

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Ciencia de Alimentos

**Evaluación de tratamientos post cosecha para la prolongación
de la vida de anaquel de Piña (*Ananas comosus*)**

Jessica Vettorazzi

Guatemala
2009

**Evaluación de tratamientos post cosecha para la prolongación
de la vida de anaquel de Piña (*Ananas comosus*)**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería en Ciencia de Alimentos

**Evaluación de tratamientos post cosecha para la prolongación
de la vida de anaquel de Piña (*Ananas comosus*)**

**Trabajo de Graduación presentado por Jessica Vettorazzi
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en
Alimentos**

**Guatemala
2009**

Vo. Bo.:

(f) _____
Lda. Patricia Palacios de Palomo
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) _____
Lda. Patricia de Palomo
Asesor

(f) _____
Lda. Ana Silvia de Ruiz

(f) _____
Dr. Ricardo Bressani

Fecha de aprobación: Guatemala, 10 de Diciembre, 2009

Le dedico este trabajo de graduación y la carrera a Dios, a mis padres, quienes siempre me apoyaron y sus consejos nunca faltaron.

Quisiera agradecer especialmente a la Licenciada Patricia Palacios de Palomo de la Universidad del Valle de Guatemala, al Ingeniero Abelardo Pérez de la finca Popoyan, al señor Mauricio Conde y a la Ingeniera Amy Dong de Conde de la Empresa Sidelsa por su invaluable colaboración y apoyo en la elaboración de este trabajo.

PREFACIO

Este trabajo se desarrolló a raíz de la necesidad que existe en Guatemala de mejorar el mercado para sus productos agrícolas. Hay productos vegetales que se pierden por una mala manipulación y distribución.

Una de las barreras con las que se ha encontrado la industria de perecederos enteros en la distribución de los productos es llevarlos al consumidor final en óptimas condiciones de calidad. Por esta razón este trabajo pretende estudiar los cambios que le ocurren a la piña (*ananas comosus*) entera bajo distintas condiciones de desinfección y manipulación durante los distintos métodos de cosecha.

Se analizó los daños producidos durante los métodos de cosecha manual y cosecha mecánica y la efectividad de un método de desinfección, que destruye o elimina bacterias y mohos. El desinfectante utilizado fue jabón Fist y desinfectante Chemprocide. La calidad final de las muestras de piña se analizó midiendo el porcentaje de acidez titulable y grados Brix a través del tiempo. El color se analizó por los métodos: guía del estado de color de la cascara y guía del estado de color interno y translucidez, así como aparición de mohos por medio de observaciones visuales.

Se concluyó que para mantener aceptable la piña en los parámetros medidos, se debe realizar una cosecha manual y desinfectar con jabón Fist y desinfectante Chemprocide, cuidando siempre la temperatura de refrigeración.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	x

Capítulos

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	2
III.	ANTECEDENTES.....	24
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	32
V.	OBJETIVOS.....	33
VI.	HIPÓTESIS.....	34
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
VIII.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
IX.	RESULTADOS.....	38
X.	DISCUSIÓN.....	53
XI.	CONCLUSIONES.....	60
XII.	RECOMENDACIONES.....	61
XIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	APÉNDICE.....	65

LISTA DE CUADROS

Tabla	Página
1. Composición nutricional básica de la piña.....	3
2. Exportaciones de piña	28
3. Importaciones de piña	30
4. Importaciones de piña en dólares.....	31
5. Importaciones de piña en T.M.....	31
6. Sólidos totales (°Brix) a través del tiempo a temperatura ambiente 28°C y 7°C.....	38
7. Porcentaje acidez Titulable a través del tiempo a temperatura de 28°C y 7°C.....	39
8. Análisis del color de la piña a través del tiempo a temperatura ambiente 28°C.....	40
9. Análisis del color de la piña a través del tiempo a 7 °C.....	41
10. Análisis de varianzas.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Ilustración	Página
1. Exportaciones de piña en Toneladas Métricas en Guatemala.....	29
2. Importación de piña en Dólares.....	31
3. Importación de piña en toneladas Métricas.....	31
4. Sólidos solubles totales (SST) a través del tiempo a 28°C y 7°.....	43
5. Acidez total titulable a través del tiempo a 28°C y 7°C.....	44
6. Daños producidos por cosecha manual.....	45
7. Daños producidos por cosecha mecánica.....	46
8. Guía de estado de color de la cáscara.....	65
9. Guía de estado de color interno y translucidez.....	66

RESUMEN

La piña se califica como una fruta no climatérica, además de señalarse que es una fruta compuesta, en donde cada uno de sus diferentes frutículos se expresa y comporta de manera muy distinta con respecto al resto en la misma fruta, siendo entonces su grado de madurez múltiple o diverso.

La evaluación de tratamientos post cosecha para la prolongación de la vida de anaquel de piña (*Ananas comosus*) cultivar MD2, conocida también como “golden Ripe”, “Extra Sweet”, y “Maya Gold”, *consiste en analizar el cultivo de la piña para su comercialización como fruta fresca en el mercado local y mercado extranjero, en donde se concentran las principales empresas consumidoras que constituyen los clientes principales. La producción de este cultivar se diferencia de otras por ser un fruto más dulce (entre 13 y 18 grados Brix), de menor acidez, sin hojas espinosas, visualmente más atractiva (tonos de amarillo fuerte) y con más rendimiento de empaque, por la uniformidad de su tamaño.*

Dentro de la actividad de exportación para la piña MD-2, el aspecto más importante a considerar ha sido el concepto de la calidad con que la fruta finalmente llega a los diferentes mercados consumidores. Así, la mejor calidad de un producto agrícola siempre estará determinada directamente en el campo, durante su etapa primaria de producción y esta deberá mantenerse en las otras fases sucesivas como: cosecha, selección, tratamientos, empaque, almacenamiento y finalmente su comercialización al mercado de destino (actividades post cosecha). Por lo tanto en post cosecha, es necesario implementar herramientas como el concepto de control de calidad integral, que abarca cuidados desde la pre cosecha hasta la post cosecha (concepto de cadena del cultivo).

I. INTRODUCCIÓN

<<Los daños mecánicos ocurridos después de cosechar, limpiar y clasificar los frutos, no solo incrementan las pérdidas de calidad de dichos frutos sino que también disminuyen su vida de anaquel.>> (NeSmith et al., 2002). Tales daños mecánicos en frutos influyen en el debilitamiento de la pared celular, la pérdida de firmeza y el incremento en la actividad enzimática, lo cual conduce a una mayor velocidad de respiración y deterioro del fruto (Trincherro *et al.*, 1999; Patten *et al.*, 19888)

Se analizó la efectividad de un producto de desinfección, un compuesto cuaternario suave de cloruro de amonio de amplio espectro que destruye o controla: bacterias y mohos que se forman por descomposición orgánica, con actividad germicida potente contra bacterias gram positivas y gram negativas, el cual permitió un mayor control para mantener un producto fresco, sano y seguro durante el almacenamiento refrigerado del producto.

Se determinó también cómo la cosecha manual y mecánica influía en la pérdida de la calidad durante la vida de almacenamiento en refrigerado, cantidad de daños a los frutos producidos por los aditamentos utilizados durante la cosecha y transporte, como también por la maquinaria empleada para empaque.

Lo que se pretendía con estas condiciones era retardar la senescencia de los productos para así aumentar la vida de anaquel manteniendo los estándares de calidad adecuados para el mercadeo del producto.

La calidad del producto se midió con una variedad de análisis que se realizaron en la planta procesadora. Se hicieron evaluaciones de grados Brix, porcentaje de acidez total titulable, color y observaciones visuales.

Para evaluar el impacto desde la cosecha hasta su empaque, se examinaron daños en la cáscara y pulpa como lo son moretes internos y externos, ablandamiento de la cáscara, quemaduras de sol, cortes y grietas.

II. MARCO TEÓRICO

A. Origen y clasificación botánica de la piña

Científicamente la piña es conocida como Ananas comosus L. (Merr.) Es originaria del Brasil y se cultiva desde antes de la llegada de los españoles a este continente. (ICAITI 1976).

El nombre piña fue asignado por los españoles ya que les recordaba al fruto del pino, aunque su verdadero nombre, de origen Guaraní es Ananá, de donde proviene su nombre científico. (Janic 1996).

Es clasificada como no climatérica y es un fruto múltiple partenocárpico denominado sincarpio o sorosis, que está compuesta de unos 100-200 frutículos como vayas, algunas veces llamados ojos, conectados a un pedúnculo central. Las flores se abren en secuencia, empezando en la base. Tiene forma ovalada-cónica, pesa de 1 a 3 kilogramos. La piel a menudo es referida como la cáscara. Las hojas largas, delgadas espinosas están dispuestas en forma de roseta basal sobre un pseudo-tronco generalmente muy corto. La porción no comestible, representa un 41% del fruto, entre cascara, corazón y corona. No tolera heladas ni la exposición excesiva a bajas temperaturas. (Thomson 2003)

Hoy en día se le cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales cálidas del mundo. En 1988 se produjeron 9.232.600 TM de piña en el mundo. Los principales países productores son Brasil, Filipinas, Tailandia, Estados Unidos, India y México. (Sancho 1991).

Clasificación botánica:

Vegetal:	Piña
Familia:	Bromeliaceae.
Genero:	Ananas
Especie:	Comosus L. Merrill
Variedad:	Hibrido MD2

(Sancho 1991).

B. Composición y valor nutricional

La piña tiene un contenido de agua muy alto, contiene niveles altos de azúcares, alrededor de 11% de hidratos de carbono simples o de absorción rápida, valor calórico bajo, vitaminas A, B1, B6 y C, calcio, magnesio, yodo, potasio y hierro, el corazón es una fuente importante de fibra. Ayuda a estabilizar el estomago gracias a su contenido de bromelina, un enzima digestivo. Tienen propiedades digestivas, estomacales, diuréticas y desintoxicantes. (Guía de las frutas cultivadas 2001).

Cuadro No. 1

Composición nutricional básica de la piña.

Información nutricional 100g de piña contienen			
Componente	Cantidad	Unidades	%DDR**
Energía	200.0	kJ	2.29
Energía	50.0	kcal	2.29
Proteína	Contiene menos de 1 g.	g	0.80
Grasa	0		--
Carbohidratos	14.0	g	--
Fibra	--	g	--
Vitamina A	5.0	ug	*
Vitamina C	61.0	mg	102.0
Calcio	18.0	mg	2.0
Fósforo	8.0	mg	*
Hierro	0.5	mg	4.0

- *Contiene menos del 2% de la Dosis Diaria Recomendada
- ** DDR: Porcentaje que se ingiere de la Dosis Diaria Recomendada para un adulto promedio sano, en 100 gramos de producto.
- Fuente: Tabla de Composición de Alimentos INCAP Norma Nacional para Etiquetado Nutricional.

C. Variedades principales

Aunque el fruto casi nunca tiene semilla, y las plantas procedentes de semilla de las que se puedan obtener nuevas variedades clonales son raras, salvo las que se encuentran en algunas estaciones que hacen trabajos genéticos, se conoce gran número de variedades. (Chandler 1962).

Las variedades de piña que se cultivan en el área centroamericana se catalogan entre los siguientes tipos:

1. Cayena Lisa Este tipo se cultiva principalmente en Hawaii y presenta mayor aceptación comercial en el mundo por su magnífica calidad. Los frutos pesan alrededor de 2 kg, su forma es cilíndrica, el color externo es amarillo rojizo al madurar y el color de la pulpa varía de amarillo a amarillo intenso. Las hojas solo tienen espinas en la punta, son de color verde oscuro y de una longitud entre 80 y 100 cm. (ICAITI 1976).

Es la que más extensamente se cultiva, produce aproximadamente el 90 por ciento de la cosecha mundial, y se ha cultivado por más de 100 años. Es relativamente rica en azúcares y ácidos cuando ha madurado bien. Se conocen muchas líneas de esta variedad. En algunas plantaciones, todas las plantas son de ciertas líneas que se cree que fructifican con mayor seguridad, o que están menos expuestas a producir anomalías como la fasciación de la corona, o a formar brotes demasiado cerca de la base de los frutos. (Chandler 1962).

2. Española roja Es el tipo que se cultiva y exporta en forma fresca en los países antillanos. Esta variedad presenta la ventaja de que puede transportarse a grandes distancias sin mucho problema como otros tipos. (ICAITI 1976).

Se diferencia de la anterior en que sus hojas presentan márgenes con espinas desde cerca de la parte apical hasta casi la mitad de ellas. Los frutos son relativamente pequeños de forma ovalada y de alrededor de 1 kg de peso; adquiere al madurar un color rojizo y la pulpa presenta un color amarillo pálido. (ICAITI 1976).

El tipo española roja se cultiva en Centroamérica principalmente en las costas del Océano Pacífico y en Guatemala en ciertas regiones semiáridas, tales como los departamentos de El Progreso y Zacapa. (ICAITI 1976).

3. Reina Las variedades de este grupo se explotan para la exportación del fruto fresco. Sus hojas son cortas, fuertemente espinosas y con extremidades rojizas. Los frutos son pequeños, normalmente con pesos menores de 1,30 kg, su pulpa es más colorada que Cayena Lisa, más firme y menos jugosa y con aroma muy pronunciado. (Sancho 1991).

Con excepción de algunas enfermedades bacterianas del fruto, es menos sensible a las enfermedades que la Cayena. (Sancho 1991).

4. Montúfar Este tipo es de color verde, con pulpa amarilla, de forma cónica, con peso entre 1 y 1.5 kg, es de alta calidad para consumo fresco pero es poco resistente al transporte. Las hojas presentan sus márgenes con espinas. (ICAITI 1976).

D. Color

Durante el almacenamiento el fruto presenta cambios en el color de la corteza, los cuales se desarrollan en sentido acropétalo, es decir, de la base del fruto hacia el ápice. En el día 10 de madurez la pulpa presenta una tonalidad amarillo suave y el fruto emite un fuerte aroma. A partir del día 15 el fruto exhibe una coloración amarillo-naranja intensa en el epicarpio y se inicia el proceso de senescencia del fruto. Juntamente con el cambio de color se evidencia el ablandamiento de la pulpa y en algunos casos fermentación por levaduras. (Wills *et al.*, 1998).

En los frutos almacenados a 6°C la coloración del epicarpio se desarrolla lentamente, permaneciendo en el estado 1 de maduración desde el día 0 hasta el día 10; posteriormente y hasta el día 20 el fruto desarrolla la coloración correspondiente al estado 2 (pardo-amarilla). Los frutos llevados a maduración complementaria (3 días a 20°C) presentan un leve incremento en el color, desarrollándose el estado 3 (amarillo-naranja) en frutos sometidos a 15 días de almacenamiento seguidos por tres días de maduración complementaria. (Wills *et al.*, 1998).

Los frutos almacenados a 11°C manifiestan mayores cambios de color a través del almacenamiento, con relación a los refrigerados a 6°C, exhibiendo una coloración pardo-amarilla del día 0 al día 5, la cual se intensifica alcanzando el estado 2 de madurez hacia el día 10 entre los 15 a 22 días de almacenamiento se presenta una coloración amarillo-naranja (estado 3). Durante el periodo comprendido entre el día 15 y el día

22 el mesocarpio presenta un color amarillo pálido y se aprecia el aroma característico del fruto. En los frutos sometidos a maduración complementaria el desarrollo del color es progresivo. (Wills *et al.*, 1998).

E. Floración

La floración de la piña se suele forzar para obtener cosechas durante las fiestas navideñas, aunque el periodo de floración en condiciones naturales se suele producir de durante la primavera, madurando las frutas a lo largo del verano. Su contenido en azúcares y en principios activos se duplica en las últimas semanas de maduración. (Guía de las frutas cultivadas 2001).

F. Clima

La piña es una especie de clima netamente tropical. Requiere temperaturas medias altas con un rango optimo de 21 – 27 °C, ya que si las temperaturas exceden de este rango se produce quemaduras en los frutos. El desarrollo de la planta se detiene cuando la temperatura baja de los 10 – 16°C, aunque puede tolerar periodos cortos con temperaturas de hasta -2°C. Gracias a la morfología de sus hojas, las piñas se caracterizan por aprovechar al máximo las precipitaciones, por lo que no requiere niveles altos de pluviometría. (Guía de las frutas cultivadas 2001).

G. Respiración

Ananas comosus L. (Merr) es la más importante de los pocos cultivos comerciales que asimilan el CO₂ vía metabolismo ácido de las Crasuláceas (CAM). Siempre muestra CAM en el tejido maduro y la mayoría de CO₂ es asimilada en la noche [fase I] y durante la tarde [fase IV]. una pequeña cantidad de CO₂ es fijada durante la fase II, CO₂ exógeno no es asimilado durante la fase III (mañana hacia las primeras horas de la tarde) porque los estomas están cerrados. La temperatura tiene gran impacto en la fijación de la tasa de CO₂ y en la eficiencia del uso del agua de *A. comosus*. (Zhu & Bartholome 1999).

Durante la fase inicial de desarrollo los frutos muestran un incremento en la intensidad respiratoria, posiblemente producto de los procesos finales de transformación de la parte apical del fruto, puesto que el

desarrollo del fruto se da en función de un patrón acropetal. El comportamiento de la curva de la intensidad respiratoria clasifica a la piña como un fruto No Climatérica de baja respiración. (Thompson 2003).

H. Acidez Total Titulable y pH

Durante la maduración la acidez total titulable (ATT) aumenta, en contraste con el pH, el cual tiende a disminuir. La ATT expresada como porcentaje de ácido cítrico se incrementa, mientras que el pH decrece, este comportamiento concuerda con lo reportado por aumento de la ATT. Los frutos tropicales ácidos, los ácidos orgánicos se sintetizan en mayores cantidades hasta llegar al punto óptimo de sazón. (Wills 1998).

Los cambios en la acidez de la pulpa en piña fresca expresada como porcentaje de ácido cítrico es relativamente bajo (0-2%) en el estado pre maduro de desarrollo (65 días después de floración) pero incrementa subsecuentemente. (Kermasha *et al.*, 1987).

El pH de la pulpa decrece desde el estado prematuro hacia el estado de madurez temprana. Los sólidos solubles totales del jugo de piña madura incrementan consistentemente durante el crecimiento y desarrollo. El contenido de proteína en la pulpa de la piña decrece durante el desarrollo. Los contenidos de ácido ascórbico decrecen durante todo el periodo de crecimiento de la piña. (Kermasha *et al.*, 1987)

El ácido ascórbico fluctúa marcadamente y consistentemente en una manera que no está relacionada a estados fisiológicos de desarrollo, pero sí a factores ambientales. Otras azúcares dominantes en la piña son fructosa y glucosa. Los contenidos de estas azúcares decrecen hasta el estado de maduración tardía. La maduración de la fruta compuesta es esencialmente la suma de los procesos de maduración de los frutículos individuales. (Kermasha *et al.*, 1987).

La mayoría de las frutas son particularmente ricas en ácidos orgánicos que están usualmente disueltos en la vacuola de la célula, ya sea en forma libre o combinada como sales, ésteres, glucósidos, etc. La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido

fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante. (Hardenburg 1986).

Se mide como porcentaje 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). (Calderón 2005).

I. Grados Brix

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 porcentaje 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. (Calderón 2005).

Los grados Brix se miden con un refractómetro. La concentración de azúcares en la piña puede ser superior en aproximadamente 2% en su base que en su parte superior y por eso se deben medir los grados Brix en jugo extraído de la parte media de la fruta. La piña para corte debe tener entre 12 a 14 grados Brix. (Pac 2005).

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 (°Bx), ya que es una fruta no climatérica y no contiene reservas de almidón que permitan la transformación de estos a azúcares. (Calderón 2005).

J. 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. 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. (Calderón 2005).

K. 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. (Calderón 2005).

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. (Calderón 2005).

Para medir la translucidez, se hace un corte transversal a la fruta, y se mide el porcentaje 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. (Calderón 2005).

L. Cosecha

La madurez de cosecha está usualmente basada en el color de la cascara y la forma de los frutículos individuales. Pero el color no es un medio infalible de medida, ya que puede estar totalmente madura con su carne amarilla y dulce mientras la cascara todavía este verde. Esto ha presentado un problema en el

mercado de dichas frutas en Europa y en algunos casos han sido etiquetadas para indicar que están maduras mientras su cascara esta verde. El color de la cascara puede variar debido a la estación, precipitación, microclima y prácticas de campo. En otros casos la estimación del color de la cascara puede ser efectivo. Los ojos se tornan de verde a amarillo-anaranjado desde el inferior y la madurez puede ser juzgada sobre el número de filas en que los ojos han cambiado de color. Una madurez de cosecha común es cuando dos o tres filas han cambiado de color. En Hawaii, el color de la cascara es complementado con una lectura mínima de 12° Brix para la fruta destinada para consumo fresco. (Thompson 2003).

Luego, al presentar el color amarillo oro, se procede a la cosecha, la que se realiza cortando la fruta y dejándola sobre la mata, para que otras dos personas la recoja. Otra forma de cosechar es utilizando una cosechadora que permite reducir el tiempo en cuatro veces y produce un mínimo de daño al fruto por manipuleo. (De la Cruz 1999).

Ésta 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 ésta 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. (Calderón 2005).

La madurez de cosecha puede ser también estimada relacionándola con el tiempo después de floración o mediados de floración, pero el número de días puede variar de un lado a otro. En lugares como Madagascar el periodo de inducción de flor a maduración varia e 140 – 221 días y en Sudáfrica de 234 – 283 días. Para Cayena Lisa en Hawaii, se ha reportado que le toma 110 días de la terminación de floración para madurez de cosecha. Estas variaciones se le atribuyen a las variaciones estacionales de temperatura. (Thompson 2003).

En Queensland en invierno, las piñas se recolectan en estado inmaduro para evitar corazón negro, y este estado es preferible para manejo debido a la gran resistencia a golpes. A mitad de maduración (50% de amarilleo de la cascara) la Cayena Lisa puede ser mantenida por casi dos semanas a 15°C y todavía tener una semana de vida de anaquel, y en este estado la fruta es conveniente para exportación. Un cuarto amarilla (25% amarilleo) las piñas en la cosecha ganan aproximadamente un almacenaje de una semana

adicional para cada 6°C de disminución en la temperatura del almacenamiento y a 7°C el máximo tiempo de almacenaje es de 4 semanas. (Thompson 2003).

Cuando la producción de Piña se destina al mercado local para consumo fresco, ésta se realiza basándose en la madurez de la fruta. Igual ocurre cuando la producción se envía a la industria, solamente que para este último caso hay que desprender la corona. (Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Piña 1999).

Cuando la cosecha es para exportación se utilizan otras formas para determinar la madurez de la fruta, como son los grados Brix, que deben ser mínimo 12° o más, aunque externamente la cascara esté completamente verde. Además, deberá llevar un pedazo de pedúnculo de aproximadamente 2 cm y un cuidadoso manejo en el campo, y traslado a la planta empacadora, para evitar golpes, magulladuras o cualquier otro daño que ocasione el rechazo de la fruta. (Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Piña 1999).

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 (°Brix) y aromas) y es más susceptible a sufrir daños por frío durante el transporte y almacenamiento refrigerado (Paull 1993).

M. Calidad

Uniformidad del tamaño y forma; firmeza; sin decaimiento; libre de quemaduras de sol; grietas, moretes, descomposición interna, manchado pardo interno, gomosis, y daño por insectos. (Adel 2005).

Corona (hojas): de color verde, tamaño medio y rectas. (Adel 2005).

Rango de sólidos solubles: 11-18%, acidez titulable (ácido cítrico principalmente): 0.5-1.6%; y ácido ascórbico: 20-65mg/100g peso fresco, dependiendo del cultivo y estado de madurez. (Adel 2005).

La calidad de la piña depende de la sanidad y aspecto del fruto. Para frutos de exportación se prefiere un tamaño reducido de la corona, la cual debe ser recta y estar bien formada. Los frutos con varias coronas o varios esquejes en la base pierden presentación y no son apropiados para la exportación. (Velásquez 2000).

1. Requisitos mínimos En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las piñas deberán:

- estar enteras, con la corona o sin ella;
- estar sanas, y exentas de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptas para el consumo;
- estar limpias, y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentas de daños causados por plagas;
- estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraños;
- tener un aspecto fresco, incluidas en su caso las coronas, que deberán estar exentas de hojas muertas o secas;
- estar exentas de daños causados por bajas y/o altas temperaturas;
- estar exentas de manchas oscuras internas;
- estar exentas de manchas pronunciadas.

Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser superior a 2.0 cm, y el corte deberá ser transversal, recto y limpio. El fruto deberá ser fisiológicamente maduro, es decir, no presentar señales de falta de madurez (opacidad, falta de sabor, pulpa demasiado porosa¹) o de madurez excesiva (pulpa demasiado traslúcida o fermentada). (Codex 2005).

N. Madurez

El contenido mínimo de sólidos solubles totales en la pulpa del fruto deberá ser, como mínimo, de 12°Brix (doce grados Brix). (Codex 2005).

Las frutas de color verde oscuro no son apropiadas para los mercados en fresco. La madurez se determina por los días después de la floración o por el color de la cáscara que cambia de un verde oscuro a un verde claro y después a un amarillo anaranjado, dependiendo de la variedad. El cambio de color se inicia en la base pedúncular del fruto y poco a poco se va extendiendo hacia la corona a medida que avanza la maduración, hasta que todo el fruto tiene un color homogéneo (Velásquez 2005).

Color de la Corteza de Piña, para su Cosecha y Empaque

Color Corteza Descripción:

0 Los ojos de la piña deberán ser planos y lisos. No deberá haber color amarillo en medio de los ojos. El color de la fruta deberá corresponder a un verde brillante que empieza a amarillear en la base de la piña.

1 De 1 al 12 % de color dorado en medio de los ojos en la base de la fruta.

2 De 13 a 25% de color dorado en medio de los ojos, midiendo de la base de la fruta hacia arriba.

3 De 26 a 49% de color dorado en los ojos.

4 De 50 a 74% de color dorado en los ojos.

5 De 75 a 99% de color dorado en los ojos.

6 100% madura, con la fruta que se torna en color café, la corteza está suave al presionarla (sobre madura). (Pac 2005)

O. Daños

El daño físico al tejido de la planta es seguido a menudo por respuestas fisiológicas. Estas respuestas incluyen aumento de la respiración en el sitio de herida, producción de etileno, acumulación de metabolitos secundarios e interrupción celular que conduce a descompartimentación de enzimas y sustratos. El etileno promueve la senescencia, acelera el deterioro, que directamente o indirectamente afecta el color,

sabor y textura. La magnitud de producción de etileno incrementa con la frecuencia del impacto. Daños por impacto también resultan en un incremento de la tasa de respiración un día después de la herida. El incremento de la producción de etileno y otros posibles cambios fisiológicos conducen a una maduración más rápida de frutas dañadas. (Shewfelt 1993).

1. Moretes. Moretes han sido definidos como el daño al tejido de la planta por fuerzas externas causando cambios físicos en textura y/o alteración química eventual del color, sabor y textura. Las células cercanas al punto de compresión son distorsionadas resultando en, distensión de la pared celular.

Cuando el límite elástico de la pared celular ha sido excedido, la pared celular se rompe, liberando el contenido de la célula en los espacios intracelulares llenos de aire. El ablandamiento del tejido está acompañado de poligalacturonasas, pectin-metilesterasas y celulasas que degradan el material de la pared celular, (Shewfelt 1993).

La reacción de oscurecimiento está mediada por la polifenol oxidasa, las cuales oxidan compuestos fenólicos a quinonas que son inestables y polimerizan como compuestos melanóticos con pesos moleculares mayores. (Shewfelt 1993).

La Polifenol oxidasa (PPO) es responsable de la decoloración enzimática post cosecha. La enzima es capaz de catalizar la hidroxilación de mono fenoles a o-difenoles, y de hidrogenar o-difenoles a o-quinonas. Los productos quinona resultantes polimerizan y reaccionan con los aminoácidos de los grupos celulares, resultando en un pigmento marrón o negro depositado en muchas frutas y hortalizas. (Zhou 2003).

Los moretes requieren tiempo para su total desarrollo. La decoloración inicial aparece en aproximadamente 4 horas, completándose la reacción en 24 horas. El curso de tiempo requerido para el desarrollo de moretes puede depender del aumento de la actividad de las enzimas involucradas en el biosíntesis o metabolismo de sustratos para la reacción de oxidación, o la misma polifenol oxidasa. (Shewfelt 1993).

2. Heridas y machucones. El control de la temperatura es el factor más importante en el control de la respiración, pero no es el único. Las heridas y machucones del producto no sólo son desagradables, sino que

al producir ruptura de las células y daño tisular ocasionan la pérdida de agua y lo más importante, un rápido incremento en la respiración del tejido dañado. El aumento en la velocidad de la respiración naturalmente ocasiona un aumento localizado de la temperatura que, si no es controlado, calentará el ambiente que rodea al producto. Esto significa que una fruta dañada en una caja de fruta limpia y sana constituye un serio riesgo para la caja entera. Se deduce entonces que deben tomarse todas las precauciones para reducir al mínimo las heridas y machucones, lo que puede lograrse únicamente mediante la cosecha, manejo y procedimientos de embalaje cuidadosos. También es conveniente no mezclar el producto dañado con el producto sano en el mismo empaque, vehículo o bodega de almacenamiento. (Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas 1987).

P. Desórdenes fisiológicos

El desorden fisiológico se refiere a un trastorno o colapso de los tejidos del fruto, el cual no es causado por patógenos, productos químicos y daños mecánicos. (Feippe 1995).

Un desorden fisiológico serio es el manchado pardo interno o corazón negro, un tipo de daño por frío inducido por temperaturas no favorables en el campo o durante el almacenaje y transporte. No obstante el hecho de que este desorden algunas veces ocurre aun a temperaturas moderadas, la temperatura usual durante el manejo para piñas de exportación es de de 8° a 9°C, (Snowdon 1990).

1. Daño por frío.

a. OCURRENCIA: Este desorden importante lleva al rechazo en la fábrica de conservas y grandes pérdidas en ventas de piñas fresca. Nombres alternativos para el desorden incluyen manchado pardo interno, o corazón negro. (Snowdon 1995).

b. SÍNTOMAS: No hay signos externos salvo una ligera apatía en las hojas de la corona. La fruta debe ser cortada a la mitad longitudinalmente por la mitad para su exanimación. Los primeros síntomas son una macha acuosa (y luego marrón) en la base de la fruta donde surge de la base de los tejidos. Así como

más lesiones se desarrollen estas se unen y en frutas severamente afectadas la mayoría del corazón y tejido circundante es decolorado marrón y aun negro. (Snowdon 1995).

c. **BIOLOGÍA:** Hay otras causas contribuyentes a parte de temperaturas bajas. Factores que influyen la susceptibilidad de la cosecha de piña al daño por frío incluyen precipitaciones, sombra, y la aplicación de fertilizantes y reguladores del crecimiento. Si ha habido un periodo de clima frío, entonces los síntomas puede desarrollarse una o dos semanas más tarde y estar presentes en la cosecha. Por el otro lado, pueden ser inducidos o exacerbados por refrigeración post cosecha, los síntomas se desarrollan solo después del regreso a una temperatura alta. La temperatura critica bajo cual hay riesgo de daño registrado aproximadamente 7°, 8°, 12°C o incluso superior. (Snowdon 1995).

d. **CONTROL:** Susceptibilidad de la cosecha puede ser reducida por ciertas medidas culturales como irrigación durante clima seco. Cosecha a madures optima es también importante. Ambos inciden y la gravedad del desorden puede ser reducida por la inmersión de la fruta en una cera; este tratamiento es igualmente eficaz aplicado antes o inmediatamente después del período de temperatura de refrigeración. Similarmente, tratamiento de calor (sosteniendo la fruta a temperaturas arriba de 30°C por 24 horas) suprime los síntomas ya sea aplicado antes o después de almacenamiento en frio o envío refrigerado. En contraste a la mayoría de productos, las piñas mantenidas por periodos extendidos a bajas temperaturas parecen adaptarse. Las piñas desarrollan menos manchado interno. (Snowdon 1995).

Q. Enfermedades y plagas

En el cultivo de piña en etapa de plantación, existen plagas de los Reinos Animalia, Plantae, Fungi y Monera, en el primero se tienen plagas vertebradas y representantes del phillum artrópoda, molusca y nematoda, en el segundo se tienen las malezas, en el tercero los hongos y en el cuarto las bacterias y todos requieren tratamiento fitosanitario por los problemas que causan al cultivo, Plagas del Phyllum artrópoda En este grupo existen principalmente representantes de la clase insecta, aunque también existe uno importante de la clase Symphyla. (Evaluación del sistema de producción de piña y buenas prácticas agrícolas integradas en la región)

Nemátodos

Meloidogyne sp.

Aphelenchus sp.

Pratylenchus sp.

Ditylenchus sp.

Heterodera sp.

Aphelencoide sp.

Helicotylenchus sp.

Rotylenchus sp.

Tylenchus sp.

Radophulus sp.

(Pac 2005).

Insectos

Pseudococcus sp. (Chinches o cochinillas harinosas)

Phyllophaga sp. (Gallina ciega)

Melolontha sp. (Gallina ciega)

Agriotes sp. (Gusano alambre)

Trips sp. (trips)

Aphis sp. (pulgón).

(Pac 2005).

Enfermedades

Thielaviopsis paradoxa Hohn (pudrición negra en frutos, hojas y tallos)

Erwinia sp. (pudrición del tallo)

Penicillium sp. (Mal de ojo en frutos)

Fusarium sp. (Mal del clavo)

Asterinella sp. (Mancha foliar)

Botrydiplochia theobromae Pat. (Necrosis apical)

Curvularia lunata Boedijn. (Necrosis del borde de la hoja)

Phytophthora cinnamomi Rands. (Pudrición del corazón)

(Pac 2005).

Las principales enfermedades post cosecha de la piña son la pudrición negra y pudrición del pedúnculo. Las cuales requieren medidas de control en la plantación y empacadora. (Snowdon 1990).

El cuidado es necesario en todas las etapas para prevenir daños, y el empaçado debe ser bien diseñado para prevenir que las hojas puntiagudas de la corona puyen frutas adyacentes. (Snowdon 1990).

1. Pudrición negra causada por *Ceratocystis paradoxa*

Estado conidial: *Thielaviopsis paradoxa*

a. OCURRENCIA: la pudrición negra de las piñas es también conocida como pudrición suave, pudrición del tallo, pudrición acuosa y ampollas de agua y ha sido responsable de pérdidas serias. La enfermedad ocurre en todas las principales ciudades productoras. (Snowdon 1990).

b. SÍNTOMAS: inicialmente no hay síntomas aparentes a menos que la fruta se cortada, cuando un decaimiento suave es visible ya sea a un lado o en la base. El tejido afectado esta mojado por agua y amarillo oscuro, luego se torna negro grisáceo. Esporas negras pueden ser producidas en la pulpa, pero se forma más profusamente si el tejido está expuesto a la atmosfera. (Snowdon 1990).

c. BIOLOGÍA: El hongo sobrevive en los restos de plantas en el suelo, en la forma de esporas sin movimiento de pared gruesa (clamidoesporas). También produce esporas asexuales infectivas (conidias) las cuales son salpicadas a la fruta por la lluvia. La infección puede ocurrir antes de la cosecha, vía pinchazos por insectos o crecimiento de grietas, o vía directa por las grietas naturales entre frutículos individuales. Por lo general, el hongo gana entrada a través del sistema de corte o a través de las heridas durante el manejo. La temperatura óptima de crecimiento es aproximadamente 26°C y si decae empieza en el final del tallo entonces la fruta entera empieza en pocos días a ser colonizada. (Snowdon 1990).

d. CONTROL: La propagación del material en la piña puede ser tratada con un fungicida sistémico. A sido demostrado que practicas higiénicas son benéficas en la reducción de pérdidas debido a esta enfermedad. Las estaciones de empaqué deben estar desinfectadas. Precauciones especiales son

necesarias si una temporada seca estuvo seguida de un periodo de lluvia, la cosecha puede haber estado bajo estrés y más propensa a crecimiento de grietas. Para prevenir infecciones post cosecha la fruta debe ser tratada con un fungicida. El método puede incluir inmersión total o la aplicación por rocío o pasta al tallo cortado. Es importante tratar la fruta con prontitud dentro de las seis horas de cosecha. (Snowdon 1990).

Las frutas que se sabe que están infectadas no deben ser embarcadas porque un decaimiento significativo podría seguir antes del logro de la temperatura de almacenaje requerida. (Snowdon 1990).

2. Pudrición del pedúnculo causado por *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans*

a. OCURRENCIA: pudrición del pedúnculo también ha sido descrita como pudrición café, pudrición negra, pudrición de los ojos y mancha negra, y es una causa importante en la pérdida de piñas para el mercado de fruta fresca. Esta enfermedad ha sido reportada por la mayoría de ciudades productoras, por ejemplo Australia, las Filipinas, Malasia, Arica del Sur, Brasil, México, Guatemala y Hawái. (Snowdon 1990).

b. SÍNTOMAS: La enfermedad es usualmente caracterizada por una putrefacción café clara a café oscura en el eje de los frutículos individuales. En el corte transversal la putrefacción aparece como una mancha café en el centro de la fruta, mientras que en la sección longitudinal el área afectada es alargada y extendida hacia el corazón de la fruta. En algunos circunstancias el tejido enfermo es casi negro, y mojado o seco de acuerdo a la humedad del los alrededores. (Snowdon 1990).

c. BIOLOGÍA: la pudrición puede ser causada por varios organismos (hongos y bacterias), ya sea solos o en combinación. Sobreviven en los desechos en la tierra y son diseminados por el agua e insectos. Precipitación durante los primeros días de floración es especialmente conducente a infección. Esporas fúngicas y bacterias son acarreadas entre las cavidades florales por la salpicadura, o por ácaros y cochinilla harinosa que dañan el tejido y facilitan la infección. La incidencia a enfermedad es particularmente alta en años cuando un periodo húmedo le sigue a un temporada seca de cultivo, probablemente porque las grietas de crecimiento proveen un medio de entrada. Infección puede ocurrir en cualquier estado del desarrollo de la fruta pero el decaimiento de la pulpa es más rápido en fruta madura. (Snowdon 1990).

d. CONTROL: el miedo principal de reducir pérdidas es el controlar los ácaros y cochinilla algodonosa que dispersan la enfermedad, y esto se alcanza rociando la cosecha con acaricida. (Snowdon 1990).

3. Podredumbre por aspergillus: puede ser causada por varias especies de *Aspergillus*, por ejemplo *A. niger* (moho negro) algunas veces encontrado en las cavidades de adentro de la flor. *A. flavus* es reportado de causar podredumbre seca en piñas Nigerianas. (Snowdon 1990).
4. Podredumbre bacteriana suave: Causada por *Erwinia chrysanthemi* es una enfermedad seria en Malasia. La infección ocurre en el tiempo de floración pero no hay síntomas hasta que la fruta comienza a madurar. La maduración continúa con gran rapidez y las frutas pueden sobre llevar un colapso completo en un día o dos, ya sea antes o después de la cosecha. (Snowdon 1990).
5. Podredumbre por botryodiplodia: Está registrada como una enfermedad del mercado en la India, el organismo causante es el *Botryodiplodia theobromae*. Es un parásito de las heridas y la infección usualmente ocurre durante el corte del tallo. El hongo se dispersa hacia arriba del eje y dentro de la pulpa, causando que la pulpa se ponga café oscura y mojada. Cuerpos negros (pycnidia) eventualmente se desarrollan en la corteza. La descomposición se puede mantener con chequeo de la temperatura de almacenamiento de 10°C, pero el desarrollo rápido se lleva a cabo a temperaturas alrededor de 25°C. (Snowdon 1990).
6. Mancha negra seca: Es causado por *Penicillium funiculosum* y ha sido registrada en Sudáfrica y Hawái. Flores individuales pueden morir por el hongo y el fruto afectado puede tomar una apariencia brillante antinatural. (Snowdon 1990).
7. Cavidad correosa: También registrada en Sudáfrica y Hawái, es caracterizada por formación de corcho en un nivel más profundo, en los ovarios en la base de las flores individuales. La enfermedad fue atribuida a daño por ácaros pero ahora se ha establecido que *Penicillium funiculosum* es la causa primordial. El hongo probablemente es diseminado por los ácaros cuando estos visitan las flores, y la enfermedad es controlada rociando la cosecha con un acaricida y fungicida. (Snowdon 1990).

8. Enfermedad rosada: puede ser causada por cualquiera de varias bacterias, incluyendo especies de *Acetobacter* y *Enterobacter*. Perdidas han ocurrido en Hawái, las Filipinas, Australia y México. Algunas cepas inducen una decoloración rosa-marrón evidente de la pulpa, causando pérdidas en piñas frescas. Otras cepas pueden afectar sin producir síntomas y la decoloración ocurre solo cuando la fruta es cocida, y causando problemas en la industria de enlatados. Los insectos pueden ser responsables de la diseminación de la bacteria pero la enfermedad rosada es severa solo si la floración toma lugar durante el clima húmedo inmediatamente seguida de un periodo seco largo. La susceptibilidad a la infección puede ser reducida por el uso de fertilizantes de potasa (los cuales incrementan la acidez de la fruta). Cultivares muestran diferencias marcadas en la susceptibilidad a varias cepas de bacterias. (Snowdon 1990).

9. Podredumbre por Rhizopus: Puede ser causada por *Rhizopus oryzae* o *R. stolonifer*. El decaimiento es rápido a temperaturas tropicales; frutas infectadas se vuelven suaves y se cubren con hebras fúngicas. (Snowdon 1990).

10. Pudrición por levaduras: Son asociadas con frutas maduras. Hongos de levaduras son capaces de invadir vía heridas o daños por quemaduras de sol y causan fermentación de la pulpa, la cual se torna amarilla brillante. Cámaras de gas pueden ser formadas y sacar burbujas de jugo, eventualmente dejando el interior esponjoso y fibroso. Algunas levaduras no producen gas pero causan un deterioro vidrioso con un aroma distintivo. Pérdidas de podredumbre por levaduras puede ser minimizado protegiendo las frutas de quemaduras por sol y daño mecánico. (Snowdon 1990).

R. Tratamientos post cosecha

Entre los principales problemas que enfrenta la industria piñera se encuentra el manejo de enfermedades post cosecha. Siendo los mohos uno de los principales agentes causantes de podredumbres en la fruta conservada en cámaras frigoríficas. Otro agente causante de pudrición es *Thielaviopsis paradoxa* que desarrolla una infección al ingresar a la fruta a través de grietas, heridas y golpes. Una vez que el micelio del hongo ingresa, este avanza hacia arriba pudriendo rápidamente el corazón de la pulpa. La enfermedad se presenta en frutos próximos a madurar o ya maduros, que bajo condiciones de temperatura ambiente, la fruta puede pudrirse en termino de 5 a 7 días. (Alvarado *et al* 2006).

El tratamiento post cosecha convencional de mayor uso para prevenir el daño de hongos y mohos en piña es la selección de un perseverante que consiste en una mezcla de fungicidas utilizados para el control de la pudrición en corona y pedúnculo. (Alvarado *et al* 2006).

La acción del fungicida es inhibir el crecimiento del patógeno. Mientras que la cera mejora la apariencia y fisiológicamente actúa como retardador de los procesos fisiológicos de respiración y oxidación lo que preserva la fruta más allá del periodo natural. (Alvarado *et al* 2006).

S. Pre refrigerado

Sala de refrigeración o aire forzado para enfriamiento debe ser usado. Condiciones óptimas de almacenado Temperaturas de 7 a 12°C (45 a 55°F) son recomendadas para almacenado de piñas por 14 a 20 días. Una humedad relativa de 85 a 95% es recomendada; una HR reduce significativamente la pérdida de agua. Fruta Madura mantenida a 7.2°C (45°F) por 7 a 10 días. Piñas pueden ser almacenadas de 0 a 4°C (32 a 39°F) por semanas, pero si se retira, la fruta no continuar la maduración y muestran graves daños por el frío Cuartos de amarillo en la cosecha de fruta de ganancia sobre una semana adicional de almacenamiento para cada 6 ° C (11 ° F) disminución de la temperatura de almacenamiento (apagada, 1971). La vida máxima de almacenamiento en el 7 ° C (45 ° F) es de aproximadamente 4 semanas. Por lo tanto cuando es removida, el daño por frío induce Sin embargo, al retirarlas, daños inducidos pardeamiento interno se desarrolla en 2 a 3 días. (Paull 2004).

T. Empaque

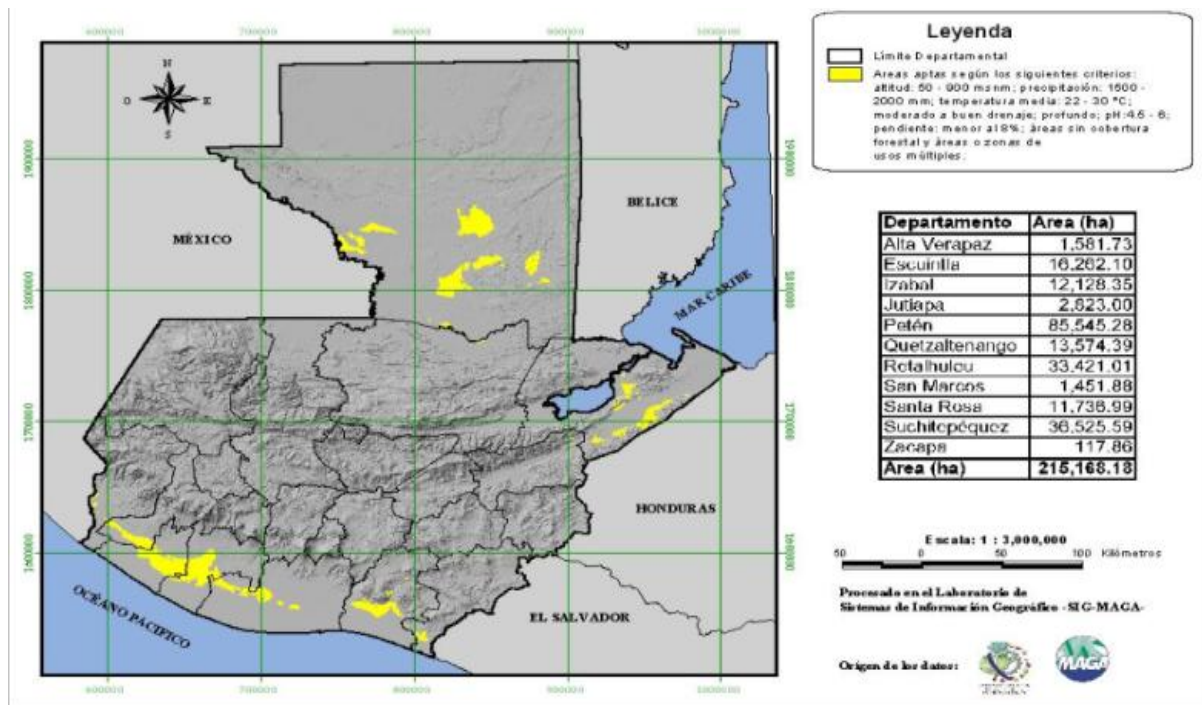
Las piñas se clasifican por el grado de la coloración de la cascara, tamaño (peso), ausencia de defectos y enfermedades, y uniformidad de estas características antes del embalaje. Otras características incluyen madurez, firmeza, buena forma, ojos planos, tallo roto bien curado (pedúnculo) y un mi mínimo de SSC de 12%. El tamaño de la corona es un componente fundamental, con un tamaño mínimo y radio de corona: tamaño de fruta (0.33 a 1.5) para grados altos. Coronas que se desarrollan en el verano tienden a ser más grandes y pueden requerir remoción del centro de la corona durante la cosecha para cumplir los estándares.

Las piñas normalmente son embaladas en cajas de dos tamaños diferentes y sobre la base de color y tamaño: 1) un gran cartón de fibra telescopado para 18 kg (40 libras) y con 8 a 10 frutos en dos capas, planos o en posición vertical, para superficie y transporte aéreo; y 2) un contenedor menor de 9 kg (20lb) con cinco a seis frutas en una sola capa colocadas en forma plana para transporte aéreo.

Paquetes de dos a cuatro frutas se preparan también. Almohadillas absorbentes se utilizan en la parte inferior de la caja y entre las capas, si el sector de las frutas se coloca dentro de la caja. En otros envases, el sector de las frutas se coloca verticalmente.

1. El mercado internacional de la piña, para Guatemala. Guatemala exporta principalmente piña en fresco hacia los USA, Alemania, México, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En los últimos dos años la exportación ha crecido de una manera acelerada. Los países que más importan piña son en su orden Alemania y USA. Debido al incremento de las áreas de siembra en nuestro país se prevé también un notable crecimiento en la exportación de dicho cultivo. (Pac 2005).

Mapa 1. Áreas aptas para el desarrollo del cultivo Piña (*Ananas comosus*)



Fuente: Profruta

III. ANTECEDENTES

A. Producción de piña en Guatemala

La producción nacional de piña es de aproximadamente 2,000 hectáreas, y se genera principalmente en el área de Villa Canales, Guatemala. Así también la piña se produce en Santa Rosa y en menor cantidad en Escuintla, Izabal y Retalhuleu. (Pac 2005).

La producción por hectárea oscila entre 30,000 y 40,000 frutos. De esto un 90% se comercializa en fresco en el mercado interno y el 10% restante, se vende a fábricas que la procesan como jaleas y mermeladas.

Guatemala (Depto.): Aldea el Jocotillo en Villa Canales, con aproximadamente 800 hectáreas, con un rendimiento promedio de 40-50 TM/ha.

Izabal: En Puerto Barrios; aldeas Limones, Machacas, Entre Ríos, Manacas, Piedra Parada. En Livingston; aldeas San Marcos, El Milagro, y los Ángeles. En Morales; aldeas San José y Nueva Esperanza. Con aproximadamente 220 hectáreas con un rendimiento promedio de 9 TM/ha.

Santa Rosa: En los municipios de Taxisco, Cuilapa, Barberena y Chiquimulilla. Con aproximadamente 30 has. Con un rendimiento promedio de 30 TM/ha.

Escuintla: En los municipios de Guanagazapa, Santa Lucía, Managua y La Democracia. Con aproximadamente 220 Has. Con un rendimiento de 30-40 TM/ha.

Retalhuleu: Municipio de San Sebastián, con aproximadamente 30 has. Con un rendimiento de 30-40 TM/ha. (Pac 2005).

Además se ha observado un incremento acelerado en las áreas de cultivo, en estos últimos cinco años, se han establecido empresas piñeras que están trabajando con el híbrido MD2, las cuales son: HAME en Coatepeque, Quetzaltenango; Popayán en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla; Piña Maya y Frutera Real en Nueva Concepción, Escuintla; y Sol del Campo en Santo Domingo Suchitepéquez. (Pac 2005).

B. Origen del cultivar MD-2.

La industria Hawaiana de piña durante los últimos cincuenta años, estuvo dominada por el cultivar Cayena Lisa (Smooth Cayenne), habiendo sido este el primer material vegetal obtenido e ideado genéticamente, para ser aplicado como materia prima en un proceso agroindustrial (industria de enlatados), pero también utilizada o producida en gran escala como fruta fresca, para su comercialización internacional vía marítima. Dados los altos costos de su manufactura, Hawái decide entonces trasladar esta increíble industria al Asia (Indonesia, Filipinas, Tailandia, Taiwán) y deja consecuentemente así de ser el mayor exportador de piña fresca del mundo, específicamente para el gran mercado de los Estados Unidos de Norteamérica (USA). (Saenz 2007).

Esta nueva variedad de piña es de color amarillo, que crece sin espinas y sobre todo tiene tolerancia a ciertas plagas y enfermedades. Sus flores son de color amarillo con peso promedio de 1.8 a 2.0 kilos por fruto. También es conocida como “golden Ripe”, “Extra Sweet”, y “Maya Gold”, es un híbrido desarrollado por el Instituto de Investigaciones de Hawái y por la multinacional Del Monte. Se cultiva en Costa Rica desde hace más de 20 años. Ha sido muy bien recibida en el mercado europeo, por su buena coloración y sabor, por su presentación y aroma está catalogada como una fruta de lujo en los mercados externos. La piña es uno de los mejores frutos tropicales razón por la cual ocupa, junto con el banano, uno de los principales cultivos de importancia mundial. Por el fruto de este híbrido se obtienen mejores precios en el mercado mundial, que con las variedades tradicionalmente comercializadas. Este híbrido se está sembrando en: Santa Lucía Cotzumalguapa y Nueva Concepción en Escuintla; Santo Domingo Suchitepequez en Suchitepequez; y en Coatepeque, Quetzaltenango. (Pac 2005).

C. Piña Dulce Dorada

La piña MD2, llamada también Golden Sweet es la preferida para consumo de fruta fresca en los Estados Unidos. Fue introducida hace una década por Dole y Del Monte, alcanzando el año pasado la extraordinaria cifra de 1,050 millones de libras consumidas, según cifras de USDA. La piña convencional de Dole o Del Monte se vende a US\$5,99 cada una en los supermercados Publix y Winn Dixie de La Florida. (IICA 2003).

Ninguna industria dentro del diversificado comercio internacional de fruta fresca ha tenido un cambio tan amplio, rápido y relevante en tan solo diez años (1996–2006), como el sucedido con el cultivar de piña denominado MD-2, piña Amarilla, Gold o Dorada. Convirtiéndose así por el factor globalización de mercados en un nuevo “commodity” o mercancía agrícola, influenciando y revolucionando tecnológicamente de forma paralela entre otros, la infraestructura de los sistemas de producción, cosecha, empaque, almacenamiento y transporte. (Sáenz 2007).

Por el fruto de este híbrido se obtienen mejores precios en el mercado mundial, que con las variedades tradicionalmente comercializadas. (Pac 2005).

Este híbrido se está sembrando en: Santa Lucía Cotzumalguapa y Nueva Concepción en Escuintla; Santo Domingo Suchitepéquez en Suchitepéquez; y en Coatepeque, Quetzaltenango. (Pac 2005).

Ninguna industria dentro del diversificado comercio internacional de fruta fresca ha tenido un cambio tan amplio, rápido y relevante en tan solo diez años (1996–2006), como el sucedido con el cultivar de piña denominado MD-2, piña Amarilla, Gold o Dorada. Convirtiéndose así por el factor globalización de mercados en un nuevo “commodity” o mercancía agrícola, influenciando y revolucionando tecnológicamente de forma paralela entre otros, la infraestructura de los sistemas de producción, cosecha, empaque, almacenamiento y transporte. (Sáenz 2007).

D. Características de variedad MD2

Amarilla o Dorada: también llamada MD2, es un cultivar híbrido desarrollado en Hawái 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. (Calderón 2005).

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. (Calderón 2005).

Peso promedio de 1.3 a 2.5 kg. Color naranja-amarillo intenso. Alto contenido de azúcar, 15 a 17° Brix. Fruto dulce, compacto y fibroso. (Coveca 2002).

Dentro de la actividad de exportación para la piña MD-2, el aspecto más importante a considerar ha sido el concepto de la calidad con que la fruta finalmente llega a los diferentes mercados consumidores. Así, la mejor calidad de un producto agrícola siempre estará determinada directamente en el campo, durante su etapa primaria de producción (actividades pre cosecha) y esta deberá mantenerse en las otras fases sucesivas como: cosecha, selección, tratamientos, empaque, almacenamiento y finalmente su comercialización al mercado de destino (actividades post cosecha). (Saenz 2007).

Por lo tanto en post cosecha, es necesario implementar herramientas como el concepto de control de calidad integral, que abarca cuidados desde la pre cosecha hasta la post cosecha (concepto de cadena del cultivo) evaluando: 1-El nivel y cumplimiento dado a la aplicación tecnológica en cada una de las etapas agronómicas (fase de producción primaria). 2-Determinar efectos en la generación y conservación de la calidad del producto. 3-Analizar información estadística "in situ" (por lote y bajo el nuevo concepto de trazabilidad) para obtener resultados. 4-Donde existan fallas corregirlas, para la consecución permanente (monitoreo) de la calidad de los frutos. (Saenz 2007).

E. Diferencias respecto a la Cayena lisa

Mayor resistencia al oscurecimiento interno, menor ácido ascórbico total, mayor susceptibilidad a la pudrición, más sensibilidad al *Phytophthora*. (Coveca 2002).

Desverdizado del fruto: los híbridos MD2, se desveriza rápidamente y el gradiente de color entre la base y la parte superior de la fruta es muy pequeño. (Soler *et al.* 2007.)

Reducción del tamaño del pedúnculo: una de las características de la MD2 es su pedúnculo corto. Las frutas están en el interior de la planta y mejor protegidos del quemaduras de sol y alojamiento. (Soler *et al.* 2007.)

Tabla No. 2 Exportaciones de piña

Partida arancelaria 08043000

Exportaciones		Año							
		08043000							
País Destino	Datos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ALEMANIA	USS	789				32 400	10 6400		
	T.M.	0.15				81.648	319.2		
BELGICA	USS					10 7007	78 671		
	T.M.					435.84	276.6		
BELICE	USS			405					
	T.M.			0.1					
COSTA RICA	USS					5	10		
	T.M.					0.013	0.019		
EL SALVADOR	USS	275593	792801	963423	1129233	13 16259	1244609	1218399	1,046,923
	T.M.	2061.04	55 19.992	6223.61	4938.11	5882.783	7102.254	8127.807	9.287.80
ESPAÑA	USS								
	T.M.								
ESTADOS UNIDOS	USS	3800	19437	207034	1191252	38 14964	4571317	5,763,243	5,304,223
	T.M.	20.08	69.119	587.087	2755.935	9069.1	137701.82	15.85	14,817.60
FRANCIA	USS				17400	12 6000	8500		
	T.M.				32.54	248.347	17.822		
HONDURAS	USS	27111	51398	52527	9141	52 147	12 2553	104464	146,552
	T.M.	229.857	254.949	539.884	69.372	404.121	1384.791	469.196	479.94
IRLANDA	USS					57 5714	31 445	180862	217717
	T.M.					1691.143	65.64	695.623	837.373
ISLAS VIRGENES BR	USS							102235	
	T.M.							721.718	
ITALIA	USS						53 8520	144291	
	T.M.						1809.285	545.285	
MEXICO	USS							50	
	T.M.							0.134	
NICARAGUA	USS	2555	3787	300	162	180	200	200	
	T.M.	5.681	8.175	0.36	0.49	0.132	0.3	0.2	
PAISES BAJOS	USS			121307	169669	4485	21 0000	240,275.00	160,415
	T.M.			419.492	580.265	16.68	546000	1123.78	375.7
PANAMA	USS		505						
	T.M.		2.25						
REINO UNIDO	USS		29258				26 1396		66914
	T.M.		102.989				1005.371		204
Total suma USS		309848	897186	1344996	2516857	54 88133	6880780	7,573,157	6,658,730
Total suma de T.M		2316.808	5957.474	7770.54	8376.712	16230.75	25226.45	26839.21	24,962.41

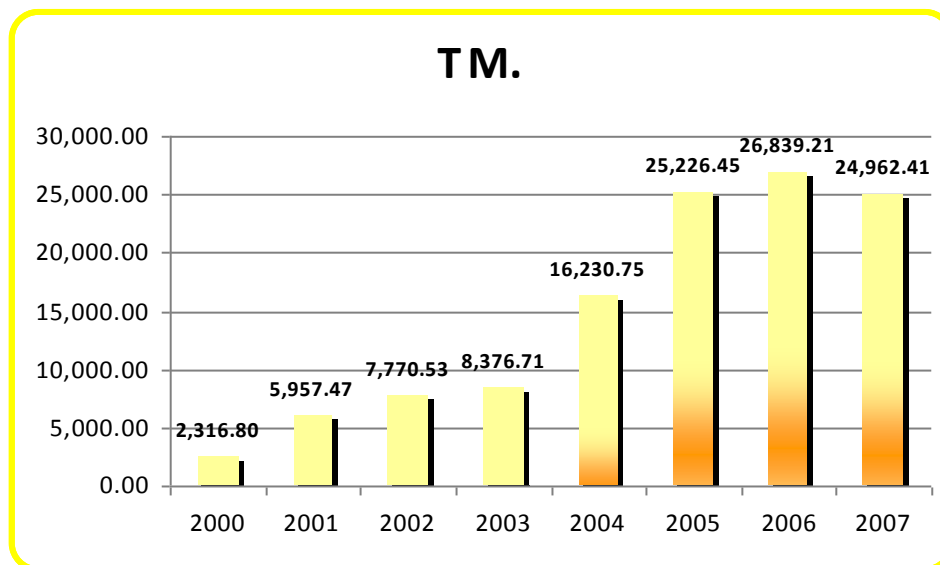
FUENTE: Profruta.

La tasa de crecimiento anual entre el 2002 y el 2006 es del 209% es lo que reporta el TRADEMAP para Guatemala y toma de base las exportaciones hacia Estados Unidos. Nuestro país tiene un 0.57% de participación en las exportaciones mundiales de piña. (Profruta 2009).

Nuestro segundo socio comercial después del mercado norteamericano es El Salvador quien ha variado el monto en dólares de las importaciones en más o menos un 3% lo cual significa que seguimos posicionados en El Salvador como país proveedor de piña. (Profruta 2009).

El precio por tonelada métrica aumento desde el año 2003 con un valor de 300.38 en el 2004 un valor de 338.13 y en el 2005 bajo el precio con un valor de 291.15 para el 2006 282.17 y finalmente continuando con baja en el precio en el 2007 con un valor de 266.33 dólares por tonelada métrica. Hacia Estados Unidos se exporta el 76.65% del total de las exportaciones para el año 2006. (Profruta 2009).

Figura No.1 Exportaciones de piña en Toneladas Métricas en Guatemala



FUENTE: Profruta

Tabla No. 3 Importaciones de piña

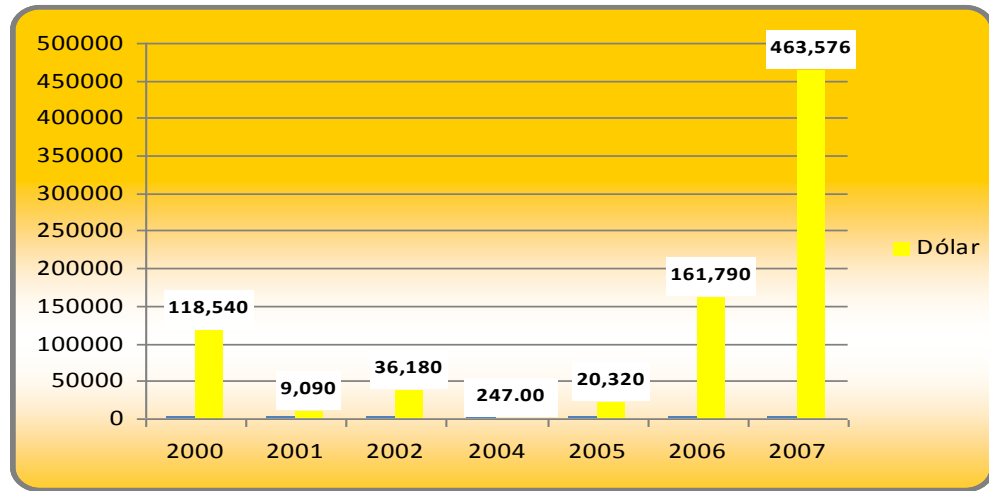
Partida arancelaria 08043000

		Año						
		08043000						
País Origen	Datos	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2007
COSTA RICA	USS			31518				
	T.M.			25.275				
EL SALVADOR	USS	115	444					
	T.M.	2.61	1.5					
ESTADOS UNIDOS	USS	1544	696			20320	156172	
	T.M.	2.19	1.514			89.892	146.749	
FRANCIA	USS						5618	
	T.M.						0.135	
HONDURAS	USS	116881		4662	247			
	T.M.	40.08		27.6	0			
NICARAGUA	USS		7950					
	T.M.		71.273					
Total suma USS		118540	9090	36180	247	20320	161790	463576
Total suma de T.M		44.88	74.287	52.875	0	89.892	146.884	145.0

FUENTE: Banco de Guatemala -BANGUAT-

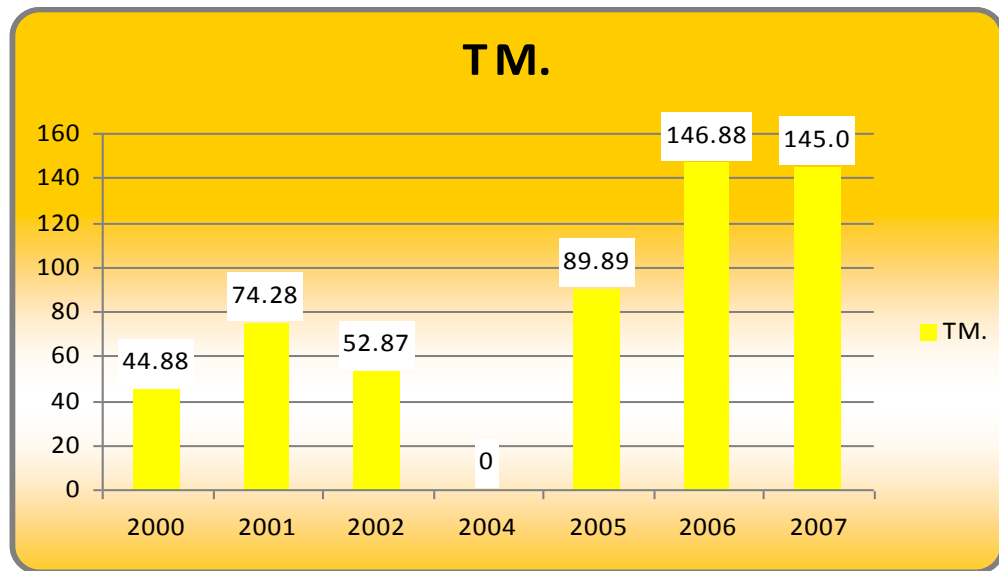
El principal socio comercial en las importaciones de piña es Estados Unidos, el precio de la tonelada métrica de las exportaciones es mucho más bajo que el pagado por las importaciones ya que en el 2007 esta reportado que Guatemala pago 3,197.07 dólares por tonelada métrica y por exportarla le pagaron al productor 266.75 dólares por tonelada métrica lo cual hace que haya una gran diferencia, puede deberse a la variedad que se importa. La piña ha tenido una tasa de crecimiento en valor entre el 2002 y el 2006 del 82% y tiene una participación en las importaciones del mundo del 0.01% y una posición en el mundo de las importaciones numero 73. (Profruta 2009).

Figura No. 2. Importación de piña en Dólares



FUENTE: Profruta

Figura 3. Importación de piña en toneladas Métricas



FUENTE: Profruta

IV. JUSTIFICACIÓN

La piña es el segundo cultivo tropical de importancia mundial, aportando más del 20 % del volumen de frutos tropicales. Setenta por ciento de la piña producida en el mundo es consumida como fruta fresca en el país que la produce. El comercio de piña se ha vuelto una de las actividades agrícolas más productivas en los últimos ocho años. En consecuencia, en la última década la producción mundial de piña ha crecido a una tasa media anual de 1.9% pese a la ocurrencia de fenómenos económicos y climáticos adversos.

En Guatemala el cultivo de piña ha tomado relevancia en la producción agrícola. Con una área aproximada de 2,000 ha y una producción de 24,962.41 T.M. de exportación hasta el 2007. La tasa de crecimiento anual entre el 2002 y el 2006 es del 209% que aportan el 76.65% del total de las exportaciones de piña fresca en los EEUU, posicionando a la piña como uno de los cultivos de mayor importancia en el sector de exportaciones y generación de divisas. Actualmente no se cumple con las exigencias de calidad del mercado, tanto nacional como internacional debido, en gran medida a deficiencias en el manejo general del cultivo, y de manera muy acentuada a las prácticas inapropiadas de cosecha, recolección, maltrato por empaque y transporte inadecuado.

La piña como fruta no climatérica, debe ser cosechada cuando esté lista para consumirse, ya que los cambios posteriores en su constitución fisiológica e interna no variarán mayormente. Lo cual hace difícil su preservación y durabilidad en anaquel. Lo que hace necesario el estudio, desarrollo y aplicación de técnicas post cosecha adecuadas, siendo las de mayor relevancia: transporte, desinfección y cadena de frío. La implementación de métodos para lograr nuevos avances y mejoras, beneficiaran tanto al sector productor, distribuidor y consumidor. Ofreciendo al consumidor un producto fresco de alta calidad, satisfaciendo las demandas de la población. Existen ventajas económicas por reducción de pérdidas de producto por mala manipulación.

El híbrido MD-2, variedad de piña del grupo Cayena, está siendo el más solicitado por las transnacionales del Monte y Chiquita brands. Actualmente es el de mayor demanda para consumo como fruta fresca, esto es debido a las características presentadas por esta clase de piña, en cuanto a color y sabor se refiere. Sus altos precios y mayor demanda han llevado a la necesidad de encontrar nuevas formas para reducir el deterioro y la pérdida de calidad de estas.

Al final de la cadena de distribución el consumidor obtendrá un producto de mejor calidad que mantenga sus cualidades físicas y nutritivas. Entre estas cualidades están la retención de color, dulzura, acidez, ausencia de golpes y ausencia de pudrición.

V. OBJETIVOS

A. Objetivos generales

1. Prolongar la vida de anaquel de piña variedad MD2, como producto fresco, por medio de técnicas post cosecha a fin de que soporte el proceso comercial.

B. Objetivos específicos

1. Evaluar el impacto sobre el fruto ocasionado por los métodos de cosecha manual y cosecha mecánica e incidencia en la vida de anaquel.
2. Evaluar el efecto del sistema de transporte del campo hacia planta sobre la vida de anaquel.
3. Comparar dos diferentes métodos de desinfección para piña (MD2); cera con fungicida y jabón con desinfectante e incidencia en la vida de anaquel.

VI. HIPÓTESIS

El lavado y desinfección de frutos de piña con jabón Fist y desinfectante Chemprocide, productos que destruyen, controlan bacterias y moho que se forman por descomposición orgánica seguido de almacenamiento en frío, son las condiciones más indicadas para obtener productos que conserven su calidad física, organoléptica y retarden su vida en anaquel por un mayor período de tiempo.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Metodología

1. Comparación de métodos de corte manual y mecánico.
 - a. Analizar cantidad de golpes producidos a la fruta.
 - b. Incidencia en la vida de anaquel.

2. Transporte hacia planta.
 - a. Colocar piñas en camión.
 - b. Evaluar golpes durante transporte.

3. Selección. La piña se acepta cuando:
 - a. Frescas, limpias y brillantes
 - b. Libre de plagas.
 - c. Libre de daños mecánicos.
 - d. Libre de pudriciones.
 - e. Libre de insectos.
 - f. Sin pedúnculo.
 - g. Corona color verde, bien desarrollada con longitud de hojas con una relación de 1:1, 1.25:1 y 0.75:1, como máximo el doble del tamaño del fruto.
 - h. Contenido mínimo de sólidos solubles de 12% y acidez máxima de 0.4 – 0.6%
 - i. Uniformidad de tamaño, forma y firmeza.
 - j. Ausencia de quemaduras de sol.
 - k. Libre de agrietamientos.
 - l. Libre de magulladuras.
 - m. Clasificación de acuerdo a color, tamaño y corona.

4. Lavado.
 - a. La fruta seleccionada se sumerge en una solución de 100 ppm de cloro durante 3 minutos. Aplicación de cera vegetal 7055FMC con fungicida Bayleton (corona y fruto). Reforzar la base con fungicida Bayleton. Secado de cera.

- b. La fruta seleccionada se sumerge en una solución 0.5% de jabón Fist durante 5 minutos. Aplicación de 50 ppm de desinfectante Chemprocide.

5. Empaque y almacenamiento.

- a. Colocar en cajas de cartón.
- b. Almacenar en cámara frigorífica a 7°C.

6. Análisis

- a. Golpes: análisis visual a piña con cascara y sin cascara.
- b. Azúcares solubles (°Brix): Método Refractométrico 22.024 (AOAC, 1984).
- c. Acidez: Método 22.059 (AOAC, 1984).
- d. Medición del avance de la translucidez y color de pulpa. Avance del color de la cascara.
- e. Tiempo de aparición de mohos.
- f. Tiempo de vida de anaquel: recuento de días desde cosecha hasta anaquel.

B. Material y equipo

1. Equipo

- a. Refractómetro (Hand Refractometer, Scale 0-50 °Brix).
- b. Electrodo de vidrio para medición de pH.
- c. Cuarto frío.

2. Material

- a. Piñas variedad MD2, provenientes de la finca POPOYAN en Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.
- b. Solución de cloro 100ppm.
- c. Cera vegetal 7055FMC.
- d. Fungicida Bayleton.
- e. Jabón Fist.
- f. Desinfectante Chemprocide.
- g. Tiras indicadoras de cloro.
- h. Tiras indicadoras de amonio.

3. Reactivos

- a. Hidróxido de sodio 0.1 N.

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Unidad experimental

Los factores bajo estudio fueron la determinación del punto en el que el método de cosecha daña en mayor proporción a la fruta y la efectividad del método de lavado y desinfección, utilizando el producto Pace específicamente.

Las condiciones que variaron fueron: Cantidad de piñas almacenadas a 7°C y a temperatura ambiente (28°C).

B. Tamaño de la muestra

Hubo diez muestras para cada variante de los dos tipos de cosecha, 15 muestras para cada variante de lavado y desinfección como se explicó en la metodología. Cada una de éstas se hizo en duplicado.

C. Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianzas y análisis de Pareto.

VIII. RESULTADOS

La piña se cosechó en la finca Popoyán en Santa Lúcia Cotzumalguapa y en la finca San Luis en Tiquisate, departamento de Escuintla. Se transportaron a la planta empacadora. Se lavaron, desinfectaron Y almacenaron en un cuarto frío.

Se presenta a continuación los resultados obtenidos mediante la metodología expuesta en la sección anterior. Los resultados se trabajaron con promedios de las muestras.

Tabla No. 4

Determinación de sólidos totales (°Brix)
a través del tiempo a temperatura ambiente 28°C y 7°C

Variable	Tratamiento	T °C	Día							
			1	3	6	9	12	18	24	30
°Brix SST	Control	28	14.0 ±1.9	16.0 ±1.9	12.1 ±1.9	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
	Cera		14.0 ±1.9	14.1 ±1.9	10.0 ±1.9	±1.9	N.A	N.A	N.A	N.A
	Pace ¹		14.0 ±0.5	14.1 ±0.5	13.0 ±0.5	±0.5	N.A	N.A	N.A	N.A
	Control	7	14.0 ±0.4	S.M	14.3 ±0.4	S.M	14.0 ±0.4	14.0 ±0.4	14.5 ±0.4	N.A
	Cera		14.0 ±0.6	S.M	15.0 ±0.6	S.M	14.2 ±0.6	15.0 ±0.6	14.1 ±0.6	13.4 ±0.4
	Pace ¹		14.0 ±0.2	S.M	14.0 ±0.2	S.M	14.1 ±0.2	14.1 ±0.2	14.0 ±0.2	13.5 ±0.2

¹ Jabón fist y desinfectante Chemprocide

N.A = No aceptable, ni apta para consumo.

S.M = Sin muestrear

Tabla No.5

Determinación de porcentaje Acidez Titulable
a través del tiempo a temperatura ambiente 28°C y 7°C.

Variable	Tratamiento	T °C	Día							
			1	3	6	9	12	18	24	30
Porcentaje	Control		0.35 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Acidez Titulable	Cera	28	0.35 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.39 ± 0.1	N.A	N.A	N.A	N.A
	Pace ¹		0.35 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.58 ± 0.1	N.A	N.A	N.A	N.A
	Control		0.35 ± 0.2	S.M	0.66 ± 0.2	S.M	0.8 ± 0.2	0.74 ± 0.2	0.8 ± 0.2	N.A
	Cera	7	0.35 ± 0.1	S.M	0.7 ± 0.1	S.M	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.1
	Pace ¹		0.35 ± 0.1	S.M	0.6 ± 0.1	S.M	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.1

¹ Jabón fist y desinfectante Chemprocide

N.A = No aceptable, ni apta para consumo.

S.M = Sin muestreo

Tabla No. 6
Análisis del color de la piña a través del tiempo
a temperatura ambiente 28°C

(Intensidades y daños)

Tratamiento	Característica	Día			
		1	3	6	9
	Color	Crema	Crema	Dorado	N.A
Control	Translucidez	2	2	4	N.A
	Cáscara	2	4	6	N.A
	Daños	Sin daño	Base blanda	Moho base y cáscara. Mitad blanda (de la base hacia centro)	N.A
	Color	Crema	Crema	Amarilla	Amarilla
Cera	Translucidez	2	2	3	3
	Cáscara	2	4	5	6
	Daños	Sin daño	Sin daño	Inicia moho base	Moho base
	Color	Crema	Crema	Amarilla	Amarilla
Pace¹	Translucidez	2	2	3	3
	Cáscara	2	4	5	6
	Daños	Sin daño	Sin daño	Inicia moho base	Moho base

¹ Jabón fist y desinfectante Chemprocide

N.A = No aceptable, ni apta para consumo.

Tabla No. 7

Análisis del color de la piña a través del tiempo
a 7 °C

(Intensidades y daños)

Tratamiento	Característica	Día					
		1	6	12	18	24	30
	Color pulpa	Crema	Crema	Crema	Amarillo dorado empezando abajo	Amarillo dorado empezando abajo	N.A
Control	Translucidez	2	2	2	4	4	N.A
	Cáscara	2	4	4	6	6	N.A
	Daños	sin daño	Daño por frío cáscara	Moho base, cáscara blanda, deshidratación de cáscara por daños por frío	Moho base, cascara blanda daño por frío cáscara. (puntos rojos)	Moho base, cáscara blanda deshidratada y quemadura por frío (puntos rojos)	N.A
	Color pulpa	Crema	Crema	Crema	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Cera	Translucidez	2	2	2	3	3	3
	Cáscara	2	3	4	4	4	4
	Daños	sin daño	Sin daño	Sin daño	Moho verde base, fruto y corona.	Moho verde y rojo en base y fruto	Moho verde y rojo en la base
	Color pulpa	Crema	Crema	Crema	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Pace¹	Translucidez	2	2	2	3	3	3
	Cáscara	2	3	4	4	5	5
	Daños	sin daño	sin daño	Sin daño	Deshidratación por daño por frío en cáscara.	Deshidratación y quemaduras por frío (puntos rojos)	Empieza moho verde en la base. Daño por frío cáscara

¹ Jabón fist y desinfectante Chemprocide

N.A = No aceptable, ni apta para consumo.

Tabla No.8
Resultados de análisis de varianza

	GRADOS BRIX 28°C		GRADOS BRIX 7°C	
EFFECTOS	Varianza	INTERPRETACIÓN	Varianza	INTERPRETACIÓN
Tiempo	0.3	No hay efecto	0.0	Significativo
Tratamiento	0.5	No hay efecto	0.3	No hay efecto

	PORCENTAJE ACIDEZ TITULABLE 28°C		PORCENTAJE ACIDEZ TITULABLE 7°C	
EFFECTOS	Varianza	INTERPRETACIÓN	Varianza	INTERPRETACIÓN
Tiempo	0.2	No hay efecto	0.2	No hay efecto
Tratamiento	0.4	No hay efecto	0.6	No hay efecto

	COSECHAS	
EFFECTOS	Varianza	INTERPRETACIÓN
Tipo de cosecha	0.0	Significativo
Tiempo	3.0	No hay efecto

- Probabilidad significativa con $p < 0.05$.

Figura no. 4

Grados Brix a través del tiempo a 28°C y 7°C

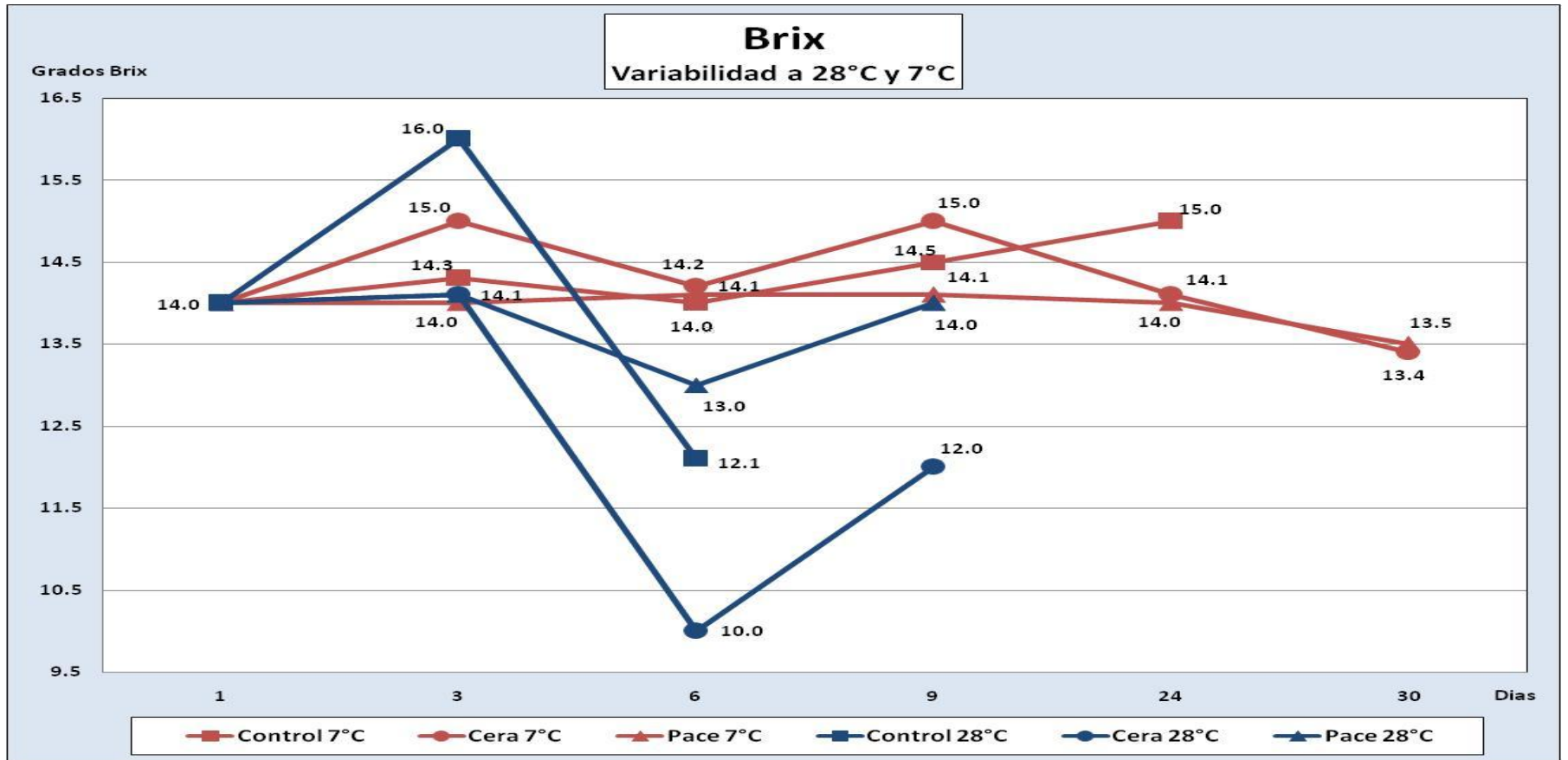


Figura no. 5

Acidez total titulable (ATT) a través del tiempo a 28°C y 7°C

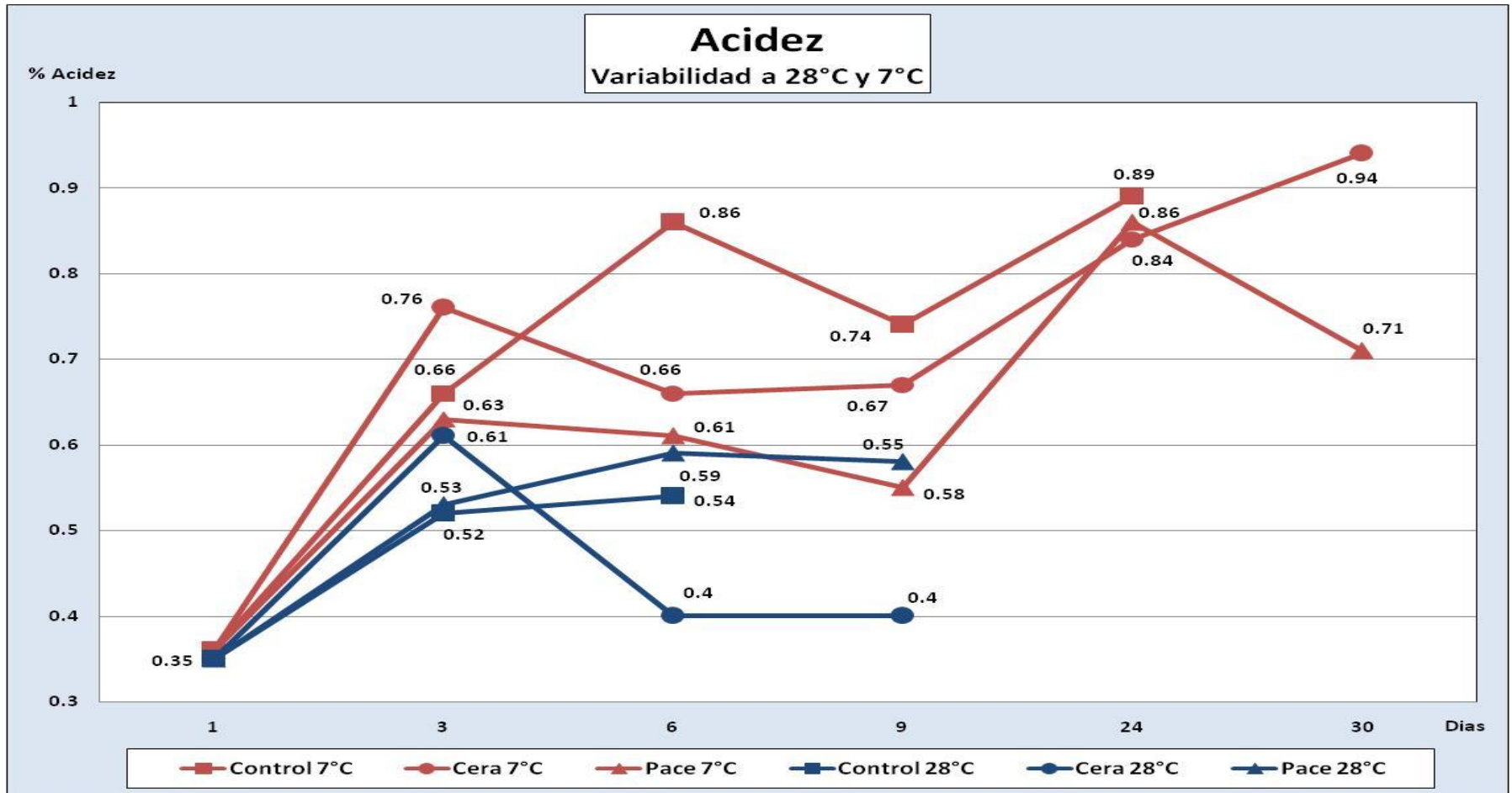


Figura No.6

Daños producidos por cosecha manual

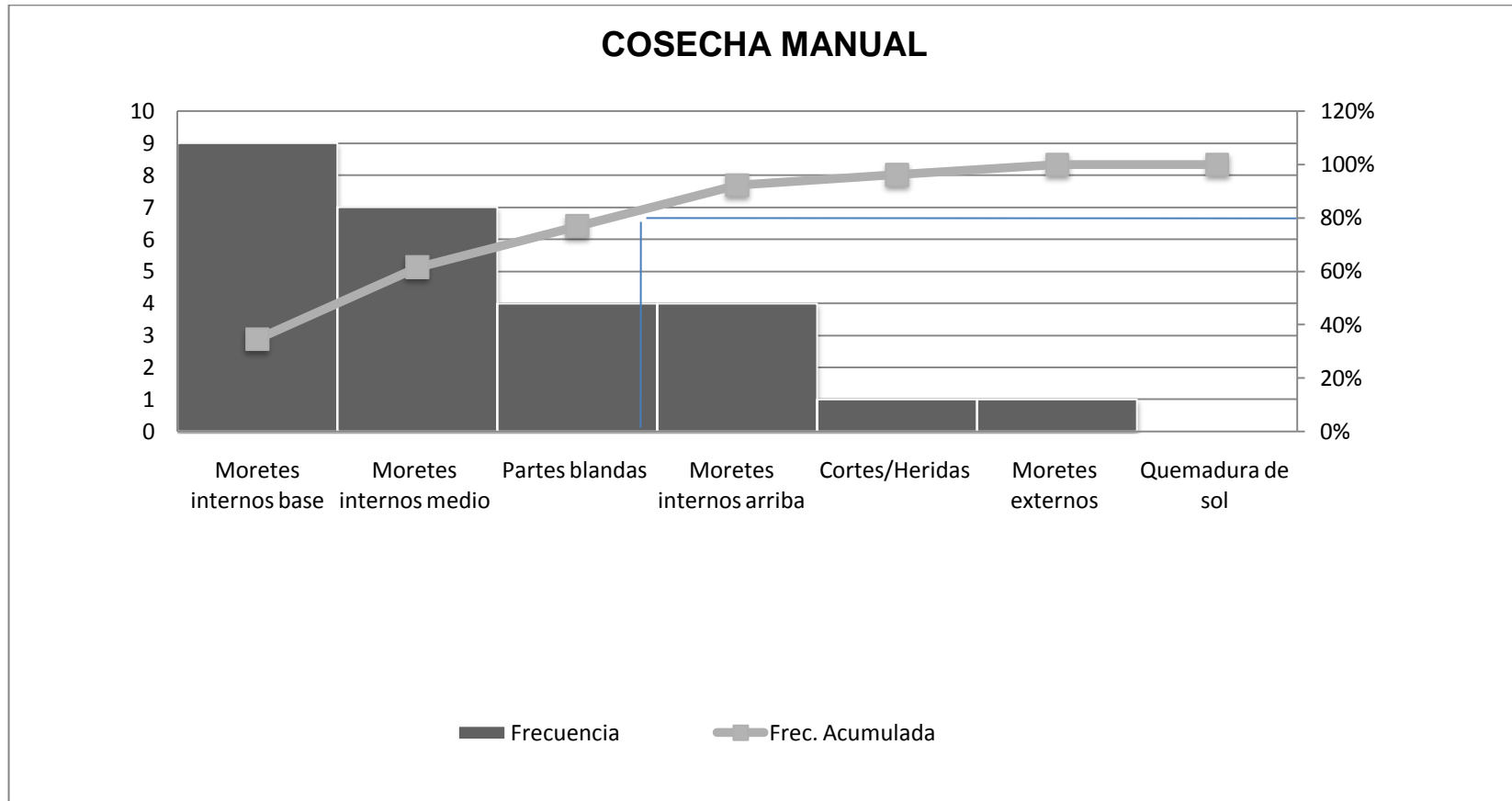


Figura No. 7

Daños producidos por cosecha mecánica

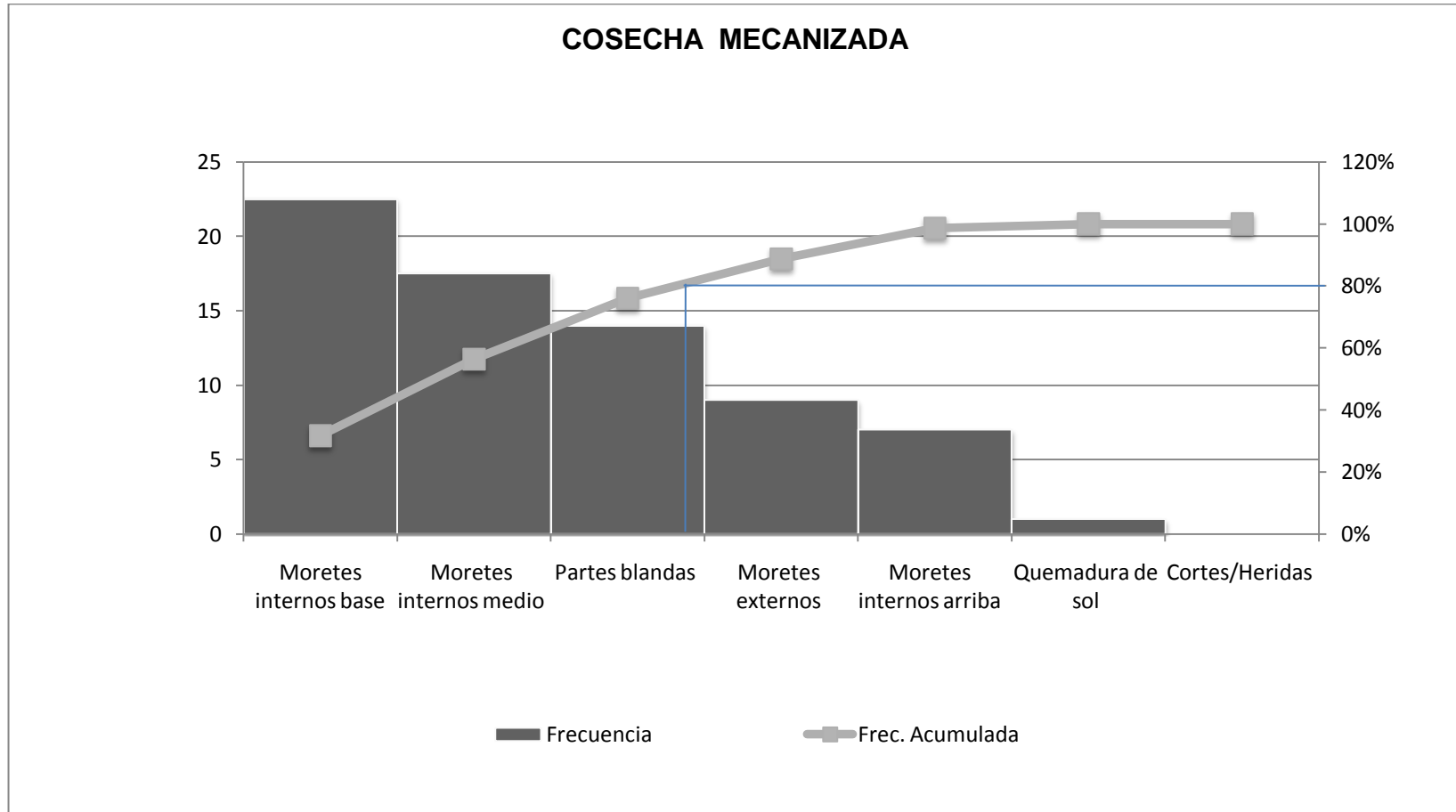


Figura No. 8

Muestras control almacenadas a temperatura ambiente (28°C)

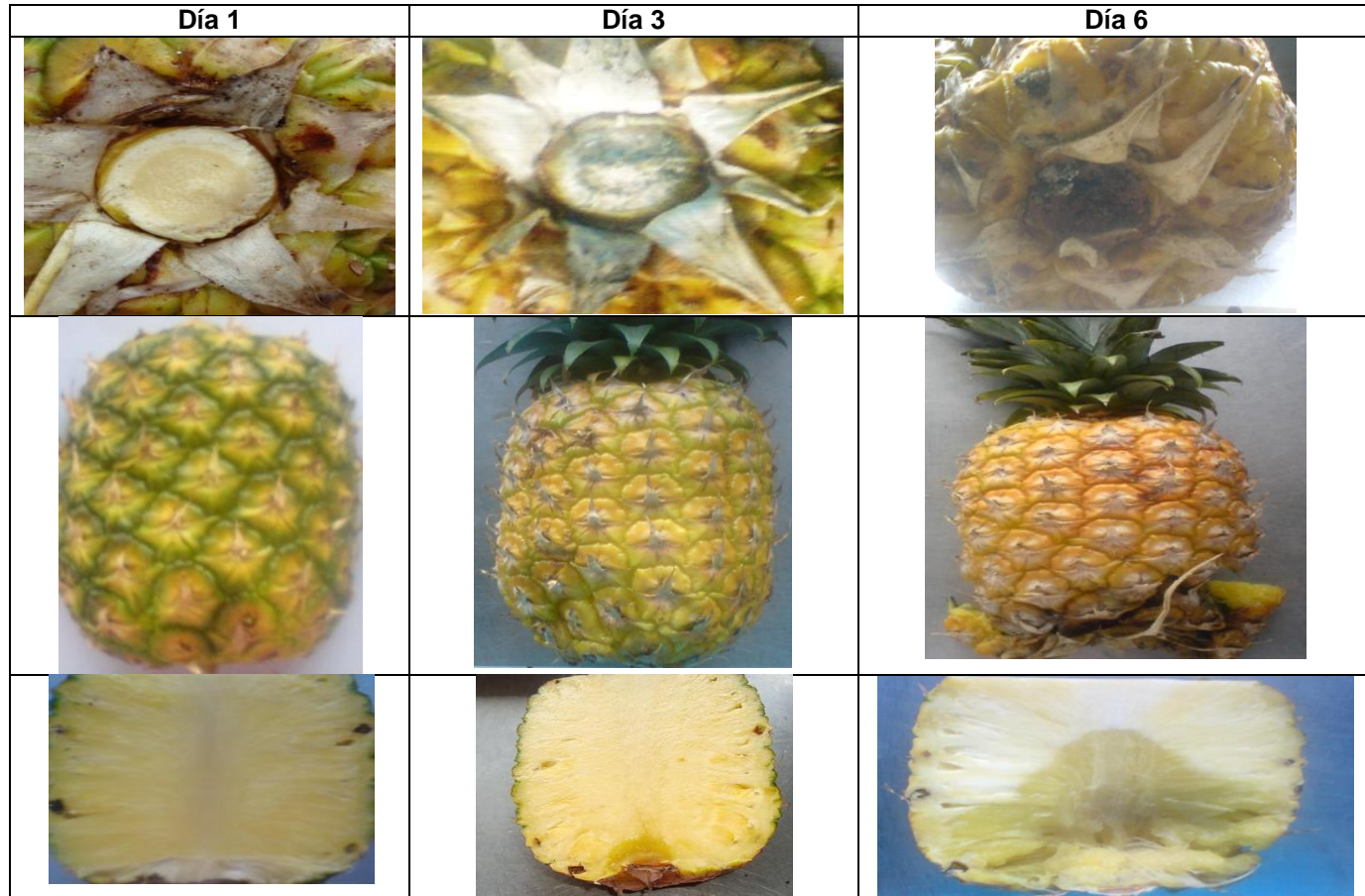


Figura No. 9

Muestras con cera y fungicida almacenadas a temperatura ambiente (28°C)

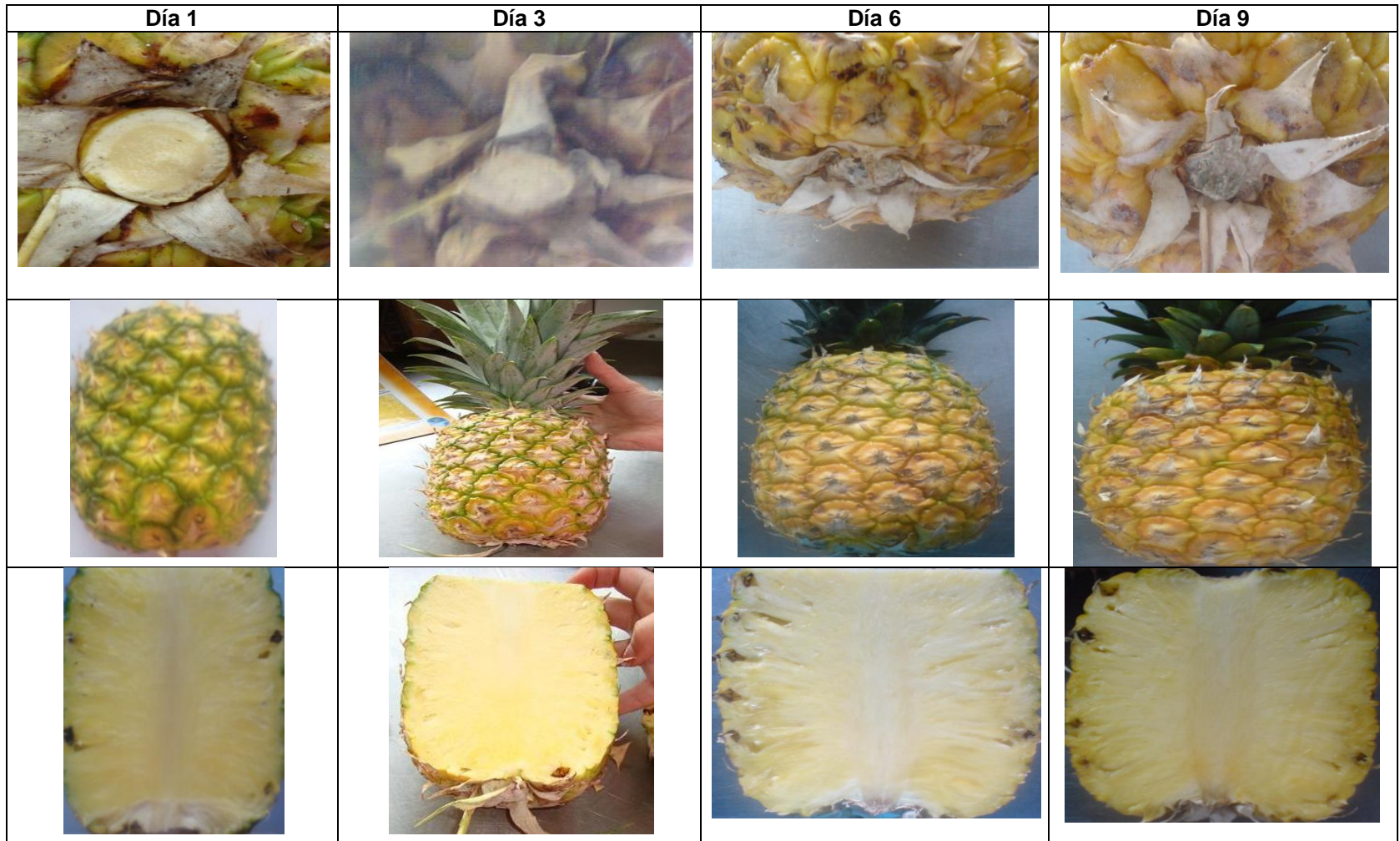


Figura No. 10

Muestras tratadas con producto Pace almacenadas a temperatura ambiente (28°C)

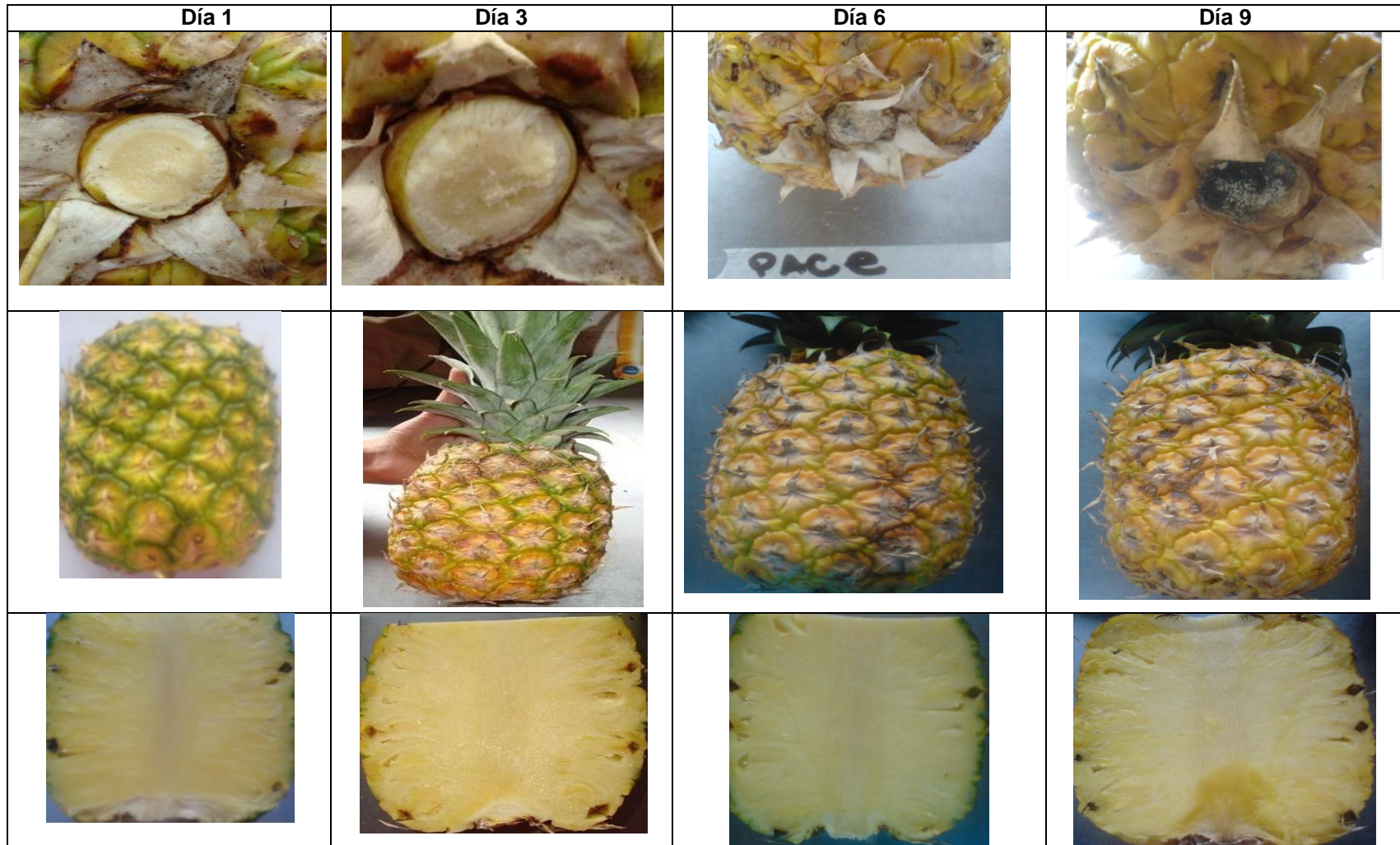


Figura No. 11

Muestras control almacenadas a 7°C de temperatura

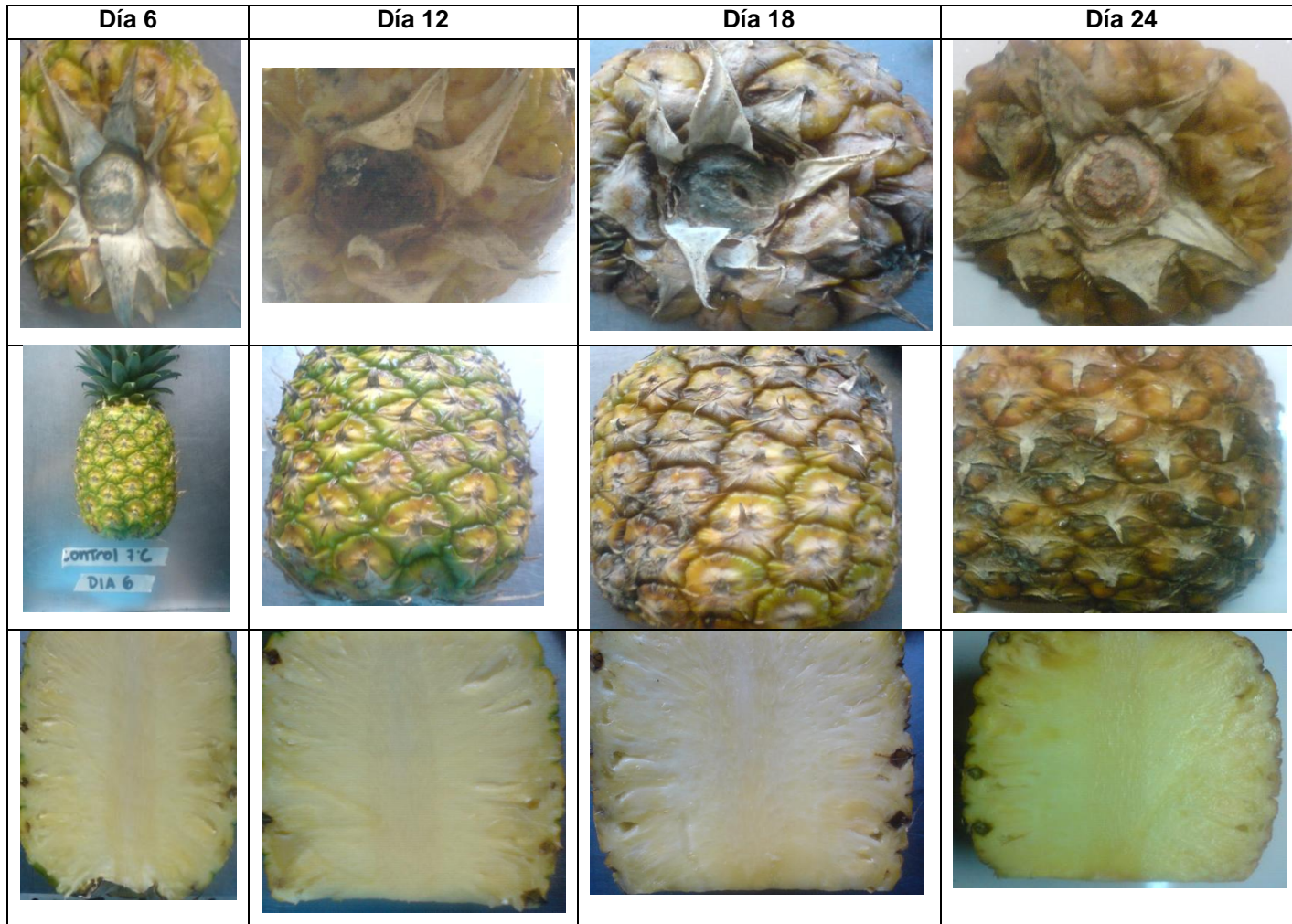


Figura No. 12

Muestras con cera y fungicida almacenadas a 7°C de temperatura

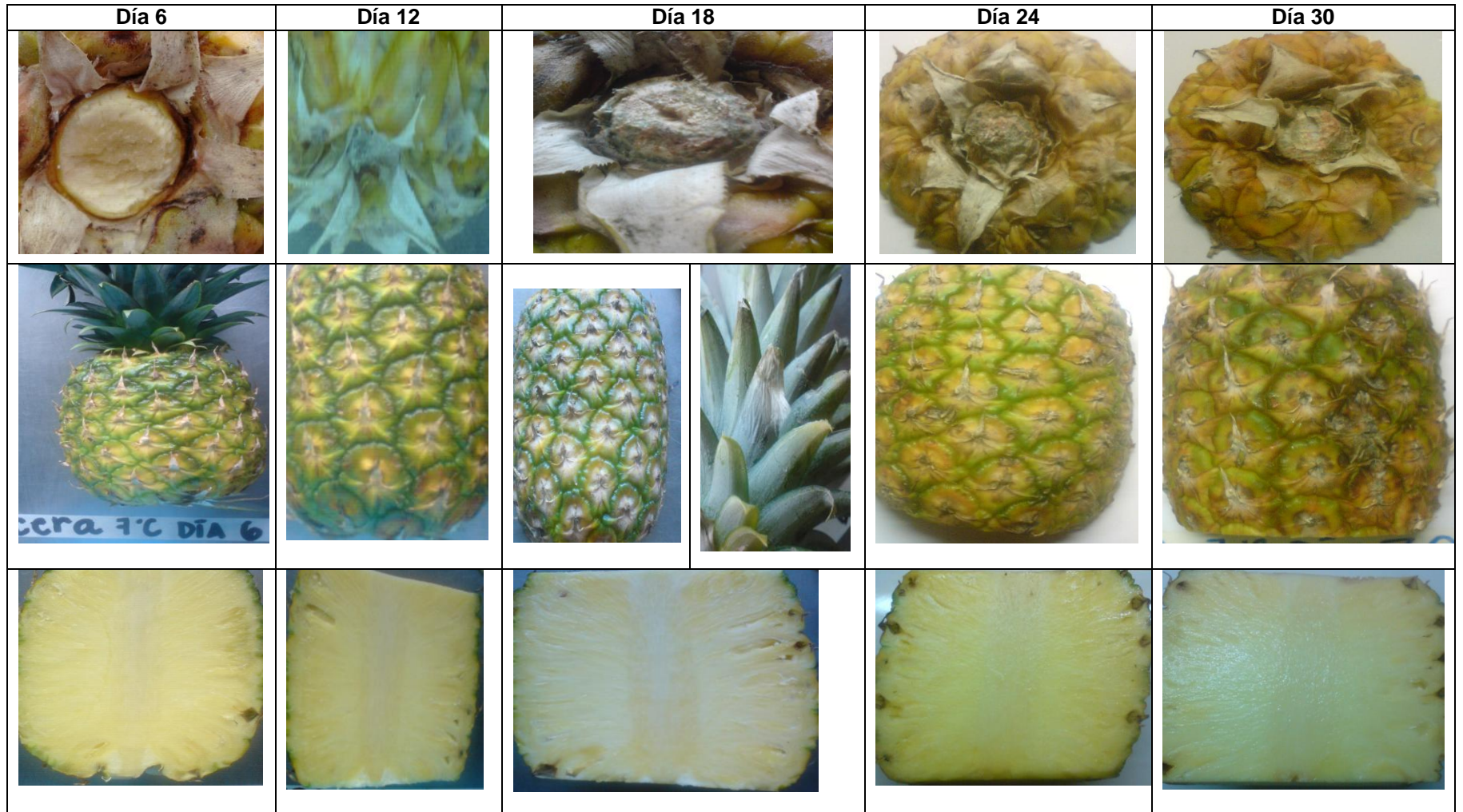
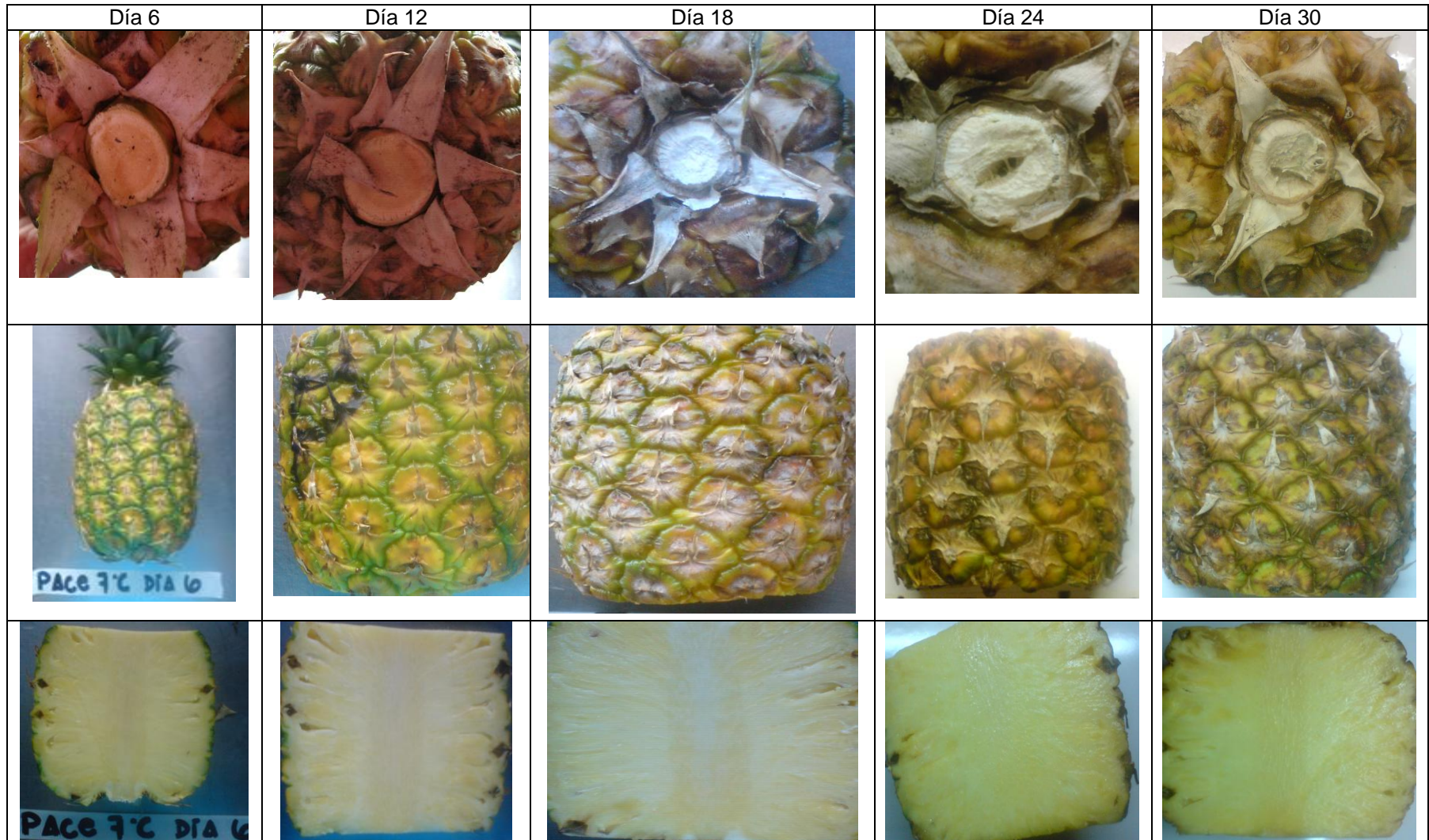


Figura No. 13

Muestras con producto Pace almacenadas a 7°C de temperatura



IX. DISCUSIÓN

Se evaluaron dos puntos que se consideraron claves para la calidad sensorial y la calidad final percibible del producto. Grados Brix, que es un indicador del contenido de azúcares y el sabor dulce de la piña, atributo de calidad deseable para esta fruta. El porcentaje de Acidez total titulable que se da en términos del ácido orgánico más común, que para la piña es el ácido cítrico. La acidez titulable de la piña es del orden de 0.4 – 0.6g ácido cítrico/100 g jugo de la fruta. Los datos de acidez son importantes en conjunto con los datos del contenido de sólidos solubles (relación °Brix / acidez). Esto evalúa con eficiencia la calidad no perceptible del producto.

El color se evaluó a través del tiempo y se hicieron dos tipos de mediciones. Una utilizando una guía de color y otra visual. La evaluación visual es de suma importancia para ayudar a evaluar la calidad del producto. Con la guía de color se evaluaron los cambios en la cáscara que van de un verde oscuro a un verde claro y después a un amarillo, para la variedad MD2. El cambio de color se inicia en la base pedúncular del fruto y poco a poco se va extendiendo hacia la corona conforme los días de almacenamiento, hasta que todo el fruto tiene un color homogéneo. La translucidez de la pulpa que cambia de una apariencia opaca (no transparente), 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. Se evaluó también los daños por frío y aparición de mohos en la cáscara.

Para tener un mejor control de enfermedades o desórdenes de frutos, los mejores resultados se han obtenido cuando las mediadas de control en el campo se complementan con los tratamientos en poscosecha; estos tratamientos son necesarios para el control de enfermedades que pueden surgir debido a golpes infecciosos que surgen inevitablemente durante la cosecha y manejo de frutos (Beattie, *et al*, 1995: 1-2). Se evaluó la aparición de daños mecánicos a lo largo del tiempo de almacenamiento a 7°C ocasionados por golpes, carga excesiva, cortes y fricción de las frutas entre sí y con las superficies de la línea, ocasionados durante la cosecha manual y cosecha mecánica, desde el momento de su cosecha hasta el arribo de la fruta a la planta empacadora. Siendo estos partes blandas, grietas, cortes o heridas, quemaduras por el sol, moretes externos y moretes internos. A continuación se discutirán los resultados obtenidos en los análisis.

La exportación de piñas puede llevarse a cabo por embarques de dos a tres semanas y una de las maneras de mantener la calidad de los frutos es el uso de almacenamiento a bajas temperaturas y desinfección. El lavado y desinfectado de la piña es necesario debido a que la piña sigue viva, respirando y transpirando, pudiendo ser atacada por microorganismos que aceleran su deterioro. Al lavarse el producto se removieron tierra, mohos, insectos etc. Se utilizó y comparó la eficacia de dos métodos de lavado y desinfectado, una solución 100ppm de cloro, cera 7055 FMC con fungicida Bayleton y jabón Fist con

desinfectante Chemprocide, el cual es un compuesto cuaternario suave de cloruro de amonio de amplio espectro para matar bacterias y mohos. Se escogió esta solución desinfectante por tener una rápida actividad microbiana y control de mohos.

A. Grados Brix

Durante el periodo de almacenamiento a 28°C el mayor decaimiento se obtuvo para muestras no tratadas (Tabla No. 4 y Figura No. 4 en la sección de Resultados) se observó un menor decaimiento y un comportamiento más constante en los frutos tratados con Pace que los tratados con Cera-Fungicida, con desviación estándar de 0.5 vs.1.9, lo que indica una mayor estabilidad en las piñas tratadas con el producto Pace. En el análisis de varianza (Tabla No. 8, en la sección de Resultados) el tiempo ($\rho = 0.347$) y los tratamientos ($\rho = 0.558$) no ejercen una influencia significativa en la variación de los grados Brix.

Para muestras almacenadas a 7°C (Figura No. 4 en la sección de Resultados) la que presentó menor estabilidad durante el almacenamiento fueron las tratadas con cera y fungicida ($\sigma = 0.6$) ya que hubo inestabilidad de los días 6 a 18. Frutos tratados con Pace exhibieron mayor estabilidad respecto a las otras dos ($\sigma = 0.2$) manteniéndose con valores más constantes durante el tiempo de almacenamiento. Se refleja también en estos resultados el efecto de la temperatura de almacenamiento, ya que, se observaron valores significativamente menores en los frutos almacenados a bajas temperaturas. El tiempo según el análisis de varianzas si tuvo un efecto significativo en la variación de los grados Brix ($\rho = 0.01$).

Para las muestras tratadas con el producto Pace, se aprecia un comportamiento más constante durante el almacenamiento a 7°C y 28°C que las controles y Cera-fungicida, se puede suponer que el tratamiento previo a un almacenamiento a temperaturas refrigeradas de los frutos si influencia los grados Brix en la pulpa, probablemente por un menor ritmo de actividad de enzimas pectinolíticas y en general por cambios en el patrón o velocidad respiratoria.

B. Porcentaje acidez total titulable

Muestras control, Cera-Fungicida y Pace almacenadas a temperatura ambiente no variaron significativamente entre ellas, ($\sigma = 0.1$). Sin embargo se noto un comportamiento más constante a lo largo del tiempo para las muestras tratadas con Pace (Figura No.5 en la sección de Resultados).

Muestras tratadas con Pace almacenadas a 7 °C tuvieron una mayor estabilidad durante el almacenamiento que las Control y Cera-fungicida. Ambas presentaron un incremento marcado de la acidez a lo largo del tiempo. Muestras tratadas presentaron una mejor estabilidad que las Control ($\sigma = 0.1$ vs.0.2).

Aún cuando no se observaron diferencias significativas en la acidez titulable para las muestras tratadas con Cera y el producto Pace se detectó que los valores de la acidez titulable disminuyeron paulatinamente durante el período de almacenamiento para las muestras tratadas con Pace a 7°C, lo cual coincide con lo reportado con Gortner *et al* 1967.

La acidez total titulable, fue menor para muestras tratadas con Pace durante el almacenamiento, lo cual resulta favorable para mantener la calidad de la piña para su consumo en fresco. Del análisis de varianzas se tuvo que el tiempo y tratamiento no ejerce un efecto significativo en las muestras almacenadas a 28°C y 7°C (Tabla No.8, sección de Resultados).

C. Color

Para definir el color se tomó como referencia las guía de estado de color de la cascara y guía de color y translucidez (Figura 14 y 15 en la sección de Apéndice), se anotaron las variaciones de color en la cascara y translucidez de la pulpa. El nivel de deterioro de la fruta está determinado por el avance de la tonalidad amarilla en los ojos de la fruta.

Juntamente con el cambio de color se evidencia el ablandamiento de la pulpa y en algunos casos fermentación por levaduras.

1. Avance de color en la cáscara. Muestras almacenadas a 28°C el color amarillo en la cáscara aumento más rápido para muestras Control que las tratadas con Cera y el producto Pace, teniendo un aumento de dos grados cada 3 días hasta el día 6 de almacenamiento del estado 2 al estado 4 (mayoría de ojos con color amarillo) llegando al estado 6 (completamente amarilla). Las tratadas presentaron coloración grado 6 hasta el día 9 de almacenamiento.

Almacenamiento a 7°C. Controles mostraron cambios de tonalidad de color en la cascara del día 1 al 18 de almacenamiento del estado 2 (algunos ojos amarillos) al estado 6 (completamente amarilla). Frutos tratados con cera permanecieron en estado 4 (verde alrededor de los ojos) hasta el día 30 de almacenamiento y las tratadas con el producto Pace en estado 5 (algunas trazas de verde en las esquinas de los ojos).

2. Translucidez de la pulpa. La translucidez aumento más rápido para las muestras Control almacenadas a 28°C que las tratadas con Cera y Pace. Del día 3 al 6 hubo un cambio de 2 grados en la pulpa pasando del color crema (estado 2) a dorado (estado 4). Muestras tratadas con Cera y Pace de crema (estado 2) al amarillo (estado 3) hasta el día 9 de almacenamiento.

Almacenamiento a 7°C. Las control presentaron un avance de color en la pulpa de crema al dorado (estado 2 al 4) del día 12 al 18 de almacenamiento (Tabla No.11 en Sección de Resultados) mientras las muestras tratadas con Cera y el producto Pace permanecieron en estado 3 (amarillo) hasta el día 30 de almacenamiento.

Muestras tratadas con el producto Pace no presentan diferencias en la translucidez de la pulpa respecto a las tratadas con Cera durante el almacenamiento a 28°C y 7°C. Y ambas tardaron más en desarrollar translucidez de la pulpa y amarillamiento en la cáscara que las muestras control. Sin embargo las tratadas con el producto Pace tuvieron un avance de un grado de color en la cascara cuando fueron mantenidas a 7°C.

D. Observaciones visuales, mohos y daños por frío

1. Moho y ablandamiento de la cascara. La firmeza del pedúnculo de los frutos controles almacenados a 28°C exhibieron diferencias significativas el día 3 de almacenamiento, las tratadas con cera y el producto Pace no mostraron pérdida de firmeza durante los 9 días de almacenamiento. Para muestras tratadas se observó aparición de mohos hasta el día 6 de almacenamiento mientras los controles mostraban desarrollo total de los mismos. Durante el almacenamiento a 28°C no se observaron diferencias significativas entre los frutos tratados con ceras y el producto Pace.

El día 12 de almacenamientos muestras control almacenadas a 7°C presentaron diferencias significativas con presencia de mohos en la base y cáscara blanda respecto a las tratadas con cera-fungicida y el producto Pace, las cuales no presentaron deterioro.

Se evidenció aparición de mohos en la base, cáscara y corona del fruto el día 18 de almacenamiento para muestras tratadas con cera-fungicida teniendo diferencias significativas respecto a las tratadas con el producto Pace las cuales no presentaron daños por mohos hasta el día 30 de almacenamiento.

Aparición de mohos para frutos tratados con el producto Pace fue 12 días después de las tratadas con cera-fungicida lo cual puede ser un indicador de la calidad bactericida y fungicida ya que tuvo un control mayor durante el almacenamiento a bajas temperaturas.

2. Daño por frío. Controles almacenados a 7°C presentaron daños por frío en la cáscara a los 12 días de almacenamiento, las cuales se exhibieron deshidratación y pérdida de frescura. El día 24 de almacenamiento presenciaron quemaduras en forma de puntos rojos y estos fueron más notorios el día 30 de almacenaje. Frutos tratados con el producto Pace sufrieron deshidratación de la cáscara el día 18 de almacenamiento y las tratadas con ceras no mostraron deshidratación ni quemaduras por frío a lo largo de los treinta días de almacenamiento.

E. Tiempo de almacenamiento, vida de anaquel.

Durante el almacenamiento a 28°C, controles sufrieron presencia de mohos en el pedúnculo y ablandamiento de la cáscara por lo cual se consideraron no aptas o aceptables para su consumo el día 6 de almacenamiento. Cera-fungicida y las tratadas con Pace tuvieron una vida de anaquel de 9 días en buenas condiciones. Por lo tanto se puede decir que el nuevo producto Pace aplicado en piñas y almacenadas a 28°C de temperatura tiene un efecto igual al de cera y fungicida. Lo que se considera conveniente ya que se trata de un amonio cuaternario suave que no es dañino para la salud como lo es un fungicida.

Hubo diferencias significativas durante el almacenamiento a 7°C para los frutos con Pace los cuales presentaron 12 días más de vida de anaquel en buenas condiciones microbianas sin daño por mohos ni partes blandas hasta el día 30 de almacenamiento que las tratadas con cera y fungicida. Con esto se puede decir que piñas tratadas con el producto Pace y almacenadas a bajas temperaturas incrementa su tiempo de vida en anaquel en buenas condiciones. Se observó que el producto es eficaz y que exhibe una mejor respuesta en comparación con el uso de fungicidas los cuales pueden ocasionar riesgos a la salud.

También es importante señalar que las cubiertas cerosas sí reducen los daños por frío ocasionados a la cáscara de los frutos de piña durante almacenamiento, pero debe hacerse seguido de una satinización eficaz, ya que estas no actúan como barrera para mohos y bacterias. La cera únicamente mejora la apariencia y fisiológicamente actúa como retardador de los procesos fisiológicos de respiración y oxidación lo que preserva la fruta más allá del periodo natural (Castañeda, 2003).

F. Daños mecánicos

Las frutas tropicales están sujetas a varias enfermedades muy destructivas en la etapa de la poscosecha, algunas de estas resultan de golpes infecciosos que ocurren durante la cosecha y manejo de los frutos. El fruto debe ser cosechado y transportado adecuadamente, puesto que los daños mecánicos ocasionan pardeamiento de la pulpa. En los frutos dañados, sobremaduros o con fisuras en la corteza se presentan procesos de fermentación en la pulpa, resultado del desarrollo de levaduras y bacterias (Paull y Cheng, sin publicar; Pulido, 2000).

Para analizar los daños ocasionados durante la cosecha manual que se lleva a cabo en la finca Popoyan y cosecha mecánica en la finca San Luis, se seleccionaron muestras al azar durante el corte, transporte y en la banda luego de su desinfección. Las muestras se realizaron en duplicado, se almacenaron durante 4 semanas a 7°C de temperatura. Se realizó un análisis de medias y luego un análisis de Pareto para identificar los factores o elementos que contribuyen en mayor proporción a la causa de daños a la fruta.

1. Cosecha manual. Se puede decir que la mayoría de los daños ocasionados en los frutos de piña durante su cosecha manual se producen en el carretón, probablemente aquí es donde sufren un mayor estrés debido a que pasan por el corte y estibaje de las mismas en el campo y luego en el carretón por un periodo prolongado de tiempo que puede ser de hasta 2 horas antes de llegar a la planta. A esto se le puede sumar el calor del campo que puede dar lugar a mayor estrés en los frutos.

2. Cosecha mecánica. En la finca San Luis, se utilizó una cosechadora guiada por un tractor, la fruta cortada fue pasada por tres bandas y colocada en carretones para ser transportada hasta la planta donde fue desinfectada y pasada por la banda para el encerado, luego fueron colocadas en cajas de cartón corrugado y almacenadas a 7°C para su análisis.

Durante la cosecha mecanizada se observó un mayor porcentaje de causas de deterioro de las frutas. Del análisis realizado para el corte manual y el mecanizado se observó que las pérdidas de firmeza y deterioro de las frutas ocasionadas por la maquinaria de cosecha fueron mayores. (Figura No. 6 y No. 7 en la sección de Resultados).

La cosecha mecanizada tiene como ventaja la rapidez y un menor costo por tonelada recolectada. La inversión necesaria para la adquisición, el costo de mantenimiento y la ociosidad del equipo durante gran parte del año hace que la decisión de compra deba ser cuidadosamente analizada. Como desventajas adicionales se pueden mencionar que toda la operación debe estar diseñada para la cosecha mecánica, empezando por el cultivo, distancia entre hileras, nivelación del terreno, pulverizaciones y labores culturales.

La cosecha manual además de no requerir inversiones iniciales, la principal ventaja se basa en la capacidad del ser humano de seleccionar el producto en su adecuado estado de madurez y de manipularlo con mucha mayor suavidad garantizando de esta manera una mayor calidad y menor daño.

Es necesario, sin embargo, un adecuado entrenamiento del personal de cosecha y una estricta supervisión. Es muy importante, además, el adecuado entrenamiento del personal particularmente para seleccionar el grado de madurez o desarrollo deseado así como las técnicas de separación necesarias para no dañar al producto o a la planta madre.

X. CONCLUSIONES

- A. En los frutos de piña, la cosecha mecánica según el análisis de Pareto, tuvo un efecto más adverso que la cosecha manual en términos de moretes externos e internos en la base que la cosecha manual. Este efecto resultó más evidente durante la etapa de corte en la cosecha.
- B. El tratamiento de los frutos de piña con jabón Fist y desinfectante Chemprocide durante cinco minutos resulta satisfactorio para la desinfección del producto y prolongación de la vida de anaquel del mismo en buenas condiciones.
- C. El tiempo de almacenamiento en frío para los frutos tratados con el producto Pace, sin aparición de mohos, fue de 12 días más que los tratados con Cera-fungicida.

XI. RECOMENDACIONES

- A. Realizar un estudio utilizando una mezcla de Cera con Chemprocide y evaluar el deterioro y los daños por frío ocurridos en la cáscara a través del tiempo.

- B. El 80% de los problemas de la finca Popoyán radica en el 20% de las causas que son golpes en la base del fruto y en el centro, por lo mismo se deben de estudiar estos factores para que a futuro no causen problema y optimicen el proceso.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Adel A. 2005. *Pineapple. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Department of Pomology. University of California, Davis, CA 95616.
2. Alicia Feippe. 1995. *Desordenes Fisiológicos en frutas Uruguay, Boletín de Divulgación N° 55 INIA*. Las Brujas. 48 págs.
3. Alvarado E., Demerutis C. 2006. <<Evaluación de fungicidas biológicos para el control postcosecha de la pudrición de corona y pedúnculo en piña (*Ananas comosus* (L) Merr)>>. *Revista Iberoamérica de tecnología postcosecha*. 17-25.
4. Beattie, B., McGlasson, W.B., y Wade, N. 1195. *Postharvest diseases of horticultural produce: Tropical Fruit*. Volume 2. Department of Primary Industries, Queensland. 86pags.
5. Calderón M. 2005. *Guías técnicas del manejo poscosecha para el mercado fresco*. Piña. Comité técnico editorial. 49 pags
6. Castañeda de Pretelt, Panamá. 2003. Manual técnico. In Seminario sobre producción y manejo postcosecha de la piña para la exportación (2003, San Salvador, SV) 2003. San salvador, SV, OIRSA. 63P.
<http://ns1.oirsa.org.sv/Publicaciones/VIFINEX/Manuale/Manuales->
7. Chandler W. 1962. *Frutales de hoja perenne*. Unión Tipografica. 657 págs.
8. CODEX STAN 182-1993, REV. 1-1999, EMD. 1-2005 NORMA DEL CODEX PARA LA PIÑA. 5 pags.
9. Coveca. 2002. *Diagnostico de la cadena de la piña*. Consultoría en optimización empresarial. 217 pags.
10. De La Cruz J. y García H. 1999. Operaciones post cosecha de la piña. Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria. 7 págs.
11. Evaluación del sistema de producción de piña y la implementación tecnológica de buenas prácticas agrícolas integradas en la Región. Colombia Costa rica y Nicaragua, Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. Huetar Norte y Nor-atlántica de Costa Rica. 29pags.
12. *Guía de las frutas cultivadas identificación y cultivo*. 2001. Mundi-Prensa. 224 págs.
13. Gortner, W.; D. Dull y B.H. Krauss. 1967. Fruit development maturation ripening and senescence: A biochemical basis for horticultural terminology. *Hortscience* 2:141-144.
14. Hardenburg, R.E., Watada, A.E. and Wang, C.Y. 1986. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks*. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook No. 66 130.
15. IICA. 2003. *Boletín mensual del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Representación*. 8 paginas
16. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI).1976.*Guía para la exportación de productos agrícolas no tradicionales. Piña*. 57 págs.
17. Janic J., Moore J. 1996. *Fruit Breeding. Tree and tropical fruits*. Volume I.609 págs.

18. Kermasha S., Mohan N. 1987. <<Changes in chemical composition of the kew cultivar of pineapple fruit during development>>. *Journal of Food and Agriculture.*: 317-324.
19. *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas.* 1987. Santiago, Chile. 46 pags.
20. *Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Piña.* 1999. Panamá. 44 pags.
21. *Monografía de la piña.* 2004. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria
22. Montenegro A. 2009. Profruta.
23. NeSmith D S, S Prussia, M Tetteh, G Krewer (2002) Firmness losses during harvesting and handling. *Acta Hort.* 574:287-293
24. Pac P. 2005. *Experiencias en el cultivo de piña (Ananas comosus (L) Merr.) con el híbrido MD2 en finca la plata, Coatepeque, Quetzaltenango.* 61 pags
25. Paull R. y Ching Cheng Chen. 2004. Pineapple. Department of Plant and Soil Sciences, University of Hawaii at Manoa. Honolulu, Hawaii. 5 págs.
26. Paull, R. E. 1993. *Postharvest handling of smooth cayenne pineapple in Hawaii for the fresh fruit market.* *Acta Horticultrae* 334. First International Pineapple Symposium. http://www.actahort.org/books/334/334_28.htm
27. PAULL, R.E. y C.C. CHEN. 2000. Pineapple. Postharvest quality maintenance guidelines. Un published.
28. Patten K D, E W Neuendorff, G Nimr (1988) Quiality and efficiency of machine harvesting at different time of the day. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:954.956
29. PROFRUTA (Proyecto de Frutales, GT). 1993. *Estudio sobre el cultivo de la piña en Guatemala.* Guatemala. 55 pag.
30. Sáenz A. y D'Alolio O. 2007. *Referencias Técnicas de manejo pre y poscosecha en piña (Ananas comosus L. Merrill.) Cultivar MD- 2.* 35 págs.
31. Sancho, E. y Baraona M. 1991. *Fruticultura especial: Fruticultura II.* Publicado por EUNED. 73 págs.
32. Shewfelt R. Prussia S. 1993. *Postharvest handling a systems approach.* Academic Press. 339 págs.
33. Snowdon A. 1990. *A color atlas of post harvest diseases and disorders of fruits and vegetables.* VOI 1 general introduction & fruits. 302 págs.
34. Soler. A. 2007. <<Ethepon on Pineapple: News About Uses and Regulation>> *International Society for Horticultural Science.*:16-18.
35. Thompson A. 2003. *Fruit and Vegetables Harvesting, Handling and Storage.* 2ª ed. Blackwell Publishing. 445 págs.

36. Trincherro G D, G O Sozzi, A M Cerri, F Villella, A A Frascina (1999) Ripening-related changes in ethylene production, respiration rates and cell-wall enzyme activity in goldenberry. *Postharvest Biol. Technol.* 16:139-145.
37. Velazquez C. 2000. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). *MANUAL DE MANEJO POSTCOSECHA DE FRUTAS TROPICALES*. "Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas".
38. Wills R., McGlasson W. 1989. *Post Harvest, an Introduction to the Physiology and Handling of Fruits and Vegetables*. Van Nostrand Reinhold. 170 págs.
39. Zhu J., & Bartholome. 1999. <<Gas Exchange and carbón isotope composition of *Ananas comosus* in response to elevated CO₂ and temperature>>. *Plant, cell and environment*.: 999-1007. lackwell Publishing Ltd.
Zhou Y., O'Hare. 2003.<<Transcriptional regulation of a pineapple polyphenol oxidase gene and its relationship to blackhear>>. *Plant Biotechnology Journal*. (1): 463–478.

XIII. APÉNDICE

Figura No. 14

Guía de estado de color de cáscara



Figura No. 15

Guía de color interno y translucidez

