



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Trabajo de Diploma

**Propiedades físico-químicas y mecánicas de la fruta bomba
(*Carica Papaya L.*) para su posterior manejo poscosecha**

Autor: Yudevivys Grau Benavides.

Tutora: Ing. Dayana Marin Darias.

Santa Clara

2014

Pensamiento



Pensamiento

En la medida que estemos más preparados educacionalmente, podremos ser más útiles como trabajadores, como ciudadanos y como revolucionarios, podremos enfrentarnos con más solides a los problemas económicos, a la discusión o ejecución de los planes productivos, al desarrollo del país, e incluso al honroso cumplimiento de nuestros deberes solidarios e internacionalistas.

Fidel Castro Ruz



Dedicatoria



Dedicatoria

A mis padres que son mi mayor tesoro y han sido los que han posibilitado realizar todos mis sueños.

A mi hermana por confiar en mí y apoyarme en cada paso durante toda mi trayectoria estudiantil.

A mi esposo por estar siempre presente, aún en los momentos más difíciles.

A mi abuelo que tanto anhelaba verme convertida en Ingeniera, y ahora que no está entre nosotros, me ha dado toda la fuerza requerida para mi formación profesional.

Agradecimientos



Agradecimientos

A mis padres por su sacrificio, esfuerzo, y apoyo incondicional.

A mi tutora por su colaboración en la realización del trabajo y por haberme enseñado que no hay obstáculo que no puedas enfrentar.

A todo aquel profesor que durante la carrera colaboró en mi formación.

A mis compañeros por su amistad y tolerancia en todo este tiempo.

A la Revolución por la oportunidad de estudiar una carrera universitaria con una sana educación.

Resumen



Resumen

Debido a la importancia que ha experimentado el cultivo de la fruta bomba (*Carica Papaya L.*) por sus propiedades nutritivas, medicinales y su sabor, se realizó este trabajo, el cual tuvo como objetivo principal la evaluación de la fase de poscosecha de la fruta bomba a partir del análisis de sus propiedades físico-químicas y mecánicas. Para esta investigación se escogieron muestras de la variedad maradol roja. Los análisis correspondientes a las propiedades físicas, química y mecánicas fueron realizadas en los laboratorios de la Facultad de Química y el Centro de Estudios de Química Aplicada, ambos en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Se aplicaron varias metodologías en cada uno de los análisis realizados, entre los cuales se destacan el pH, la acidez titular, los sólidos solubles, la susceptibilidad a los procesos mecánicos, cenizas, etc. Entre los principales resultados alcanzados se destacan las propiedades químicas y mecánicas como los principales parámetros que determinan la calidad del producto, mientras que las propiedades físicas permanecen intrascendentes.

Abstract



Abstract

Due the importance that has experienced the cultivation of papaya (*Carica Papaya L.*), because their nutritious, medicinal properties and their flavor, it was carried out this work, which had as main objective the evaluation of the phase of postharvest of the papaya fruit, starting from the analysis of their physical-chemical and mechanical properties. For this investigation were chosen samples of the variety red maradol. The analyses corresponding to the physical properties, chemistry and mechanics were carried out in the laboratories of the Chemistry Ability and the Center of Studies of Applied Chemistry, both in the Central University "Marta Abreu" of Las Villas. Several methodologies were applied in each one of the carried out analyses, among which stand out the pH, the regular acidity, the soluble solids, the susceptibility to the mechanical processes, ashy, etc. Among the main results are the chemical and mechanical properties as the main parameters that determine the quality of the product, while the physical properties remain unimportant.

Índice



Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Revisión Bibliográfica	4
1.1 Características generales del cultivo de la fruta bomba (<i>Carica Papaya L</i>).	4
1.1.1 Principales propiedades nutritivas.	4
1.1.2 Importancia comercial	5
1.1.3 Variedades más importantes	5
1.1.4 Desarrollo de los frutos de papaya	6
1.1.5 Enfermedades y plagas de la papaya	10
1.2 Tendencias en la producción de la papaya	11
1.2.1 Principales productores de papaya a nivel mundial.....	11
1.2.2 Volúmenes de producción a nivel mundial	12
1.2.3 Volúmenes de exportación	12
1.2.4 Principales consumidores.....	12
1.2.5 Principales productores en Cuba, volumen de producción en el país.	12
1.3 Calidad de los frutos.....	13
1.3.1 Prácticas precosecha que afectan la calidad de la papaya.	14
1.3.2 Cosecha y manejo del fruto en la plantación.....	14
1.3.3 Operaciones en la planta empacadora.....	15
1.3.4 Empaque, almacenamiento y transporte de papaya.	16
1.3.5 Tecnología poscosecha de la papaya en Cuba.....	18
1.3.6 Control e inspección de la calidad.....	19
1.4 Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la papaya.....	21
Capítulo 2. Materiales y métodos	22

2.1 Metodología para la caracterización de las muestras.....	22
2.2 Metodología para la determinación del peso de la muestra	22
2.3 Metodología para la determinación del diámetro polar y ecuatorial	22
2.4 Metodología para la determinación de la densidad	23
2.5 Metodología para la determinación del pH	23
2.6 Metodología para la determinación de la acidez titular total.....	23
2.7 Metodología para la determinación del Brix	25
2.8 Metodología para la determinación de la materia seca	25
2.9 Metodología para la determinación del contenido de humedad	26
2.10 Metodología para la determinación del contenido de cenizas	26
2.11 Metodología para la determinación del contenido de proteínas brutas	27
2.11.1 Determinación del nitrógeno total por el método de Kjeldhal	27
2.11.2 Determinación del contenido de proteína bruta	28
2.12 Metodología para la determinación de la susceptibilidad a los daños por impacto de los frutos investigados	29
2.13 Metodología para la determinación de la vida de almacenamiento	30
2.14 Metodología para el procesamiento y análisis estadístico de los datos.	30
Capítulo 3. Resultados y Discusión	31
3.1 Determinación de las propiedades física de las muestras analizadas	31
3.2 Determinación de las propiedades químicas de las muestras analizadas.....	33
3.3 Determinación de las propiedades mecánicas de las muestras analizadas.....	42
3.4 Determinación de la vida de almacenamiento	44
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	47
Bibliografía	48
Anexos	

Introducción



Introducción

Actualmente, el mundo es capaz de producir alimentos en cantidades suficientes para todos sus habitantes (FAO, 2007), sin embargo, existen millones de personas que padecen hambre, mientras que la desnutrición crónica persiste. La seguridad alimentaria es decisiva para cada persona, al igual que la distribución equitativa de los alimentos en función de sus necesidades.

La producción y comercialización de frutas tropicales ha venido creciendo de manera sostenida durante las últimas dos décadas (FAO, 2008). Los frutales tropicales son altamente apreciados para el consumo humano a nivel mundial, pues contienen vitaminas y otros elementos esenciales para la vida. La producción de frutas tropicales (excluyendo al banano) alcanzó los 73.02 millones de toneladas en el año 2012. La fruta bomba ha venido ganando un lugar privilegiado en la demanda de los consumidores del mundo y ello se refleja en las cifras de producción. Hoy en día, la fruta bomba es la tercera fruta tropical más producida con 11.56 millones de toneladas, equivalente al 15.36% del total de producción de frutas tropicales. La fruta bomba se produce en más de 60 países y su producción se concentra en naciones en vías de desarrollo. El crecimiento en la oferta de fruta bomba se debe en buena medida al incremento de la producción de esta en la India convirtiéndola en fuente de ingreso para miles de hogares y en fuente de divisas para países de Asia y de América Latina ya que es una fruta muy apreciada por sus propiedades nutritivas y su delicado sabor y que tiene la virtud de permitir obtener altas producciones en un corto período de tiempo (Edward and Ballén, 2012).

La fruta bomba contiene aproximadamente entre un 7 y 9 % en azúcares totales. Se consume principalmente como fruta fresca, en postre o ensalada. Existen variaciones de sabor cuando maduran en los meses de verano, ya que su contenido en azúcar es mayor. Las semillas tienen un sabor picante. Los frutos maduros de fruta bomba también se emplean para hacer bebidas frescas o bebidas suaves carbonatadas, helados, mermeladas, bolas o cubos enlatados con jarabe, fruta cristalizada, encurtidos y pulpa seca en dulce. Los tallos y las hojas contienen pequeñas cantidades de carpaína, un alcaloide estimulante del ritmo cardíaco. La fruta es fuente de papaína, un

enzima proteolítico similar a la pepsina y a la tripsina y con una textura pulverulenta y grumosa, de color blanco amarillento, casi inodora, soluble en agua e insoluble en alcohol y éter. La papaína se utiliza como clarificador de la cerveza, en soluciones ablandadoras de carne y como droga para remedios digestivos. La papaína procede del secado del látex que se obtiene del pinzamiento de las diversas partes verdes del papayo, principalmente del fruto, y se empela fundamentalmente en farmacia, en las industrias de alimentación para ablandar la carne, en la textil para macerar las fibras de lana y algodón, y en la industria de tenería para el curtido de pieles. La extracción del látex se consigue realizando varias incisiones sobre el fruto verde y se recoge en unas bolsas de plástico que rodean al tronco del árbol (agropecuaria, 2010).

Cuba se encuentra ubicado en el puesto 13 dentro de los principales productores de fruta bomba del mundo (FAO, 2012). La fruta bomba se cultiva en nuestro país desde 1906 a escala comercial, ya que el papayo encuentra condiciones climáticas favorables para su desarrollo (INIVIT, 2004).

En cuanto, a la calidad de la fruta bomba, existen distintos métodos empleados para su evaluación, que van desde sistemas sencillos, como la evaluación de apariencia, hasta evaluaciones complejas que requieren de pruebas de laboratorio (García and Osío, 2003).

La demanda de fruta de calidad obliga a los profesionales de la industria y a los investigadores a realizar ensayos de laboratorio para determinar objetivamente la calidad del producto que manejan (Valero and Ruiz, 2004).

En lo que respecta a la producción agrícola, desde el momento de la cosecha hasta la distribución se hace necesario establecer normativas con el fin de preservar los productos y que estos lleguen en buenas condiciones al consumidor o a la unidad procesadora. Es por eso que se hace necesaria una manipulación correcta para evitar que los productos sufran alteraciones que los hagan inservibles.

En Cuba, la conservación de productos agrícolas perecederos de alto consumo constituye una prioridad nacional atendiendo a las pérdidas que se registran en la etapa de poscosecha, debido a factores de orden tecnológico, deficiente infraestructura

de las vías de transporte, empaques inadecuados, fallas y carencias en los procesos de recolección, selección y clasificación; todo lo cual se refleja en problemas de comercialización por mala calidad del producto ofrecido y el consecuente desestimulo a la producción (Martínez, 2012)

Para dar un manejo adecuado a los frutos agrícolas desde su recolección, debe considerarse el hecho de que estos productos son estructuras vivas, que no mueren con la recolección, si no que siguen desarrollando los sistemas fisiológicos que operaban durante su etapa de crecimiento en la planta.

Por todo lo antes mencionado nuestro, **objeto de estudio** se centra en las propiedades físico-químicas y mecánicas de la fruta bomba y se identifica como **problema científico**: ¿Cómo determinar a través del análisis físico-químico y mecánico las propiedades que determinan el deterioro fisiológico de la fruta bomba en el manejo poscosecha? Para el cual se diseñó la siguiente **hipótesis**, con el análisis de las propiedades físico-químicas y mecánicas realizados a la fruta bomba es posible establecer los parámetros de un buen manejo poscosecha.

Para dar cumplimiento a la hipótesis anterior se plantean los siguientes *objetivos*.

Objetivo General:

Evaluar la fase de poscosecha de la fruta bomba a partir del análisis de sus propiedades físico-químicas y mecánicas.

Objetivos Específicos:

- Evaluar la influencia del tiempo y las condiciones de almacenamiento.
- Determinar y evaluar las propiedades físico-químicas en condiciones de laboratorio.
- Determinar y evaluar las propiedades mecánicas de la fruta.

Capítulo I



Capítulo 1. Revisión Bibliográfica

1.1 Características generales del cultivo de la fruta bomba.

El lugar de origen más aceptado para la fruta bomba es la América Central y desde aquí se extendió hacia todas las regiones tropicales del planeta donde se cultiva actualmente (Chandler, 1967). La fruta bomba fue descubierta por el conquistador español Hernán Cortés al sur de los estados de Tabasco y Yucatán en el año 1519 (Calderón and Cepeda, 1990). La primera mención escrita que se tiene de la fruta bomba es en la “Historia Natural y General de las Indias” de Oviedo, quien alrededor del año 1535, en una carta a su Soberano, le decía haber visto, esta planta, creciendo en el sur de México y Centroamérica (Mederos, 1991). En los primeros tiempos de la conquista se distribuyó rápidamente por todas las Antillas y Sudamérica. A finales del siglo XIV y a principios del XV se difundió a Filipinas, Malasia, Sur de China, Ceilán y Hawai, por navegantes españoles y portugueses. Ahora se encuentra cultivado en extensas zonas por todas las regiones tropicales y subtropicales y reciben diversos nombres de acuerdo al país productor: mamón, papaya, lechosa, melón de árbol, fruta bomba, mamao, pawpaw, entre otros (Parra, 2012)

1.1.1 Principales propiedades nutritivas.

La fruta bomba es considerada una fruta exquisita, tanto desde el punto de vista nutritivo como organoléptico. En su composición se destaca el rico contenido en vitamina A y C. Ideal para regímenes de dietas, por contener vitaminas B1, B2 y B3, todas del complejo B, que regulan el sistema nervioso y el aparato digestivo; fortifican el músculo cardíaco; protegen la piel y el cabello y son esenciales para el crecimiento. Es rica en minerales como calcio, fósforo, magnesio, hierro, azufre, silicio, sodio y potasio. Por otra parte tiene bajo valor calórico, cerca de 40 calorías por cada 100 gramos de fruta. Además aporta fibra, la cual mejora el tránsito intestinal. El contenido proteico es relativamente bajo y también lo es su contenido en grasas, lo que la hace una fruta muy aconsejable para personas con problemas circulatorios. Esta fruta contiene una enzima digestiva conocida como papaína, la cual ayuda a digerir las proteínas, lo que la convierte en un gran digestivo. Además también se extrae un

alcaloide denominado carpaína, utilizado como activador cardíaco. Tiene propiedades astringentes y se considera fuente de antioxidantes (Calderón and Cepeda, 1990)

1.1.2 Importancia comercial

El cultivo de la fruta bomba ha experimentado un crecimiento en todo el mundo en la última década debido a la demanda de los consumidores por sus propiedades nutritivas, medicinales y su sabor. Resulta además atractivo para los agricultores debido a que ofrece ingresos a partir de los 6 meses de trasplantado, lo que lo vuelve uno de los frutales más precoces. Los proyectos de inversión social ven en esta planta una buena alternativa de alimento, opciones de diversificación de fincas, fuente de empleo y alta rentabilidad (Alfonso, 2010).

La fruta bomba se consume como fruta fresca, en licuados y en menor escala en dulces. Posee además un gran potencial de industrialización en las áreas farmacéuticas, culinaria, médica, industria cervecera y de bebidas no alcohólicas. Algunos productos obtenidos a partir de su industrialización son los siguientes: papaína, pectina, esencias, aceites, diversos medicamentos, néctares, conservas, miel, jalea, fruta deshidratada, mermeladas y jugos. También es utilizada para tratamientos médicos de insuficiencias gástricas y duodenales, elaboración de medios de cultivo, ablandador de carnes, suavizadores de chicles, jarabes expectorantes y clasificación de cervezas.

Es importante destacar que este cultivo tiene un amplio campo de usos, que va desde su consumo como fruta fresca, además de otros usos industriales en las áreas farmacéuticas, cosméticas, cerveceras, textiles, alimenticias entre otras (Avilan and Renfigo, 2001).

1.1.3 Variedades más importantes

Debido a que la fruta bomba se reproduce por semilla, se han desarrollado un gran número de variedades, empleándose en cada zona de cultivo las mejor adaptadas a sus condiciones climatológicas. Las variedades mestizas son poco estables, y se recomienda tener cuidado en obtener semillas de progenitores que pertenezcan a la

misma variedad. Destacan las variedades Solo, Bluestem, Graham, Betty, Fairchild, Rissimee, Puna y Hortusgred. Las variedades más aceptadas son la Solo y la variedad Puna, ambas procedentes de Hawai (agropecuaria, 2010). Los principales tipos de fruta bomba que se comercializan en el mundo son la *Solo-type*, caracterizada por sus pequeñas dimensiones y conocida como fruta bomba Hawaiana, que pesa entre 0.5 y 1 Kg. por fruta y la fruta bomba grande, que puede llegar a pesar hasta 4.5 Kg. por fruta y es también conocida como fruta bomba Mexicana.

La fruta bomba se cultiva en Cuba desde 1906 en escala comercial. Las condiciones de Cuba son favorables para este cultivo, ya que el papayo encuentra condiciones óptimas para su desarrollo. Las principales variedades que se cultivan en Cuba son: Maradol Roja, INIVIT fb - 2000 Enana, Maradol Amarilla, HG/MA, HG/MR, Nika III, Viet Nam # 1, Criolla; además se cultivan frutos de las variedades Solo y Sunrise Solo entre otros que se cultivan a menor escala (INIVIT, 2011). La maradol roja se encuentra entre las tres más cultivadas en el mundo (García, 2013)

Maradol Roja: Esta variedad fue obtenida en Cuba por el fitomejorador autodidacta Adolfo Rodríguez Rivera y su esposa Maria Luisa Nodals Ochoa durante el periodo 1938-1956. El nombre surge al unir los nombres de estos, mar, de María y adol, de Adolfo. Es un árbol cuya altura promedio es de 2.15 m pudiendo llegar hasta los 2.30 m. Es una planta precoz que puede iniciar la producción a los 7 meses y estabilizar la cosecha a los 8 meses. Los frutos son de maduración lenta, pulpa suave y gran consistencia, poseen piel lisa, gruesa y resistente; pueden ser cilíndricos (alargados), y redondos, de color rojo salmón en su interior al madurar y naranja brillante en su exterior cuando alcanzan la madurez fisiológica. El largo oscila entre los 22 y 27 cm. y el diámetro entre 9 y 13 cm (Santamaría et al., 2009)

1.1.4 Desarrollo de los frutos de fruta bomba

Según (IIFT, 2003)

Suelos

Estos deben ser sueltos y bien drenados, con pH entre 6,5 a 7,5 y preferentemente con buena fertilidad dada por un buen contenido de materia orgánica. La preparación de

estos se ejecutará con los equipos e implementos que aseguren un terreno mullido y nivelado con óptimas condiciones para efectuar las siembras.

Propagación

El método empleado será mediante el empleo de semillas procedentes de plantas hermafroditas del tipo elongata que son las únicas que garantizan la obtención de una descendencia predominantemente de plantas del tipo hermafrodita y hembras. Se recomienda el empleo de semillas certificadas.

Vivero

Las bolsas a utilizar tendrán las dimensiones: 12,5 x 20,0 cm de ancho y alto respectivamente, las mismas deben estar bien llenas para evitar el efecto de reborde.

Las semillas se deben de echar en un saco de yute y ponerse en un canal de riego con agua corriente durante 72 horas para mejorar la germinación, de no tener estas condiciones colocar en un recipiente con agua durante igual periodo de tiempo y cambiar el agua cada 4 a 6 horas.

Las semillas se siembran en la bolsa de forma triangular en el centro de ésta, empleándose de 4 a 6 semillas, y se cubren con 1 cm de suelo, cuando se produzca la germinación y las plantitas alcancen entre 4 a 5 cm de altura se realiza el raleo para dejar tres posturas por bolsa, posteriormente se realiza otro raleo y se dejan 2 posturas por bolsa para el trasplante a campo. Cuando se trabaja con las variedades Nica y Criolla se dejan las tres posturas.

La postura estará lista de siembra entre los 45 a 50 días posteriores a la siembra de las semillas y tendrán entre 12 a 20 cm de altura. No se llevaran a plantación posturas con más de 30 cm de alto.

Plantación

La época de siembra más recomendada es de septiembre a abril, pero la óptima es entre noviembre a febrero, por ser la de menor incidencia de plagas transmisoras de virus. En otros meses puede plantarse pero existe esta problemática. Las plantaciones de secano deben plantarse en la época señalada anteriormente.

Marco de Plantación

Este dependerá de los equipos e implementos que se emplearán para brindar las atenciones al cultivo, especialmente en lo relacionado al control de las malas hierbas y la asperjaciones de productos fitosanitarios según se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Marcos más efectivos en la plantación de fruta bomba. Fuente: (IIFT, 2003)

<i>Tipo de tracción</i>	<i>Variedad</i>	<i>Marco de plantación</i>
Mecanizado	Maradol	3,6 x 1,5 m y 3,6 x 1,5 x 1,5 m
Animal	Maradol	2,0 x 1,5 m y 2,0 x 1,5 x 1,5 m
Mecanizado	Nica o Criolla	3,6 x 1,8 m y 2,0 x 1,8 x 1,8 m
Animal	Nica o Criolla	2,0 x 1,8 m y 2,0 x 1,8 x 1,8 m

Siembra (trasplante)

Las dimensiones de los hoyos son: 20 a 30 cm de profundidad por 30 a 40 cm de ancho, en dependencia del tamaño de las bolsas y con la suficiente capacidad para el aporte de la materia orgánica.

En la siembra se llevarán 2 posturas por cada plantón, para que si una es macho poder eliminarla sin afectar la población, con las variedades Nica y Criolla se llevan hasta 3 plantas para tener mayores posibilidades de mantener la población adecuada.

Aplicación de materia orgánica

Para garantizar una elevada producción y desarrollo de las plantas es de suma importancia aplicar en cada hueco de 4 a 6 Kg. de materia orgánica al momento de la siembra, independientemente que posteriormente se aplique fertilizante químico. Se recomienda aplicar como materia orgánica; cachaza, estiércol, gallinaza y humus.

Riego

En la etapa de semillero es de gran importancia mantener la humedad adecuada en todo momento para garantizar la germinación y el desarrollo de las posturas

El primer riego se da después de llenar las bolsas para que baje la tierra y posteriormente efectuar el relleno de éstas, el segundo riego antes de sembrar las semillas (mine), luego un tercer riego para recuperar la humedad y a partir de ello se regará de forma tal que siempre exista la humedad adecuada. Hay que tener en cuenta la presión del agua para evitar el destape de las semillas. En la etapa de desarrollo del vivero se tomarán similares consideraciones con respecto al régimen de riego a establecer.

En la fase de trasplante se efectuará un riego previo (mine) se efectúa más tarde éste y luego se riega para restablecer la humedad y garantizar el prendimiento de las posturas. Con posterioridad el régimen de riego y las normas a emplear dependerán del tipo de suelo, la ocurrencia de lluvias, el sistema de riego y la edad de la plantación, en los suelos rojos está comprobado que los mejores resultados se obtienen cuando el riego se establece entre los 4 a 5 días con una norma moderada.

Raleo

Una vez de iniciada la diferenciación floral, se procede a eliminar las plantas masculinas (machos) dejando solo una o dos plantas (que tengan el mismo tamaño y desarrollo), siempre que sean hembras o hermafroditas y el destino de las frutas no sea la obtención de semillas. De encontrarse que todas las plantas del plantón sean masculinas no se ralean para disminuir por la sombra la presencia de malas hierbas. Los restos de las plantas raleadas se extraerán de la plantación.

Fertilización

La aplicación de fertilizantes es esencial para la obtención de altos rendimientos, máxime cuando se trata de una planta de constante y abundante fructificación, sin embargo en el programa de fertilización hay que tomar en cuenta la disponibilidad de riego para eliminar los déficits hídricos y el estado fitosanitario de las plantas que garanticen la continuidad del desarrollo de las mismas y por tanto de la respuesta a los aportes de nutrientes.

Es por ello, que los técnicos, especialistas y productores tienen que manejar sin esquematismo esta labor y considerar que por cada tonelada de fórmula completa empleada hay que obtener al menos mil Kg de frutas.

Adicionalmente de forma intercalada entre las aplicaciones de fórmula completa se harán aplicaciones con urea o nitrato de amonio a razón de 0,5 t/cab.

Se recomienda además la aplicación de azotobacter después de la siembra con dosis de 20 litros /ha diluido en 400 litros de agua, dirigiendo la asperjación hacia la hilera de las plantas. Con el empleo de este producto se logra mayor vigor y precocidad de la plantación.

Deshije o poda

La eliminación de los vástagos o brotes que salen de las axilas de las hojas tienen como objetivo evitar el debilitamiento del árbol, por lo que mientras más pequeños se eliminen menor será el daño que ocasionen.

La eliminación de hojas viejas es otra labor muy conveniente ya que además de eliminar parte de la planta susceptible o afectada por plagas y/o enfermedades, mejora la aireación y las aplicaciones de pesticidas.

1.1.5 Enfermedades y plagas de la fruta bomba

Enfermedades

Las principales enfermedades causadas por hongos que atacan a la fruta bomba según (IIFT, 2003, INIVIT, 2011) son: Antracnosis causada por el *Colletotrichum gloeosporioides*, Mildium causada por el *Oidium caricae* y Cercoesporiosis provocada por la *Cercospora papayae*. También se presentan pudriciones de las raíces y el tallo causadas por los hongos de los géneros *Phytophthora*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, el primero además afecta a las frutas.

Las enfermedades causadas por virus y micoplasma son las que mayores y rápido perjuicios provocan a las plantas, debido entre otros factores a no existir un control eficiente de las mismas. El virus de la mancha anular cuyo vector fundamental son los áfidos y la enfermedad conocida como Bunchy Top (cogollo arrepollado causada por micoplasma aunque reciente reporte indica como posible agente causal a una bacteria), transmitida por los saltahojas (*Empoasca papayae*) son los que más afectan en el País. Otros virus que afectan a las plantaciones son la Necrosis apical (transmitida por saltahojas) y la Variegación amarilla.

Plagas

Diversos insectos atacan a la fruta bomba, pero los que más daños ocasionan según (IIFT, 2003, INIVIT, 2011) son:

Afidos: *Myzus persicae*, *Aphis apiraecola*, *Aphis gossypii* y *Aphis nerii*, que causan afectación por la succión de la savia y ser los vectores del virus de la Mancha Anular.

Saltahojas: *Empoasca papayae*, que succiona la savia tanto los adultos como las ninfas debilitando a las plantas y tornando el follaje de color amarillento. Es el transmisor del Bunchy Top y la Necrosis apical.

Mosca de la papaya: *Toxotrypana curvicauda*, la hembra perfora con su ovopositor la corteza de los frutos para depositar sus huevos, de los que nacen las larvas que se alimentan del fruto y las semillas. Los frutos dañados amarillean y se caen.

Taladrador del cogollo: *Homolapalpia dalera*, las larvas atacan a los frutos en cualquier etapa de desarrollo, pueden reconocerse al encontrarse entre dos frutos ó entre un fruto y el tallo.

Mosca blanca: *Asterochiton variabilis*, ataca principalmente el brote terminal y las hojas jóvenes. Las plantas severamente afectadas no llegan a desarrollar sus flores y el follaje se torna amarillo, rizado y presenta fumagina.

1.2 Tendencias en la producción de la fruta bomba

1.2.1 Principales productores de fruta bomba a nivel mundial

De acuerdo a datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se produce fruta bomba en alrededor de 60 países. En 2012 se produjo un total de 11 568 346 toneladas a nivel mundial. Asia ha sido la región en donde la producción de papaya ha crecido de manera más importante y constituyó el 52.55% de la producción global; la siguió Suramérica (con 23.09%), África (13.16%), Centroamérica (con 9.56%), el Caribe (1.38%), Norteamérica (0.14%) y Oceanía (0.13%) (FAO, 2012)

1.2.2 Volúmenes de producción a nivel mundial

Es importante destacar que la producción ha permanecido relativamente estable en la mayoría de los principales países productores de fruta bomba en los últimos años (ver anexo 1). La excepción es la India que es responsable del aumento en la producción mundial, de poco más de 2 millones de toneladas en 2005, paso a más de 4 millones de toneladas en 2012, lo que indica una tasa de crecimiento anual del 14.94%.

1.2.3 Volúmenes de exportación

Las exportaciones de fruta bomba han tenido una tendencia creciente durante los últimos años (ver anexo 2). Llama la atención el caso de la India, principal productor de fruta bomba en el mundo y que solo participa con poco menos del 1% de las exportaciones mundiales de la fruta. La explicación a lo anterior radica en el hecho de que el ingreso per cápita de la India ha incrementado y con el poder adquisitivo la demanda por alimentos saludables como la fruta bomba (Line, 2011).

1.2.4 Principales consumidores

En el periodo 2010–2012 la demanda mundial de fruta bomba se concentró en los Estados Unidos a donde se dirigieron el 54.6% de las exportaciones mundiales de fruta bomba fresca (ver anexo 3). En orden de importancia le siguen Singapur (8.34%), Canadá (5.30%) y Holanda (4.18% como re-exportaciones).

1.2.5 Principales productores en Cuba, volumen de producción en el país.

La producción de fruta bomba en Cuba tuvo un aumento considerable en el año 2011 en relación con los años anteriores y a partir de ese momento se ha mantenido estable sobre las 130000 toneladas por año, siendo las provincias de Granma y Camagüey las principales productoras debido a la cantidad de hectáreas destinadas a este cultivo. Con un volumen de producción de 135000 toneladas en el año 2012, nuestro país se ubicó en el puesto número 13 a nivel mundial en la producción de fruta bomba destinada principalmente al turismo, la industria alimenticia y los mercados estatales agropecuarios para el consumo fresco de la población (INIVIT, 2011).

1.3 Calidad de los frutos

La palabra “calidad” proviene del latín “Qualitas”, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en la actualidad y en sentido abstracto su significado es grado de excelencia o superioridad o idoneidad para un uso particular (Abbott, 1999). Según Flores (2009) se puede decir que un producto tiene calidad cuando cumple los valores de calidad mínimos establecidos, o es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente. En términos del servicio o satisfacción que produce a los consumidores, podríamos también definirla como el grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por consumidor. Se introduce aquí un carácter subjetivo, ya que distintos consumidores juzgarán con un mismo producto de acuerdo con sus preferencias personales (Piñeiro and Diaz, 2004)

La calidad en frutas, en su sentido más amplio, podemos considerarla como un compendio de calidades donde se incluyen la calidad organoléptica, calidad microbiológica, calidad nutritiva y la calidad comercial. Se puede definir como el conjunto de propiedades de las frutas, que satisface las exigencias del consumidor. La calidad organoléptica, se refiere a contenido en zumo, aroma, índice de madurez, tamaño, textura, color, etc. La calidad microbiológica, está referida, a la ausencia tanto interna como externa, de hongos, bacterias y virus. La calidad nutritiva, es el equilibrio de azúcares y ácidos, la cantidad de vitamina C, la ausencia de semillas, cantidad de proteínas, etc. La calidad comercial, está basada en la producción, confección, conservación, transporte y distribución; o sea, todas aquellas operaciones realizadas con los frutos durante los procesos mencionados (Valero, 2002).

En el anexo 4 se relacionan los indicadores que de forma general se emplean para determinar la calidad de las frutas.

La importancia de cada uno de los factores de calidad depende del producto y de su uso (fresco o procesado). Los factores relacionados con la apariencia son los atributos de calidad más juzgados por los consumidores a la hora de comprar productos frescos (Kader, 2000) El tamaño, color y forma apropiados son otros de los criterios de calidad más importantes. Un color y olor característico es deseable pues indica madurez y

refleja calidad de consumo. Generalmente, a los productos de mayor tamaño se les asigna el precio máximo. Las cicatrices, rasguños y otras marcas disminuyen la preferencia del consumidor en términos de calidad (Bruhn, 2007)

El control de calidad comienza en el campo con la selección del momento adecuado de recolección para maximizar la calidad del producto. El sabor mínimo aceptable para las frutas es determinado mediante la relación entre el contenido en sólidos solubles y la acidez titulable (ver anexo 5)

1.3.1 Prácticas precosecha que afectan la calidad de la fruta bomba.

Las prácticas precosecha no adecuadas afectan en gran medida la calidad del fruto (Alcántara et al., 2010), por tanto es necesario tener en cuenta una serie de aspectos como son:

- Poda
- Fertilización
- Plagas
- Enfermedades causadas por hongos y virus
- Enfermedades fisiológicas

1.3.2 Cosecha y manejo del fruto en la plantación.

Cosecha según (Calderón and Cepeda, 1990, Alfonso, 2010)

La fruta es sensible a quemaduras de sol, al maltrato del corte y el transporte y debe ser separada de la planta con sumo cuidado, utilizando guantes de plástico o engomados y cortándola con una torsión ligera o utilizando un cuchillo corto, dejándole 0.5 cm de pedúnculo.

La cosecha deberá realizarse de acuerdo a los siguientes índices de madurez:

I. 0 verde: Fruta fisiológicamente madura, totalmente verde pero bien desarrollada.

II. 1 verde madura: Cambio de color con una o dos rayas amarillas sensiblemente perceptible, con el 10-15% color amarillo de la superficie de la cáscara rodeada de un verde claro.

III. $\frac{1}{4}$ de madura: Fruta con el 25% de la superficie de la cáscara amarilla rodeada de superficie clara.

IV. $\frac{1}{2}$ madura: 75% de la superficie de la cáscara amarilla.

V. Madura: 76-100% de la superficie de la cáscara amarilla únicamente el cuello verde del área contraída hacia arriba.

La fruta bomba es un fruto que después de haber sido cortada continúa su maduración sin detenerse; según el consumo del mercado su cosecha se hará verde, con una dos o tres rayas, que es lo más usual en el país. Frutas de 75 a 100% de madurez presentan dificultad en el transporte.

La cosecha debe realizarse en horas tempranas y no exponer la fruta al sol, evitando el contacto directo con el suelo.

Frutas selectivas se protegen desde el corte con papel periódico para amortiguar golpes y ser transportadas a la planta de lavado.

1.3.3 Operaciones en la planta empacadora.

Las operaciones en la planta empacadora según (González and Martínez, 2005) son:

Lavado y selección inicial: las operaciones de empaque incluyen un lavado preliminar con agua fresca y una clasificación para separar las frutas dañadas o ya maduras, ya que son enviadas a procesamiento. De esta manera se reduce la cantidad de fruta apta para el mercado.

Tratamiento por calor: la aplicación de calor se destina originalmente a la eliminación de las infestaciones de la mosca de la fruta. Se ha adoptado el uso de agua caliente en muchas operaciones de empaque de fruta bomba. Las frutas se colocan en canastas de malla y se sumergen durante 20 minutos en agua a 46-56 °C con circulación

vigorosa. Otro tratamiento que se ha probado es uno llamado de doble inmersión, en el cual las frutas son tratadas en agua caliente a 42. °C durante 40 minutos y luego son sumergidas en agua a 49 °C durante otros 20 minutos. La integración de la operación de tratamiento térmico a la línea de empaque hace que el tiempo de residencia de la fruta en los tanques sea menor para mantener la velocidad de empaque a un nivel aceptable.

Requerimientos de fumigación: la fumigación se puede usar antes o después del tratamiento térmico, utilizando dibromuro de etileno (EDB) a presión atmosférica normal y a una temperatura de la fruta de 21 °C o superior, con un volumen de fruta en la cámara de fumigación de tres cuartos o menos, de utiliza una dosis de 8 gramos de EDB por cada m³ de espacio de cámara (8 onzas/1000pie³) cuando se usa además el tratamiento térmico. Si la fumigación no es acompañada de tratamiento térmico, la dosis de EDB se debe duplicar, manteniendo un mínimo de 2 horas de residencia de las frutas en la cámara de fumigación.

Selección de las frutas: las frutas son clasificadas por su tamaño, removiendo las demasiadas pequeñas y aquellas que presenten defectos, esta selección puede hacerse sobre masas de selección simple, o en operaciones grandes sobre fajas transportadoras. La clasificación normalmente se hace en forma visual, por lo que es importante el entrenamiento de los operarios, en algunos casos se emplean clasificadoras por peso. Luego se colocan las frutas en cajas corrugadas por conteo.

1.3.4 Empaque, almacenamiento y transporte de fruta bomba.

Empaques:

El empaque de la fruta fresca se hace con manga de espuma o papel individual para cada fruta y colocándolas en cajas con fondo de espuma o cartón corrugado, con un conteo de 6 a 12 frutas por caja y un peso de 4.5 Kg (10 libras) como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Empaque de la fruta fresca. Fuente: (Martínez and González, 2005)

En nuestro país debido a que las producciones de fruta bomba son bajas comparadas con otros frutos que exportamos, como por ejemplo, los cítricos, no se ha desarrollado una tecnología de empaque adecuada para este producto. Se puede decir que se carece de una cultura adecuada en este sentido. Esto constituye una seria limitación actual en este cultivo y en otros similares (Martínez and González, 2005).

Almacenamiento:

El almacenamiento de estos frutos por un período corto puede hacerse a una temperatura de 15.5 °C pero cuando se trata de períodos más largos se aconseja almacenarlos a temperaturas de 10 a 12.7 °C.

Transporte:

El producto cosechado se debe transportar en vehículos que cuenten con los medios apropiados de protección de la fruta contra el sol y las lluvias, estos deben estar limpios y libres de contaminación por cargas anteriores. La transportación del producto del campo al destino final debe ser en un tiempo menor de 30 horas después de cosechado. Los frutos que se destinen a la industria se transportan directamente del campo a la unidad industrial. Los frutos para la exportación reciben un tratamiento antes de ser transferidos para los contenedores los cuales deben ser mantenidos a 10 °C durante el período de tránsito. La figura 2 muestra detalles de los mismos.



Figura 2. Transporte en contenedores refrigerados. Fuente: (Martínez and González, 2005)

1.3.5 Tecnología poscosecha de la fruta bomba en Cuba.

En el caso cubano la cosecha de la fruta bomba se realiza manual separando el fruto de la planta. El producto cosechado se deposita en cajas plásticas, las cuales presenta diferentes dimensiones y un adecuado acabado superficial, lo cual minimiza los daños mecánicos en los frutos y hace más eficiente el proceso al tener la posibilidad de mantener las cajas con una adecuada limpieza y estado técnico. Los frutos se seleccionan según el destino de los mismos (turismo, consumo de la población, fábricas de conserva entre otros). Con respecto al transporte, la fruta se transporta desde el campo hasta los centros de beneficios con los medios de transporte disponibles (camiones, tractor con carretas, bueyes y carretas). Los frutos que tienen como destino la venta en moneda libremente convertible (CUC), son limpiados, seleccionados y envasados en cajas plásticas, los destinados al consumo de la población no reciben prácticamente ningún beneficio (González and Martínez, 2005). Cuando el producto tiene como destino los mercados internos en moneda nacional, en muchas ocasiones este producto se transporta a granel y en el mismo medio de transporte puede apreciarse la utilización de cargas que nada tienen que ver con el producto; así como medios de transporte sin protección contra las inclemencias del tiempo (cubiertas). Esto afecta la calidad de la comercialización y venta de estos productos en ese tipo de mercados.

1.3.6 Control e inspección de la calidad

Los componentes de calidad referenciados por (González and Martínez, 2005) son:

La calidad de la fruta fresca se relaciona con su:

- Apariencia
- Aroma
- Composición química
- Residuos químicos
- Aditivos
- Color
- Marcas defectuosas
- Sabor y gusto
- Infección microbiológica
- Valor nutricional textura
- Toxicidad
- Uniformidad
- cualquier otro parámetro que el consumidor considere aceptable basándose en su experiencia y educación.

Los factores que influyen en la calidad son:

- Genéticos
- Precosecha
- Clima
- Prácticas culturales
- Suelos
- Cosecha
- Madurez
- Método de recolección
- Tratamiento poscosecha
- Temperatura
- Humedad
- Gases
- Tratamientos químicos, encerado
- Tratamientos de adecuación

- Curación

Índices de calidad

Características de los frutos

- Producir frutos para exportación o para mercados de mayor poder adquisitivo, con peso entre 340-510 gramos.
- Originar frutos con peso entre 1.5 - 2.5 kg, cuando sean destinados al mercado interno, o frutos utilizados en la industria.
- Presentar frutos con pedúnculo largo.
- Poseer una forma elongada, cuando son originados de flores hermafroditas.
- Formar en la parte final del fruto, un cuello pequeño o de preferencia ausente.
- Presentar una epidermis con superficie externa lisa, sin nervaduras, surcos o manchas.
- Formar un diámetro en la cavidad interna y vacía del fruto, menor de la mitad del diámetro externo o total del fruto.
- Poseer una sección transversal de la cavidad interna del fruto en forma circular para facilitar la remoción de las semillas.
- Presentar una pulpa firme y resistente al manipuleo, transporte y comercialización.
- Contener una baja tasa de papaína, cuando los frutos son destinados al consumo natural.
- Poseer un gran rendimiento de látex, elevada concentración de papaína y de óptima calidad para los frutos utilizados en su extracción y comercialización.
- Formar una pulpa que tenga como mínimo 2 centímetros de grosor
- Presentar capacidad de almacenamiento dura te muchos días.
- Desarrollar frutos con resistencia a las principales enfermedades poscosecha.
- Presentar uniformidad de forma y maduración.
- Mostrar una excelente coloración de la epidermis, en de la maduración del fruto.
- Presentar pulpa con coloración intensa, la preferida por el consumidor, con consistencia firme, lisa, suave al tacto y delicada.
- Formar un contenido regular de jugo y con alto contenido de azúcar
- Poseer un color y sabor agradable y pulpa dulce.
- Formar pocas semillas y sin alterar el tamaño del fruto.

- Presentar semillas de fácil separación de la pulpa.

1.4 Normas nacionales e internacionales relacionadas con el manejo poscosecha de la fruta bomba.

En Cuba para la fruta bomba con destino al consumo fresco existe la norma NC-77-66-:1991 referida a fruta bomba (ver anexo 6). Además de esta norma existen otras normas internacionales. Sin embargo, las normas del Codex alimentarius buscan uniformizar las diferentes tecnologías a emplear, por lo cual constituyen una referencia obligada para todos los países. La norma del Codex para la fruta bomba (Codex Stan 183.1993) (ver anexo 7). Esta norma permite la trazabilidad de la producción (seguimiento desde el productor, centro de beneficio, exportador hasta el mercado meta o destino) (González and Martínez, 2005).

Por otra parte, es conocido que para la exportación de un determinado producto agrícola se debe cumplimentar los requisitos del comprador, el cual es el que comercializa el producto en el mercado meta y conoce las exigencias de sus consumidores.

También es importante destacar que en la exportación de un producto determinado pueden aparecer fallas en determinados eslabones del proceso y es necesario delimitar responsabilidades ya que está en juego un importante resultado económico.

Capítulo II



Capítulo 2. Materiales y métodos

2.1 Metodología para la caracterización de las muestras

El presente trabajo de investigación se desarrollo en el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, en el período comprendido de febrero a junio de 2014, con la colaboración del personal de los laboratorios de la Facultad de Química Farmacia y del Centro de Estudios de Química Aplicada (CQA). Como población inicial de objeto de estudio, se tomó un grupo inicial de 22 frutos de la variedad maradol roja, cosechados por un pequeño productor, perteneciente a la finca “La Bonita” de las afueras de la ciudad de Santa Clara, quien se dedica al cultivo de frutas y hortalizas para el consumo de la población sin la utilización de productos químicos para su maduración. De esta población se escogieron aleatoriamente 12 frutos como muestra para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Se subdividieron en subgrupos de 3 frutos, los cuales fueron monitoreados en los días 3, 6 y 9 posterior a su recolección, lo que permite observar su evolución desde el momento de la cosecha o recolección hasta el último día objeto de análisis. Los frutos se mantuvieron sin climatización, monitoreándose diariamente las variables de temperatura, humedad y tiempo. Un subgrupo de la muestra (3 frutos) se mantuvo a una temperatura (3 °C) y humedad controlada durante 9 días para determinar si en este caso existen cambios en los parámetros controlados y su diferencia respecto a los frutos mantenidos a temperaturas y humedades no controladas.

2.2 Metodología para la determinación del peso de la muestra

Martínez (2012) plantea que se toma la fruta entera y seca, y se utiliza una balanza analítica (BOECO).

2.3 Metodología para la determinación del diámetro polar y ecuatorial

Según (Martínez, 2012) se toma la fruta entera y seca, y se utiliza un pie de rey.

2.4 Metodología para la determinación de la densidad

Los ensayos de densidad (gravedad específica), se realizaron empleando la siguiente ecuación citada por (Martínez, 2012)

$$\zeta = m / v$$

donde:

ζ - densidad (g/cm³)

m – masa de la muestra (g)

v – volumen que ocupa la muestra (cm³)

Se determinó la masa de la fruta (pulpa + cáscara), así como el volumen de agua desplazada por la misma dentro de una probeta graduada. Este procedimiento se realizó tres veces, tomándose la media de las mediciones por subgrupo evaluado.

2.5 Metodología para la determinación del pH (Martínez, 2012)

Pese 30 g de pulpa y colóquela en un mezclador de cocina añadiendo 90 ml de agua destilada, luego licúe durante 2 minutos y filtre a través de un papel de filtro.

Encender el medidor de pH (HANNA pH 212) 15 minutos antes de comenzar a medir y calibrarlo.

Lave el electrodo del medidor de pH (HANNA pH 212) en agua destilada y colóquelo en el filtrado.

Deje unos minutos para que el medidor se estabilice antes de realizar la lectura. Registre el valor del pH del filtrado. Lave el electrodo del medidor con agua destilada y guárdelo como lo recomiendan las instrucciones del fabricante.

2.6 Metodología para la determinación de la acidez titular total (NMX-F-102-S-1978)

Se calibra el potenciómetro (HANNA pH 212) con las soluciones tampón.

Se lavan varias veces los electrodos con agua, hasta que la lectura en agua recién hervida y enfriada sea aproximadamente de pH 6.0

Se miden 25 ml de la muestra preparada y diluida.

La muestra medida se transfiere a un vaso de precipitados de 400 ml y se diluye aproximadamente a 50 ml con agua recién hervida, enfriada y neutralizada.

Los electrodos perfectamente lavados se introducen en la muestra agitando con moderación se agrega rápidamente la solución 0.1N de hidróxido de sodio hasta alcanzar un pH cercano a 6.0, luego se continúa agregado lentamente la solución de hidróxido de sodio hasta alcanzar pH 7.0

Después de que se ha alcanzado el pH, se termina la titulación agregando el hidróxido de sodio en porciones de 4 gotas a la vez hasta lograr un pH 8.3, se anota la lectura del pH y el volumen total de hidróxido de sodio gastado después de cada adición.

Se deduce por interpolación el volumen exacto de solución 0.1N de hidróxido de sodio correspondiente al valor de pH 8.3, promediando los resultados obtenidos.

Los resultados se expresan en mililitros de solución 0.1N de hidróxido de sodio por cada 100 g o 100 ml de producto o bien en gramos del ácido predominante del producto por cada 100 g o 100 ml de éste.

Miliequivalentes del ácido en términos del cual se expresa la acidez sabiendo que:
1 ml de la solución 0.1N de hidróxido de sodio equivale a:

0.006005 g de ácido acético anhidro.

0.006404 g de ácido cítrico anhidro.

0.007505 g de ácido tartárico anhidro.

0.006704 g de ácido málico anhidro.

0.004502 g de ácido oxálico anhidro.

0.009008 g de ácido láctico anhidro.

2.7 Metodología para la determinación del Brix (Martínez, 2012)

Licúe en un mezclador de cocina 30 g de tejido de pulpa (de la sección transversal de la fruta) en 90 ml de agua destilada, durante 2 minutos y luego filtre la mezcla.

Coloque una gota del filtrado en el prisma del refractómetro (∞ ATAGO Digital Thermometer), dirija el refractómetro hacia una fuente de luz y lea el porcentaje de sólidos solubles totales.

2.8 Metodología para la determinación de la materia seca (Boada et al., 1994)

Etiquete y pese una cápsula con su tapa limpia y seca utilizando una balanza analítica (BOECO) y registre el peso.

Pesar en dicha cápsula de 2 – 3 g de muestra.

Colocar en la estufa (BINDER) a 105°C la cápsula conteniendo la muestra durante 24 horas.

Transfiera las muestras de la estufa (BINDER) a una desecadora y refresque a temperatura ambiente.

Cuando la cápsula ha alcanzado la temperatura ambiente, pesarla en la balanza analítica (BOECO) y registrar el peso.

Repetir el proceso de desecación durante una hora y volver a pesar según el método explicado. Si la nueva pesada coincide con la anterior se anota el resultado, de no ser así, se vuelve a repetir el proceso de desecación por una hora y tantas veces como sea necesario se hará hasta que dos pesadas sucesivas coincidan o la diferencia entre ellas sea menor de 5 mg.

Cálculo del porcentaje de la materia seca

$$\% \text{ Materia Seca} = (a - b) / n * 100$$

donde:

a – peso de la cápsula más la muestra deshidratada

b – peso de la cápsula vacía

n – peso de la muestra inicial

100 para expresar en porciento

2.9 Metodología para la determinación del contenido de humedad (Boada et al., 1994)

El porciento de humedad se calcula a partir del contenido de materia seca que presenta la muestra mediante la siguiente resta

% del contenido de humedad = 100 - % materia seca

2.10 Metodología para la determinación del contenido de cenizas (Boada et al., 1994)

Pesar 2 gramos de la muestra en una cápsula de incineración (crisol de porcelana) que previamente ha sido colocada durante 2 horas a 550°C en la mufla (Naberterm) y tarada después de haberse enfriado, en una desecadora. Deberá utilizarse una balanza analítica (BOECO).

Colocar la cápsula de incineración con la muestra en la mufla (Naberterm) a 300°C de temperatura hasta obtener la carbonización de la misma.

Aumentar la temperatura hasta 550°C. Continuar la operación hasta la obtención de cenizas blancas, gris claro o rojizas visiblemente desprovistas de partículas de carbón.

Colocar la cápsula en una desecadora. Después de enfriada, pesar el residuo mineral directamente en la cápsula de incineración.

Cálculo del porciento de cenizas

$\% \text{ de cenizas} = (\text{peso de la cápsula más las cenizas} - \text{peso de la cápsula vacía}) / \text{peso de la muestra} * 100$

2.11 Metodología para la determinación del contenido de proteínas brutas (Boada et al., 1994)

El contenido de proteína bruta se determina a partir de la concentración de nitrógeno total que presente la muestra por lo tanto es necesario determinarlo.

Se pesan 5 g de muestra

2.11.1 Determinación del nitrógeno total por el método de Kjeldhal (Boada et al., 1994)

Adicionar cuidadosamente 50 ml del reactivo de digestión o la pastillas catalizadoras Kjeldahl en el frasco que contiene la muestra, con un volumen de ácido que puede ser variable. Para muestras con bajo contenido de materia orgánica añadiendo aproximadamente 5 ml de ácido sulfúrico y media pastillas de catalizador, es suficiente para oxidar la misma. Para muestras con elevado contenido de materia orgánica puede aumentarse la cantidad de ácido hasta 25 ml o añadir una pastilla completa. Si existen dudas sobre este aspecto consulte al jefe técnico.

Coloque el frasco en el bloque digestor (Bloc-digest 6 plazas) y proceda

La mezcla (solución muestra- reactivo digestión) se calienta en el digestor Kjeldahl, primero lentamente y luego se acelera el calentamiento hasta el desprendimiento de humos blancos (gases SO_3). Los humos pueden ser oscuros cuando existe gran cantidad de materia orgánica en la muestra. La digestión continuará hasta que la solución se torne azul-verdosa pálida. Se continúa la digestión aproximadamente por 30 minutos más sin que se llegue a sequedad.

Las etapas de calentamiento están en dependencia de la concentración estimada de NK, pero se debe proceder elevando la temperatura de la digestión periódicamente (por ejemplo: 120°C, 150°C, 200°C, 300 °C) hasta alcanzar el

rango efectivo de temperatura entre 375-385 °C en un período de tiempo aproximadamente de hora y media.

Después de efectuada la digestión, saque los frascos del bloque digestor y deje enfriar a temperatura ambiente. Dosifique 50 ml de H₂O destilada y mezcle bien. Evite la precipitación agitando de vez en cuando.

Si ocurren solidificaciones o precipitaciones de las sales, coloque por breves momentos los frascos en el digestor kjeldahl hasta dilución y añádale aproximadamente 30 ml de H₂O, mezcle bien y cuidadosamente para evitar pérdidas.

Añadir con cuidado 10 ml de solución de Na₂S₂O₃ 5H₂O, al tubo digestor que contiene la muestra digestada y proceda a realizar la destilación en el destilador automático (Pro-Nitro II).

Valore el amoníaco en el destilado con H₂SO₄ 0,02 N hasta cambio de coloración de violeta a verde brillante. Se anota el volumen de ácido consumido en la valoración.

Cálculo del porcentaje de nitrógeno total

$$\% \text{ de nitrógeno total} = 1.4 * N * (V_1 - V_0) / p$$

donde:

p – peso de la muestra en gramos

V₁ – volumen del ácido consumido en la valoración

V₀ – volumen del blanco

N – normalidad del ácido valorante

2.11.2 Determinación del contenido de proteína bruta (Boada et al., 1994)

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno total} * F$$

donde:

F – factor de conversión para pasar el contenido de nitrógeno al contenido de proteína, que va a ser igual a 6.25

2.12 Metodología para la determinación de la susceptibilidad a los daños por impacto de los frutos investigados (Ortega and Martínez, 2005)

Se dejó caer en cada uno de los frutos seleccionados una pesa de 100 g (0.1Kg) a una altura de 0.6 m. Se deja caer en caída libre sobre cada fruto. Posteriormente se deja transcurrir un tiempo mínimo de 48 horas en una bandeja. Transcurrido este tiempo se cortan los frutos por el centro del área impactada y se toman las siguientes medidas: el área, el volumen y la profundidad de la magulladura en cada fruto impactado.

La susceptibilidad del fruto a los daños mecánicos por impactos se evaluó mediante el empleo de una serie de expresiones matemáticas

Área de la magulladura

$$A = \pi * (d/2)^2$$

donde:

A – área de la magulladura (m²)

d – diámetro de la magulladura (m)

Volumen de la magulladura

$$V = A * r/2$$

donde:

V – volumen de la magulladura (m³)

r – profundidad de la magulladura (m)

Energía del impacto

$$E = m * g * h$$

donde:

E – energía del impacto (J)

m – masa del peso que impacta (Kg)

g – constante gravitacional (m/s^2)

h – altura de caída del peso (m)

Susceptibilidad del producto a los impactos

$$S = V / E$$

donde:

S – susceptibilidad a daños mecánicos por impactos

2.13 Metodología para la determinación de la vida de almacenamiento

Se exponen muestras de las frutas almacenadas a las condiciones del ensayo y se determina cuando las mismas no están aptas para consumo fresco según su aspecto externo, sabor, aroma y de acuerdo con sus cualidades internas.

2.14 Metodología para el procesamiento y análisis estadístico de los datos.

Los datos obtenidos de las lecturas de cada una de las variables establecidas fueron tabuladas mediante el tabulador electrónico Microsoft Excel. Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete computacional para Windows STATGRAPHICS Plus ver-5.1.

Se aplicaron procedimientos de comparaciones no paramétricas para determinar las diferencias estadísticas entre los diferentes grupos de estudio, para las cuales se tuvo en cuenta el nivel de significancia de $\alpha=0.05$. También se correlacionaron las variables con el objetivo de analizar el grado de dependencia de cada una de las variables y su significancia.

Capítulo III



Capítulo 3. Resultados y Discusión

3.1 Determinación de las propiedades física de las muestras analizadas

Las muestras seleccionadas fueron pesadas el día de la recolección (ver tabla 2), donde se puede apreciar una uniformidad del peso de las frutas, evidenciándose un comportamiento normal de estos valores, según su análisis mediante el test Chi-cuadrado para la normalidad.

Tabla 2. Peso inicial. Fuente: Elaboración propia

Muestras	Peso inicial (g)
1	916.011
2	911.900
3	988.608
4	921.540
5	935.241
6	939.724
7	990.512
8	967.236
9	942.652
10	952.623
11	910.857
12	941.153

Tests para la Normalidad para peso inicial

Estadístico chi-cuadrado de bondad de ajuste = 9,66667 P-valor = 0,208263

En el análisis posterior fueron pesadas nuevamente según los días establecidos para el estudio del efecto del almacenamiento sobre el peso de la fruta, como se aprecia en la tabla 3.

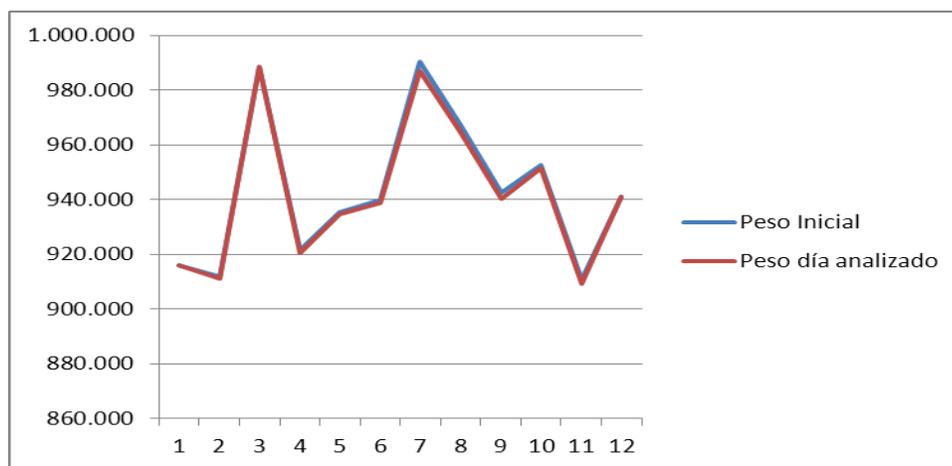
Tabla 3. Peso del día analizado. Fuente: Elaboración propia

	Muestras	Peso (g)
1	Con 3 días	916.001
2	Con 3 días	911.079
3	Con 3 días	988.597

4	Con 6 días	920.647
5	Con 6 días	934.791
6	Con 6 días	938.665
7	Con 9 días	987.136
8	Con 9 días	964.638
9	Con 9 días	940.117
10	Refrigeradas	951.571
11	Refrigeradas	909.170
12	Refrigeradas	940.920

Como se puede apreciar en el gráfico 1 el peso disminuye aunque no de manera significativa en las frutas de fruta bomba según los días de almacenamiento. A pesar de este resultado si se puede afirmar que la pérdida de peso de la fruta, a través de los días de almacenamiento, está dada por la dependencia de la cantidad de fotoasimilados, la cual aumenta con la edad de cosecha y depende de características fenotípicas y agroclimáticas. Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas anteriormente por otros autores (Umaña et al., 2011, Santamaría et al., 2009)

Gráfico 1. Comparación entre el peso inicial y el peso del día que se analiza. Fuente: Elaboración propia



Una gran pérdida de peso en relación al peso inicial deprecia el valor de la apariencia de los frutos, debido a que presentan una superficie arrugada. La fruta bomba se comercializa por unidad de peso, y la pérdida del mismo resulta en menor rendimiento, y con frecuencia esta pérdida es negligencia de la cadena de comercialización.

La tabla 4 muestra las variables diámetro polar, diámetro ecuatorial, volumen y densidad de las muestras, las cuales no tuvieron diferencias significativas, se comportaron según lo esperado coincidiendo con otras investigaciones realizadas, referenciadas por (González and Martínez, 2005).

Tabla 4. Diámetro Polar, Diámetro Ecuatorial, Volumen y densidad de las muestras analizadas. Fuente: Elaboración propia

Muestras		Diámetro Polar (cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Volumen (ml)	Densidad (g/ml)
1	Con 3 días	21.4	6.8	930	0.98
2	Con 3 días	19.3	8.5	920	0.99
3	Con 3 días	21.8	6.9	1000	0.98
4	Con 6 días	20.5	7.6	925	0.99
5	Con 6 días	19.4	6.9	940	0.99
6	Con 6 días	21.1	6.8	950	0.98
7	Con 9 días	19.5	7.7	1000	0.98
8	Con 9 días	19.9	6.8	970	0.99
9	Con 9 días	19.7	7.5	950	0.98
10	Refrigeradas	20.7	7.9	960	0.99
11	Refrigeradas	20.2	7.2	920	0.98
12	Refrigeradas	20.6	7.6	945	0.99

3.2 Determinación de las propiedades químicas de las muestras analizadas

Los factores químicos más relevantes en la calidad de la fruta son la concentración de los sólidos solubles totales, la acidez total y el pH, los cuales se relacionan con el contraste de dulzura y acidez característica de la fruta.

En la tabla 5 se puede observar el comportamiento del pH en los frutos analizados.

Tabla 5. Comportamiento del pH de las muestras analizadas. Fuente: Elaboración propia

Muestra		pH
1	Con 3 días	4.48
2	Con 3 días	4.35
3	Con 3 días	4.2

4	Con 6 días	5.89
5	Con 6 días	5.78
6	Con 6 días	5.86
7	Con 9 días	5.91
8	Con 9 días	5.94
9	Con 9 días	5.94
10	Refrigeradas	5.9
11	Refrigeradas	5.83
12	Refrigeradas	5.9

Tabla 6. Contraste de Kruskal-Wallis para pH según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra Tamaño muestral Rango Promedio

Dia 3	3	2.0
Dia 6	3	5.66667
Dia 9	3	11.0
Refrig	3	7.33333

Estadístico = 9.73474 P-valor = 0.0209601

Como se puede observar el p-valor es menor que 0.05, de lo cual se interpreta que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos, siendo los de menores resultados para el grupo de frutos de 3 días, y con diferencias estadísticas del resto (ver tabla 7).

Tabla 7. Contraste Múltiple de Rango para pH según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra Frec. Media Grupos homogéneos

Dia 3	3	4.34333	X
Dia 6	3	5.84333	X
Refrig	3	5.87667	X
Dia 9	3	5.93	X

Grupos homogéneos presentan X en la misma columna

El pH se ve influenciado por el estado de madurez de los frutos, un incremento en el estado de madurez ocasiona un aumento en el pH. Puede también explicarse por la presencia de un sistema de autorregulación del pH, resultado del efecto amortiguador del ácido cítrico, como ha sido descrito para diversos frutos por (Bruhn, 2007) y los resultados están dentro de los rangos obtenidos por otros autores (Cerdas and Sáenz, 1993, Santamaría et al., 2009, Menéndez, 2006)

Este ácido alifático tiende a convertirse en la sal correspondiente, dando como resultado el efecto amortiguador de la solución disminuyendo la acidez como se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8. Comportamiento de la acidez titular total. Fuente: Elaboración propia

	Muestra	Gasto de NaOH	Ácido Acético	Ácido Cítrico	Ácido Tartárico	Ácido Málico	Ácido Oxálico	Ácido Láctico
1	Con 3 días	4.7	4.48	0.0282	0.03	0.0352	0.0315	0.0211
2	Con 3 días	5.4	4.35	0.0324	0.0345	0.0405	0.0362	0.0243
3	Con 3 días	6.8	4.2	0.0408	0.0435	0.051	0.0455	0.0306
4	Con 6 días	4.2	5.89	0.0252	0.0268	0.0315	0.0281	0.0189
5	Con 6 días	4.4	5.78	0.0264	0.0281	0.033	0.0294	0.0198
6	Con 6 días	4.1	5.86	0.0246	0.0262	0.0307	0.0274	0.0184
7	Con 9 días	2.8	5.91	0.0168	0.0179	0.021	0.0187	0.0126
8	Con 9 días	3.5	5.94	0.021	0.0224	0.0262	0.0234	0.0157
9	Con 9 días	3.3	5.94	0.0198	0.0211	0.0247	0.0221	0.0148
10	Refrigeradas	3.6	5.9	0.0246	0.023	0.027	0.0241	0.0162
11	Refrigeradas	3.9	5.83	0.0234	0.0249	0.0292	0.0261	0.0175
12	Refrigeradas	3.6	5.9	0.0246	0.023	0.027	0.0241	0.0162

La acidez se calcula mediante el gasto de NaOH, por lo tanto, basta con analizar esta variable para comprender el comportamiento de todas las variables anteriores. Luego al realizar las comparaciones y determinar las diferencias significativas, se obtienen las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Contraste de Kruskal-Wallis para gasto de NaOH según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra Tamaño muestral Rango Promedio

Día 3	3	11.0
Día 6	3	8.0
Día 9	3	2.0
Refrig	3	5.0

 Estadístico = 10.4211 P-valor = 0.0153055

Tabla 10. Contraste Múltiple de Rango para Gasto de NaOH según Muestra. Fuente:
 Elaboración propia mediante Statgraphics

Método: 95.0 porcentaje Scheffe

Muestra	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Día 9	3	3.2	X
Refrig	3	3.7	X
Día 6	3	4.23333	XX
Día 3	3	5.63333	X

Grupos homogéneos presentan X en la misma columna

Como se puede observar el p-valor de la comparación entre los distintos grupos es menor que 0.05, de lo cual se interpreta que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos, siendo los de mayores resultados para el grupo de frutos de 3 días, y con diferencias estadísticas del resto.

A medida que incrementa el estado de madurez en los frutos se presenta un aumento en los sólidos solubles totales como se puede observar en la tabla 11. Este comportamiento en los sólidos solubles, se explica por la hidrólisis de diversos polisacáridos estructurales tales como almidón, pectinas de la pared celular, hasta sus componentes monoméricos básicos, por lo cual se acumulan azúcares, principalmente glucosa, fructosa y sacarosa (Arrieta et al., 2006) que son los constituyentes principales de los sólidos solubles; estos resultados coinciden con lo encontrado por (Sañudo, 2008). El mayor aumento en azúcares ocurre cuando el fruto empieza a tornarse amarillo acelerándose la síntesis de estos compuestos hasta alcanzar la coloración naranja.

Tabla 11. Comportamiento del °Brix de las muestras analizadas. Fuente: Elaboración propia

Muestra		°Brix
1	Con 3 días	2.2
2	Con 3 días	2.3
3	Con 3 días	2.5
4	Con 6 días	4.6
5	Con 6 días	5.0
6	Con 6 días	4.7
7	Con 9 días	4.3
8	Con 9 días	4.4
9	Con 9 días	4.4
10	Refrigeradas	3.9
11	Refrigeradas	3.4
12	Refrigeradas	3.8

La materia seca y la humedad en las muestras analizadas se comportaron como se esperaba según los resultados obtenidos por (Sañudo, 2008, Almeida et al., 2011), ya que la fruta bomba contiene una gran cantidad de agua su % de humedad va a ser elevado y el % de materia seca va a ser pequeño como se muestra en la tabla 12. Las frutas con un contenido de humedad entre 75 y 90% se clasifican como jugosas.

Tabla 12. Comportamiento de la materia seca y la humedad. Fuente: Elaboración propia

Muestra		% Materia Seca	% Humedad
1	Con 3 días	10.3999	89.6001
2	Con 3 días	9.919	90.081
3	Con 3 días	9.36	90.64
4	Con 6 días	10.8477	89.1523
5	Con 6 días	9.7153	90.2847
6	Con 6 días	9.6225	90.3775
7	Con 9 días	9.1342	90.8658
8	Con 9 días	9.1159	90.8841
9	Con 9 días	9.1199	90.8801
10	Refrigeradas	8.1513	91.8487
11	Refrigeradas	8.229	91.771
12	Refrigeradas	8.2182	91.7818

Las muestras refrigeradas son las de más bajo % de materia seca como se muestra en la tabla 13 y más alto % de humedad como se muestra en la tabla 15, y presentan diferencias significativas como se observa en la tabla 14.

Tabla 13. Contraste de Kruskal-Wallis para Materia Seca según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra	Tamaño muestral	Rango Promedio
Día 3	3	9.33333
Día 6	3	9.66667
Día 9	3	5.0
Refrig	3	2.0

Estadístico = 9.35897 P-valor = 0.0248791

Tabla 14: Contraste Múltiple de Rango para Materia Seca según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Método: 95,0 porcentaje LSD

Muestra	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Refrig	3	8,1995	X
Día 9	3	9,12333	X
Día 3	3	9,89297	XX
Día 6	3	10,0618	X

Tabla 15. Contraste de Kruskal-Wallis para Humedad según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra	Tamaño muestral	Rango Promedio
Día 3	3	3.66667
Día 6	3	3.33333
Día 9	3	8.0
Refrig	3	11.0

Estadístico = 9.35897 P-valor = 0.0248791

En el contraste Múltiple de Rango para Humedad según Muestra, se comporta de manera idéntica a la variable Materia Seca, pero en orden inverso, es decir

Como se puede observar el p-valor es menor que 0.05, de lo cual se interpreta que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos, siendo los del grupo 4 (refrigerados) de menores resultados para la materia seca y los de mayores resultados para la humedad, y con diferencias estadísticas del resto.

Según la literatura consultada (Santamaría et al., 2009, González and Martínez, 2005) las cenizas, en las frutas frescas, se encuentran en el rango de 0,2 - 0,8%, como se puede apreciar en la tabla 16 coincidimos con estos resultados. Como la fruta bomba está compuesta por un alto contenido de agua presenta un % de ceniza bajo.

Tabla 16. Comportamiento de la ceniza. Fuente: Elaboración propia

	Muestra	% de ceniza
1	Con 3 días	0.577
2	Con 3 días	0.6431
3	Con 3 días	0.6298
4	Con 6 días	0.4182
5	Con 6 días	0.5746
6	Con 6 días	0.6775
7	Con 9 días	0.6425
8	Con 9 días	0.6779
9	Con 9 días	0.4256
10	Refrigeradas	0.5409
11	Refrigeradas	0.4014
12	Refrigeradas	0.4205

Las muestras analizadas no presentan diferencias significativas como se puede apreciar en la tabla 17. El p-valor es mayor que 0.05, de lo cual se interpreta que no hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos, para un promedio general de 0.5524.

Tabla 17. Contraste de Kruskal-Wallis para Cenizas según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra Tamaño muestral Rango Promedio

Día 3	3	8.33333
Día 6	3	6.33333
Día 9	3	8.33333
Refrig	3	3.0

Estadístico = 4.38462 P-valor = 0.222813

Para la determinación de la proteína bruta fue necesario primeramente determinar el contenido de nitrógeno de las mismas, como se observa en la tabla 18 para posteriormente calcular el % de proteína bruta que presentaban las muestras como se observa en la tabla 19.

Tabla 18. Determinación del nitrógeno total de las muestras. Fuente: Elaboración propia

	Muestra	(ml) de H ₂ SO ₄ al 0,02 N	% de Nitrógeno
1	Con 3 días	9.3	0.0516
2	Con 3 días	10.5	0.0578
3	Con 3 días	12	0.0660
4	Con 6 días	12	0.0660
5	Con 6 días	10.5	0.0578
6	Con 6 días	11.3	0.0602
7	Con 9 días	17	0.0937
8	Con 9 días	19.7	0.1101
9	Con 9 días	18.6	0.1048
10	Refrigeradas	11.1	0.0620
11	Refrigeradas	7.7	0.0430
12	Refrigeradas	7.9	0.0492

Tabla 19. Comportamiento de la proteína bruta. Fuente: Elaboración propia

	Muestra	% de proteína bruta
1	Con 3 días	0.3225
2	Con 3 días	0.3612
3	Con 3 días	0.4125
4	Con 6 días	0.4125
5	Con 6 días	0.3612
6	Con 6 días	0.3768
7	Con 9 días	0.5856
8	Con 9 días	0.6881
9	Con 9 días	0.655

10	Refrigeradas	0.3875
11	Refrigeradas	0.2687
12	Refrigeradas	0.3076

Varios autores (Umaña et al., 2011, Piñeiro and Diaz, 2004, Ortega and Martínez, 2005, Barrera et al., 2010, Arrieta et al., 2006) plantean que a medida que aumenta el índice de maduración del fruto se eleva el contenido de proteína bruta, de acuerdo con lo planteado anteriormente el resultado es el esperado como se muestra en la tabla 20 y se aproxima a los valores obtenidos por otros autores.

Tabla 20. Contraste de Kruskal-Wallis para Proteína Bruta según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra	Tamaño muestral	Rango Promedio
Día 3	3	5.33333
Día 6	3	6.33333
Día 9	3	11.0
Refrig	3	3.33333

Estadístico = 7.35915 P-valor = 0.0412883

El p-valor es menor que 0.05, de lo cual se interpreta que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos analizados (ver tabla 21)

Tabla 21. Contraste Múltiple de Rango para Proteína Bruta según Muestra . Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Método: 95.0 porcentaje Scheffe			
Muestra	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Refrig	3	0.321267	X
Día 3	3	0.3654	X
Día 6	3	0.3835	X
Día 9	3	0.6429	X

Grupos homogéneos presentan X en la misma columna

3.3 Determinación de las propiedades mecánicas de las muestras analizadas

Se realizó un estudio del comportamiento del área de magulladura y el volumen de la magulladura para determinar la susceptibilidad de los frutos a los impactos como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Parámetros para determinar la susceptibilidad de los frutos a los impactos.

Fuente: Elaboración propia

Muestras		Diámetro de los impactos (m)	Profundidad de los impactos (m)	Área de la magulladura (m ²)	Volumen de la magulladura (m ³)	Energía de impacto (Joule)	Susceptibilidad
1	Con 3 días	0.02	0.0002	0.000314	3.14e-008	0.588	5.340313e-008
2	Con 3 días	0.022	0.0004	0.00037994	7.5988e-008	0.588	1.292312e-007
3	Con 3 días	0.021	0.0003	0.000346185	5.192775e-008	0.588	8.83125e-008
4	Con 6 días	0.023	0.0005	0.000415265	1.0381625e-007	0.588	1.765582e-007
5	Con 6 días	0.025	0.0007	0.000490625	1.7171875e-007	0.588	2.920386e-007
6	Con 6 días	0.024	0.0006	0.00045216	1.35618e-007	0.588	2.306428e-007
7	Con 9 días	0.028	0.0015	0.00061544	4.6158e-007	0.588	7.85e-007
8	Con 9 días	0.027	0.0013	0.000572265	3.7197225e-007	0.588	6.326062e-007
9	Con 9 días	0.026	0.0011	0.00053066	2.91863e-007	0.588	4.963656e-007
10	Refrigeradas	0.023	0.0004	0.000415865	8.3172e-008	0.588	1.414489e-007
11	Refrigeradas	0.021	0.0004	0.000346185	6.9237e-008	0.588	1.175e-007
12	Refrigeradas	0.023	0.0005	0.000415265	1.0381626e-007	0.588	1.765582e-007

En todos los frutos se pudo apreciar la influencia de los impactos con este nivel de energía, aunque debe destacarse que en los casos de las muestras analizadas a los 3 días y las que se encontraban refrigeradas los valores no son grandes como se aprecia en la tabla 23.

Tabla 23. Contraste de Kruskal-Wallis para Susceptibilidad según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Muestra	Tamaño muestral	Rango Promedio
Día 3	3	2.33333
Día 6	3	7.83333
Día 9	3	11.0
Refrig	3	4.83333

Estadístico = 9.76491 P-valor = 0.0206731

Como se puede observar el p-valor es menor que 0.05, de lo cual se interpreta que hubo diferencias estadísticas entre los promedios de los diferentes grupos, siendo los de mayores resultados para el grupo de frutos de 9 días, y con diferencias estadísticas del resto (ver tabla 24)

Tabla 24. Contraste Múltiple de Rango para Susceptibilidad según Muestra. Fuente: Elaboración propia mediante Statgraphics

Método: 95.0 porcentaje Scheffe

Muestra	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Día 3	3	9.03156E-8	X
Refig	3	1.45169E-7	X
Día 6	3	2.3308E-7	XX
Día 9	3	6.37991E-7	X

Grupos homogéneos presentan X en la misma columna

Es importante destacar que durante la cosecha y la transportación de estos frutos se debe tener mucho cuidado, se debe evitar cualquier impacto por pequeño que sea, ya que este fruto es muy susceptible a este tipo de daños, y parte importante de los problemas que se observan tarde en almacenaje, tienen que ver directamente con daño mecánico. Estos daños en los frutos tienen efecto sobre pudriciones, ablandamiento, deshidratación y pérdidas en general.

3.4 Determinación de la vida de almacenamiento

Otra de las investigaciones ejecutadas se relacionó con la vida de almacenamiento de los frutos, estos se comportaron de la siguiente forma:

- Las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del local fueron de:
 - Temperatura media= 26.4 °C;
 - Humedad relativa media = 85%
- En el caso de los frutos refrigerados su vida de almacenamiento fue de 9 días

Se debe destacar que la variedad objeto de estudio tuvo un acelerado deterioro a partir de los 7 días, lo cual confirma la importancia de conocer estas características para lograr un adecuado manejo de este fruto. Las figuras 3, 4 y 5 muestran detalles del fruto los días analizados.



Figura 3. Muestras analizadas con 3 días después de la cosecha. Fuente: Archivo del autor



Figura 4. Muestras analizadas con 6 días después de la cosecha. Fuente: Archivo del autor



Figura 5. Muestras analizadas con 9 días después de la cosecha. Fuente: Archivo del autor

En cuanto al color es importante destacar que los frutos durante el proceso evaluativo sufren cambios bruscos en la coloración de su piel (cáscara) y también en su pulpa. En este caso, para la determinación de la variación del color se apreció su evolución de forma visual. En este caso la piel sufre variaciones desde un verde y amarillo claro hasta un naranja fuerte en la etapa de madurez, ya cuando el fruto se está acercando a la etapa de senescencia pues comienza a apreciarse un naranja bien intenso que se va convirtiendo en negro. La pulpa sufre variaciones desde un amarillo o naranja pálido hasta un naranja rojizo intenso. Hasta el presente no se disponen en nuestros laboratorios de colorímetros que permitan una evaluación objetiva de esta cualidad.

Conclusiones



Conclusiones

1. Las propiedades de la fruta bomba prácticamente no se pierden si el fruto se encuentra bajo condiciones de climatización. Esto confirma la validez de conservar los productos bajo parámetros de refrigeración controlados, siempre y cuando sea posible y factible económicamente.
2. Los cambios en las propiedades físicas de los frutos no fueron trascendentes para los resultados finales en el estudio. Sólo la variable “peso del fruto” mostró ligeros cambios según los días de almacenamiento.
3. Los parámetros químicos más importantes en la calidad del producto, son el pH, la acidez titular total (NaOH) y los sólidos solubles totales de las frutas. Estas variables mostraron cambios significativos durante los días de almacenamiento y sus condiciones.
4. El daño mecánico es realmente trascendente en el manejo poscosecha. El rango de la susceptibilidad de las frutas aumenta significativamente a partir de los 6 días de almacenaje y sin refrigeración.

Recomendaciones



Recomendaciones

1. Realizar un estudio posterior, en el cual se analicen variables cualitativas que influyan en la calidad del manejo poscosecha como el color, la forma, olor, etc.
2. Completar el análisis de este trabajo con un diseño estadístico transversal completo, es decir, tener en cuenta los días de almacenamiento, pero en condiciones controladas de refrigeración.
3. Efectuar un posible análisis económico a partir de los daños mecánicos durante su almacenamiento y que inciden en la calidad del producto.

Bibliografía



Bibliografía:

- 183, C. S. 1993. Norma del Codex Stan para la papaya.
- ABBOTT, J. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 15, 207-225.
- AGROPECUARIA, C. V. D. C. 2010. Monografía de la papaya. Veracruz.
- ALCÁNTARA, J. A., HERNÁNDEZ, E., AYVAR, S., DAMIÁN, A. & BRITO, T. 2010. Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- ALFONSO, M. 2010. *Guía técnica del cultivo de la papaya*, El Salvador, Impresos Múltiples.
- ALMEIDA, A., REIS, J. D., SANTOS, D., VIEIRA, T. & DA COSTA, M. 2011. Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- ARRIETA, A., BAQUERO, U. & BARRERA, J. 2006. Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano "Papocho" (*Musa ABB Simmonds*). *Agronomía Colombiana*.
- AVILAN, L. & RENFIGO, C. 2001. *El lechosoero*, Maracay, Venezuela.
- BARRERA, J., ARRAZOLA, G. & CAYÓN, D. 2010. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (*musa AAB Simmonds*) en dos sistemas de producción. *Acta Agronómica*.
- BOADA, A., LAURES, M., AZUM, J. L., PASTRANA, M. T., PANTOJA, A. & NAVARRO, F. 1994. *Manual de clases prácticas y prácticas de laboratorio. Nutrición animal I*.
- BRUHN, C. M. 2007. *Aspectos de calidad y seguridad alimentaria de interés para el consumidor.*, Oakland, California, USA, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- CALDERÓN, G. & CEPEDA, R. 1990. *El cultivo de la papaya*, Bogotá. Colombia, Publicación ICA.
- CERDAS, M. M. & SÁENZ, M. V. 1993. Diagnostico sobre manejo postcosecha de papaya (*Carica papaya*) en Paquera, Puntarenas. Available: http://www.mag.go.cr/rev_agr/
- CHANDLER, W. H. 1967. *Frutales de hoja perenne*, La Habana. Cuba, Editora Revolucionaria.
- EDWARD, A. E. & BALLÉN, F. H. 2012. Una mirada a la producción, el comercio y el consumo de papaya a nivel mundial. Available: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- FAO 2007. Seguridad Alimentaria.
- FAO 2008. Manual de manejo postcosecha de frutos tropicales.
- FAO. 2012. *Anuario Estadístico de la FAO* [Online]. Available: <http://faostat.fao.org/> [Accessed].

- FLORES, K. U. 2009. *Determinación no destructiva de parámetros de calidad de frutas y hortalizas mediante espectroscopia de reflectancia en el infarrojo cercano*. Universidad de Córdoba.
- GARCÍA, N. 2013. Frutabomba cubana conquistó al mundo. *Juventud Rebelde*.
- GARCÍA, Y. & OSÍO, I. 2003. *Calidad físico-química y microbiológica de pulpa y frutas de lechosa (Carica papaya L.) de las variedades Cartagena colombiana y maradol*. Universidad nacional experimental sur del lago.
- GONZÁLEZ, Y. & MARTÍNEZ, C. M. 2005. *Tecnología del manejo poscosecha de la papaya (Carica Papaya) para mercado fresco*. Universidad Central "Martha Abreu de las Villas".
- IIFT 2003. Manual técnico da la papaya Maradol roja. 22.
- INIVIT 2004. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba (Carica papaya Lin)
- INIVIT 2011. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba (Carica papaya Lin)
- KADER, A. A. 2000. Advances in CA/MA Applications. *Perishables Handling Quarterly*. 104, 8-9.
- KADER, A. A. 2007. *Factores de seguridad y calidad: definición y evaluación para productos hortofrutícolas frescos*, Oakland, California, USA. , In *Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas*.
- LINE, T. H. B. 2011. Papaya: Introducing high-yield varieties key to healthy profits. . Available: <http://www.thehindubusinessline.com/industry-and-economy/agri-biz/>
- MARTÍNEZ, C. M. 2012. *Fundamentos del manejo y tratamiento poscosecha de productos agrícolas*, La Habana, Editorial universitaria Félix Varela.
- MARTÍNEZ, C. M. & GONZÁLEZ, Y. 2005. Tecnología del manejo poscosecha de la papaya (*Carica Papaya*) para el mercado fresco. *Revista Centro Agrícola*.
- MEDEROS, E. 1991. *Fruticultura*, La habana. Cuba, Editorial Pueblo y Educación.
- MENÉNDEZ, O. 2006. Cambios en la actividad de a-amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpadegener*). *Interciencia*.
- NC 1991. NC-77-66-:1991.
- NMX-F-102-S-1978. 1978. *Determinación de la acidez titulable en frutos y hortalizas Mexico* patent application.
- ORTEGA, L. M. & MARTÍNEZ, C. M. 2005. *Tecnología del manejo poscosecha del aguacate (Persea Americana Mill)*. Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas.
- PARRA, P. 2012. Panorama de la papaya o mamón. *Argentina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*.

- PIÑEIRO, M. & DIAZ, L. 2004. *Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas*, Roma, FAO.
- SANTAMARÍA, F., DÍAZ, R., SAURI, E., ESPADAS, F., SANTAMARÍA, J. M. & LARQUÉ, A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*, v.35 n.3.
- SAÑUDO, A. 2008. Control de la maduración en frutos de papaya (carica papaya l.) Con 1-metilciclopropeno y ácido 2-cloroetil fosfónico. *Revista Fitotecnia Mexicana*.
- UMAÑA, G., LORÍA, C. L. & GÓME, J. C. 2011. Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*, vol.35 no.2.
- VALERO, C. 2002. *Aplicación de la espectroscopia laser de reflectancia difusa (ERDT) a la medida de calidad interna de frutas y hortalizas.*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- VALERO, C. & RUIZ, M. 2004. Ensayos estándar para la medida de firmeza, azúcares, ácidos y color, junto con un ejemplo de valores obtenidos en distintas muestras de mercado de manzana, melocotón, kiwi, melón y tomate. *Técnicas de medida de la calidad de frutas*. Madrid.

Anexos



Anexo 1. Principales países productores de fruta bomba (*Carica Papaya L.*) en los últimos años (toneladas). Fuente: (FAO, 2012)

<i>Países / Años</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
India	3913500	4196000	4180075
Brasil	1792594	1871961	1854343
Indonesia	772844	675801	958251
República Dominicana	681325	908461	891730
Nigeria	763619	750000	760000
México	707347	616215	634369
República Democrática del Congo	223777	225772	280330
Tailandia	206762	211594	212000
Guatemala	196615	203182	205483
Filipinas	176656	165981	157907
Colombia	185902	157620	153120
China	82878	129322	151183
Cuba	95700	135707	135000
Perú	173941	186806	125813
Venezuela	130000	133368	125631
Bangladesh	129559	112770	124764
El Salvador	71226	71000	69984
Costa Rica	64160	64800	60800
Ghana	43280	45000	48000
Malasia	45812	44950	44928

Anexo 2. Principales países exportadores de fruta bomba (*Carica Papaya L.*) en los últimos años (toneladas). Fuente: (FAO, 2012)

<i>Países / Años</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
México	101306	90316	134960
Brasil	32267	29968	27554
Belice	33341	28967	27152
Malasia	26938	24168	24301
India	10880	13834	17573
Estados Unidos	9604	9031	8090
Holanda	8625	7596	8023
Guatemala	6680	9794	7375
Ecuador	5486	4372	5370
Bélgica	527	593	2496
Otros	40103	25193	16790
Total	275757	243832	279684

Anexo 3. Principales países importadores de fruta bomba (*Carica Papaya L.*) en los últimos años (toneladas). Fuente: (FAO, 2012)

Países / Años	2010	2011	2012
Estados Unidos	138115	124330	156430
Singapur	19086	23181	21689
Cánada	14487	12950	13230
Holanda	12569	10845	8623
Reino Unido	8588	8335	8282
Alemania	8155	8516	8233
Hong Kong	9800	8306	5381
España	6686	6802	5386
Portugal	5992	5912	6209
El Salvador	5080	5751	7070
Otros	25613	29655	27943
Total	254171	244583	268476

Anexo 4. Componentes de la calidad de frutas según. Fuente: (Bruhn, 2007)

Calidad	Componentes
Apariencia (visual)	Brillo: naturaleza de la cera superficial Color: Uniformidad, intensidad Defectos: externos, internos Defectos entomológicos Defectos físicos y mecánicos Defectos fisiológicos Defectos morfológicos Defectos patológicos Figura y forma: Diámetro/profundidad, radio, compactación, uniformidad. Tamaño: dimensiones, peso, volumen
Sabor (gusto y olfato)	Acidez Astringencia Amargor Aroma (compuestos volátiles) Dulzor Olores y sabores extraños o desagradables
Seguridad	Contaminantes (residuos químicos, metales pesados) Contaminación microbiana Micotoxinas Tóxicos naturales
Textura (sensación)	Comestibilidad, arenosidad Correosidad y fibrosidad Firmeza, dureza, suavidad Suculencia, jugosidad Textura crujiente
Valor nutricional	Carbohidratos (incluyendo fibra dietética) Lípidos Minerales Proteínas Vitaminas

Anexo 5. Contenido mínimo en sólidos solubles totales (SST) y de acidez titulable (AT) máxima propuestos para garantizar un sabor aceptable en frutas. Fuente: (Kader, 2007)

Fruta	Contenido mínimo en sólidos solubles totales (%)	Acidez titulable máxima (%)
Albaricoque	10	0,8
Arándano azul	10	-
Caqui	18	-
Cereza	14-16	-
Ciruela	12	0,8
Frambuesa	8	0,8
Fresa	7	0,8
Granada	17	1,4
Kiwi	14	-
Mandarina	Relación SST:AT > de 8	-
Mango	12-14 (dependiendo del cultivar)	-
Manzana	10,5-12,5 (dependiendo del cultivar)	-
Melocotón	10	0,6
Melón	10	-
Naranja	Relación SST:AT > de 8	-
Nectarina	10	0,6
Papaya	11,5	-
Pera	13	-
Piña	12	1,0
Sandía	10	-
Tomate	3	0,3
Toronja	Relación SST:AT > de 6	-
Uva	14-17,5 (dependiendo del cultivar) o relación SST:AT > de 20	-

Anexo 6. Norma NC-77-66-:1991. Fuente: (NC, 1991)

 <p>REPUBLICA DE CUBA</p>	<p>CDU NORMA CUBANA</p>											
	<p>Frutas y Vegetales Naturales</p> <p>FRUTA BOMBA</p> <p>Especificaciones</p>	 <p>77-66</p> <p>1991</p>										
<p>Natural fruits and vegetables. Papaya. Specifications.</p>												
<p>Esta norma establece los requisitos para todas las variedades de fruta bomba (Carica papaya Lin) con destino al consumo fresco.</p>												
<p>1. <u>Términos y definiciones</u></p> <p>Para los términos utilizados en esta norma véase la NC 77-86.</p>												
<p>2. <u>Clasificación</u></p> <p>Para su comercialización la fruta bomba se clasificará en calidad única, según los requisitos de calidad que se establecen en la sección 3.</p>												
<p>3. <u>Requisitos de calidad</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Características</u></th> <th style="text-align: left;"><u>Calidad única</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Aspecto exterior</td> <td>Frutas frescas, sanas, limpias, en madurez técnica; verde hecha, con color verde oscuro a verde brillante y rayona, con color verde claro con una o varias vetas amarillas, sin síntoma de pudrición, ni daños mecánicos graves, pueden presentar heridas longitudinales producto del proceso de extracción del látex.</td> </tr> <tr> <td>2. Tamaño (masa mínima en kg, por variedades)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- Criolla y nicaragüense</td> <td style="text-align: center;">0,9</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">- Maradol</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> </tbody> </table>			<u>Características</u>	<u>Calidad única</u>	1. Aspecto exterior	Frutas frescas, sanas, limpias, en madurez técnica; verde hecha, con color verde oscuro a verde brillante y rayona, con color verde claro con una o varias vetas amarillas, sin síntoma de pudrición, ni daños mecánicos graves, pueden presentar heridas longitudinales producto del proceso de extracción del látex.	2. Tamaño (masa mínima en kg, por variedades)		- Criolla y nicaragüense	0,9	- Maradol	0,7
<u>Características</u>	<u>Calidad única</u>											
1. Aspecto exterior	Frutas frescas, sanas, limpias, en madurez técnica; verde hecha, con color verde oscuro a verde brillante y rayona, con color verde claro con una o varias vetas amarillas, sin síntoma de pudrición, ni daños mecánicos graves, pueden presentar heridas longitudinales producto del proceso de extracción del látex.											
2. Tamaño (masa mínima en kg, por variedades)												
- Criolla y nicaragüense	0,9											
- Maradol	0,7											
<p>4. <u>Tolerancias</u></p>												
<p>Aprobada: Diciembre 1991</p>	<p>ESTA NORMA ES OBLIGATORIA Sustituye a la NC 77-66:86</p>	<p>Vigente a partir de: Enero 1992</p>										
<p>Descriptores: Fruta; Especificación.</p>												

COMITE ESTATAL DE NORMALIZACION, Nivel Central. Egdo No. 610 e/ Gloria y Apodaca. Municipio Habana Vieja

- 4.1 En los lotes se admite hasta un 15% de las frutas que no cumplan con las exigencias para esta calidad pero que estén aptas para el consumo.

5. Envase

Para su comercialización las frutas se envasarán en cajas plásticas o de madera, las que estarán limpias, libre de residuos de sustancias químicas y partes punzantes que garanticen la conservación de la calidad del producto.

Los envases se llenarán de forma tal que las cajas de arriba no afecten las frutas por presión con el fondo.

Sólo se permite la comercialización a granel de las frutas verdes.

6. Inspección de aceptación

- 6.1 Método de inspección. Se establece el método de inspección por muestreo.

- 6.2 Plan de muestreo. Se realizará según lo establecido en la NC 70-26.

7. Método de control

- 7.1 Determinación del aspecto exterior. Este método se establece para comprobar si existe o no correspondencia entre el aspecto exterior del producto y las exigencias establecidas.

Se toman cada uno de los frutos que componen la muestra para visualmente comprobar la presencia de alteraciones en su aspecto exterior y el grado de madurez.

- 7.2 Determinación del tamaño. Se tomarán cada uno de los frutos que componen la muestra y aquellos que por apreciación pueden estar por debajo del mínimo establecido se procede a pesarlos mediante la ayuda de una balanza técnica.

8. Transportación, manipulación y almacenamiento

El producto se transportará en vehículos limpios, libres de partes punzantes y sustancias tóxicas que afecten su calidad.

Los frutos se manipularán con cuidado evitando arrastrarlos, tirarlos o golpearlos.

El almacenamiento a temperatura ambiente, se hará en locales ventilados y secos, no permitiéndose que el sol incida directamente sobre el mismo.

Los productos a granel no se colocarán sobre el piso y las estibas tendrán una altura máxima de 0,80 m .

Las frutas después de recolectadas no permanecerán expuestas a las inclemencias del tiempo hasta su transportación, por más de 12 h y no más de 72 h hasta su destino final.

Anexo 7. Norma del Codex Stan para la papaya (CODEX STAN 183-1993).

Fuente: (183, 1993)

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de papayas obtenidas de *Carica papaya* L., de la familia Caricaceae, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen las papayas destinadas a la elaboración industrial.

2. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

2.1 REQUISITOS MÍNIMOS

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las papayas deberán:

- estar enteras;
- 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;
- ser de consistencia firme;
- tener un aspecto fresco;
- estar exentas de daños causados por bajas y/o altas temperaturas.

Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser superior a 1 cm.

2.1.1 Las papayas deberán haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez, teniendo en cuenta las características de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de las papayas deberán ser tales que les permitan:

- soportar el transporte y la manipulación; y
- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

2.2 CLASIFICACIÓN

Las papayas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:

2.2.1 Categoría “Extra”

Las papayas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

2.2.2 Categoría I

Las papayas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- defectos leves de forma;
- defectos leves de la piel (como magulladuras mecánicas, quemaduras de sol y/o manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 10%.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

2.2.3 Categoría II

Esta categoría comprende las papayas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando las papayas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- defectos de forma;
- defectos de coloración;
- defectos de la piel (como magulladuras mecánicas, quemaduras de sol y manchas de látex); la superficie total afectada no deberá superar el 15%;
- ligeras marcas causadas por plagas.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto.

3. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CLASIFICACIÓN POR CALIBRES

El calibre se determina por el peso del fruto, que deberá ser como mínimo de 200 g, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Código de calibre	Peso (en gramos)
A	200 – 300
B	301 – 400
C	401 – 500
D	501 – 600
E	601 – 700
F	701 – 800
G	801 – 1100
H	1101 – 1500
I	1501 – 2000
J	≥ 2001

4. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

En cada envase (o en cada lote para productos presentados a granel) se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

4.1 TOLERANCIAS DE CALIDAD

4.1.1 Categoría “Extra”

El 5%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.2 Categoría I

El 10%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última.

4.1.3 Categoría II

El 10%, en número o en peso, de las papayas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o cualquier otro tipo de deterioro que haga que no sean aptos para el consumo.

4.2 TOLERANCIAS DE CALIBRE

Para todas las categorías y formas de presentación, el 10%, en número o en peso, de los papayas que correspondan al calibre inmediatamente superior y/o inferior al indicado en el envase, con un peso mínimo de 190 g para las papayas envasadas en la categoría del calibre más pequeño.

5. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

5.1 HOMOGENEIDAD

El contenido de cada envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por papayas del mismo origen, variedad y/o tipo comercial, calidad y calibre.

Para la categoría “Extra”, también deberán ser homogéneos el color y la madurez. La parte visible del contenido del envase (o lote, para productos presentados a granel) deberá ser representativa de todo el contenido.

5.2 ENVASADO

Las papayas deberán envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Las papayas deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).

5.2.1 Descripción de los Envases

Los envases deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar la manipulación, el transporte y la conservación apropiados de las papayas. Los envases (o lote, para productos presentados a granel) deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraños.

6. MARCADO O ETIQUETADO

6.1 ENVASES DESTINADOS AL CONSUMIDOR

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

6.1.1 Naturaleza del Producto

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad y/o tipo comercial.

6.2 ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR

Cada envase deberá llevar las siguientes indicaciones en letras agrupadas en el mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan el envío.

Para los productos transportados a granel, estas indicaciones deberán aparecer en el documento que acompaña a la mercancía.

6.2.1 Identificación

Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor. Código de identificación (facultativo).

6.2.2 Naturaleza del Producto

Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad y/o tipo comercial.

6.2.3 Origen del Producto

País de origen y, facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción.

6.2.4 Especificaciones Comerciales

- Categoría;
- Calibre (Código de calibre o peso medio en gramos);
- Número de unidades (facultativo);
- Peso neto (facultativo).

6.2.5 Marca de Inspección Oficial (facultativa)

7. CONTAMINANTES

7.1 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los niveles máximos de la Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas presentes en los Alimentos y Piensos (CODEX STAN 193-1995).

7.2 El producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma deberán cumplir con los límites máximos de residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

8. HIGIENE

8.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969), Código de Prácticas de Higiene para Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 53-2003) y otros textos pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

8.2 El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de conformidad con los Principios para el Establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos a los Alimentos (CAC/GL 21-1997).