

MODULO 1 - CALIDAD AGRÍCOLA

BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Las buenas prácticas de manejo constituyen un sistema preventivo que considera los principios y prácticas más apropiadas en la producción de productos frescos. Este concepto se desglosa en Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura. El Consejo Nacional de la Producción (C.N.P.) ha tomado como base estos principios para desarrollar el programa de capacitación e implementación de inspección y sistemas de control en plantas empacadoras de productos hortofrutícolas.

Las Buenas Prácticas promueven la conservación y promoción del medio ambiente con producciones rentables y de calidad aceptable, manteniendo además la seguridad alimentaria requerida para un producto de consumo humano. Esto se logra mediante un manejo adecuado en todas las fases de la producción, desde la selección del terreno, la siembra, el desarrollo del cultivo, la cosecha, el empaque, el transporte hasta la venta al consumidor final.

BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Las Buenas Prácticas Agrícolas combinan una serie de tecnologías y técnicas destinadas a obtener productos frescos saludables, de calidad superior, con altos rendimientos económicos, haciendo énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades, conservando los recursos naturales y el medio ambiente, minimizando los riesgos para la salud humana. Entre los principios para el correcto desarrollo del programa se destacan:

Elección del terreno para la siembra. Para ello deben considerarse diferentes aspectos como ubicación con respecto a la empacadora, vías de comunicación, fuentes de agua, condiciones agroclimáticas, tipo y características de suelo, etc., de manera que el cultivo por sembrar cuente con sus requerimientos.

Historial del lugar: de ser posible deben conocerse los problemas anteriormente presentados en el sitio, tales como plagas y enfermedades presentadas con más

frecuencia e intensidad, principales malezas presentes, peligros potenciales de inundación o sequía, cultivos anteriormente producidos y la posible rotación practicada.

Análisis del lugar: debe realizarse un análisis minucioso del lugar para determinar si éste cumple con las condiciones necesarias para el cultivo por establecer, de acuerdo con los puntos anteriores.

Variedades por sembrar: seleccionar las variedades apropiadas es importante para obtener resultados favorables (considerando por ejemplo la susceptibilidad a plagas y enfermedades, puesto que generalmente una variedad más productiva es más susceptible, y el combate resultaría más caro con mayor uso de productos químicos). También debe tomarse en cuenta la finalidad del cultivo (uso industrial o consumo fresco).

Control de plagas y enfermedades: para el control de plagas y enfermedades se recomienda realizar monitoreos de campo con el fin de determinar la necesidad de la aplicación de agroquímicos y buscar el momento más oportuno para realizar dicha aplicación. Toda aplicación así como cualquier labor realizada, deberá registrarse.

Prácticas culturales: Para lograr un buen control cultural de plagas y enfermedades es muy importante la destrucción de las fuentes de infestación, que pueden ser de dos tipos: los que permiten la supervivencia de la plaga de un ciclo de cultivo a otro y los que favorecen el desarrollo de la plaga durante cada ciclo. Para lograr esto algunas de las principales prácticas culturales que se recomiendan implementar son las siguientes.

Destrucción de residuos de cosecha (rastrojos): los rastrojos de la cosecha anterior albergan las poblaciones iniciales de insectos para el siguiente ciclo de cultivo; esta destrucción de residuos, incorporándolos al suelo, o quemando los desechos reduce en un alto porcentaje las plagas y enfermedades que se presentan en los cultivos siguientes o en los lugares cercanos.

Plantas trampa: existen algunas plantas que son más apetecidas que otras para ciertas plagas, estas plantas son sembradas cerca del cultivo principal haciendo que la plaga se establezca primeramente en esta plantación sin valor comercial y combatir la plaga o destruirla junto con las plantas trampa antes de que el cultivo de interés se vea afectado.

Campo limpio: consiste en mantener el terreno completamente limpio por un período prolongado, no menor de dos meses, esta práctica debe realizarse en grandes extensiones de terreno.

Preparación de terreno: con el uso del arado y la rastra algunas de las pupas o huevos de las plagas van a quedar en un sitio profundo, impidiendo que puedan emerger, o bien van a quedar cerca de la superficie, exponiéndolas al frío, la desecación o los depredadores.

Siembra: la elección de una fecha apropiada de siembra, puede favorecer el control de plagas, realizando la siembra en las épocas en que la plaga se encuentre ausente, o su nivel de infestación sea menor.

Variedades cultivadas: es recomendable usar variedades resistentes a plagas y enfermedades y que a la vez estas mantengan un rendimiento económico adecuado. En muchos casos la producción no es la más adecuada, pero comparándola con el costo de combate de plagas y enfermedades, el rendimiento económico podría ser superior.

Control de malezas: las malezas, además de competir por nutrientes, agua y luz, albergan tanto insectos como patógenos, que pueden en un momento convertirse en serios problemas para el cultivo, incluso en algunas malezas se lleva acabo parte del ciclo de vida del insecto o patógeno. Se recomienda mantener limpio de malezas el terreno y alrededores, antes de realizar la siembra y durante el desarrollo del cultivo.

Manejo del agua: el agua de riego puede ser un factor importante para la distribución y diseminación de una plaga o enfermedad, además puede crear condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las mismas.

Fertilizantes: una planta con una fertilización adecuada presenta mayor vigor y por consiguiente, más tolerancia al ataque de plagas y enfermedades; sin embargo una planta mejor fertilizada presenta también un crecimiento más rápido y mayor cantidad de tejido tierno, más apetecido por los insectos. No existe suficiente investigación aún en este sentido.

La fertilidad natural del suelo se debería mantener eligiendo prácticas culturales adecuadas. Para elaborar un programa de fertilización balanceado se deben considerar aspectos importantes como el resultado del análisis de fertilidad de

suelos, análisis foliares, tipo de suelo, vigor de la planta, variedad de la planta sembrada y producción esperada.

Rotación de cultivos: esta práctica consiste en alternar cultivos diferentes en un terreno con el propósito de alterar el proceso de desarrollo de las plagas y enfermedades que atacan a estos cultivos, los cuales deben poseer características diferentes, de manera que las plagas o enfermedades que ataquen a uno no sean de importancia para el otro.

Densidades de siembra: en los cultivos sembrados muy densamente, las condiciones de humedad relativa dentro del cultivo suele ser muy alta y la acción del sol en las partes inferiores de las plantas muy escasa. Estas son condiciones que favorecen a muchas enfermedades y plagas. Una densidad adecuada permite una mejor aireación.

Manejo de la Planta: en algunos casos el manejo de la planta es de suma importancia para la prevención de plagas y enfermedades; prácticas como poda y raleo permiten una mejor aireación e iluminación, que en la mayoría de los casos, reducen el ambiente favorable para los organismos perjudiciales a las plantas.

Enfermedades y plagas: En los procesos de control de plagas y enfermedades, se recomienda preferiblemente el uso de métodos naturales, prácticas culturales y control biológico. El uso de agroquímicos debe ser una práctica absolutamente justificada y necesaria y para su aplicación se deben considerar aspectos como que los agroquímicos utilizados sean adecuados para la plaga en cuestión, de baja toxicidad para los enemigos naturales y mamíferos, de baja persistencia y ser seguros para la salud humana y para el medio ambiente. Además deben estar aprobados por el Codex Alimentarius o la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), organismos reconocidos internacionalmente.

LOS PRINCIPIOS DEL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DEBERÍAN INCLUIR LO SIGUIENTE:

Identificación exacta de la plaga o enfermedad y los organismos benéficos presentes, mediante un monitoreo frecuente y sistemático, el cual puede realizarse

por medio de trampas e inspección visual de la planta y los alrededores, considerando los cultivos adyacentes y hospederos alternos. La persona

encargada de los monitoreos y las inspecciones debe estar capacitada en la identificación de las plagas, enfermedades y los organismos benéficos, debe tomar la decisión de realizar la aplicación o suministrar toda la información al encargado de la plantación para que sea éste el que tome la medida correspondiente.

Definir el umbral económico para las plagas y enfermedades. Con base en el muestreo determinar si la aplicación es económicamente justificada.

Considerar las condiciones climáticas del momento como apoyo en las predicciones de incidencia de plagas; en época lluviosa y húmeda, el desarrollo de hongos es más activo.

Introducción de agentes de control biológico, posterior a una evaluación del agente en cuestión

Si el uso de agroquímicos es inevitable se deben seguir las siguientes reglas básicas:

- Momento adecuado, basado en umbrales, predicciones, estado de la plaga y su incidencia.

- Tratamiento adecuado y correcto, de acuerdo con lo especificado en la etiqueta, usando químicos específicos para el problema presentado y aprobados por el país de destino, evitando en lo posible los de amplio espectro y cumpliendo con el período recomendado desde la última aplicación a la cosecha. Con la técnica adecuada, usando la maquinaria correcta, calibrada como debe ser y en buenas condiciones.

- Para asegurar que las aplicaciones y la eliminación de restos de los agroquímicos se hagan en forma correcta, el personal encargado de las mismas debe estar debidamente capacitado para la labor.

- Se debe llevar y mantener un registro de todas las aplicaciones que se realicen, incluyendo lo siguiente:

- Nombre comercial del producto.
- Ingrediente activo.
- Dosis y volumen de aplicación.
- Fecha de aplicación.
- Insecto, maleza o enfermedad que se está controlando.
- Firma de la persona que recomendó y de quien supervisó la aplicación.

Manejo poscosecha

Un buen manejo poscosecha incluye:

a. Cosechar en el momento óptimo para maximizar el tiempo de almacenaje y la calidad de consumo.

b. Minimizar el uso de químicos de poscosecha (ceras, fungicidas, preservantes, etc.); en caso necesario, cualquier químico utilizado debe estar dentro de los requerimientos legales.

c. Buscar técnicas alternas que ayuden a reducir la necesidad de uso de químicos, como por ejemplo atmósfera controlada, temperaturas, etc.

Desechos y contaminación

Todas las operaciones deben realizarse procurando una producción mínima de desechos, sean éstos orgánicos o inorgánicos, para eliminar el riesgo de contaminación. Cuando sea posible se deben reutilizar todos los desechos orgánicos (incorporar los residuos de poda, raleo o de rechazo, siempre y cuando esto no arriesgue el desarrollo de plagas y enfermedades; la reutilización de materiales inorgánicos: material de empaque, empaques de insumos, polietilenos, etc.

Los materiales que no puedan reutilizarse o reciclarse fácilmente en el lugar, deberán ser entregados a especialistas que se dediquen a la actividad y tengan las instalaciones apropiadas para tal efecto. Algunos desechos pueden

neutralizarse antes de ser eliminados, tal es el caso del agua, la que debe ser tratada antes de ser vertida en las corrientes.

ATRIBUTOS DE CALIDAD, GRADOS Y ESTÁNDARES

1. Los atributos de calidad se clasifican normalmente como externos, internos u ocultos. Los atributos externos de calidad son aquellos observados al enfrentarse por primera vez al producto. Estos atributos normalmente están relacionados con el aspecto y la sensación. Las características internas de calidad normalmente no son percibidas hasta que se corta o muerde el producto. Los atributos internos incluyen el aroma, el sabor y la sensación (por ejemplo, la sensación en la boca y la consistencia). Los atributos ocultos incluyen la salubridad, el valor nutricional y la seguridad del producto.

2. Las normas alimenticias proporcionan criterios precisos para garantizar que los productos son adecuados para los propósitos establecidos. Las normas se utilizan para proporcionar a los consumidores información acerca del producto, para mantener la uniformidad en la calidad del producto, para establecer el valor del mercado y para evitar el fraude económico. Existen distintos organismos dedicados al establecimiento de normas alimentarias. Para los productos vendidos a escala internacional, entre esos organismos se incluye la Comisión del Codex Alimentarius (CAC), la Organización Internacional de Normalización, ISO (ASQ, 2000), países individuales y varios mercados, como la Unión Europea. Para los mercados hispanoamericano y caribeño, las normas han sido establecidas por organizaciones como Mercosur, Caricom, y el Pacto Andino.

3. La clasificación es normalmente un programa voluntario utilizado por la industria. Las normas de clasificación describen los requisitos de calidad para cada clase o grado de producto, proporcionando a la industria un lenguaje común para las operaciones de compra y venta. En los EE.UU., el Servicio de Comercialización Agrícola de USDA (USDA-AMS) suministra servicios de clasificación para frutas y hortalizas frescas, y nueces. Los usuarios abonan una tarifa para cubrir el costo del servicio. La clasificación es voluntaria, excepto para productos cuya calidad está regulada por una orden de comercialización o un acuerdo de comercialización, o que están sujetas a requisitos de importación o exportación.

4. La inspección es habitualmente un proceso obligatorio realizado por el gobierno u otras agencias para garantizar la salubridad, seguridad y cumplimiento de las normativas de un producto.

ATRIBUTOS DE CALIDAD Y DETERIORO

Frutas, hortalizas y bulbos de raíces son productos altamente perecibles y si no se pone cuidado durante cosecha, manipulación y transporte, aparecerán pudriciones rápidamente y dejarán de ser adecuados para el consumo humano.

Es difícil calcular las pérdidas de producción en los países en vías de desarrollo, pero algunas autoridades sitúan las pérdidas de batatas, plátanos, tomates, bananas y cítricos en un 50%, es decir, la mitad de lo producido (FAO, 1989).

Esta cifra es incluso superior en los países subdesarrollados. La reducción de estas pérdidas, especialmente si pueden evitarse económicamente, sería de enorme importancia tanto para los productores como para los consumidores.

Todas las frutas, hortalizas y bulbos de raíces son partes vivas de plantas que contienen entre un 65% a 95% de agua y continúan sus procesos vitales después de cosecha (FAO, 1989). La vida de post-cosecha de los productos frescos depende de la tasa a la cual sus reservas alimenticias son consumidas y de la tasa de pérdida de agua.

Los cambios que se producen no solo conducen a una reducción de calidad, sino que también pueden hacer que el producto sea más susceptible a la contaminación con microorganismos. Aunque los microorganismos implicados en el deterioro de los productos frescos pueden ser de importancia para la salud pública, sus efectos sobre la salud del ser humano suelen ser limitados, ya que el deterioro fisiológico del producto a menudo lo convierte en inadecuado para el consumo. No obstante, el potencial de crecimiento de microorganismos nocivos junto con la pérdida de calidad del producto, hacen fundamental no solo conocer los factores implicados en el deterioro del producto, sino también los pasos necesarios para mantener la mejor calidad posible durante toda la vida del producto.

La naturaleza del producto en sí, junto con los tratamientos de manipulación y almacenamiento que recibe, dictaminan la vida del producto. La tabla siguiente

identifica algunas de las principales causas de pérdidas post-cosecha y mala calidad para los distintos grupos de frutas y hortalizas.

Tabla. Principales Causas de Pérdidas Post-Cosecha y Mala Calidad para Distintos Grupos de Frutas y Hortalizas (Kitinoja y Kader, 1995)

Grupo de productos	Principales Causas de Pérdidas Post-Cosecha y Mala Calidad
Hortalizas de raíces (zanahoria, remolacha, cebolla, ajo, patata, batata)	• Daños mecánicos • Curado inadecuado • Aparición de brotes • Pérdida de agua • Pudriciones • Daños por frío
Hortalizas de hojas (lechuga, acelga, espinaca, repollo, cebolla verde)	• Pérdida de agua • Pérdida del color verde • Daños mecánicos • Altas tasas de respiración • Pudriciones
Hortalizas de flor (alcachofa, coliflor, brócoli)	• Daños mecánicos • Decoloración • Pérdida de agua • Caída de flores
Hortalizas con Frutos Inmaduros (pepino, calabaza, berenjena, pimiento, okra, frijoles verdes)	• Pudriciones • Sobre-maduración a cosecha • Pérdida de agua • Mallagaduras y otros daños mecánicos • Daños por frío
Frutos maduros (tomates, melones, bananas, mangos, manzanas, uva de mesa, frutos con carozo: duraznos, ciruelas, nectarines)	• Pudriciones • Mallagaduras • Sobre-maduros a la cosecha • Pérdida de agua • Daños por frío • Cambios en la composición

El deterioro o los cambios no deseados en la calidad, pueden ser resultado de cambios biológicos, microbiológicos, bioquímicos / fisiológicos o físicos en el

producto. Los factores identificados como causas del deterioro suelen fomentar las condiciones que conducen a las pérdidas de calidad.

Estos factores normalmente son consecuencia de una formación inadecuada de los manipuladores del producto, estructuras de almacenamiento inadecuadas o inexistentes, tecnologías inadecuadas o incorrectas para la manipulación y el almacenamiento del producto, control de calidad ineficaz y condiciones ambientales adversas / extremas (Satin, 2000). Además, el tiempo es un importante factor en el deterioro de los productos (Potter y Hotchkiss, 1995).

Factor de Deterioro	Causa
Biológico Plagas (insectos, roedores, pájaros) **Microbiológico** **Fisiológico** - Respiración - Producción de etileno - Crecimiento, desarrollo - Maduración, senescencia - Transpiración y pérdida de agua	BPM inadecuadas Controles inadecuados **Calor** • Medio ambiente (temp., gases) • Tiempo, medio ambiente • Tiempo, medio ambiente • Embalaje, HR, velocidad del aire • Desórdenes, daños Frío, calor, heladas, comp. gas
Químico / bioquímico • Enzimático • Oxidación • Cambios no enzimáticos • Oxidación a la luz	• Medio ambiente, • manipulación/golpes • Oxígeno • Embalaje, composición, calor • Embalaje
Físico • Machucones, Aplastamiento • Marchitamiento • Cambios de textura • Cambios de humedad	• Manipulación, embalaje • Humedad relativa, embalaje • Medio ambiente, embalaje • Humedad relativa, embalaje, medio • Ambiente



CAUSAS BIOLÓGICAS DEL DETERIORO

Plagas como insectos, roedores y pájaros se identifican con frecuencia como causas del deterioro biológico de productos.

Plagas como insectos, roedores y pájaros se identifican con frecuencia como causas del deterioro biológico de productos. La presencia de plagas y/o sus excrementos son motivo de alarma. Pueden dar como resultado productos desagradables a la vista y pueden provocar un importante riesgo para la seguridad alimenticia. Las plagas pueden transmitir a los productos organismos causantes de enfermedades.

También pueden provocar daños en superficies de frutas y hortalizas, haciéndolas más susceptibles a la invasión por microorganismos que pueden fomentar pudriciones del producto y/o producir enfermedades en los consumidores. El arma más eficaz para luchar contra estas plagas consiste en una sanidad adecuada de todas las áreas de manipulación y almacenamiento de los productos.

Microorganismos como bacterias, hongos y virus son importantes causas del deterioro de alimentos. Estos microorganismos pueden provocar el ablandamiento de productos, así como la aparición de colores y aromas extraños. Algunos microorganismos, denominados patógenos, provocarán enfermedades en aquellos que consuman el producto si se encuentran presentes en el alimento en cantidad suficiente. En general, frutas y hortalizas oponen una considerable resistencia a la actividad microbiana. No obstante, el ablandamiento que suele acompañar al envejecimiento de los productos y los daños mecánicos incrementan la susceptibilidad de los productos a los microorganismos.

La respiración es el proceso mediante el cual las plantas toman oxígeno y expulsan dióxido de carbono (FAO, 1989). El oxígeno del aire está implicado

el proceso de descomposición de los carbohidratos de la planta en dióxido de carbono y agua. Esta reacción produce energía en forma de calor. La respiración es una reacción básica de todas las plantas, tanto en el campo como post-cosecha.

La respiración del producto es importante para la manipulación de productos frescos, ya que la energía liberada en forma de calor afecta a los requisitos de refrigeración y ventilación de los productos.

La tasa de deterioro de frutas y hortalizas suele ser proporcional a su tasa respiratoria. Bajar temperaturas, minimizar golpes y daños y aumentar el nivel de CO2 en la atmósfera gaseosa constituyen diversos pasos para controlar la respiración.

El etileno (C2H4) regula muchos aspectos del crecimiento y el desarrollo de la planta, incluyendo envejecimiento y maduración. Esta hormona, producida por los tejidos de la planta, es fisiológicamente activa en cantidades de traza (<0,1 ppm), y su índice de actividad aumenta con la maduración, los daños, las enfermedades, las altas temperaturas (>30 o C), y estrés de agua. La producción de etileno es disminuida / inhibida al almacenar el producto a bajas temperaturas, reduciendo el O2 en el medio ambiente que rodea al producto a menos de 8% y aumentando el CO2 a más de 2%. Se han desarrollado distintas tecnologías, como los absorbedores de etileno, para ayudar a reducir el etileno que rodea a los productos.

Basados en las tasas de producción de etileno y de respiración, el comportamiento de maduración de frutas y hortalizas se denomina como climatérico o no climatérico (FAO, 1989):

- **La maduración no climatérica**

Se refiere a productos que solo maduran mientras continúan unidos a la planta que los produce. La calidad comestible de dichos productos se ve afectada si se cosechan antes de que estén fisiológicamente maduros, ya que su contenido de ácidos y azúcares no aumentan posterior a la cosecha. Las tasas de respiración disminuyen gradualmente durante el crecimiento y posterior a la cosecha. La madurez fisiológica y la maduración son procesos graduales. Ejemplos de frutas no climatéricas son: cerezas, uvas, limones y piñas.

- Los productos climatéricos pueden ser cosechados cuando están fisiológicamente maduros pero antes de que haya comenzado el proceso de maduración. Puede hacerse madurar a estas frutas de forma natural o artificial después de cosecha. El inicio de la maduración está acompañado por un rápido aumento de las tasas de respiración y de producción de etileno, llamado el climaterio respiratorio. Después del climaterio, la respiración disminuye a medida que la fruta madura y desarrolla una buena calidad comestible. Ejemplos de frutas climatéricas son: manzanas, bananas, papayas, y tomates.

Además de la tasa de respiración y la producción de etileno, otros factores relacionados con el crecimiento, el desarrollo, la maduración fisiológica, y la maduración / senescencia contribuyen al deterioro del producto. La aparición de brotes, raíces, bulbos y tubérculos, y la elongación y la curvatura pueden provocar problemas en la calidad durante el desarrollo de la planta. Un mayor contenido de lignina (fibrosidad) y reacciones de oxidación durante el proceso de maduración pueden conducir a una menor calidad del producto.

Las plantas pierden agua constantemente a través de un proceso denominado transpiración. En la planta viva, esta agua es reemplazada por el agua tomada por medio de las raíces. Cuando se cosecha el producto, este pierde su fuente de reemplazo del agua. La transpiración después de cosecha puede conducir a contracción, marchitamiento, deshidratación, ablandamiento y a la pérdida de consistencia, jugosidad y calidad nutricional del producto. Un recubrimiento (ceras) o embalaje adecuados y el control del medio ambiente alrededor del producto manteniendo una humedad relativa alta y el control de la velocidad de circulación (velocidad del aire) pueden controlar la transpiración.

Los desórdenes fisiológicos pueden ser resultado de condiciones medioambientales previas a la cosecha o de un almacenamiento y manipulación inadecuados después de la cosecha. Los daños por congelación (cuando se mantiene el producto por debajo del punto de congelación), los daños por frío (que se producen en muchos productos tropicales y subtropicales mantenidos a temperaturas de entre 5 y 15 o C), los daños por calor (exposición a temperaturas muy altas), y los daños por CO2 (altas concentraciones de CO2 en la atmósfera circundante) pueden provocar desórdenes fisiológicos que pueden contribuir a producir el deterioro. Algunos de los síntomas resultantes son la decoloración superficial e interna (oscurecimiento por fenoloxidasas), manchas/endurecimiento, áreas acuosas, incapacidad para madurar / maduración desigual, sabores extraños, aceleración de pudriciones, blanqueamiento, quemadura superficial, y deshidratación. Estos y otros desórdenes debidos a daños fisiológicos pueden evitarse a través de una adecuada manipulación de los productos durante la cosecha y post-cosecha.

Factores Químicos del Deterioro

Las enzimas son proteínas que existen en forma natural en los tejidos de las plantas y catalizan distintas reacciones bioquímicas importantes. Algunas reacciones catalizadas por enzimas son beneficiosas mientras que otras provocan un deterioro de la calidad. Las reacciones canalizadas por enzimas pueden

provocar un ablandamiento del tejido debido a la descomposición del material estructural; el desarrollo de sabores extraños a través de la descomposición de los componentes lípidos; y la pérdida de color y un oscurecimiento no deseado. Las enzimas también pueden catalizar la fermentación de los azúcares, la descomposición del ácido ascórbico y muchas otras reacciones de deterioro. Machucones, maduración, cortes, temperatura y presencia de factores coadyuvantes (p. ej., Fe y Mg) incrementan la tasa de actividad de degradación de la enzima.

La oxidación degradante se inicia por la presencia del oxígeno. La oxidación puede provocar la descomposición del ácido ascórbico, la pérdida de algunos pigmentos (color) y la formación de sabores extraños. El oscurecimiento no enzimático y la oxidación inducida por la luz no son factores de deterioro muy comunes en los productos hortofrutícolas.

Causas Físicas de Deterioro

El alto contenido de humedad y la textura suave de frutas y hortalizas las hace sensibles a daños mecánicos que pueden originarse en cualquier etapa desde la producción a la comercialización al por menor (FAO, 1989). Este daño puede producirse debido a:

- malas prácticas de cosecha
- cajas y recipientes de campo o comercialización inadecuados, que pueden tener astillas de madera, bordes cortantes, clavos o grapas mal instalados
- embalaje excesivo o insuficiente de los envases de campo o de comercialización
- manipulación descuidada, como tirar o dejar caer o caminar sobre los productos y los recipientes embalados durante el proceso de clasificación, transporte o comercialización.

Los daños físicos no sólo son desagradables a la vista sino que también aceleran la pérdida de agua, proporcionan sitios para la infección por hongos y microbios, y estimulan la producción de dióxido de carbono y etileno por parte del producto, lo que conduce a un deterioro más rápido. El almohadillado, las buenas prácticas de manipulación y un embalaje adecuado son algunas formas de minimizar los daños físicos.

El tiempo es un factor que desempeña un papel muy importante en el deterioro de los productos. Todos los productos pierden eventualmente su calidad mínima

aceptable (CMA); de este modo, la edad se convierte en un factor muy importante en el deterioro del producto y es esencial un rápido transporte hasta el consumidor.

RIESGOS DE SEGURIDAD EN PRODUCTOS FRESCOS

Un riesgo es algo que podría provocar un perjuicio al consumidor. Existen tres tipos principales de riesgos asociados con los productos agrícolas frescos:

- · Riesgos biológicos
- · Riesgos químicos
- · Riesgos físicos

Riesgos Biológicos

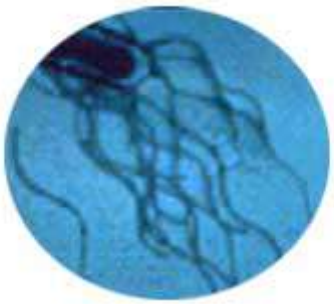


Los microorganismos transmitidos por los alimentos como las bacterias, los virus y los parásitos son frecuentemente conocidos como riesgos biológicos (FAO, 1998). Algunos hongos son capaces de producir toxinas y también se incluyen en este grupo de riesgos.

Los microorganismos son organismos pequeños que sólo pueden ser observados a través del microscopio. Muchos de estos organismos constan de una única célula. Pueden encontrarse en cualquier parte del medio ambiente.

Algunos tienen la capacidad de captar los nutrientes y metabolizarlos para formar un gran número de productos finales. Con frecuencia, los microorganismos tienen capacidad para reaccionar a los cambios del medio ambiente y se algunos se adaptan a nuevos ambientes.

Muchos microorganismos son beneficiosos para el ser humano. Algunos están involucrados en la producción de alimentos fermentados como el pan, el queso, el vino, la cerveza. Otros microorganismos son utilizados por la industria en la elaboración de productos, como algunas enzimas, antibióticos y glicerol.



Otras funciones microbianas como la degradación de la materia orgánica y el enriquecimiento del suelo también pueden beneficiar al hombre. No obstante, algunos microorganismos pueden provocar enfermedades transmitidas por los alimentos.

Los microorganismos capaces de provocar enfermedades humanas pueden encontrarse en los productos crudos. En ocasiones forman parte de la microflora de la fruta o la hortaliza como contaminantes fortuitos provenientes del suelo, el polvo y el entorno. En otros casos se introducen en los alimentos a través de prácticas de manipulación y producción incorrectas, como la aplicación de abono sin tratar, el empleo de agua de riego contaminada o prácticas de manipulación no sanitarias.

A fin de facilitar el estudio de los microorganismos, se dividen en cinco categorías principales:

- · Bacterias
- · Levaduras
- · Hongos
- · Parásitos
- · Virus

Riesgos Bacterianos

Debido a que los patógenos bacterianos forman parte del medio ambiente, pueden contaminar fácilmente las frutas y hortalizas si no se manipulan adecuadamente antes del consumo.

Las bacterias patogénicas asociadas a las frutas y hortalizas incluyen:

- Salmonella
- Shigella
- Escherichia coli (patogénica)
- Especies de Campylobacter
- Yersinia enterocolitica
- Listeria monocytogenes
- Staphylococcus aureus
- Especies de Clostridium
- Bacillus cereus
- Especies de Vibrio



Un amplio número de patógenos bacterianos se ha visto implicado en brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos asociados al consumo de frutas y hortalizas frescas (Beuchat, 1998).

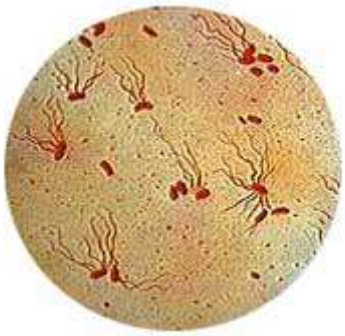
Bacterias como el Clostridium botulinum, Bacillus cereus y Listeria monocytogenes pueden encontrarse en el suelo y contaminan fácilmente los productos. Otras bacterias como la Salmonella, Shigella, Escherichia coli patogénica y Campylobacter residen en el tracto intestinal de los animales y / o las personas. Pueden contaminar las frutas y hortalizas a través de la infiltración de aguas residuales en los campos, el riego con agua contaminada, la presencia de animales en el campo o un abonado incorrecto. La contaminación también puede producirse en la manipulación durante la cosecha y el embalaje y en otros pasos de la cadena de distribución y comercialización.

El número de bacterias necesario para provocar enfermedades humanas varía con el tipo de organismo y la edad y el estado del huésped. En algunos casos es

necesario que haya más de un millón de bacterias patogénicas por gramo o cm^2 de superficie del alimento para que se produzca una enfermedad. Sin embargo, algunos patógenos pueden provocar enfermedades en cantidades mucho menores. Por ejemplo, las especies de Shigella son agentes altamente infecciosos, con una dosis infectiva de tan sólo 10 células.

Debido a que algunas bacterias presentan dosis infectivas tan bajas, la prevención de la contaminación bacteriana constituye el factor de control más importante para reforzar la seguridad del producto. También es fundamental realizar los pasos necesarios para garantizar que los patógenos presentes no puedan reproducirse hasta niveles peligrosos.

Para poder reproducirse, las bacterias necesitan los nutrientes adecuados y condiciones medioambientales apropiadas, como la humedad, el oxígeno y la temperatura (FDA, 1998).



A fin de evitar la reproducción de los patógenos en los productos, debe controlarse:

- La disponibilidad de nutrientes
- La humedad
- La acidez
- La temperatura
- El oxígeno

Cada tipo de bacteria tiene unos requisitos específicos para lograr el desarrollo óptimo, pero también pueden multiplicarse y provocar enfermedades fuera de esas condiciones óptimas. Por ejemplo, para lograr su proliferación más rápida, la E. coli requiere una temperatura de 37°C (98.6 °F). No obstante, puede multiplicase dentro de una escala de entre 10 o y 46°C (de 50 o a 114.8 °F). El Bacillus cereus tiene una temperatura óptima de proliferación de 30°C, pero puede proliferar en

una escala de temperatura de entre 10 o y 49°C (de 50 o a 120.2 °F) (Frazier y Westhoff, 1991).

Las bacterias se reproducen a través de un mecanismo denominado fisión binaria. Durante este proceso, cada célula se divide en dos. Estas dos células se dividen entonces nuevamente en dos y así sucesivamente. Cuando las condiciones son las adecuadas, una población bacteriana puede crecer rápidamente en muy poco tiempo.

Esquema de reproducción bacteriana:

Tiempo (horas)	# de bacterias
0	1
1	8
2	32
3	256
4	2048
5	16384
6	131.072
7	1.048.576
8	16.777.216
9	134.217.728
10	1.073.741.824

En 7 horas una célula bacteriana puede generar más de un millón de células bacterianas.

El tiempo necesario para que se divida una célula (o para que se duplique una población), se conoce como tiempo de generación. Los tiempos de generación varían para distintos tipos de bacterias. Los tiempos de generación bacteriana dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes y las condiciones medioambientales, como la humedad, la disponibilidad de oxígeno, la acidez y la temperatura. Tomemos como ejemplo la E. coli, que tiene un tiempo de generación que oscila entre 15 y 20 minutos. En condiciones óptimas, en 10 horas una única célula podría producir más de un millón de células.

Cuando las condiciones para la reproducción son favorables, las células bacterianas comienzan su proceso de multiplicación. Este proceso normalmente tiene lugar en una serie de pasos o fases. El conocimiento del proceso de

crecimiento de la población permite descubrir las posibilidades de prevención y control de la proliferación bacteriana. A fin de evitar que la población de bacterias alcance niveles que puedan suponer una amenaza para la salud humana, es necesario mantener bajas las cifras iniciales y asegurarse de que los microorganismos que llegan al producto no logran traspasar la fase de retardo.

Algunas de las estrategias de control están destinadas a mantener bajas las cifras iniciales de microorganismos. Estas estrategias incluyen Buenas Prácticas Agrícolas como controlar los riesgos microbianos provenientes del agua, el uso adecuado de abonos y sólidos biológicos, una adecuada higiene de los trabajadores y contar con instalaciones sanitarias para los trabajadores, y una sanidad adecuada durante la manipulación y el transporte del producto. Otras recomendaciones, como el control de la temperatura, y modernas tecnologías para disminuir el crecimiento bacteriano.

Un paso de procesamiento que puede reducir las cifras iniciales de bacterias es el lavado, siempre que el agua sea de buena calidad y se impida la acumulación de suciedad y contaminantes. La superficie de un tomate bien lavado puede tener menos de 1000 microorganismos por centímetro cuadrado, mientras que otro no lavado puede tener varios miles. Antes del lavado, el número de microorganismos en el tejido externo de una col o repollo podría ascender a uno o dos millones por gramo. El lavado reduce este número a entre 200,000 y 500,000 (Frazier y Westhoff, 1991).

Pueden encontrarse patógenos entre la microflora de frutas y hortalizas, ya que es muy fácil que las superficies externas de estos productos entren en contacto con el suelo, el agua, los líquidos residuales, el aire, las personas o los animales. Cuando las condiciones son favorables para la reproducción de la flora natural, estos patógenos también se reproducen.

Riesgos Parasitarios

Los parásitos son organismos que viven en otro organismo vivo llamado huésped. Únicamente son capaces de proliferar en un huésped, pero pueden transmitirse de un huésped a otro a través de un vehículo que no sea huésped.

La superficie de frutas y hortalizas puede contaminarse con microorganismos patogénicos debido al contacto con:

- suelo
- agua
- abono
- líquidos residuales
- aire
- personas
- animales

Entre los parásitos más comúnmente asociados a las infecciones humanas se incluyen:

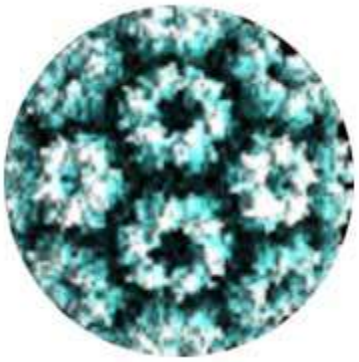


- Cryptosporidium
- Cyclospora
- Giardia
- Entamoeba
- Toxoplasma
- Sarcocystis
- Isospora
- Helmintos:
- Nematodos (como Ascaris lumbricoides, Thricuris trichiura)

Debido a que los productos agrícolas a menudo se consumen crudos, pueden actuar como vehículo para transmitir un parásito de un organismo huésped a otro (Beuchat, 1998 y Murray et al., 1995). El agua contaminada con materia fecal, los manipuladores de alimentos infectados, y la presencia de animales en el campo pueden convertirse en vehículos para la contaminación de los productos agrícolas con parásitos que pueden posteriormente transmitirse a los humanos que consumen los productos crudos.

Riesgos Virales

Los virus tienen un tamaño muy pequeño y son incapaces de reproducirse fuera de una célula viva. Por tanto no proliferan sobre o dentro de los alimentos. No obstante, las frutas y hortalizas frescas pueden contaminarse a través de la exposición a agua contaminada o durante la manipulación por parte de personas infectadas.



Los virus infectan a personas susceptibles que consumen los productos crudos. Debido a que la dosis infectiva de la mayoría de los virus es extremadamente pequeña, en ocasiones de tan sólo 10 partículas de virus, la prevención de la contaminación de los productos es crucial para controlar la enfermedad viral.

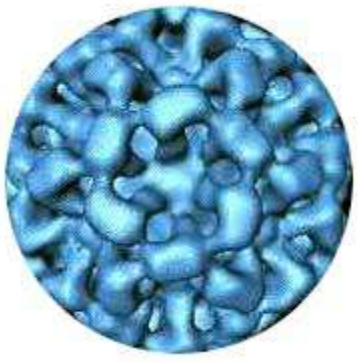
Entre los virus transmitidos por los alimentos se incluyen:

- Hepatitis A
- Virus de Norwalk y virus similares al de Norwalk
- Rotavirus, astrovirus, enterovirus (poliovirus, echovirus y virus coxsackie),
- parvovirus, adenovirus y coronavirus.- Platelmintos (como Fasciola hepatica y especies de cisticerco)

Fuentes de Riesgos Biológicos

El diagnóstico de estas enfermedades requiere la ejecución de pruebas clínicas; sin embargo, reconocer los síntomas relacionados con distintas formas de contaminación puede ayudar a prevenir la contaminación proporcionando un medio para identificar a manipuladores potencialmente infectados, de forma que

Virus de Norwalk



pueda evitarse el contacto de estas personas con los productos frescos.

Muchas de las enfermedades provocadas por bacterias, parásitos y virus patogénicos que han sido vinculadas a las frutas y hortalizas pueden transmitirse cuando las heces humanas contaminan los productos. Es importante que las personas que manipulan los productos en cada etapa, desde el campo a la mesa, tengan un profundo conocimiento de las prácticas de higiene adecuadas para prevenir la contaminación. La formación de los trabajadores en cada nivel de la cadena de producción y la información a los consumidores han sido identificadas como elementos clave para reducir las enfermedades transmitidas por los alimentos asociadas a las frutas y hortalizas frescas (Beuchat, 1998).

Riesgos Químicos



Los contaminantes químicos en frutas y hortalizas frescas pueden existir de forma natural o pueden añadirse durante la producción agrícola, la manipulación post-cosecha o las operaciones de otras unidades (FAO, 1998). La presencia de sustancias químicas nocivas a altos niveles ha sido asociada con respuestas tóxicas agudas y con enfermedades crónicas.

Los datos recopilados por el Programa de Evaluación y Control de la Contaminación Alimenticia del WHO (GEMS / Food) indican que, en muchos países, los niveles de contaminación química tienden a declinar. Esto se debe, en parte, a las mayores restricciones en el uso de productos químicos tóxicos y pesticidas que persisten en el medio ambiente y a un mejor control de la polución medioambiental.

Algunos Riesgos Químicos que Existen de Forma Natural

- Alergenos (p. ej. malas hierbas)
- Micotoxinas (p.ej. aflatoxina)

- Toxinas de hongos
- Fitohemaglutinina
- Alcaloides

Riesgos Químicos Agregados

Bifenilos policlorados (PCBs) Contaminantes

Sustancias químicas agrícolas

- Pesticidas
- Fertilizantes
- Antibióticos

Contaminantes

- Limpiadores
- Desinfectantes
- Lubricantes
- Revestimientos
- Pinturas
- Refrigerantes
- Productos químicos para el tratamiento de agua o vapor
- Productos químicos para el control de plagas



Elementos y compuestos tóxicos

- Plomo
- Zinc
- Cadmio
- Mercurio
- Cianuro
- Arsenico



De los materiales de embalaje

- Plastificantes
- Cloruro de vinilo
- Pintura / tinta de codificación
- Adhesivos
- Plomo
- Estaño



Riesgos Físicos

Los riesgos físicos pueden introducirse en los productos de frutas y hortalizas frescas en numerosos puntos de la cadena de producción

La presencia de materiales extraños en los productos agrícolas puede provocar enfermedades y lesiones graves. Estos riesgos físicos pueden ser resultado de malas prácticas durante las operaciones de cosecha, lavado, clasificación y embalaje (FAO, 1998). La suciedad y las materias extrañas en las frutas y hortalizas se incluyen en muchos casos entre las principales barreras para el comercio internacional.

Material	Lesión potencial	Origen
Vidrio 	Cortes, hemorragia; puede requerir cirugía para su localización o extracción	Botellas, jarros, luces, accesorios, utensilios, indicadores, tapas, etc
Madera 	Cortes, infección, ahogo; puede requerir cirugía para su extracción.	Campo, paletas de transporte, cajas, materiales de construcción

Piedras 	Ahogo, rotura de dientes	Campos, edificios
Aislamiento 	Ahogo crónico si contiene asbesto	Materiales de construcción
Plástico 	Ahogo, cortes, infección; puede requerir cirugía para su extracción	Embalajes, paletas de transporte, equipos
Efectos personales, como joyas, horquillas, bolígrafos 	Ahogo, cortes rotura de dientes; puede requerir cirugía para su extracción	Empleados