

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Centro de Investigaciones Agronómicas

Universidad de Costa Rica

Consejo Nacional de Producción

Sistema Unificado de Información Institucional

**Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación
y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica**

GUIAS TECNICAS DEL MANEJO POSCOSECHA PARA EL MERCADO FRESCO

Piña

(Ananas comosus)

Marta Montero Calderón
María del Milagro Cerdas Araya

2005

634.4

M778g

Montero Calderón Marta

Guías Técnicas del manejo de poscosecha de la piña en el
mercado fresco / María del Milagro Cerdas Araya y Marta

Elena Montero Calderón.-

San José, C.R.: MAG, 2005.

46 P.; 13,5 cros,

ISBN 9968-877-17-4

1, ANANAS COMOSUS 2. TECNOLOGÍA POSCOSECHA. 3.
MERCADERO I. Título

Comité Técnico Editorial

Guadalupe Gutiérrez Mejía
Fernando Mojica Betancourt

Alexis Calderón Villalobos

Laura Ramírez Cartín

Daniel Zúñiga van der Laat

Guillermo Guzmán Díaz

Diseño y diagramación:
FloriceL Ledezma C.

ÍNDICE

I. Introducción	5
o	
Variedades / Clima / Fertilización / Plagas	7
III. Atributos de calidad de la piña fresca	12
IV. Cosecha y preparación para el mercado fresco	15
V. Problemas más frecuentes y su control	
Enfermedades / Daños fisiológicos / Daño mecánico	32
VI. Estándares de calidad para la piña fresca	
destinada a la exportación	40
Referencias bibliográficas	43

1. Introducción

La piña es una fruta compuesta, formada por 100 a 200 frutículos unidos a un eje central o corazón. Tiene forma cilíndrica o cónica, con una corona de hojas, que es una continuación del meristemo original que se extiende a través de la fruta. La piña es un fruto no climatérico que forma parte de la familia de las Bromeliáceas.

Se produce en las zonas tropicales y subtropicales en las que no ocurren heladas, entre los paralelos 33 Norte y Sur (Paull, 1997). Se produce comercialmente en Hawaii, México, Costa Rica, Brasil, Colombia, Honduras, República Dominicana, Malasia, India, Congo, Kenia, China, Tailandia, Taiwan, Vietnam, Australia, Filipinas, Bangladesh, Indonesia, Sur África, Zaire, Ghana y la Costa de Marfil. Como exportadores de piña fresca sobresalen las Filipinas, Costa De Marfil, Costa Rica, Honduras, México y República Dominicana.

Según datos del 2001, en Costa Rica se registran 850 pequeños y medianos productores de piña y 19 grandes, con un área total de siembra de aproximadamente 13 000 ha en todo el país: 47,6% en la región Brunca (Buenos Aires), 38,9% en la Huetar Norte (San Carlos y Sarapiquí, principalmente), un 9% en la Huetar Atlántica (Guácimo y Siquirres) y el restante en las regiones Central y Pacífico Central. La mayor parte de los pequeños productores destinan su producción al mercado nacional.

El rendimiento de producción de los proyectos grandes varía de 80 a 110 t/ha, cosechando la piña entre las semanas 32 y 38, pero puede variar significativamente entre los distintos cultivares. El rendimiento efectivo es de 75 a 80% de piña con calidad de exportación como producto fresco, siendo el restante 15 a 25%, fruta de rechazo destinada al mercado nacional o a los procesos de industrialización (Elizondo, 2002).

El Cuadro I muestra las importaciones de piña por los EE.UU. según el país de origen.

De enero a diciembre del 2001, el 56% de las exportaciones de piña fresca de Costa Rica se destinaron a EE.UU., 18% a Italia, 14% a Alemania, 3% a Bélgica y 3% a Francia. Este fue el primer año en que se exportó a Francia, país que generalmente importa la piña producida en Costa de Marfil.

Los precios de la piña se ven afectados por la oferta del mercado, el origen de la fruta y la variedad. La piña de Costa Rica obtiene mejores precios que la de otros países como Honduras, Hawaii, Ecuador y República Dominicana y la variedad Dorada Extra Dulce alcanza precios mayores que la Champaka y la Cayena lisa. En el 2001, los precios FOB para la fruta de exportación fueron de \$0,17 a 0,20/kg para piña verde (Champaka) y de \$ 0,42 a 0,45/kg para la piña Dorada. Por otro lado, el consumo de piña fresca en los EE.UU. se incrementó fuertemente para el 2001, con un aumento del 7% en los primeros diez meses, respecto al año anterior (Elizondo, 2002), lo cual es muy alentador para esta actividad.

Cuadro I. Importaciones de piña fresca por EE.UU. según el origen en toneladas métricas.

Origen	1996	1997	1998	1999	2000	2000	2001
						Ene-Oct	Ene-Oct
Costa Rica	84715	154146	200896	226029	257083	206517	211508
Honduras	27099	24716	26913	33555	32841	23380	18306
México	7987	15414	17597	14491	17200	15163	22147
Ecuador	3943	4193	2289	5163	6505	5055	7059
Tailandia	2827	2393	2951	2093	2837	2228	3079
República Dominicana	4037	502	146	12	698	633	468
Guatemala	398	100	266	1718	633	478	1873
Panamá	2604	208	136	0	125	125	255
Filipinas	46	121	6	0	57	57	1
Perú	nd	nd	nd	nd	56	56	0

nd: no disponible

Fuente: SIMCNP con información del Market News Service, Marzo 2002.

II . La calidad **comienza en el campo**

La producción y cosecha de frutos de piña con la apariencia y atributos de calidad deseados, se consigue con una buena selección de prácticas desde la etapa de producción en el campo. El manejo posterior a la cosecha tiene por objeto conservar la calidad que se obtiene en el campo hasta el mercado meta y el consumidor final.

Es importante que el productor conozca el efecto de las prácticas que se realizan en el campo antes de la cosecha, sobre la calidad final de la piña, ya que esto permitirá definir su estrategia para dar un mejor uso a los recursos con que cuenta y producir frutos de mejor calidad y mayor resistencia al manejo.

Factores precosecha que afectan la calidad poscosecha de la piña:

Variedades

La selección de variedades determina en gran medida la aceptación y precio de la fruta producida en el mercado meta. Como características deseables se incluyen plantas sin espinas y de alto rendimiento, que produzcan frutas resistentes al manejo y transporte, que tenga atributos de calidad que coincidan con las preferencias de los consumidores y las tendencias del mercado y con una vida comercial que les permita llegar con buena calidad hasta el cliente final.

Para la selección de materiales con importancia comercial, se toman en cuenta el color de la piel y de la pulpa, el tamaño de la fruta, el contenido de sólidos solubles totales (que mide la cantidad de azúcares), la acidez titulable y el contenido de ácido ascórbico, este último, porque se ha encontrado que se relaciona directamente con la susceptibilidad de la fruta al daño por frío, siendo menos sensible cuanto mayor sea el contenido de ese ácido (Paull, 93).

Las variedades comerciales producidas en Costa Rica se describen a continuación:

» **Cayena lisa:** también conocida como hawaiana. Las plantas solo tienen **espinas en** la punta de sus hojas; la fruta es cilíndrica, grande, con ojos pequeños, pulpa amarilla, con poca fibra, muy jugosa y de excelente sabor. La parte externa del fruto es de color amarillo rojizo al madurar. Es una variedad bastante susceptible a enfermedades, pero se han desarrollado clones resistentes a algunas de ellas. En la actualidad la mayor parte de la producción está dirigida al mercado nacional.

» **Champaka:** este cultivar es derivado de la Cayena lisa. Es una fruta de buen sabor, jugosa y de pulpa blanca. Los frutos son grandes, pero un porcentaje apreciable se debe descartar por exceso de tamaño, lo cual reduce los rendimientos en la planta empacadora. En Costa Rica, fue la de mayor importancia antes de la piña Dorada y su producción es destinada mayormente a la exportación hacia Europa.

» **Amarilla o Dorada:** también llamada MD2, es un cultivar híbrido derivado de la Cayena lisa. La empresa Del Monte la comercializa como Dorada extra dulce (Gold extra sweet) desde 1996. La planta es de rápido crecimiento que resulta en un ciclo de producción más corto; además los rendimientos de producción y de tamaño de la fruta son altos y es una fruta muy dulce y jugosa, aunque más susceptible al daño mecánico que la Champaka (Geesink, 1996). Actualmente es la de mayor auge y preferencia en el mercado internacional por sus atributos sensoriales, logrando mayores precios que otras variedades. Hasta hace dos años solamente la empresa Del Monte la producía y comercializaba, principalmente a los mercados de EE.UU. y Europa, pero en la actualidad otras empresas han comenzado a ofrecer productos similares.

» **Montelirio:** es una variedad criolla con gran demanda en el mercado nacional para consumo fresco, por su sabor y aroma y por tener poca fibra. La planta tiene hojas lisas sin espinas y la pulpa es blanca.

La tendencia actual en cuanto a variedades para el mercado fresco es hacia la producción de piña con pulpa amarilla, similar a la Dorada, por sus atributos sensoriales y precio preferencial en los mercados meta.

/ Clima

El clima afecta la calidad de la fruta tanto en la composición de azúcares y ácidos, como en la susceptibilidad del producto al daño por frío. Las plantas de piña se desarrollan bien de 0 a 600 msnm, en climas tropicales con temperaturas de 18 a 45°C. A mayores altitudes, la fruta producida tiende a ser más ácida y menos dulce (Morton, 1987). Incrementos en la temperatura ambiente y la luz solar pueden provocar una reducción de la acidez de la fruta y mayor sensibilidad al daño por frío.

/ Fertilización

Las plantas de piña requieren programas de fertilización intensiva porque extraen una gran cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno (N) y potasio (K) y otros como el calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe) y zinc (Zn) (Molina, 2002). El nitrógeno es esencial para aumentar el tamaño de la fruta y el rendimiento por hectárea y el potasio es un nutrimento importante para el desarrollo de la fruta que favorece el peso, tamaño, concentración de azúcares y acidez del jugo (Molina, 2002). El nitrógeno también tiende a disminuir la acidez de la fruta, lo cual aumenta su susceptibilidad al daño por frío, mientras que el potasio reduce tal susceptibilidad, especialmente cuando se aplica en forma de cloruro (Paull, 1993).

Generalmente se prefieren las aplicaciones foliares de estos nutrientes cada 10 - 15 días, porque se absorben fácilmente a través de las hojas de piña (Molina, 2002); además, por ser las hojas tan resistentes, pueden utilizarse altas concentraciones y mezclas con otros agroquímicos sin riesgo de daños en las mismas. El fósforo (P) sí se aplica en el suelo.

El mismo autor señala que los fertilizantes que más se utilizan en piña son sales, en presentación sólida o líquida, por su costo y por la tolerancia de la planta a ellos. Como fuente de nitrógeno se usa una combinación de urea y nitrato de amonio y para el potasio (K) se usa el cloruro de potasio (KCl) con resultados similares al nitrato de potasio y sulfato de potasio que se utiliza en otros países.

Fertilizantes como el calcio, fósforo y micronutrientes parecen tener poco efecto sobre la calidad de la fruta y su sensibilidad al daño por frío (Paull, 1993). El Cuadro 2, muestra una guía para la interpretación de análisis foliares en piña, para referencia del productor. Idealmente los resultados de las muestras foliares deberían estar en los niveles medios para cada elemento (columna central) para cumplir con los requerimientos nutricionales de la planta.

Cuadro 2. Guía para la interpretación de resultados de análisis foliar en piña.

Elemento	unidades	Rango de suficiencia ^(A)		Niveles ^(B)		
				bajo	medio	alto
Macronutrientes						
N	%	1,50	2,50	< 1,2	1,2 - 1,7	> 1,7
P		0,10	0,30	< 0,1	0,1 - 0,15	> 0,15
K		3,00	6,50	< 2,0	2 - 3	> 3
Ca		0,40	1,20	< 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5
Mg		0,30	0,60	< 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
S		0,10	0,30	< 0,1	0,1 - 0,2	> 0,2
Micronutrientes						
B	mg/kg	30	75	< 15	15 - 30	> 30
Fe		75	200	< 50	50 - 100	100 - 200
Fe				< 50	50 - 200	200 - 800
Zn		20	120	< 20	20 - 30	30 - 50
Cu		10	20	-	10 - 50	-
Mo		No hay datos		No reportado		
No esenciales						
Na	mg/kg	40	150	No reportado		
Al		No hay datos		No reportado		

Mills y Jones (1996), Datos de 40 hojas maduras (cuarta hoja) en época de verano. (B) Meléndez y Molina¹ (2002). Análisis de la parte basal blanca de la hoja "d".

► Plagas

Las plagas más comunes y de importancia comercial se muestran en el siguiente cuadro. Las enfermedades que afectan la calidad de los frutos de piña se muestran en el Cuadro 7 (sección IV).

Cuadro 3. Plagas de importancia comercial para el cultivo de piña.

Fuente: Universidad de los Andes (1994) Institut de Recherches Sur les Fruits et Agrumes (IRFA) (Sin fecha).

¹ Adaptado por el Laboratorio de Suelos Foliare del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.

Cuadro 3. Plagas de importancia comercial para el cultivo de piña.

Plaga	Síntomas	Opciones de manejo
Nematodos (<i>Rotylenchus</i> , <i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> , <i>Ditylenchus</i> , <i>Helicotylenchus</i>)	1) Atraso en el desarrollo de la planta, hojas más angostas y coloración rojiza. 2) Las partes de la raíz afectadas por los nematodos ofrecen puntos de entrada de hongos y bacterias tales como <i>Fusarium spp</i> ; <i>Verticillium spp</i> , <i>Pythium spp</i>).	1) rotación de cultivos; 2) sembrar pasto pangola durante por lo menos 3 años baja las poblaciones en forma significativa; otras plantas que pueden tener efecto nematocida son: <i>Tagetes</i> , <i>Crotalaria usaramoensis</i> , <i>Cajanus indicus</i> , <i>Digitaria decumbens</i> ; 3) el uso de nematocidas ha incrementado los rendimientos en un 22 a 40%
Ácaros (<i>Dolichotetranychus floridanus</i> y <i>Steneotarsonemus ananas</i>)	1) El ácaro rojo (su color es de rojo a anaranjado brillante) se alimenta de los tejidos blandos de la base de las hojas y específicamente de las coronas; en general retardan el crecimiento. Cuando la fruta madura bajo condiciones de sequía causa un daño muy severo y las hojas de la base de la corona pueden morir y afectar la calidad de la fruta; 2) El coleóptero <i>Rhynchophorus cruentatus</i> es un depredador natural que controla la plaga en aproximadamente un 40%.	1) usar semilla sana; 2) el uso de predadores naturales permite un control de más o menos 40%
Sinfilidos (<i>Scutigerella inmulata</i>)	Son pequeños ciempiés que se mueven muy rápido en el suelo y devoran el ápice de las raíces, con lo que se afecta la absorción de elementos nutritivos y por tanto se afecta el crecimiento y los rendimientos finales. Además favorecen la entrada de patógenos.	1) en control biológico se han identificado algunos predadores de sinfilidos como <i>Lamyctemus coeculus</i> y algunas larvas de coleópteros; 2) arar el suelo incrementa la tasa de mortalidad de la población de sinfilidos pero a la vez el suelo suelto que resulta de arar facilita la formación de pasajes en los cuales ellos se pueden mover.
Escamas (<i>Pseudococcus brevipes</i> y <i>P. neobrevipes</i>)	Esta plaga se alimenta de las axilas de las hojas inferiores, en plantas adultas, retoños y coronas. También se encuentra dentro del suelo y se alimenta de las raíces. Generalmente está acompañada de hormigas que las protegen y transportan a cambio de la miel que secreta este insecto.	1) es importante controlar la hormiga (<i>Solenopsis sp</i>) que transporta la escama de plantas enfermas a sanas; 2) el control biológico con la avispa <i>Hambletonia pseudococcia</i> ha dado buen resultado (el uso de insecticidas puede limitar la actividad de esta avispa); 3) el control es difícil porque muchas malezas y plantas locales actúan como hospederos de las escamas.

Plaga	Síntomas	Opciones de Manejo
Polilla de fruto (<i>Tecla basilides</i>)	Larva de mariposa que perfora el fruto y que abre galerías. El adulto pone el huevo en la inflorescencia antes de que se abra la flor y la larva penetra por la base carnosa de la bráctea, llega a las bases florales y por último penetra al fruto, el que presenta una exudación gomosa de color ámbar la cual se endurece en el contacto con el aire. Se le ha observado en maíz, cacao, <i>Heliconia</i> y en otras bromeliáceas.	Se mencionan como predadores: <i>Heptamiscra sp</i> , Avispa predadora: <i>Polistes rubiginosus</i> . <i>Metadontia curvidentata</i>
Picudo (<i>Metamasius hemipterus</i>)	Es atraído por el olor de tejidos en descomposición o frutos sobremaduros. Ataca plantas, coronas, hijos y axilas y produce una gomosis. Es la puerta de entrada del hongo <i>Thielaviopsis sp</i> .	1) el control es preventivo y se hace evitando la llegada del insecto con una cosecha oportuna; 2) manejo adecuado de los residuos de cosecha.
Gusanos cortadores	Comen en la base del fruto inmaduro	La larva de la mosca no pupa en "Cayena Lisa", pero los nuevos híbridos no tienen resistencia y pueden requerir tratamiento.

Fuente: Universidad de los Andes (1994) Institut de Recherches Sur les Fruits et Agrumes (IRFA) (Sin fecha).

III. Atributos de calidad de la piña fresca

Los atributos de calidad deseables para la piña son: forma y tamaño uniformes, aspecto fresco, fruta firme, sin deformaciones, con una sola corona recta, verde y de longitud media. También deben ser frutas sanas (libres de podredumbres, quemaduras de sol, daños por insectos, microorganismos, magulladuras, heridas y grietas), limpias, sin olores o sabores extraños y libres de humedad externa anormal (Foto 2).

Comercialmente, todos estos atributos son evaluados por los operarios de la planta empacadora, en los procesos de selección, clasificación y empaque, utilizando como herramientas sus sentidos (manos, olfato y vista). La excepción son las evaluaciones internas del contenido de sólidos solubles, la acidez de la fruta y otras valoraciones de la pulpa de la fruta, que requieren cortar la fruta. Seguidamente se describen los principales atributos de calidad de la piña dirigida al mercado de productos frescos.

» **Forma y tamaño:**

La fruta debe tener forma cilíndrica o ligeramente cónica, de 1,0 a 3,0 kg. Dentro de un mismo empaque el tamaño y forma de la fruta deben ser uniformes.

La corona debe estar derecha, en la dirección del eje de la fruta y bien unida a ella, tener una longitud media de 1 a 1,5 veces el largo de la fruta, el color verde característico y apariencia fresca.

» **Color de la cáscara:**

Se debe haber iniciado el cambio de coloración de la cáscara de la piña de verde a amarillo. El % del área de la fruta con coloración **amarilla en el** momento de la cosecha depende de la variedad y del mercado final a que se dirige el producto.

Las escalas de color varían dependiendo de la variedad de la piña y la compañía comercializadora (Fotos 3 y 4) pero todas ellas se refieren al cambio de color de verde a amarillo de la fruta, que se inicia en la base de la fruta. Se utilizan escalas de 1 a 5, 1 a 6 ó de 0 a 7, para las cuales 0 o 1 se refieren a la fruta verde (full green) y el número mayor de la escala, describe frutas que tienen 100% de coloración amarilla (full gold). En una de las **escalas más** usadas comercialmente en Costa Rica, 1, 2, 3, 4 y 5 representan 10, 30, 50, 80 y 100% de la fruta con coloración amarilla, respectivamente. Para el mercado de EE.UU. se requiere fruta con mayor coloración amarilla que para el mercado Europeo, por los cambios de color que ocurren durante el transporte y la diferencia en los tiempos de transporte a estos mercados.

Es importante tomar en cuenta que el color externo de las frutas debe ser uniforme dentro de cada uno de los empaques.

» **Firmeza:**

La fruta se debe sentir firme, debe estar libre de magulladuras o partes suaves originadas por golpes, daños internos o deshidratación y marchitamiento (fruta vieja). La firmeza se mide al tacto, con las manos.

» **Defectos:**

Los frutos deben estar libres de deformaciones, daños por insectos o roedores, quemaduras de sol, oscurecimiento interno (por oxidación o daños por frío) magulladuras, grietas y heridas. Deben estar limpias, sin olores o sabores extraños y libres de síntomas de deterioro microbiológico (hongos, bacterias, moho).

» **Contenido de sólidos solubles:**

Es un indicador del contenido de azúcares y el sabor dulce de la piña, atributo de calidad deseable para esta fruta. Para su medición se corta una porción con forma de cuña, a lo largo de la fruta (de la base a la corona), se extrae el jugo y se coloca una muestra de unas pocas gotas sobre el prisma de un refractómetro que da directamente la lectura en grados Brix, que equivalen al % de sólidos solubles presentes en el jugo. El jugo colocado en el prisma no debe tener trozos de pulpa, fibras ni burbujas, porque estas afectarán el valor de la medición.

» **Acidez de la fruta:**

Se mide como % de acidez titulable, y se da en términos del ácido orgánico más común, que para la piña es el ácido cítrico (aunque el ácido málico también es importante). La acidez titulable de la piña es del orden de 0,5 a 1,6 g ácido cítrico/100 g jugo de la fruta. Se determina titulando una muestra de jugo de piña (peso conocido) con una solución de hidróxido de sodio (NaOH). Los datos de acidez son importantes en conjunto con los datos del contenido de sólidos solubles (relación °Brix / acidez).

» **Porosidad:**

Se refiere al porcentaje de espacios vacíos que existen en el interior de un producto agrícola. En la piña corresponde a los espacios vacíos que se

observan en la superficie interna de la piña al realizar un corte longitudinal de la cáscara (Geesink, 1996). Los espacios dependen del estado de madurez de la fruta y de su variedad. Se utiliza una escala de 1 a 5, donde una fruta con porosidad 1 tiene los espacios o poros más grandes. La evaluación depende del operario, por lo que un factor clave es el entrenamiento, y de ser posible el apoyo con fotografías o diagramas que permitan mediciones más objetivas.

» **Translucidez:**

Es una forma de expresar el color de la pulpa de la piña, que cambia de una apariencia opaca (no transparente) cuando está inmadura, a una apariencia vidriosa y jugosa, debida al aumento en la cantidad de líquido contenido en las células a medida que las frutas se maduran. Estos cambios se deben a que la fruta inmadura contiene aire y menos jugo, situación que cambia conforme la fruta se va madurando. A mayor translucidez mayor susceptibilidad a daños mecánicos.

Para medir la translucidez, se hace un corte transversal a la fruta, y se mide el % de área del corte con zonas translúcidas, utilizando distintas escalas (según la empacadora). Generalmente la fruta con más del 50% de área translúcida ha pasado su madurez óptima y es más susceptible a los daños mecánicos. Sin embargo, la translucidez también se asocia a condiciones climáticas de temperatura y lluvias en la etapa precosecha.

» **Desarrollo de los frutículos:**

Las hojas que tienen los ojos de la piña y la apariencia externa de los frutículos son indicadores del desarrollo y grado de madurez de la fruta. Las hojas se mueren conforme la fruta madura y los frutículos adquieren una apariencia plana (aplastada).

» **Gravedad específica:**

La gravedad específica se refiere a la relación entre la densidad del producto y la del agua a una misma temperatura. Cuando la piña es más densa que el agua (fruta sobremadura), la gravedad específica es mayor que 1, y la piña se va hacia el fondo de las pilas de lavado. Por el contrario, cuando es menos densa que el agua, la piña flota. Esta característica se utiliza para separar de la línea de empaque la fruta sobremadura. Sin embargo, se debe tener cuidado porque la densidad de la piña puede variar con las condiciones climáticas y a través del año.

IV. Cosecha *y preparación* para el mercado de productos frescos

» **Criterios de cosecha *y madurez*:**

El conjunto de parámetros o características de calidad que indican el momento en que una fruta está lista para ser cosechada, se conoce como criterios de cosecha. Estos varían dependiendo del uso que se le dará al producto y de la ubicación y exigencias del mercado final al cual se enviará.

La adecuada selección del momento de cosecha permitirá la comercialización de frutos resistentes al manejo con las características de apariencia, sabor y textura que requiere el consumidor.

Para el caso de la piña, se debe considerar que una vez cosechada la fruta, solo ocurrirán cambios en el color y apariencia externa e interna de la piña, pero no en el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$), ya que es una fruta no climatérica y no contiene reservas de almidón que permitan la transformación de estos a azúcares.

Los criterios de cosecha que se utilizan en piña incluyen el color de la cáscara (desarrollo de coloración amarilla que se inicia en la base de la fruta), la apariencia plana de los frutículos, el total de sólidos solubles (% o $^{\circ}\text{Bx}$) del jugo de la fruta, que debe ser de al menos 12 - 13 $^{\circ}\text{Bx}$ y la translucidez (0,7 promedio).

Cuando se cosecha fruta con un grado de madurez muy avanzado (translucidez de 1,0), es más sensible a los daños físicos y la vida útil que tiene para comercializarla es más corta. Por el contrario, cuando se cosecha antes de tiempo, no desarrolla un buen sabor (baja en contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$) y aromas) y es más susceptible a sufrir daños por frío durante el transporte y almacenamiento refrigerado (Paull, 93). Los principales criterios de cosecha para la piña se incluyen en el Cuadro 4.

Cuadro No. 4: Criterios de cosecha para la piña destinada al mercado fresco.

Criterio de cosecha	Descripción
Forma y tamaño de la fruta	la fruta debe tener forma cilíndrica y los tamaños deben estar entre 7 y 22, siendo los más frecuentes entre 8 (13,0 cm de diámetro, 2,1 kg) y 12 (11,5 cm de diámetro, 1,7 kg)
Coloración externa	el % del área de la fruta con coloración amarilla en el momento de la cosecha depende de la variedad y del mercado final a que se dirige el producto. Puede ser desde el cambio de color en la primera hilera de frutículos de la base con coloración amarilla o cambios apenas perceptibles, hasta la mitad o más de la fruta con color amarillo. Frutos de variedad Champaka se cosechan con una o dos hileras con coloración amarilla (para Europa), mientras que los frutos de la variedad amarilla o Dorada, se cosechan con un desarrollo de la coloración amarilla mucho más avanzado (para EE.UU.)
% sólidos solubles	el contenido mínimo de sólidos solubles en la piña debe ser de 12 - 13 % (12 - 13 °Bx). Para frutos de la variedad Dorada es común encontrar valores iguales o mayores de 14 °Bx al cosechar
Acidez de la fruta (%) (g jugo ácido cítrico/100 g de jugo)	valores entre 0,5 y 1,0% son comunes en piña
Translucidez	la pulpa no debe estar muy vídiosa (alta translucidez), pues en tales condiciones la fruta es muy sensible a los daños mecánicos, por su alto contenido de jugo en las células
Desarrollo de los ojos (frutículos)	las hojas de los ojos deben estar secas y los frutículos aplastados. Este indicador se utiliza como complemento de otros criterios de cosecha. La forma y tamaño de los frutículos son usados como criterios de cosecha para algunas variedades como la Montelirio, para la cual el color no es muy buen indicador del estado de madurez de la fruta.
Gravedad específica	la fruta debe flotar en las pilas de recibo y lavado de la fruta. Si se hunde, se descarta por sobremadurez.

Fuentes: Bartholomew *et al.* (1994), Gallo P. (1993), Geesink Arango (1996), Jiménez Díaz (1999), Kader (2002), Pauli (1993,1997), Villalobos (1999).

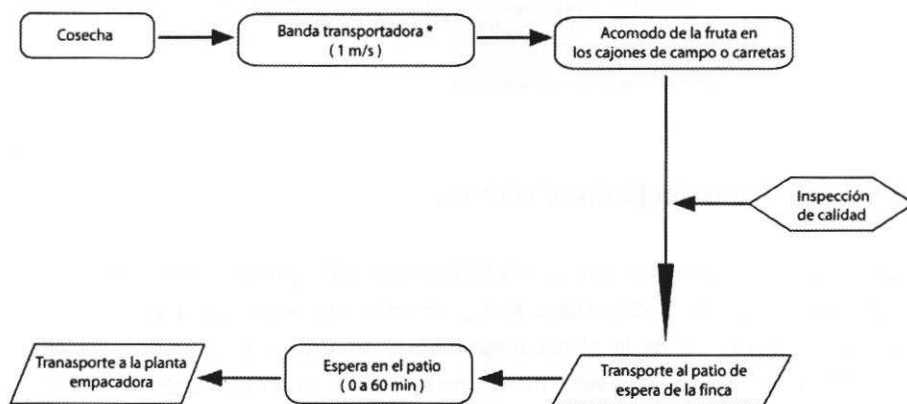
► Cosecha y manejo en el campo:

La cosecha es un aspecto clave para la calidad de la piña que se comercializa. Los cosechadores deben decidir cuáles frutas cosechar, siguiendo las indicaciones de sus supervisores o de la planta empacadora, en cuanto a apariencia, color, tamaño y los otros atributos mencionados en el apartado anterior. Los cosechadores realizan su labor a lo largo de los surcos y deben tomar en sus manos cada fruta y aplicar una pequeña torsión hacia abajo, para que esta se desprenda de la planta madre.

En plantaciones grandes es común el uso de maquinaria para facilitar la recolección de la fruta. Esta consiste de brazos con bandas transportadoras que se extienden sobre los lotes de piña, de manera que los cosechadores colocan la fruta sobre ellos y esta se lleva hasta las carretas para ser acomodada y enviada a la planta empacadora, con la ventaja de que la maquinaria se desplaza lentamente sobre la plantación, al ritmo de cosecha de los trabajadores, lo cual agiliza el proceso y evita que la piña se coloque directamente sobre el suelo, práctica que reduce los riesgos de contaminación del producto.

Para plantaciones pequeñas y medianas que no cuentan con este tipo de equipos, los cosechadores pasan la fruta cosechada hacia los lados y la colocan en canastos o cajas al final de cada hilera, o bien se movilizan con canastos, cajas o sacos a través de la hilera y van cosechando y colocando la fruta en ellos. Luego son cargadas en carretas, camionetas (pick-ups) o camiones y se llevan a la empacadora. La fruta no se debe colocar directamente sobre el suelo, por el riesgo de entrada de patógenos a través del corte del pedúnculo, que podrían causar enfermedades durante la comercialización de la piña

Figura 1. Manejo poscosecha de la piña en el campo



* maquinaria con brazos que se extienden sobre los surcos para que el cosechador coloque la fruta. Fuente: adaptado de Geesink, 96.

De cualquier forma que se realice la cosecha, la fruta se debe manipular cuidadosamente. Si se utilizan los brazos de extensión, se debe vigilar que el producto no sufra daños mecánicos ni en la fruta ni en la corona, en los cambios de bandas, elevadores y cambios de dirección de ese equipo, así como en superficies duras o afiladas. Especial cuidado debe tenerse con los elevadores, pues es común que la piña se devuelva rodando desde la parte alta o intermedia, aumentando el riesgo de daños físicos en la fruta y la corona.

El problema en los elevadores se da por los ángulos de elevación pronunciados de algunos de ellos (30 °) y porque en muchos casos las bandas de los elevadores no cuentan con separadores que ayuden a elevar la fruta, sino que las frutas son sostenidas por las que vienen detrás.

El acomodo de las frutas en los empaques o carretas de campo, debe hacerse también cuidadosamente, colocando un máximo de tres capas de frutas, especialmente para variedades muy sensibles a los daños físicos. El acomodo debe limitar el movimiento de la piña y para ello la corona cumple una función estabilizadora y amortiguadora de golpes durante el transporte hasta la planta empacadora. Si durante el acomodo de la fruta se detectan frutas con problemas de pudriciones, rajaduras o golpes, estas se deben separar y sacarse de la plantación, dejando su corona para ser usada como material reproductivo.

En plantaciones grandes, se usan dos tipos de transporte, uno para los caminos internos de la plantación, con el cual las carretas llenas con fruta se transportan a un patio de espera, haladas por un tractor, donde esperan para su traslado a la empacadora, y el segundo, para trasladar la fruta desde ese patio hasta la planta empacadora. Con esta práctica, el manejo dentro de las fincas es más ágil y el transporte a la empacadora más rápido. Para fincas pequeñas y medianas generalmente la fruta se carga desde el campo y es llevada a la empacadora con el mismo medio de transporte.

Durante la espera en el campo, la carreta con fruta permanece a la intemperie, expuesta al sol por períodos de 0 a 60 min (Geesink, 1996), aunque la espera

puede extenderse por muchas horas. El problema de esas esperas es que la piña permanece expuesta directamente al sol donde se calienta y puede sufrir quemaduras de sol si las esperas son prolongadas, además de que la temperatura interna de la fruta aumenta y con ello se hace más susceptible a los daños mecánicos durante el transporte. La reducción en los tiempos de espera de la fruta en el campo y el uso de zonas de espera bajo la sombra son necesarios para mantener la calidad de la piña.

Se debe instruir a los choferes para que conduzcan cuidadosamente, eviten movimientos bruscos por huecos o cambios de dirección, por el efecto que esto tiene sobre el aumento en las magulladuras y otros daños físicos en la piña, que harán que la fruta sea más susceptible al ataque de patógenos y le reducirán su vida comercial. Adicionalmente es importante revisar el sistema de suspensión de las carretas y medio de transporte utilizado para el trasiego de la piña, pues si no cuentan con sistemas adecuados, los daños en la fruta se podrían incrementar.

» **Recomendaciones para la cosecha**

- 1- Definir claramente los criterios de corta con los cosechadores.
- 2- No colocar la fruta cosechada directamente **en el suelo**.
- 3- Vigilar que la fruta siempre se manipule con cuidado, durante la cosecha y en todas las actividades entre el campo y la planta empacadora.
- 4- Reducir el tiempo de espera de la fruta cosechada en el campo, hasta su traslado a la empacadora y tratar de hacerlo a la sombra.
- 5- Evitar golpes innecesarios entre frutos y de estos contra superficies duras o con filos.
- 6- Vigilar el transporte cuidadoso de la fruta hasta la empacadora.

» **Preparación de la piña para el mercado fresco:**

La piña se lleva a la planta empacadora para acondicionarla para el mercado fresco. Se requiere eliminar todo el producto que no cumpla con los requisitos de calidad del mercado meta y someter la fruta a tratamientos que ayuden a conservar su calidad hasta el consumidor final.

La fruta debe ser manejada cuidadosamente para evitar daños físicos en la cáscara y magulladuras y otros daños en la pulpa de la fruta, daños que son difíciles de percibir en los procesos de selección, pero que aceleran el deterioro del producto al favorecer pudriciones, problemas fisiológicos, cambios en la textura, fermentación y otros.

Para lograr con éxito esta tarea, destacan dos aspectos clave: el producto y los procesos poscosecha en la planta empacadora. En cuanto al producto, es necesario realizar procesos de selección que permitan desechar frutas que no califiquen o que puedan poner en riesgo la calidad de todo el lote enviado. Por su parte, los procesos de acondicionamiento de la piña deben buscar la protección del producto de una manera eficiente y efectiva, mediante tratamientos al producto, selección de empaques y mantenimiento de las condiciones de temperatura y humedad que requiere la piña durante su preparación y comercialización. La figura 2 muestra un diagrama de flujo para una empacadora de piña.

» **Recibo y descarga de la fruta e inspección de calidad:**

La fruta que viene del campo llega al área de recepción de la planta empacadora. Esta zona debe tener áreas sombreadas bajo las cuales el producto pueda esperar su ingreso a la planta empacadora, debe tener un fácil acceso y descarga del producto. Se debe registrar e identificar cada lote de entrega con la fecha y hora en que se recibe, lote o finca de procedencia, variedad, cantidad de fruta entregada y calidad de la misma, está última según el reporte de la inspección de calidad que se realice.

La identificación de los lotes de producto entregado permite realizar evaluaciones y tomar medidas correctivas con respecto a la aceptación y rechazo de un lote, acciones para disminuir los daños físicos al producto, foco de enfermedades y otros.

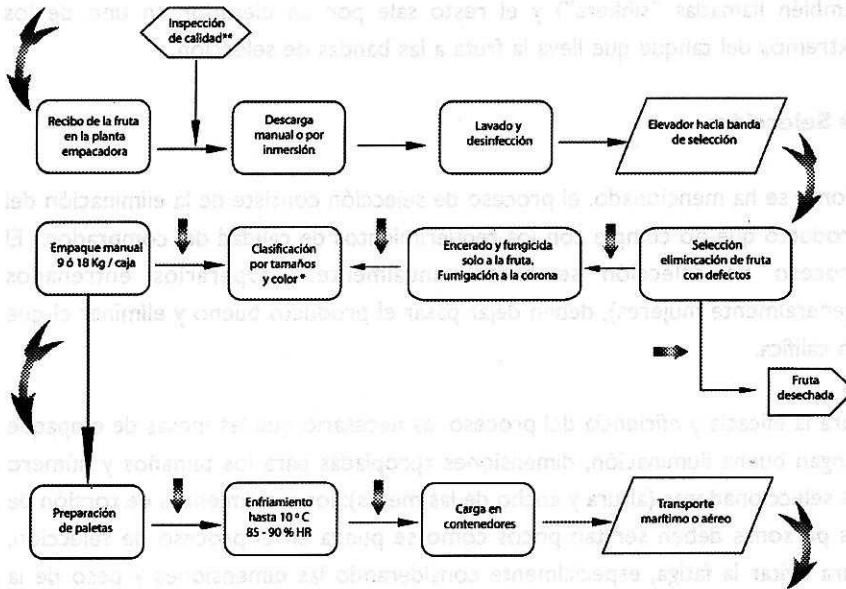
La inspección de calidad se debe hacer a todos los lotes que llegan a la planta empacadora. Para ello se toma una muestra representativa de frutas de lote entregado (carreta y otros empaques de campo), se valoran los atributos de calidad que debe tener la fruta, incluyendo apariencia general, color, tamaño, presencia de daños físicos, enfermedades y otros y se registra la información.

La descarga de la fruta se puede hacer manualmente sobre mesas de recibo y selección, por vaciado en pilas con agua o por inmersión de los empaques de campo. La descarga manual es lenta, generalmente ayudada por bandas transportadoras en las mesas de recibo; su uso se restringe a empacadoras pequeñas.

El vaciado en pilas de lavado es más rápido; en pequeñas empacadoras se hace manualmente (se coloca fruta por fruta dentro de los tanques) y en las grandes se hace por inmersión de las carretas o empaques de campo. La fruta se desplaza dentro de los tanques con la ayuda de chorros de agua y por el movimiento de las frutas, resultante del impulso que llevan al vaciarlas en el tanque.

En esos tanques, la fruta se lava y desinfecta. Generalmente se emplea agua clorada (hipoclorito de sodio 50 - 100 ppm), por la acción desinfectante del cloro, que ayuda a reducir o eliminar los patógenos superficiales que se encuentran sobre la cáscara de la fruta.

Figura 2. Operaciones en la planta empacadora



*: esta clasificación se hace según los requerimientos del cliente.

** : las flechas señalan los puntos en los cuales se realizan inspecciones de calidad

Nota: además de la inspección de calidad inicial, la planta empacadora debe contar con un sistema de aseguramiento de la calidad, que vigile tanto los procesos como el producto y en el cual se definan los puntos de control.

Se debe controlar la concentración del cloro y el pH del agua de lavado. El cloro se usa en concentraciones de 50 a 100 ppm, pero en algunos casos usan hasta 200 ppm, además, el pH debe estar entre 6,5 y 7,5 para mayor efectividad del cloro como desinfectante, además, se deben hacer cambios frecuentes del agua de la pila, debido a que el cloro se inactiva con la materia orgánica (polvo, hojas). Cuando se aumenta la concentración de cloro o se usan aguas duras (presencia de calcio, carbonato y otros), el pH del agua de lavado podría aumentar a valores superiores a 7,5, lo cual se debe evitar, porque la acción desinfectante del cloro se pierde.

En las pilas de lavado se desechan las frutas que se hunden (sobremaduras, también llamadas "sinkers") y el resto sale por un elevador en uno de los extremos del tanque que lleva la fruta a las bandas **de selección**.

» **Selección:**

Como se ha mencionado, el proceso de selección consiste de la eliminación del producto que no cumple con los requerimientos de calidad del comprador. El proceso de selección se hace manualmente. Operarios entrenados (generalmente mujeres), deben dejar pasar el producto bueno y eliminar el que no califica.

Para la eficacia y eficiencia del proceso, es necesario que las mesas de empaque tengan buena iluminación, dimensiones apropiadas para los tamaños y número de seleccionadoras (altura y ancho de las mesas); los movimientos de torsión de las personas deben ser tan pocos como se pueda en el proceso de selección, para evitar la fatiga, especialmente considerando las dimensiones y peso de la piña. Para que las frutas puedan apreciarse bien en toda su parte externa es deseable que estas se desplacen sobre las bandas de las mesas de selección al mismo tiempo que giren sobre su propio eje. La velocidad de avance y de rotación deben permitir al operario evaluar fruta por fruta sin necesidad de manipularla ni alzarla con sus manos.

En los cuadros 5 y 6 se dan algunas recomendaciones generales para los procesos y el equipo de la planta empacadora. Se deben hacer adaptaciones para cada proceso y producto en particular, pues los tratamientos y manejo que se le debe dar a los productos puede diferir entre ellos por sus características y también varían los tamaños de los operarios.



Foto N° 1: Venta de Piña en la Feria del Agricultor, Pavas, San José, Costa Rica.

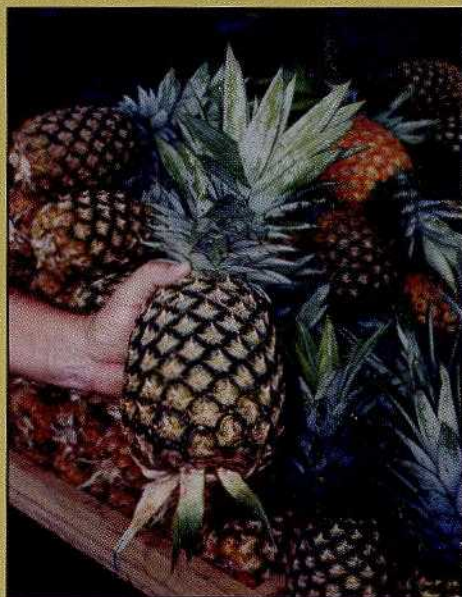


Foto N° 2: Piña de venta en el mercado local. Obsérvese la proporción del tamaño de la corona y el cambio en la coloración de la base de la fruta.





Foto Nº 3: Cambios de color de la piña.
Evolución del color de la pulpa de verde a
amarillo; el cambio comienza en la base de
la fruta y avanza hasta la corona

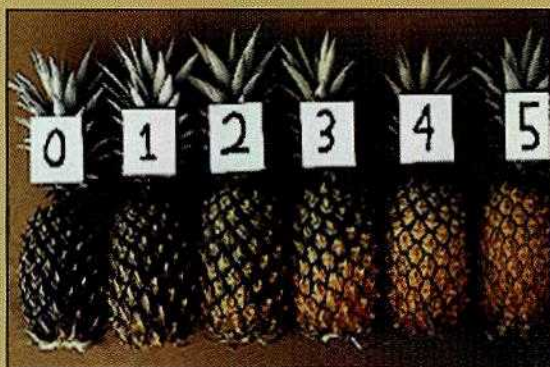


Foto Nº 4:
Escala comercial disponible en la literatura a
través de internet (fuente: Pineapple News
and Information,
[www.agrss.sherman.hawaii-
edu/pineapple/refs.htm](http://www.agrss.sherman.hawaii.edu/pineapple/refs.htm), 12/5/03).



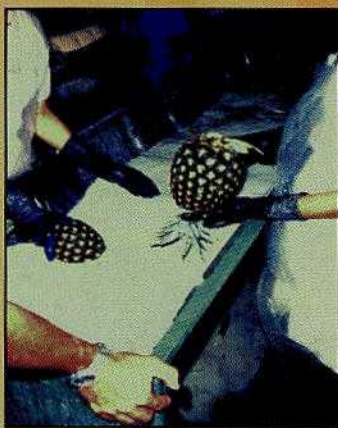


Foto Nº 5: Encerado manual de la piña.
El operario sumerge la fruta, dejando la corona fuera de la mezcla con cera, y deja escurrir el exceso de cera.



Foto Nº 6: Esfera instrumentada ISO 100
Techmark, Inc, a la cual se le adaptó una corona
de piña para las pruebas de impacto.





Foto N° 7: Péndulo usado por Geesink para la evaluación de daños por impacto, con la esfera instrumentada lista para ser liberada.



Foto N° 8: Péndulo para las pruebas de impacto con una piña sobre una superficie de almendra. La piña se sujeta de dos puntos con una cuerda.



Cuadro No. 5 Parámetros de diseño para las **mesas** de selección de productos frescos.

Descripción	Valor recomendado
Altura de la mesa	1,0 -1,2 m
Ancho de la mesa	0,45 - 0,75 m
Distancia entre el operado y la mesa ¹	0,20 m
Velocidad de avance de la frutal	6,5 - 9,0 m/min
Carga de producto ³	3 - 5 frutas/fila
Velocidad de rotación de la fruta ⁴	Menos de 50 rpm
Número de operarios / mesas	2 operarios/mesa
Iluminación ⁶	1000 lux

- 1: distancia para que el operario pueda apreciar bien la fruta en el lado más cercano a él
- 2: depende del número de operarios , rotación de la fruta y cantidad de fruta en la banda
- 3: cantidad de fruta (número o peso) por unidad de área de la banda o número de frutas por fila de frutas frente al operario.
- 4: para que el producto rote frente al operario. Depende del tipo de defectos que se deben detectar.
- 5: cuando se selecciona producto con pocos defectos. Los operarios se deben ubicar en los lados opuestos de la mesa, traslapados , para no interferir entre sí (no deben estar uno frente al otro).
- 6: depende de los criterios de selección y tipo de defectos.

Fuente: Bollen et al (1992)

El producto que no cumple con los requerimientos de calidad de ninguna de las categorías de interés para la planta empacadora , se debe sacar rápidamente de la planta empacadora , mediante bandas transportadoras o en los recipientes donde se coloque, especialmente productos con problemas de pudriciones y daños físicos que permitan la salida de líquidos de su interior. Esta práctica permite minimizar el riesgo de contaminar el producto bueno.

Cuadro No. 6. Recomendaciones para los procesos de selección y clasificación de la piña.

Aspecto	Recomendación
Operarios	Entrenarlos, limitar el número de tareas y movimientos a realizar y supervisarlos (cada tarea requiere la atención, cuidado y tiempo, operarios girando y trasladándose continuamente de un lugar a otro, hacen que el proceso de selección sea más lento y menos eficiente)
Mesas o bandas de trabajo (selección y clasificación)	Altura cómoda para trabajar (Cuadro 5), fácil acceso a la fruta sin necesidad de reclinarse, sitio para colocar fruta rechazada de fácil acceso para el operario (poco movimiento desde donde levanta la fruta hasta donde debe depositarla).
Flujo de producto	La velocidad de las bandas debe ser ajustables según la cantidad y calidad de la fruta (incidencia de daños, tipos de defectos del lote) pues de ello depende el tiempo que el operario debe destinar a valorar la fruta. También se debe tomar en cuenta el número de operarios en el proceso de selección y el flujo de producto en la línea de empaque, para que la operación no constituya un cuello de botella
Rotación del producto	La calidad de la fruta se debe evaluar observando la cáscara y el estado de la corona desde todo ángulo, por lo que la rotación del producto en las mesas de selección facilita la selección y clasificación del producto, con una manipulación mínima.
Iluminación	Para procesos de empaque se recomienda una iluminación en el nivel de las frutas de 1000 lux, con lo cual se detectan fácilmente los defectos y causa menos cansancio y fatiga visual a los operarios. Tubos fluorescentes colocados a 1,5 m sobre las mesas se usan comúnmente
Manejo del rechazo	Los movimientos del operario para colocar la fruta de rechazo en los recipientes, bandas o canales que para ello sean previstos, deben ser mínimos, así como el esfuerzo requerido para manipular la fruta. El producto rechazado se debe sacar de la planta empacadora tan pronto como sea posible.

► Encerado y aplicación de fungicidas:

El encerado en la piña se hace solamente a la fruta y no a la corona. La cera mejora la apariencia de la piña y a la vez contribuye a disminuir los problemas de oscurecimiento interno (IB, por sus siglas en inglés de "internal browning"), relacionados con los daños por frío y de pérdida de humedad. El encerado puede retardar el cambio de color externo de la fruta, pero no lo evita, de manera que se logra desarrollar el color amarillo en toda la fruta.

La piña necesita también protección con fungicidas en la etapa poscosecha, tratamiento que se hace de manera complementaria a los cuidados en la etapa de producción, durante su crecimiento y desarrollo. Una práctica común es la aplicación del fungicida con la cera, con la ventaja de que se logra una distribución uniforme sobre la cáscara de la fruta, a la vez que permite que el fungicida tenga un mayor efecto residual a través del tiempo.

El encerado se hace utilizando sistemas por inmersión , aspersión o cascada, de manera que cubra totalmente la fruta pero no se encere la corona . En el caso de procesos por aspersión y cascada es importante la rotación de la fruta para exponer toda la superficie a la cera . La Foto 5 muestra la forma como se realiza el encerado manual.

Las ceras más utilizadas en piña son polietileno/parafina o carnauba/parafina y entre los fungicidas están los benzimidazoles y el triadimefon.

» Clasificación y empaque

El proceso de clasificación tiene por objeto el separar las frutas según su color y según su tamaño. Con mucha frecuencia este proceso se hace conjuntamente con el proceso de empaque: el(la) operario(a) escoge la fruta con un color y tamaño específico, y la acomoda en una caja de cartón corrugado, de manera que en cada caja de producto empacado, los frutos tengan color y tamaño uniformes.

Para la exportación, se utilizan cajas de 20 - 26 lb (9 - 11,8 kg) para el mercado europeo y 40 lb (18 kg) para el mercado de EE.UU. La cantidad de frutas dentro de un mismo empaque se señala en la parte exterior del empaque , por ejemplo, fruta N° 10 indica que la caja de 40 lb (18 kg) contiene 10 piñas de dimensiones similares.

Los tamaños de los frutos de piña , dados en función de la cantidad de frutos que se empacan en una caja de 18 kg , varían del No. 7 al N°. 22, siendo los más comunes los tamaños 7 a 16 para la variedad Champaka y 4 a 10 para la dorada.

Las fruta se coloca en cajas de cartón corrugado de una sola capa, acostadas, en las cajas de 9 - 11,8 kg (20 - 26 lb) y en una o dos capas en las de 18 kg, alternando en ambos casos la dirección de la corona . A cada fruta se le coloca una etiqueta con el nombre de la compañía comercializadora y el país de origen.

Las cajas llenas se pesan para comprobar el peso, el cual debe ser ligeramente mayor de lo que indica la caja, para compensar la pérdida de humedad del producto durante el transporte.

El diseño y la resistencia del cartón son dos aspectos que se deben considerar para los empaques de piña. Se requiere que estos sean los que soportan los esfuerzos de compresión (peso de la estiba de empaques), y no la piña, adicionalmente, deben mantener su resistencia hasta el mercado meta, permitir la ventilación y el enfriamiento del producto y protegerlo durante el transporte y la distribución.

» **Paletizado**

La formación de paletas permite agilizar la manipulación del producto empacado. Las cajas se colocan sobre tarimas de madera de 1,0 x 1,2 m, en capas hasta completar una altura de aproximadamente 2,0 m si se envían en contenedores marítimos estándar o 2,5 m para los contenedores tipo "high cube" que tienen mayor altura.

Los empaques utilizados para el transporte marítimo deben tener suficiente resistencia mecánica; que es lo que les permite resistir el peso de la estiba de los empaques en la paleta (altura y peso) y los movimientos durante el transporte. Deben mantener esa resistencia en ambientes con alta humedad relativa (85 - 90%) por períodos prolongados de 3 a 4 semanas, dado que son las condiciones que requiere la piña durante el transporte refrigerado y comercialización en Europa.

Bajo esas condiciones de humedad relativa en el ambiente, las cajas de cartón corrugado absorben humedad y su resistencia mecánica disminuye, razón por la cual se recomienda el uso de películas impermeabilizantes sobre la superficie del cartón para minimizar el efecto de la alta humedad en el ambiente durante el transporte y almacenamiento de la piña, pues de otra forma, se debe recurrir al uso de materiales de cartón más resistentes, con lo cual se incrementa el costo de los empaques.

El acomodo de las cajas sobre las tarimas es importante para que las paletas sean estables y permitan la correcta circulación de aire. Se deben colocar dentro de los límites del área de las tarimas, de manera ordenada, alineando cada capa de **cajas con las cajas inferiores**, de manera que las ventilaciones en los lados de las cajas queden alineadas y permitan el paso del aire a través de las mismas. Las cajas se deben alinear perfectamente hacia los lados y hacia arriba, y se deben utilizar esquineros y amarras para formar un bulto o carga unitaria estable, fácil de cargar y descargar de los contenedores refrigerados.

» **Enfriamiento:**

Las condiciones óptimas para el almacenamiento y transporte de la piña son 85 - 90% HR a una temperatura de 7 a 10 °C (fruta madura) o 10 - 13 °C (fruta verde-madura). Bajo esas condiciones se logra que la vida comercial de la fruta alcance un máximo.

La temperatura de la fruta en el campo, puede alcanzar niveles cercanos a los 30 - 35 °C, e incluso en algunas zonas puede llegar hasta casi 45 °C, condiciones a las cuales la tasa respiratoria puede ser 6 a 10 veces más rápida que a las condiciones óptimas de almacenamiento dadas anteriormente. La tasa respiratoria es un indicador de la velocidad con que ocurren las reacciones y cambios dentro de la fruta, de manera que es importante reducir la temperatura de la fruta tan pronto como sea posible para disminuir la velocidad del deterioro del producto y extender su vida comercial.

La piña se puede enfriar en una cámara fría con. o sin sistema de aire forzado. En el primer caso, la fruta empacada en las cajas de exportación, se coloca dentro del cuarto frío, en hileras que permitan la circulación del aire frío, lo cual facilita el enfriamiento. El sistema con aire forzado, consiste en forzar el paso **del aire frío a través del interior de las cajas**, de manera que el contacto de la fruta con el aire frío es mejor, y el enfriamiento ocurre más rápidamente (2 - 3 horas). Generalmente se colocan dos hileras de paletas completas, una a cada **lado de un abanico extractor**, se **tapa con una lona el espacio entre las dos hileras** y el abanico comienza a funcionar, forzando el paso del aire frío a través **de la paleta.**

El correcto acomodo de las cajas en las paletas y en el cuarto frío, el uso de cajas con un 5% de área de ventilaciones en las caras expuestas al flujo del aire frío y el uso de cámaras con suficiente capacidad de refrigeración para remover el calor en el tiempo deseado, son factores críticos que permiten que el enfriamiento de la piña sea más rápido.

El objetivo del enfriamiento es reducir la temperatura de la fruta hasta la temperatura óptima para su transporte y almacenamiento, con el fin de aumentar su vida comercial. Idealmente, la fruta debe ingresar a los contenedores a esa temperatura, pues la capacidad de refrigeración de los contenedores marítimos, generalmente es suficiente para mantener la temperatura del producto y compensar el efecto del ambiente externo (radiación y calor fuera del contenedor), pero no es suficiente para enfriar el producto desde la temperatura ambiente hasta la requerida para el transporte.

Si el producto se carga caliente, puede tardar varios días en enfriarse, o podría no llegar a alcanzar la temperatura deseada, con lo cual se podrían presentar problemas de sobremaduración y deterioro del producto y rechazo del mismo en el puerto de destino.

» Carga en contenedores refrigerados

Los contenedores refrigerados se utilizan para el transporte marítimo y terrestre de la piña a los distintos mercados meta, a los cuales se podrá llegar en unos pocos días o varias semanas, dependiendo de donde se localizan y el medio de transporte empleado.

Es necesario que el producto que se carga, además de haber sido seleccionado y preparado para el mercado fresco, tenga suficiente vida poscosecha (vida útil), que le permita llegar en buen estado hasta su destino; el exportador debe indicar al transportista y en los empaques, la temperatura a que se debe manejar el producto (en °C y °F) y otros requerimientos (cambios de aire y otros).

Antes de introducir las paletas, se debe revisar el contenedor (higiene, libre de productos químicos, residuos de materia orgánica, estado de las paredes y puertas, registro de lavado y desinfección, registro de viajes anteriores para verificar que sea aceptable para el transporte de alimentos y otros), comprobar la buena operación de la unidad de refrigeración, el termostato, el ajuste de los cambios de aire y los controles de temperatura; el contenedor se debe enfriar hasta la temperatura de la cámara, se debe acercar y ajustar a la puerta de salida de las cámaras, para evitar la entrada de aire caliente a la cámara y al contenedor; la unidad de refrigeración de este último se debe apagar antes de abrir la puerta de las cámaras para evitar problemas de condensación.

Las paletas se deben introducir y acomodar, de manera que permitan la circulación de aire frío en el contenedor. Se deben inmovilizar para una mayor estabilidad y no se debe sobrepasar la altura límite señalada cerca de las puertas. Las paletas deben cubrir todo el piso cuando la circulación del aire es por abajo, o bien, se deben colocar cajas o láminas de cartón para bloquear el paso del aire, si quedan espacios libres, esto para asegurar que el aire frío circule a través de los empaques.

Se recomienda el uso de registradores de temperatura, debidamente calibrados e identificados (fecha, hora, lugar donde fue colocado, **lote de** producto con el que se envía) dentro de los contenedores, preferiblemente en el canal de retorno del aire hacia el equipo de refrigeración,

» **Transporte**

El transporte de la piña a terceros mercados se hace por vía marítima en la mayor parte de los casos. El costo del transporte aéreo es elevado y la disponibilidad limitada; en caso de envíos por esta vía, debe tomarse en cuenta **que la** carga no viaja refrigerada, por lo que es necesario enfriar previamente la fruta a la temperatura deseada, utilizar empaques que le permitan conservar la temperatura y la protejan contra daños físicos y cambios de temperatura en los aviones y aeropuertos.

Para el transporte marítimo es necesario asegurarse que el sistema de refrigeración funcione adecuadamente, que mantenga la temperatura deseada (7 a 10 °C (fruta madura) ó 10 - 13 °C (fruta verde-madura), con el intercambio de aire fresco establecido y una buena circulación de aire a través de las cajas, lo cual se logra con el uso de empaques adecuados y el acomodo de la carga dentro del contenedor, permitiendo que el aire frío pase a través de los empaques. El uso de registradores de temperatura dentro del contenedor, la toma de fotografías, reportes de la calidad del producto y los empaques al llegar a puerto, son medidas que se deben implementar con el fin de tener un buen control del transporte y la calidad de la fruta y una herramienta para hacer los ajustes necesarios para garantizar que la piña llegue en buen estado al mercado final.

El tiempo de transporte varía según el mercado de destino. Hacia los EE.UU. el viaje tarda alrededor de 5 a 7 días y para Europa de 12 a 20 días, dependiendo de la naviera empleada y de si la compañía comercializadora cuenta con sus propios barcos.

V. Problemas más frecuentes y su control

»Defectos de calidad

Los mayores problemas para la piña fresca son la pudrición negra (en inglés: "black rot", "thielaviopsis fruit rot", "soft rot" o "water rot"), el oscurecimiento interno ("internal browning" u oscurecimiento endógeno), la pudrición en los frutículos ("brown rot" o "fruitlet core rot"), mohos sobre la superficie de la fruta, daños en la corona por ácaros rojos ("red mites") y daños mecánicos ocurridos durante y después de la cosecha (Rohrbach, 1993).

Con menor frecuencia, otras enfermedades, daños fisiológicos y defectos pueden también afectar la calidad de la piña y la hacen no apta para su comercialización. Algunos de ellos son: pudriciones de origen fisiológico (fruta anormalmente suave, daños por frío o por congelación), cicatrices, marmoleo (bacteria)), gomosis, bolsas de cuero en la pulpa y cáscara, daños por insectos

(*Tecla*, cochinilla ("mealy bugs") y otros) y roedores, frutas muy grandes o deformes, con coronas múltiples, torcidas o desproporcionadas. Algunos defectos leves que cuentan con cierto nivel de tolerancia durante los procesos de selección son los cuellos de botella (base angosta de la corona), suciedad, pedúnculos excesivamente largos y formación de nódulos en la base de la fruta.

El origen de muchos de estos defectos proviene de la etapa de producción agrícola, por factores nutricionales, fisiológicos, genéticos o ambientales por el ataque de insectos o microorganismos patógenos (hongos, bacterias y virus).

» Enfermedades poscosecha

Las principales enfermedades que afectan los frutos de piña se muestran en el cuadro N° 7. Las enfermedades son originadas por microorganismos (bacterias, virus, hongos y otros) que crecen y se multiplican sobre la superficie o dentro del producto, incrementando la incidencia y severidad de los daños a través del tiempo. Muchas de las bacterias se introducen al producto a través de los cortes de cosecha o heridas en la superficie de la fruta.

Cuadro No. 7. Enfermedades que afectan la calidad poscosecha de la piña

Enfermedad	Descripción
Putridión negra	<p>Otros nombres: "black rot", pudrición peduncular, pudrición por <i>Thielaviopsis</i>, pudrición suave o acuosa.</p> <p>Características: pudrición acuosa suave, que generalmente inicia cerca del punto de separación de la fruta de la planta y oscurece los tejidos por la formación del micelio y esporas del hongo. La severidad de la enfermedad depende del grado de magulladuras y heridas durante la cosecha y manejo de la piña, el nivel del inóculo y la temperatura de almacenamiento y transporte.</p> <p>Causa: <i>Chalara paradoxa</i> (Sinónimo: <i>Thielaviopsis paradoxa</i>). Puede crecer entre 21 y 32 °C, condiciones ideales son 26 °C y pH 8.0. Los daños mecánicos como golpes y heridas favorecen el desarrollo de esta enfermedad.</p> <p>Medidas de control: minimizar los golpes y heridas durante la cosecha y manejo poscosecha, enfriar y mantener la fruta a 13°C o menos y usar fungicidas químicos entre 6 y 12 horas después de la cosecha, antes del empaque.</p>
Putridión en el centro del frutículo	<p>Otros nombres: "fruitlet core rot", mancha negra, mancha café de los frutículos, pudrición de ojos.</p> <p>Características: el centro de los frutículos se oscurece y se toma color café, con un centro acuoso color gris. Cuando la infección ocurre de manera temprana, se forman tejidos corchosos entre los lóculos (bolsas de cuero) y entre los frutículos.</p> <p>Causa: uno o varios hongos y bacterias, solos o en mezcla. Ha sido asociada a los siguientes organismos: <i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon var <i>subglutinans</i> Edwards, <i>Pericillium tuniculosum</i> Thom, <i>Erwinia ananas</i> Serrano y <i>Pseudomonas ananas</i> Serrano.</p> <p>Medidas de control: Depende del organismo que esté causando la enfermedad (fungicidas, bactericidas).</p>
Marmoleo	<p>Otros nombres: "marbled fruit"</p> <p>Características: discoloración y opacidad de la pulpa a colores amarillentos o rojizo o café. La pulpa se endurece, y adquiere apariencia granular tipo pecas.</p> <p>Causa: <i>Acetobacter peroxidans</i>, <i>Acetobacter</i> sp. y <i>Erwinia herbicola</i> var. <i>ananas</i> (Serrano).</p> <p>Medidas de control: no se reportan métodos de control, pero la fruta infectada puede detectarse por su apariencia externa y firmeza.</p>

Fuentes: Paull (1993, 1997), Rhorbach (1994), Snowdon (1990).

2- Daños fisiológicos

Este tipo de daños no es originado por microorganismos, sino que es la respuesta de la planta o la fruta ante una situación externa (sequía, exceso de agua, alta o baja temperatura y otros tipos de estrés). El daño por frío es uno de los más importantes, por el impacto sobre la calidad de la fruta.

Los daños fisiológicos que ocurren con mayor frecuencia en la piña se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 8. Daños fisiológicos que afectan la calidad de la piña después de la cosecha.

Daño	Descripción
Daño por frío	<p>Otros nombres: mancha café endógena "Endogenous brown spot", corazón negro, daño fisiológico.</p> <p>Características: deshidratación y decoloración de las hojas de la corona. En la fruta, desuniformidad o falta en el cambio de color de la cáscara de verde a amarillo, oscurecimiento y pérdida de brillo de la cáscara, oscurecimiento interno de la pulpa y apariencia acuosa. Los daños se manifiestan casi siempre cuando la fruta se saca del almacenamiento en frío.</p> <p>Causa: manejo y almacenamiento de la fruta a temperaturas menores a 7 o 10 °C, para fruta verde-madura y madura, respectivamente. La fruta con menor acidez y menor cantidad de azúcares tiende a ser más susceptible de este daño.</p> <p>Control: el encerado y el correcto manejo y control de la temperatura durante el manejo y transporte de la fruta es lo que se utiliza comercialmente; otras alternativas que han dado resultados positivos son el empaque en bolsas de polietileno, uso de atmósferas controladas y aplicaciones de ácido ascórbico (Paull, 1997).</p>
Oscurecimiento interno	<p>Otros nombres: IB "internal browning". En muchas referencias bibliográficas, este daño se considera como parte de los síntomas del daño por frío, y no como un daño diferente.</p> <p>Características: comienza con una zona transúcida en la base de los frutículos, que luego se oscurece.</p> <p>Causa: Proceso de oxidación asociada a altos niveles de la actividad de la enzima polifenol oxidasa y alta presencia de oxígeno.</p> <p>Control: Se previene con el encerado de la fruta, que limita el oxígeno disponible dentro de la fruta.</p>
Quemaduras de sol	<p>Características: Decoloración de la cáscara de la piña a un color blanco amarillo que luego se torna grisáceo o café. También se daña la pulpa bajo la mancha, y se hace más susceptible a la entrada de patógenos.</p> <p>Causa: incidencia directa del sol, especialmente en la fruta de las orillas de los lotes de producción y cuando las temperaturas de campo superan los 35 °C.</p>

Fuentes: Bartholomew *et al* (1994), Jiménez Díaz (1999), Kader (2002), López Lago *et al.* (1996), Paull (1993,1997), Rohrbach (1994), Snowdon (1990), Villalobos (1999).

3-Daños mecánicos

Los daños mecánicos son ocasionados por golpes, carga excesiva, cortes y fricción de las frutas entre sí y con las superficies de la línea de empaque. Los síntomas incluyen magulladuras, cicatrices, cortes, zonas aplastadas o raspadas y heridas abiertas que permiten tanto la salida de fluidos como la entrada de microorganismos, que ingresan y se desarrollan y reproducen con facilidad en tejidos dañados.

Este tipo de daño representa limitaciones en el manejo poscosecha de la piña. Variedades como la Dorada, que han mostrado mayor susceptibilidad a estos daños se deben manipular con mucho mayor cuidado. Los daños por impacto son difíciles de detectar en la fruta entera, especialmente en las primeras horas, pero aceleran el deterioro del producto y aumentan las pérdidas poscosecha a través de la cadena de comercialización. Cuando se manifiestan como reventaduras o cortes es posible identificarlos con mayor facilidad.

Los golpes se manifiestan en la piña como magulladuras bajo la cáscara del sitio donde ha ocurrido el impacto. La coloración de la cáscara a veces cambia ligeramente y la pulpa cambia de color y textura, hay rompimiento de células lo que acelera su deterioro y provoca la fuga de fluidos (jugos).

En un estudio realizado en una planta empacadora de piña fresca en Hawaii (Timm y Brown, 1991), se encontró que en todas las transiciones (cambios) entre las bandas transportadoras del proceso de empaque (cambios de una banda a otra) se presentaban impactos con picos de aceleración altos (hasta de 212 g (g: aceleración de la fuerza de gravedad = 9,81 m/s²)) y repetidos (hasta 9,2 golpes consecutivos); esto significa que la fruta se sometía a fuertes esfuerzos mecánicos que podrían ocasionarle magulladuras. Los mayores problemas se dieron en un elevador, en que la fruta rodaba hasta 3,2 m en una rampa con 25° de elevación y se golpeaba y rebotaba contra rodillos de acero. Los golpes contra superficies como el acero y plásticos duros pueden provocar daños.

En otro estudio realizado en la Universidad de Costa Rica por Geesink (1996), se caracterizó el daño mecánico de frutos de la variedad Dorada, se determinaron las características mecánicas de la piña y se evaluaron los daños mecánicos desde la cosecha hasta el arribo de la fruta a la planta empacadora usando una esfera instrumentada (acelerómetro), que registra la cantidad y ubicación donde ocurrían golpes y su intensidad. El cuadro 9 muestra el coeficiente de elasticidad² obtenido para la piña Dorada con diverso grado de coloración de la cáscara y de la Champaka, este último significativamente mayor que los de la piña Dorada, lo que indica que los frutos de la variedad Champaka requieren de un mayor esfuerzo para ser deformados, y por tanto tienen una mayor resistencia a las fuerzas de compresión.

² El coeficiente de elasticidad es una característica de los materiales que se utiliza como indicador del comportamiento de la piña cuando se somete a esfuerzos de compresión.

Geesink (1996), encontró que la fuerza de impacto de la piña depende de la superficie de contacto (madera, espuma y otros), lo cual es razonable por las diferencias en los coeficientes de elasticidad de los materiales. La fuerza del impacto de la piña contra una superficie de madera de almendro fue de 540 N (Newtons: unidad de fuerza); al golpear una fruta contra otra fruta que permanecía apoyada sobre la superficie de madera, la fuerza del impacto fue de 407 N y el golpe contra otra piña suspendida en el aire dio como resultado una fuerza de 23 N. Cuando se usó una espuma "no-Bruz" sobre la madera, la fuerza de impacto disminuyó a 157 N (reducción del 70% respecto a la madera), lo cual resaltó la importancia de utilizar materiales para amortiguar el golpe, como este tipo de espumas u otros materiales que absorban parte de la energía del golpe, para proteger la fruta, pues a medida que la fuerza de impacto es menor, se reduce la severidad de los daños y el riesgo de que estos ocurran. Geesink no encontró diferencias en la susceptibilidad de la piña a los daños por impacto para frutos de la variedad Dorada con distintos grados de coloración externa, pero sí para la altura de caída en sus evaluaciones con caídas de 5, 10 y 15 cm de altura, en la fuerza del impacto y el área dañada.

Cuadro 9. Propiedades mecánicas de la piña.

Color de la fruta	Diámetro promedio	Coeficiente de elasticidad * (MPa)
	(cm)	
Cultivar Dorada extra dulce (MD2)		
1	11	1,652
2	13	1,653
3	12,5	1,657
4	12,2	1,654
5	11,8	1,664
Cultivar Champaka		
2	No 10	2,236

* Calculado utilizando el módulo de Poisson de la manzana, $\nu=0,29$ y el desplazamiento causado por una fuerza de 100 kgf. Fuente: Geesink, H. 1996

El Cuadro 9 muestra los valores de la fuerza de impacto y los daños ocasionados en las piñas de la variedad Dorada y Champaka (solo daños) y el valor correspondiente a la aceleración registrada con una esfera instrumentada ISO 100 Techmark, Inc. (acelerómetro), a la cual se le colocó la corona de una piña tal como se aprecia en las fotos 6 a 8. La esfera se dejó caer desde 5, 10 y 15 cm, sobre la misma superficie de madera de almendro, sobre la que fueron golpeadas las piñas (Geesink, 1996), con el fin de establecer una comparación entre la intensidad del golpe, la altura de caída y la severidad de los daños que ocasionan en la fruta. La fuerza y la aceleración durante el impacto aumentan conforme la altura de caída es mayor, como se esperaba (231, 351 y 442 N y 221, 309 y 382 g), mientras que el área dañada de la pulpa de la piña (debajo de la cáscara) también aumentó. Para la variedad Dorada, se encontraron daños de 6,4 cm² aún para alturas de caída de 5 cm, con un incremento importante para 10 y 15 cm. La variedad Champaka mostró una mayor resistencia, no se encontraron daños cuando la fruta se dejó caer de 5 cm, los daños fueron mínimos desde los 10 cm de altura, pero cuando se dejó caer desde los 15 cm, los daños fueron muy similares a los que se encontraron para la variedad Dorada (14,9 cm²) figura 10. Por lo anterior, la variedad Dorada se debe manipular con mayor cuidado que la Champaka, para evitar los daños físicos en la fruta.

Cuadro N°. 10. Efecto de la altura de caída sobre el área dañada en la pulpa de la piña.

Altura de caída	Cultivar Dorada extra dulce (ND2)		Cultivar Champaka	Aceleración "
(cm)	Fuerza del impacto (ND)	Área dañada (cm ²)	Área dañada (cm ²)	(g's)
5	231	6,4	0	221
10	351	11,4	1,8	309
15	442	14,7	14,9	382

*g. unidades de la aceleración de acuerdo a la aceleración equivalente de la fuerza gravitacional. La aceleración se midió con una esfera instrumentada ISO 100 Techmark, Inc.

Los resultados de Geesink señalaron que los daños por golpes a la piña durante el manejo de la fruta en el campo, ocurren principalmente en los cambios de banda (transiciones), en el elevador (por el retorno y caída de la fruta cuando el flujo de piñas es poco) y a la salida del elevador, donde hay un cambio de banda y de dirección y se recomendó tomar las precauciones necesarias para minimizar tales golpes, como el uso de guías para dirigir el producto en los cambios de banda y de dirección, y dispositivos para evitar que las frutas se devuelvan en el elevador.

Para evitar los daños mecánicos en la piña, es necesario también un manejo cuidadoso por parte de los cosechadores y de todos los que manipulan la fruta en el campo y la planta empacadora; es necesario identificar los puntos dentro de los distintos procesos de empaque y de cosecha, donde el riesgo de este tipo de daño sea mayor y tomar las medidas correctivas necesarias, tales como acolchado de superficies duras contras las que se golpea la fruta, cambios en el ángulo de los elevadores o uso de aletas que ayuden a subir la fruta sin que ésta se devuelva y choque con otras frutas o con superficies duras.

Vi. Estándares de calidad *para* la piña fresca **destinada a la exportación**

En este apartado se incluye un extracto de la norma mundial del CODEX para piña y requerimientos para el mercado de los EE.UU., en lo que se refiere a requisitos mínimos de calidad, clases o categorías.

/ Norma mundial del CODEX para piña (CODEX STAN 182-1993)

» **Requisitos** mínimos: las frutas deben estar enteras, ser frescas, estar **sanas**, deberán excluirse los productos afectados por pudrición o deterioro que impidan su consumo, deben estar prácticamente exentas de materia extraña visible, manchas oscuras internas, daños causados por parásitos, magulladuras pronunciadas, daños causados por temperaturas bajas, humedad externa anormal (salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica), exentas de olores y sabores extraños, el pedúnculo debe ser menor de dos centímetros con un corte neto, deben estar suficientemente desarrolladas y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto. El desarrollo y condición de las piñas deberán ser tales que les permitan soportar el transporte y manipulación, y llegar en estado satisfactorio a su destino.

/ Clasificación: establecen tres categorías : Extra, I y II

» **Categoría Extra:** frutos de calidad superior y características de la variedad o tipo comercial. Libre de defectos, salvo defectos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general, calidad y estado de conservación del producto y a su presentación en el empaque. La corona debe ser simple y recta, sin brotes y su longitud deberá ser de 0,75 a 1,5 veces la longitud de la fruta (frutas comercializadas con corona).

»**Categoría I:** frutos de buena calidad y características de la variedad o tipo comercial. Se permiten defectos leves de forma y color y en la cáscara (rasguños, cicatrices, raspaduras, magulladuras y manchas producidas por el sol), siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, a su calidad y a su estado de conservación y a su presentación en el envase. La superficie total afectada (cáscara) no deberá exceder el 4%.

»**Categoría II:** fruta que no puede incluirse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados. Pueden permitirse defectos de forma y color, siempre y cuando el producto tenga las características comunes de la piña y defectos de la cáscara (rasguños, cicatrices, raspaduras, **golpes**, magulladuras y manchas producidas por el sol), siempre y cuando las piñas conserven sus características **esenciales** en lo que respecta a su calidad y estado de conservación y a su presentación. La corona podrá ser simple o doble y recta o ligeramente curva, sin brotes. En ningún caso deberán los defectos afectar a la pulpa de la fruta.

Clasificación **por tamaño:** el peso mínimo será de 700 g, salvo para las variedades pequeñas.

»Homogeneidad: el contenido de cada envase debe ser homogéneo y contar únicamente con piñas del mismo origen, variedad, calidad y calibre. Para la categoría Extra, el color y la madurez deberán ser homogéneos.

» Envasado: Las piñas deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. El material utilizado en el interior de los envases deberá ser nuevo, estar limpio y ser de tal calidad que evita daños externos e internos al producto, exento de cualquier materia u olor extraños. Se permite el uso de materiales especialmente papel o sellos, que lleven las especificaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico. Los envases deben ajustarse al Código de prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas tropicales.

»**Contaminantes:** las piñas deberán estar exentas de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana , y deberán ajustarse a los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por el Comité del CODEX sobre residuos de plaguicidas para este producto.

Mercado de los Estados Unidos de América:

Hay tres calidades establecidas: US Fancy, US No 1 y US No 2. Las especificaciones son más específicas que para la norma CODEX, y debido a la competencia internacional, generalmente se trabaja con calidades de fruta superiores a las especificadas dentro de esas tres categorías. Se toman en cuenta los siguientes aspectos: uniformidad de la fruta empacada (color, variedad, tamaño), el producto debe estar firme y seco, libre de pudriciones, heridas, quemaduras de sol y otros daños.

VII. Referencias bibliográficas

- Bartholomew, D.P. & Malézieux, E.P. 1994. Pineapple. In: **Handbook of environmental physiology of fruit crops. Volume II. Sub-tropical and tropical crops.** Editado por Schaffer, B.& Andersen, P.C. CRC Press, Inc. Florida, EE.UU.
- Bollrn, G.; Prussia, S.E.; Lidror, A. 1993. Visual inspection and sorting: finding poor quality before consumer does. In: Shewfelt, R.L.; Prussia, S.E. Postharvest handling. A system approach. Academic Press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. San Diego, California. 358p.
- Castro, Z. 1994. Cultivo de la piña. En: Atlas agropecuario de Costa Rica. Editado por Cortés Enríquez, G. Editorial Universidad Estatal a Distancia, EUNED. Costa Rica.
- Codex Alimentarius. 1993. Norma mundial del Codex para la piña. Codex Stan 182-1993. En: Codex Alimentarius. Volumen 5B - 1993.
- Elizondo, A.C. 2002. **Mercado Internacional de la Piña. Servicio de Información de Mercados.** Consejo Nacional de Producción, MERCANET. **Boletín 1.** Año 7. <http://www.mercanet.cnp.go.cr>. Costa Rica.
- Elizondo, A.C. 2001. Piña. Resumen ejecutivo. Servicio de Información de Mercados. Consejo Nacional de Producción, MERCANET. Boletín 1. Año 6. <http://www.mercanet.cnp.go.cr>. Costa Rica.
- Elizondo, A.C. 2000. El mercado mundial de piña fresca. Servicio de Información de Mercados. Consejo Nacional de Producción, MERCANET. Boletín 2. Año 5. <http://www.mercanet.cnp.go.cr>. Costa Rica.
- Gallo P., F. 1993. Índice de madurez de piña cayena lisa y proyecto de norma de calidad. En: Memorias Primer simposio latinoamericano de piñicultura.

Geesink Arango, H. 1996. Caracterización de las propiedades físicas de la piña (Anonas comosus) de la variedad Dorada Extra Dulce y su relación con el daño mecánico. Proyecto de graduación de licenciatura en Ingeniería Agrícola. Facultad de Ingeniería. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Hardenburg, R.E.; Watada, A.E.; Chien, Y.W. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No 66 (revised). 130p. U.S.A.

Institut de Recherches Sur les Fruits et Agrumes (IRFA). Sin fecha. La culture de l'ananas d'exportation en Cote D'Ivoire. Manuel du planteur. Institut de Recherches Sur les Fruits et Agrumes (IRFA). Les Nouvelles Editions Africaines. Abikjan.

Jiménez Díaz, J. A. 1999. Manual práctico para el cultivo de piña de exportación. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 224p.

Kader, A.A. 2002. Pineapple. Recommendations for maintaining postharvest quality. Produce Facts. University of California, Davis, California, U.S.A., (<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/-Fruit/Apple.html> - 7/31/2002).

López Lago, I; Díaz Varela, J; Merino de Cáceres, F. 1996. Calidad de la piña tropical (Anonas comosus L. Merr) presente en el mercado. En: Alimentaria, Mayo 96, p 59-64. España.

McGregor, Brian M. 1987. Tropical products transport handbook. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No 668. 148 p. U.S.A.

Meléndez, G. y Molina, E.A. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Laboratorio de Suelos y Foliare, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica y Asociación Costarricense de la Ciencia del

Suelo. San José, Costa Rica.

Milis, H.A.; Jones, J.B. 1996. Plant Analysis Handbook II. A practical) **sampling**, preparation, analysis, and interpretation **guide**. MicroMacro Publishing, Inc. Georgia, U.S.A.

Molina, E. A. 2002. Fertilización foliar de cultivos frutícolas . En: Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Editores: Meléndez, G. y Molina, E. A. Laboratorio de Suelos y Foliars, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica y Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica.

Mora, A.C. 2002. Piña aprovecha periodo de bonanza. Publicado en el diario de circulación nacional La República del 10 de junio del 2002. Costa Rica.

Pauli, R.E. 1997. Pineapple. In: Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Edited by S. K Mitra. CAB International, UK.

Paull, R.E. 1993. Postharvest handling of smooth cayenne pineapple in Hawaii for the fresh fruit market. Acta Horticultrae 334. First International Pineapple Symposium.

Promotora de Comercio Exterior. 2000. Ficha producto -país: Piña en Estados Unidos. En: Enlace Mundial. Revista mensual de la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. Año 3. No. 8 Abril-mayo 2000. Costa Rica.

Promotora de Comercio Exterior. 2000. Piña. Perfil de producto. Gerencia de Estudios Económicos e Información Comercial de la Promotora de Comercio Exterior. Costa Rica.

Protade. 1994. Piña. Manual de exportación. Frutas tropicales y hortalizas. Protrade - asesoría en comercio internacional. 35p. República Federal de Alemania.

- Rohrbach, K. 1994. Perspectives on pineapple fresh fruit production, handling and marketing. En: Memoria 1 Taller regional de manejo poscosecha de productos de interés para el trópico. Laboratorio de Tecnología Poscosecha, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.**
- Snowdon, A.L. 1990. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Volume 1: General introduction and fruits. University of Cambridge. CRC Press, Inc. Florida. U.S.A.**
- Timm, E.J. & Brown, G.K. 1991. Impacts recorded on avocado, papaya and pineapple packing lines. Applied Engineering in Agriculture. Vol 7, No. 4, pp. 418-422. Published by the American Society of Agricultural Engineers, USA.**
- Universidad de los Andes. 1994. Análisis internacional del sector hortifrutícola para Colombia. Elaborado por la Universidad de los Andes, Facultad de Administración para la Corporación Colombia Internacional. Serie CCI Informes Técnicos, No.1. ISBN:958-95693-1-S. Colombia.**
- Villalobos, H.; Castro, A.; Rodríguez, L. 1999. Guía para la comercialización de frutas y vegetales en ferias del agricultor. Consejo Nacional de Producción. Área de Normas y Certificación de Calidad. Costa Rica.**