otros.

Aplicación por formación de espuma

Tratamientos especiales: una planta empacadora de frutas y hortalizas debe considerar la posibilidad de llevar a cabo procesos especiales a los productos hortofrutícolas, tales como:

- Desinfección
- Maduración
- Cuartos de desverdización
- Parafinado
- Curado
- Hidrotratamiento en caliente
- Tratamiento con vapor caliente

Empaque

El empaque realizado a frutas y hortalizas en plantas empacadoras tiene como fin proteger los productos hortofrutícolas de daños por factores físicos, ambientales y biológicos. Para establecer la operación de empaque es necesario determinar no sólo qué clase de daños quieren prevenirse a futuro, sino también a qué tipo de consumidor se dirige el producto, para escoger la clase de empaque que debe emplearse.

El proceso de empaque depende específicamente del tipo de producto, y a la vez, del volumen del mismo a procesar. Así pues, el empaque puede ser manual cuando se cuenta con pocos

recursos económicos y de equipos, o puede apoyarse en maquinaria, como bandas transportadoras con sistemas de llenado y sellado, cuando se trabajan grandes cantidades de vegetales.

Luego de obtener cada unidad de empaque debidamente etiquetada, por ejemplo bolsas con 2 kg de papa cada una, se procede a embalar las unidades de empaque en conjuntos mayores de producto, ya sea en contenedores de madera, cartón, papel o plástico. Posteriormente se estiban las unidades de embalaje y se almacena o comercializa el producto.

Referencias

BRENNAN, J.G., et al. Las operaciones en la ingeniería de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia, 1970. 35-47p.

FERNÁNDEZ SEVILLA, José María. Tecnología de los alimentos: operaciones preliminares [en línea]. Universidad de Almería, España. Disponible en: <http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema5/Tema5-OperacionesPreliminares.pdf>

RAMÍREZ POVEDA, Humberto y RIVERA OLARTE, Marco Aurelio. Manual de capacitación en diseño y manejo de empacadoras para frutas y hortalizas. Armenia: SENA, 2001. p. (2-6, 2-21 a 2-41).

11.4.3. Almacenamiento

Sin importar las épocas de cosecha ni el tipo de producto que se cultive, la demanda suele ser continua a lo largo del año, por lo que el almacenamiento es un proceso natural en la industria de las frutas y las hortalizas. Esto, para garantizar el suministro constante de producto para el mercado, o inclusive como estrategia para diferir la oferta del producto hasta que el mercado se encuentre desabastecido y de esta manera obtener mejores precios.

El tiempo almacenamiento para un producto depende de sus características intrínsecas. Es por esto entonces que productos como la fresa y la mora son altamente perecederas, mientras que la papa, la cebolla y el ajo pueden ser mantenidos en bodega por largos periodos de tiempo. De estas características específicas, también dependen las condiciones en las que pueden ser almacenados. Por ejemplo, algunas especies soportan temperaturas cercanas a 0°C como las hortalizas de hoja en general, mientras que otras no pueden ser expuestas a menos de 10°C, como la mayor parte de las frutas de origen tropical.

El uso del mismo espacio para diferentes productos trae consigo problemas de incompatibilidad de temperaturas, humedad relativa, sensibilidad al frío y al etileno, absorción o emisión de olores contaminantes, entre otros. Por ello, siempre es conveniente almacenar una sola especie para poder optimizar las condiciones de almacenamiento específicas de la variedad. Cuando se espera

guardar el producto durante un plazo muy corto, e es posible alojar más de una especie en un mismo ambiente. En la Tabla 14 se presentan algunos grupos de frutas y hortalizas que se comportan bien al ser almacenados bajo las mismas condiciones.

Tabla 14. Compatibilidad de productos hortofrutícolas

Grupo	Temperatura (°C)	%Humedad relativa	Productos compatibles
1	0 – 1,1	90 - 95	Manzana, cereza, durazno, pera, ciruela, granada, uva.
2	13,3 – 15,6	85 – 90	Plátano, mango, toronja, papaya, tomate.
3	2,2 -5,0	90 – 95	Melón, naranja, lichie.
4	10	85 - 95	Aguacate, berenjena, toronja, tomate, sandía.
5	4,4 – 12,8	85 - 95	Pepino, berenjena, limón, naranja, papas, calabazas, sandía.
6	0 – 1,1	95 – 99	Alcachofas, espárragos, zanahoria, uva, lechuga, champiñones, espinacas.
7	0 – 1,1	95 - 100	Brócoli, col, coliflor, apio.

Fuente: RAMÍREZ POVEDA, Humberto y RIVERA OLARTE, Marco Aurelio. Manual de capacitación en diseño y manejo de empacadoras para frutas y hortalizas. Armenia: SENA, 2001. p. (2-41).

Sistemas de almacenamiento

Un producto puede ser almacenado en más de una forma y el tiempo que puede ser conservado aumenta cuando del almacenamiento natural se pasa al realizado en estructuras diseñadas para tal efecto y más aún cuando se adiciona la refrigeración o atmósferas controladas. La tecnología a aplicar depende de los costos que soporte la explotación y de los objetivos de comercialización que se hayan proyectado para el producto.

El almacenamiento se puede hacer de las siguientes formas:

- Almacenamiento natural (en campo)
- Almacenamiento temporal en condiciones controladas
- Almacenamiento en atmósferas controladas y modificadas

Almacenamiento natural (en campo): es el sistema más antiguo y rudimentario, pero aún en uso en muchos cultivos. Se lleva a cabo cuando:

Se dejan en el suelo raíces (zanahoria y yuca) y tubérculos (papa) hasta que son cosechados para ser preparados para la venta. También los cítricos y algunas otras frutas pueden ser dejadas en el árbol hasta que se tenga la capacidad de procesarlos o se reciba algún pedido por parte del cliente. Si bien es ampliamente usado, el producto se expone al ataque de plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas que afectan su calidad.

Se mantiene, en el campo, el producto en pilas sobre paja, follaje o algún otro material que lo aisle de la humedad del suelo y se cubre con lonas, plásticos o paja. El producto también puede organizarse en cajas y ser cubierto con un material protector. Es muy común en aquellas especies que por ser voluminosas requieren instalaciones muy grandes para poder contenerlas, como por ejemplo papa y cebolla, etc.

Almacenamiento en condiciones controladas

Éste se realiza en ambientes adecuados, generalmente en estructuras especiales como cavas o cuartos fríos, y en condiciones controladas específicas de temperatura, humedad relativa y ventilación.

Las condiciones del ambiente se mantienen con diferentes técnicas de ventilación y refrigeración, o combinaciones de ellas. Algunas características de éstas técnicas son:

Ventilación natural: se aprovecha el flujo natural del aire alrededor del producto, eliminando de esta manera el calor y la humedad generada por la respiración. En una estructura que proteja del ambiente externo y que posea aberturas para permitir la circulación del aire, se coloca el producto ya sea a granel, en bolsas, cajas o cajones, u otras estructuras auxiliares. Para poder utilizar eficientemente este sistema es conveniente enfatizar algunos conceptos básicos:

- Las condiciones de humedad y temperatura son muy próximas a las del ambiente externo por lo que debe ser utilizado solamente en aquellas especies que pueden ser conservadas satisfactoriamente en forma natural tales como papa, ajo y cebolla
- Debido a que son estructuras con aberturas amplias para permitir la entrada de aire, es muy importante evitar el ingreso de plagas
- Se deben evitar volúmenes muy compactos pues el aire circulará alrededor y no penetrará la masa almacenada para remover el calor y los gases de la respiración acumulados en el interior de la misma. Para realizar una ventilación eficiente, es necesario dejar espacios, lo que reduce la capacidad de almacenamiento

- El aire caliente y húmedo asciende dentro de la estructura y si no encuentra aberturas en la parte más alta, se crean zonas calientes y húmedas que afectan la calidad y conservación del producto favoreciendo el desarrollo de enfermedades

Ventilación forzada: el objetivo de la ventilación forzada es sacar al exterior el exceso de temperatura y humedad. La instalación de ventiladores que fuercen al aire a pasar a través del producto acelerando el intercambio gaseoso y térmico, y elimina concentraciones de sustancias como el etileno. Es necesario tener en cuenta que el aire toma el camino que le ofrece menor resistencia, por lo que se debe dimensionar adecuadamente la capacidad de los ventiladores y conductos de ventilación así como el patrón de carga del producto para efectivamente asegurar que el aire pasa a través y en forma uniforme.

Refrigeración: como ya se ha dicho, las frutas y hortalizas inician un proceso de degradación biológica una vez cosechadas. Esta degradación, entre muchas otras cosas, consiste en la pérdida de agua por autólisis de los tejidos produciendo marchitez. Además, se aceleran los procesos enzimáticos y el producto se vuelve susceptible al ataque de microorganismos gracias a la alteración del metabolismo celular.

Por estas razones, se enfría el producto lo más rápido posible para frenar las acciones de las enzimas y el ataque de microorganismos. Se dice que un producto se deteriorará más rápidamente en una hora a 25°C que en una semana a 12°C.

La conservación por frío se puede iniciar desde la cosecha y continuar en el transporte refrigerado, hasta la empacadora, donde se inicia la adecuación del producto y se refrigera, manteniendo así la cadena de frío. La ruptura de esta cadena de baja temperatura puede ser en algunos casos más perjudicial que haber dejado el producto sin refrigeración.

Algunos de los métodos empleados el centro de empaque para enfriar los productos pueden ser: enfriamiento en cuarto refrigerado, enfriamiento con aire forzado, hidroenfriamiento (con agua fría) o enfriamiento por vacío.

Almacenamiento en atmósferas controladas y modificadas: se hace en cuartos especiales que permiten modificar y controlar las concentraciones normales de CO₂, O₂, N₂ y otros gases del medio ambiente. Esta técnica de almacenamiento busca prolongar la vida útil del producto al bajar la tasa de respiración, la producción de etileno, y disminuir la permeabilidad.

Referencias

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Balcarce (Argentina): FAO, 2003.

RAMÍREZ POVEDA, Humberto y RIVERA OLARTE, Marco Aurelio. Manual de capacitación en diseño y manejo de empacadoras para frutas y hortalizas. Armenia: SENA, 2001. p. (2-40 a 2-41).

11.4.4. Manejo según el tipo de producto

El manejo poscosecha varía ampliamente entre producto y producto. Sin embargo entre grupos de vegetales suelen identificarse algunas similitudes en los procesos. En la Tabla 15 se reportan algunas clases de vegetales y las principales características de su manejo después de la cosecha.

Tabla 15. Manejo poscosecha según el tipo de vegetal

Clase de vegetal		Características del manejo poscosecha
HORTALIZAS	De hojas Ejemplos: repollo, lechuga, apio, cebollín, cilantro, albahaca, etc.	Se puede realizar la cosecha mecánica o la combinada con manual. Se empaqueta en campo, generalmente en el follaje residual del mismo cultivo. En el centro de acopio generalmente se hace una operación de limpieza para remover la tierra, lodo y residuos de materia orgánica, empleando solución de hipoclorito de sodio en agua a 200ppm. Después se hace la selección eliminando el producto defectuoso y se clasifica por tamaño. Se empaquetan principalmente en bolsas plásticas perforadas, en cajas plásticas o en cajas de cartón encerado. Un método de pre-enfriado efectivo en algunas hortalizas de hojas es el de enfriado bajo vacío, que es muy uniforme. El producto pierde agua en el proceso y se asperja con agua fría al salir del sistema.
	De frutos Ejemplos: berenjena, calabacín, calabaza, pepino, tomate, pimentones, pimientos, melón, sandía, etc.	La hortaliza de fruto es cultivada en campo, generalmente de forma manual. Se empaqueta en cajas de madera o canastillas de plástico y es llevada al centro de empaque. En el centro de acopio se limpia el producto para eliminar todo tipo de material extraño que se encuentre presente en él, generalmente por métodos húmedos. En algunos casos se suele desinfectar el producto. Se selecciona las hortalizas para retirar las unidades dañadas o magulladas. Luego se clasifica el producto, especialmente según el tamaño, la forma y el color, para posteriormente proceder a su empaquetado, que usualmente es manual. Cabe resaltar que para este tipo de hortalizas es más usual aplicar la operación de encerado, como en el caso de los tomates, no sólo para proteger el producto sino también para mejorar su aspecto visual.
	De bulbo y falso bulbo	Se puede realizar la cosecha mecánica o la combinada con manual.

Clase de vegetal		Características del manejo poscosecha
	Ejemplos: cebolla, cabezona, ajo, rábano, puerro, etc.	Puede dejarse el producto en campo por unos días mientras se realiza la operación de curado. Se empaca en sacos de fibra natural, cajas de madera o canastillas de plástico y se lleva a la planta empacadora. En el caso de la cebolla cabezona y el ajo, la limpieza puede hacerse en seco, mientras que en el caso del rábano y el puerro, puede ser en húmedo, por inmersión o aspersión. Se selecciona el producto para luego clasificarlo según forma, tamaño o calidades específicas solicitadas por el mercado. Se empaca según el tipo de comprador y se dispone para el almacenamiento. En el caso del ajo y la cebolla, es necesario tener en cuenta que durante el almacenamiento no son compatibles con gran cantidad de productos que pueden llegar a absorber su fuerte olor característico.
	De granos de reserva o semillas Ejemplos: fríjol, arveja, lenteja, maíz, etc.	Luego de cosechados y de retirar sus vainas, este tipo de hortaliza suele someterse a un proceso de secado, para retirar gran parte de su contenido de agua y prolongar así su vida útil. En el caso del maíz generalmente se desgrana la mazorca antes de continuar con el proceso. Posteriormente se limpia el producto por medio de tamices que retiran las impurezas que tienen un tamaño diferente al grano. Luego los granos se separan para retirar los dañados y se clasifican de acuerdo con las calidades previamente establecidas por el productor. Usualmente se almacenan en silos a granel, es decir sin ser empacados en pequeñas unidades, pero eso depende finalmente del comprador. Durante el almacenamiento deben mantenerse bajos porcentajes de humedad relativa con el fin de evitar que el producto gane nuevamente humedad.
FRUTAS	De zona fría, subtropicales y tropicales	La gran diversidad de frutas existente en cada uno de los climas hace que sea muy complejo esbozar un conjunto de operaciones que defina su manejo poscosecha en términos generales. Puede decirse que se puede realizar la cosecha mecánica, manual o combinada. Los frutos pasan por operaciones de limpieza, selección y clasificación. Se procede a su empaque y luego a su almacenamiento. Cabe destacar, que según el clima en que se cultiven, el fruto tenderá o no a soportar temperaturas frías en el almacenamiento, y por ello se convierte esta última en la operación crítica para conservar la calidad y la durabilidad del producto.

Clase de vegetal		Características del manejo poscosecha
OTROS	Raíces y tubérculos	El manejo poscosecha de raíces y tubérculos es similar al manejo de las hortalizas de hoja y de bulbo. La cosecha puede ser manual o mecanizada. El producto pasa al lavado y la selección, para posteriormente someterse al período de curado. En la papa se deben usar temperaturas de 15 a 20°C y una humedad relativa de 90% por una semana como mínimo. Todos los productos se clasifican por tamaño y calidad y se empaquetan; por lo general en sacos o bolsas de plástico perforado. Las papas se almacenan de 3 a 4°C y alta humedad relativa, las zanahorias se pre-enfrían rápidamente y se almacenan a 0°C y 90% de humedad relativa; mientras que los tubérculos destinados a la industria se almacenan a temperaturas de 12 a 13 °C para evitar la degradación del almidón a azúcares. Algunos tratamientos para inhibir el crecimiento se utilizan después del periodo de curado en papa. El tratamiento de parafinado es comúnmente usado para proteger la yuca durante su almacenamiento y comercialización.
	Ejemplos: yuca, zanahoria, papa, etc.	

Fuente: Creación propia

Referencias

ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 235-237.

HERNÁNDEZ, José Eugenio y PUENTES, Luis Hernando. Manejo poscosecha de granos a nivel del pequeño agricultor. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, s.a. p. 8.

11.4.5. Ejercicios

Ejercicios – Cosecha

Consulte los tipos de cosecha, manual o mecánico, que más comúnmente se empleen a nivel nacional en tres productos. Evalúe las ventajas o desventajas puntuales que cada método de cosecha conlleva para la competitividad del producto en el mercado

Ejercicios – Operaciones en centro de empaque

- Consulte las características de algunas ceras disponibles a nivel comercial. Compare las especificaciones de dos productos con diferentes principios activos, es decir, un producto natural y un producto de síntesis química.

- Investigue la información necesaria para completar el siguiente cuadro:

Tratamiento especial	Definición	Objetivo principal del tratamiento	Elementos necesarios para implementar el tratamiento en la planta de procesos
Desinfección			
Maduración			
Cuartos de desverdización			
Parafinado			
Curado			
Escaldado			

Ejercicios – Almacenamiento

1. Consulte: ¿en qué consisten los sistemas de pre-enfriamiento empleados en las plantas de manejo poscosecha?. ¿Cuál es el objetivo de implementar este tipo de tratamiento?.
2. Elabore un cuadro comparativo entre los sistemas de almacenamiento mencionados en este capítulo. Elija por lo menos tres parámetros de comparación.

Ejercicios – Manejo según el tipo de producto

Seleccione una fruta de clima frío y una fruta tropical. Realice un diagrama de flujo para el proceso poscosecha de cada una de ellas. Concluya el ejercicio analizando las semejanzas y diferencias que se aprecian entre ambos diagramas.

11.5.PRUEBA FINAL

Resuelva las siguientes preguntas, siendo lo más concreto y claro posible en sus respuestas. Evite copiar apartes del texto del módulo o de otros textos.

En sus propias palabras defina el objetivo de las siguientes operaciones poscosecha:

- Limpieza
- Selección
- Desinfección
- Encerado

Analice, ¿cuáles son las diferencias y similitudes entre las operaciones de selección y clasificación de frutas y hortalizas?

En una planta de manejo poscosecha de frutas tropicales se requiere programar el sistema de almacenamiento para la siguiente cosecha. Si usted fuera el encargado de dicha tarea, ¿cuáles serían las principales variables que consideraría? ¿Por qué?

Proponga un diagrama de proceso poscosecha general para todo tipo de vegetales. Muestre en el los productos y subproductos que conformarían el proceso

11.5.1. Actividad

Consulte el sistema de cosecha, el tipo de operaciones empleadas en la planta empacadora y el sistema de almacenamiento para el producto que trabajó durante el desarrollo del módulo. Realice un diagrama de flujo de las operaciones involucradas en dicho proceso.

12.RESUMEN

Relación con otros temas

Este módulo se relaciona con todos aquellos elementos que se requieran para tomar decisiones en cualquier proceso productivo agroindustrial de frutas, hortalizas y flores, en el que se busque obtener un producto de calidad estándar y con buena durabilidad. Así pues, este curso intercambia componentes con las asignaturas de “Introducción a la tecnología agroindustrial”, “Producción agrícola y pecuaria”, “Microbiología”, “Operaciones Unitarias” y “Tecnología de cárnicos y vegetales” al brindar las bases para interrelacionar muchos de los conceptos que allí se profundizan. Además, es fundamental a la hora de la toma de decisiones administrativas en los procesos productivos ya mencionados, pues determina el manejo de todos los factores involucrados en el aprovechamiento de diferentes cultivos para obtener un producto de calidad específica. Por esto, también se conecta con los módulos de “Planeación de producción y logística” y “Evaluación de proyectos agroindustriales”.

13.BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente. Guía Ambiental para el cultivo de frutas y hortalizas. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2002. 77p.

DÍAZ FRANCO, Arturo. Enfermedades infecciosas de los cultivos. México: Trillas, 1993. 288p.

ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. 303p.

GARCÍA, Maria Cristina y GARCÍA, Hugo Reinel. Manejo en cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol. Bogotá: Corpoica, 2001. 107p.

MATTHEWS, Karl R. Microbiología de las frutas y las verduras frescas. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 2008. 228p.

PIÑA, G, et al. Atributos de calidad en frutos de híbridos FHIA (Musa) para tres ciclos de cosecha. En: Revista de la Facultad de Agronomía v.23 n.4 Caracas, octubre de 2006.

RICHARDSON, Daryl G. Etileno en la biología poscosecha. En: ELHADI, M. Yahia e HIGUERA, Inocencio. Fisiología y tecnología poscosecha de productos hortícolas. México: Limusa, 1992. p. 59-61.

VÉLEZ ACOSTA, Lina María. Tecnología vegetal [PPT]. Curso de Procesos cárnicos y vegetales. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

VILLAMIZAR BORRERO, Fanny y OSPINA MACHADO, Julio E. Frutas y hortalizas: manejo tecnológico poscosecha. Bogotá: SENA, 1995. 84p.

Fuentes digitales

ACME Agroquímicos y coadyuvantes de México. Sustancias reguladoras del crecimiento vegetal [en línea]. Disponible en <<http://acmeagro.com.mx/27.html>>.

ARIAS VELÁZQUEZ, Ciro J. y TOLEDO HEVIA, Julio. Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). Roma: FAO, 2000. Disponible en <<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm#toc>>.

BOSQUES M., Elsa. Práctica de laboratorio: aplicación de parámetros de madurez y calidad [en línea]. Curso Fisiología y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas, Universidad Autónoma de México. Disponible en < <http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233248/practicass/practica2.pdf>>.

Colaboradores de Wikipedia. Cereal [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cereal&oldid=38880411>>.

Colaboradores de Wikipedia. Seta [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Seta&oldid=38384120>>.

Colaboradores de Wikipedia. Verdura [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2010. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Verdura&oldid=39045153>>.

FERNÁNDEZ SEVILLA, José María. Tecnología de los alimentos: operaciones preliminares [en línea]. Universidad de Almería, España. Disponible en <<http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema5/Tema5-OperacionesPreliminares.pdf>>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas, Parte I: Cosecha y empaque. Santiago de Chile: FAO, 1987. Disponible en < <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S00.htm#Contents>>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. FAO: Roma, 1993. Disponible en < <http://www.fao.org/docrep/T0073S/T0073S00.htm#Contents>>.

HERNÁNDEZ, José Eugenio y PUENTES, Luis Hernando. Manejo poscosecha de granos a nivel del pequeño agricultor [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, s.a. p. 49. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112716298_Manejo%20poscosecha%20de%20granos.pdf>.

LÓPEZ CAMELO, Andrés. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado. Roma: FAO, 2003. Disponible en < <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s00.htm#Contents>>.

ROMOJARO, F., MARTÍNEZ MADRID, M.C. y PRETEL, M.T. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. Dpto. Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC, Murcia. Disponible en <<http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/906/65906.pdf>>.

S.A. ¿Qué es la botánica? [en línea]. Barrameda.com, Argentina. Disponible en <<http://www.barrameda.com.ar/botanica/>>.

S.A. Enfermedades y desórdenes fisiológicos que afectan a la calidad de la fruta en post-cosecha [en línea]. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Disponible en <<http://www.agronomia.uchile.cl/centros/usep/granado/enfermedadesposcosecha.htm>>.

SOBERÓN* J. R., et al. Reguladores vegetales [en línea]. Hipertextos del área de la biología. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales_2005/Reguladores%20vegetales.htm>.

TORRES, Fernando. Factores bióticos [en línea]. Tecnología poscosecha de frutas, hortalizas y raíces. Disponible en < <http://www.scribd.com/doc/7339631/Poscosecha-Capitulo-V-Factores-Bioticos> >.

Páginas de interés

Centro de Información ICONTEC Disponible en:
<https://ssio.icontec.org.co/igsiofaseiii/CDI/default.aspx>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica. Disponible en:
<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/>

Diccionario de botánica. Disponible en: <http://www.sitiosespana.com/diccionarios/botanica/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Disponible en:
http://www.fao.org/index_es.htm

Normatividad de alimentos – Instituto Nacional de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos INVIMA. Disponible en: <http://web.invima.gov.co/portal/faces/index.jsp?id=1171>

Normas oficiales del Codex Alimentarius. Disponible en:
http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es

Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario – AGRONET. Disponible en:
<http://www.agronet.gov.co/agronetweb/>