



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

8

275

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE FRUTAS CRISTALIZADAS

(FRESA Y PAPAYA)



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A N :
MARIBEL BERNAL SALDIVAR
CLAUDIA YRIGOYEN FRIEDEMOLD



MEXICO, D. F.,

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

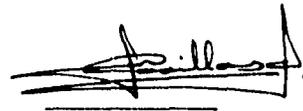
JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Federico Galdeano Bienzobas
VOCAL: Francisco Javier Casillas Gómez
SECRETARIO: Miguel Angel Hidalgo Torres
1er SUPLENTE: Victoria Coutiño Covarrubias
2do SUPLENTE: Daniel Pedrero Fuerher

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química de la UNAM

ASESOR DEL TEMA:
M en C. Francisco Javier Casillas Gómez.



SUSTENTANTES:
Maribel Bernal Saldivar



Claudia Yrigoyen Friedewold



Papá y Mamá les doy las gracias por el esfuerzo, apoyo y confianza que me han ofrecido.
Sin ustedes nada en mi vida hubiera sido igual.

A Gabriela por su cariño, palabras de aliento y compañía en todo momento.

A mi Familia, Amigos y Compañeros

Agradezco a Dios.

MARIBEL

∂ A mis padres: Francisco y Hedwig, por lo orgullosa que me siento de ser su hija.

A mis hermanos: Rodrigo y Enrique, por su ejemplo y cariño, que siempre está presente sin necesidad de expresarlo.

A mi abuela, que todos los días enseña y aprende

A Lili por su valiosa amistad.

A Rodolfo, por todo lo que significa en cada momento. &

Claudia Yrigoyen

⌘ AGRADECIMIENTOS ⌘

Gracias a todos nuestros compañeros de la generación Q. A. '89 y personal de "American Quality Lab" por su apoyo y participación como jueces sensoriales.

Gracias a Lili Elizalde, Victoria Coutiño, Leticia Aceves, Fernando Ramírez a Manchas. A la Facultad de Química de la UNAM y a los profesores de la misma que nos formaron durante cinco años. A todas las personas que con su granito de arena ayudaron a formar este trabajo.

INDICE

CAPITULO 1	
Introducción	1
Objetivos	3
Justificación	4
CAPITULO 2: ANTECEDENTES	
2.1 Generalidades Sobre la Fresa	5
2.2 Generalidades Sobre la Papaya	8
2.3 Proceso de Cristalización	11
2.4 Análisis Cuantitativo Descriptivo	16
CAPITULO 3: METODOLOGIA	
3.1 Metodología	19
3.1.1 Proceso de Cristalización	19
3.1.2 Material de Empaque	26
3.1.3 Análisis Descriptivo Cuantitativo	28
3.1.4 Determinación de la Vida Útil de Fresa y Papaya Cristalizada	30
3.1.4.1 Evaluación Sensorial	31
3.1.4.2 Análisis Microbiológico	34
3.1.4.3 Análisis Físicoquímico	35
CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1 Proceso de Cristalización	36
4.1.1 Caracterización de la Fruta	36
4.1.2 Análisis Físicoquímico (T_0)	39
4.1.3 Análisis Microbiológico (T_0)	40
4.1.4 Evaluación Sensorial (T_0)	41
4.2 Análisis Cuantitativo Descriptivo	45
4.3 Evaluación de Vida de Anaquel	54
4.3.1 Análisis Físicoquímico	54
4.3.2 Análisis Microbiológico	57
4.3.3 Evaluación Sensorial Durante la Vida de Anaquel	59
4.4 Costo del Producto Terminado	68
Conclusiones	70
Recomendaciones	71
Bibliografía	73
Anexo 1	76

CAPITULO I

INTRODUCCION

México se reconoce por su extensa producción de frutas, sin embargo, la conservación de estas en estado fresco es poco eficiente, ya que resulta costoso su almacenamiento y comercialización. Consecuentemente esto implica grandes pérdidas de dichos productos.

Hoy en día se aplican métodos y procesos tendientes a la conservación de frutas con el objetivo primordial de disminuir las pérdidas, escasez pasada la época estacional del fruto y en algunos casos el aprovechamiento integral de la cosecha.

Muchos de estos procesos son ancestrales, y hoy en día algunos de estos se realizan artesanalmente y muchos otros se han industrializado ampliamente en todo el mundo.

Entre los procesos para la conservación de frutas los más utilizados son los métodos de concentración con azúcar, entre estos se encuentran las jaleas y mermeladas, las frutas en almibar y la cristalización o confitado de frutas.

En particular, la cristalización, que es el método planteado en este trabajo, consiste en sustituir el agua celular de la fruta por azúcar. Involucra esencialmente su lenta impregnación con el jarabe hasta que la concentración de azúcar en el tejido es lo suficientemente alta para prevenir el crecimiento de microorganismos de descomposición. El proceso de cristalización es conducido de tal manera que la fruta no se ablande o se vuelva meramente cajeta o se torne dura o correosa. Tratando las frutas con jarabe con aumento progresivo de las concentraciones de azúcar, pueden obtenerse los resultados deseados. Después de la impregnación de la fruta con azúcar, es lavada y secada, la fruta cristalizada como es llamada ahora puede ser empacada y enviada al mercado bajo esta condición o puede ser cubierta con un barnizado delgado

de azúcar. En este caso las frutas cristalizadas son sumergidas en jarabe y secadas de nuevo¹.

En el presente trabajo se desarrollan dos frutas cristalizadas: fresa y papaya, que en estado fresco tienen un tiempo de conservación corto y que se cosechan en cantidades importantes en el país. La cristalización es una opción para disminuir las pérdidas de dichas frutas y ofrece una vía alterna de comercialización.

Con el proceso de cristalización, en donde el A_w y la humedad de la fruta bajan, aumenta la concentración de sólidos solubles (%SST), baja el pH por adición de ácidos orgánicos (en este caso, ácido cítrico), se pretende aumentar el tiempo de vida de anaquel de los productos en cuestión. De esto último se evalúa el tiempo en el que el producto conserve sus características de calidad para su consumo, considerando los siguientes parámetros: sensoriales (aroma, color, sabor y textura), microbiológicos, (hongos, levaduras y mesófilos aerobios), y fisicoquímicos (pH y humedad) con el fin de determinar hasta que momento o en que tiempo la calidad del producto permanece lo suficientemente adecuada para su consumo. Esta evaluación se realizó empacando las frutas procesadas en dos materiales de empaque diferentes, con el objeto de conocer si hay diferencia significativa entre estos, y saber cual es el más adecuado para el producto.

Además, para conocer los atributos sensoriales del producto, se llevó a cabo un análisis descriptivo cuantitativo. En dicha evaluación sensorial se comparó la fruta desarrollada con la fruta cristalizada comercial.

de azúcar. En este caso las frutas cristalizadas son sumergidas en jarabe y secadas de nuevo!

En el presente trabajo se desarrollan dos frutas cristalizadas: fresa y papaya, que en estado fresco tienen un tiempo de conservación corto y que se cosechan en cantidades importantes en el país. La cristalización es una opción para disminuir las pérdidas de dichas frutas y ofrece una vía alterna de comercialización.

Con el proceso de cristalización, en donde el A_w y la humedad de la fruta bajan, aumenta la concentración de sólidos solubles (%SST), baja el pH por adición de ácidos orgánicos (en este caso, ácido cítrico), se pretende aumentar el tiempo de vida de anaquel de los productos en cuestión. De esto último se evalúa el tiempo en el que el producto conserve sus características de calidad para su consumo, considerando los siguientes parámetros: sensoriales (aroma, color, sabor y textura), microbiológicos, (hongos, levaduras y mesófilos aerobios), y físicoquímicos (pH y humedad) con el fin de determinar hasta que momento o en que tiempo la calidad del producto permanece lo suficientemente adecuada para su consumo. Esta evaluación se realizó empacando las frutas procesadas en dos materiales de empaque diferentes, con el objeto de conocer si hay diferencia significativa entre estos, y saber cual es el más adecuado para el producto.

Además, para conocer los atributos sensoriales del producto, se llevó a cabo un análisis descriptivo cuantitativo. En dicha evaluación sensorial se comparó la fruta desarrollada con la fruta cristalizada comercial.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

❖ Desarrollar fresa y papaya cristalizada utilizando la técnica de concentración con jarabes de azúcar como un medio de conservación con el fin de aumentar la vida de anaquel de la fruta, a fin de facilitar su comercialización.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ❖ Establecer la metodología a seguir para obtener el producto cristalizado
- ❖ Evaluar las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del producto obtenido
- ❖ Obtener un perfil de las características sensoriales del producto desarrollado comparado con un producto comercial.
- ❖ Evaluar el periodo de tiempo en el cual las frutas cristalizadas y empacadas en dos diferentes materiales mantienen condiciones adecuadas para su consumo

JUSTIFICACIÓN

Tanto la fresa como la papaya son frutas que se producen en cantidades considerables en el país, sin embargo por causas como lo son las características intrínsecas de los mismos frutos, el transporte, el almacenamiento y durante la venta, las pérdidas son cuantiosas. De esto surge la necesidad de desarrollar y aplicar técnicas y procesos, tanto para la conservación en fresco de las frutas como el desarrollo de productos procesados. Además de evitar pérdidas, el fruto y productos de estos podrían encontrarse aún fuera de estación. El proceso de cristalización representa una alternativa de lo anterior.

En México, las frutas cristalizadas son un producto típico, artesanal y que se elabora desde hace muchos años. El presente trabajo pretende estudiar y mejorar la técnica convencional de cristalización de frutas, ya que no hay muchos estudios sobre esto, así como evaluar las características del producto obtenido y su comportamiento con el tiempo.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

2.1 GENERALIDADES SOBRE LA FRESA

Fragaria vesca o fresa, se caracteriza por ser una planta pequeña que pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Rosioideas y al género *Fragaria*. Es una planta vivaz silvestre considerada la más antigua en todos los continentes, y que ha dado origen a más de 400 variedades.

Se cuentan de ellas un cierto número de especies y subespecies y un gran número de razas, variedades e híbridos, muchos de los cuales interesan poco a los horticultores, por resultar antieconómico su cultivo. Las especies más importantes desde el punto de vista económico son *Fragaria vesca*, *Fragaria alpina*, *Fragaria virginiana*, *Fragaria moschata*, *Fragaria collins*, *Fragaria deltoniana*, y *Fragaria efflagellis*.²

Generalmente se considera como hortaliza que se cultiva por los frutos obtenidos de la planta. Se produce por semilla o por renuevos. Las variedades de mejor rendimiento en el país son: solana, fresno y tioga.³ Es una planta muy fértil, resistente a las más bajas temperaturas, deteniendo su vegetación en invierno y reactivándose en primavera.

La fresa es una fruta de temporada ya que se cosecha de enero a mayo, siendo la mejor en febrero y marzo con una fruta de buena calidad.

La fresa presenta un grado elevado de deterioro causado por su fisiología, enzimas y microorganismos que la atacan, por lo cual se requiere del estudio de métodos adecuados para conservar sus características originales.⁴

El cultivo de la fresa requiere de altas inversiones, por lo que es muy importante seleccionar el lugar más conveniente para plantarla. Algunos factores que deben considerarse para lograr una buena cosecha de fresa son: establecimiento de viveros, suelos ricos en materia orgánica y con un pH que oscile entre 6.0 y 6.5, riegos

frecuentes y utilizando agua de buena calidad y sin exceso de sales, no debe plantarse fresa en terrenos donde anteriormente se ha cultivado papa, tomate o chile, pues estos cultivos son atacados por el marchitamiento letal. La temperatura óptima de crecimiento es de 23°C, sin embargo, la fresa es una planta que se adapta a gran variedad de climas como lo prueba el hecho de que se encuentra en estado silvestre.⁵

En México la producción de fresa se realiza principalmente en los estados del Centro: Guanajuato, Michoacán y Jalisco que aportan aproximadamente el 95% de la producción nacional y el 97% de la superficie cosechada total.

En cuanto a los aspectos morfológicos de la fresa, el fruto maduro es el receptáculo carnoso al cual está adherido un gran número de pequeños frutos (semillas de matiz oscuro y sobresalientes) llamados aquenios.⁴

Los frutos son pequeños, de forma ovalada y carne resistente, notablemente perfumada.

La composición química media de la fresa es la siguiente:⁵
(por 100 gramos de fruto comestible)

Valor energético.....	55	calorias
Agua.....	90	%
Proteínas.....	1	g
Grasas.....	1	g
Carbohidratos.....	13	g
Calcio.....	31	mg
Fósforo.....	31	mg
Potasio.....	244	mg
Hierro.....	1.5	mg
Vitamina A.....	90	UI
Vitamina B ₁	0.04	mg
Vitamina B ₂	0.10	mg

frecuentes y utilizando agua de buena calidad y sin exceso de sales, no debe plantarse fresa en terrenos donde anteriormente se ha cultivado papa, tomate o chile, pues estos cultivos son atacados por el marchitamiento letal. La temperatura óptima de crecimiento es de 23°C, sin embargo, la fresa es una planta que se adapta a gran variedad de climas como lo prueba el hecho de que se encuentra en estado silvestre.⁵

En México la producción de fresa se realiza principalmente en los estados del Centro: Guanajuato, Michoacán y Jalisco que aportan aproximadamente el 95% de la producción nacional y el 97% de la superficie cosechada total.

En cuanto a los aspectos morfológicos de la fresa, el fruto maduro es el receptáculo carnoso al cual está adherido un gran número de pequeños frutos (semillas de matiz oscuro y sobresalientes) llamados aquenios.⁴

Los frutos son pequeños, de forma ovalada y carne resistente, notablemente perfumada.

La composición química media de la fresa es la siguiente:⁵
(por 100 gramos de fruto comestible)

Valor energético.....	55	calorías
Agua.....	90	%
Proteínas.....	1	g
Grasas.....	1	g
Carbohidratos.....	13	g
Calcio.....	31	mg
Fósforo.....	31	mg
Potasio.....	244	mg
Hierro.....	1.5	mg
Vitamina A.....	90	UI
Vitamina B ₁	0.04	mg
Vitamina B ₂	0.10	mg

Vitamina B50.90 mg

Vitamina C88 mg

Plagas y enfermedades

Las principales plagas que atacan a los cultivos de fresa y al fruto son los que siguen.⁵

Rosquilla Negra (*Spodoptera littoralis*)

Pulguilla Azul (*Halitca oleracea*)

Antónimo del fresal (*Anthonomus rubi*)

Gorgojos

Pulgones

Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus*)

Las enfermedades más conocidas en la fresa y sus cultivos son:

Mildiu del pie del fresal (*Phytophthora cactorum*)

Verticilosis del fresal (*Verticillium albo-atrum*)

Podredumbre gris de los frutos (*Botrytis cinerea*)

Viruela del Fresal (*Micosphaerella fragariae*)

Antracnosis (*Colletotrichum fragariae*)

Comercialización de la fresa.

El cultivo de esta fruta adquiere día a día mayor incremento, paralelo a las demandas del mercado. No sólo se consume la fresa en fresco, sino que se destina una gran cantidad de ella para la obtención de zumos y para la industria de conservación, siendo una de las frutas que obtiene las más elevadas cotizaciones en los mercados, por ser muy superior la demanda a la oferta.

El principal mercado que enfrenta la producción nacional de fresa, es el mercado externo, y entre ellos el norteamericano. Se estiman que las exportaciones abarcan del 78 al 81% del volumen de producción de fresa del país

Se pueden distinguir 4 objetivos básicos en el proceso de comercialización de fresa

- a) Fresa fresca para el mercado nacional.
- b) Fresa fresca empacada.
- c) Fresa con azúcar congelada.
- d) Mermelada o puré de fresa.

Se estima que el 12% de la producción nacional se destina como fresa fresca para el mercado nacional, siendo el principal centro de consumo la Ciudad de México. El 18% de la producción nacional se comercializa en forma de fresa fresca empacada. Aproximadamente el 68% se procesa y comercializa en forma de fresa con azúcar y congelada. Del porcentaje anterior no menos del 85% equivalente a casi 12 mil toneladas se utilizan en la elaboración de mermelada de fresa.³ Lo anterior se esquematizada en la figura 1.

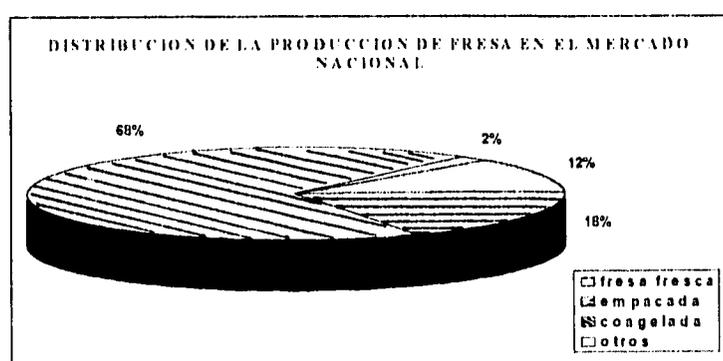


Figura 1.

2.2 GENERALIDADES SOBRE LA PAPAYA.

La papaya (*Carica papaya*) es una planta tropical originaria del sur de México y de Costa Rica, aunque ahora se cultiva ampliamente en otros países no tropicales.⁶ Pertenece a la familia de las caricáceas, orden parietales, es decir que comprende plantas herbáceas.⁷ La planta no es leñosa, pero normalmente se refiere a ella como un árbol. Comúnmente la planta es dioica, es decir que tienen las flores machos y hembras

en pies separados. Sin embargo también existen árboles hermafroditos (bisexual). La fruta es larga , pulposa, con un peso promedio de 0.5 a 2.0 k.⁸

El árbol de papayo es de desarrollo limitado, pero rápido, pues su vida tiene una duración de siete a 15 años y aunque llega a una altura de más de 10 metros sólo da rendimiento durante los primeros años.⁷

La porción comestible de la papaya es suave y uniforme en textura, aromática y el color varía desde amarillo a naranja y rojo, este color se debe a carotenoides; las frutas de color amarillo contienen la misma cantidad de carotenos y criptoxantina, mientras que en la fruta de color rojo el pigmento que predomina es el licopeno. El pH de la papaya es de 5 o más. El valor promedio de sólidos solubles es de 12 a 13%.

El género *Carica*, al que pertenece la papaya está incluido en la familia *Passifloraceae*, o en *Cucurbitaceae*, pero la mayoría de las veces se considera como miembro de la familia *Caricaceae* o *Papayaceae*. El género contiene cerca de 40 especies; solo tres especies tienen importancia hortícola y estas son *Carica papaya*, *C. candamarcensis* (papaya de la montaña) y *C. monoica*.^{8,9}

La composición química de la papaya por 100g de pulpa es la siguiente:

Valor energético.....	39	calorías
Carbohidratos.....	10	g
Proteínas.....	0.6	g
Fibra Cruda.....	0.9	g
Humedad.....	88.6	%

Los mayores productores de papaya son México, Brasil, India, Perú, Venezuela y Filipinas.⁵

Los principales estados productores de papaya en el país son Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Michoacán, Yucatán, Jalisco, Nayarit y San Luis Potosí.¹¹¹

Madurez. El cambio bioquímico más significativo durante la madurez de la fruta es la aparición de azúcares en cantidades considerables y de varios tipos, según el tipo de fruta, variedad y condiciones climáticas. Los polisacáridos se metabolizan en azúcares. El almidón se hidroliza y se incrementan gradualmente los azúcares. Existe un alta correlación entre los azúcares totales y las pruebas de sabor y dulzura. El contenido de agua de la fruta disminuye no solo por la transpiración sino también por la acumulación de carbohidratos y otros compuestos.⁸

En la papaya madura predomina principalmente la sacarosa (48.3%) seguida de la glucosa (29.0%), y fructosa (21%).

Cerca de 3 millones de toneladas de papaya fueron producidos en todo el mundo durante 1987, representando un incremento del 40% sobre el promedio de los años de 1979-1981. Brasil produjo 900 mil toneladas, México 646 mil toneladas, Indonesia e India produjeron más de 300 mil toneladas cada uno y la producción de Estados Unidos fue de 28 mil toneladas.⁶

Las pérdidas poscosecha en papaya fresca se han estimado de 40 a 100% en diferentes países con variación en sus condiciones climáticas. Las causas de estas pérdidas se dividen en dos fundamentalmente:

- a) Mecánicas y Fisiológicas. las primeras debidas principalmente por golpes y manejo inadecuado durante la cosecha, transporte y almacenamiento. Las fisiológicas debido a daños por frío, lo cual causa incapacidad para su maduración normal, pérdida de color en la pulpa y persistencia del color verde en la piel, pérdida de textura, acumulación de agua en los tejidos e incremento de susceptibilidad al ataque microbiano.
- b) Enfermedades y Pestes. La enfermedad más importante se debe al hongo *Colletotrichum gloeosporoides* que causa antracnosis y manchas en la piel de la fruta.⁸

Ademas de consumirse como fruta fresca, la papaya puede tener otras aplicaciones como material alimenticio. Se han dado algunas soluciones al problema de

nuevos mercados para las frutas tropicales; en los que se incluye el procesamiento de la fruta para aplicaciones secundarias como una alternativa atractiva cuando el sabor de la fruta fresca todavía no es bien conocido. La papaya se encuentra dentro de esta categoría. Se trata de una fruta rara en los supermercados europeos, sin embargo la demanda de esta puede incrementarse en este continente. En el norte de los Estados Unidos y Canadá solo se han importado papayas de la variedad "Solo" procedentes desde Hawaii, sin embargo productos procesados de otras variedades menos conocidas podrían entrar fácilmente a estos mercados.⁹

En México, la industrialización de la papaya es escasa, sin embargo, en algunos otros países existen alternativas para procesar la fruta, como por ejemplo enlatar la papaya previamente pelada rebanada y sin semillas. La papaya se coloca en latas con jarabe acidificado (1% de ácido cítrico y 50° Brix). Otra opción es la elaboración de puré con fruta madura , el cual se usa como base para la elaboración de néctares, jaleas, mermeladas, rellenos, productos lácteos y de pastelería. También se desarrollan aates mediante el secado de la mezcla de puré de papaya y azúcar formando hojas muy delgadas.^{6,9}

2.3 PROCESO DE CRISTALIZACIÓN

También llamadas frutas confitadas o cándidas en algunos países. La elaboración de frutas conservadas por medio de jarabes o soluciones de sacarosa data desde la antigüedad, pues documentos romanos muestran que en esa época se conservaban higos sumergidos en miel o duraznos por medio de un mezcla de miel y vino dulce. En China son alimentos tradicionales. En Taiwan se producen frutas cristalizadas tales como el mei (wume o chabacano japonés), el kumkuat dátiles tomates y piña.¹¹

La fruta cristalizada es producto en el cual el agua celular es sustituida por azúcar, esto mediante un proceso de ósmosis, ya que al existir diferencia de concentraciones

de solutos entre la fruta y el jarabe, el agua de la primera tiende a salir a través su pared celular (membrana semipermeable) para establecer un equilibrio, y con el tiempo el azúcar del jarabe penetra hacia el interior de la fruta.¹² El fenómeno de deshidratación osmótica comprende un producto sólido "rico en agua" el cual se coloca en soluciones acuosas generalmente de agua o de sal, presentándose tres tipos de fenómenos de transferencia de masa:

- Un importante flujo de agua del producto sólido hacia la solución.
- Transferencia de solutos de la solución hacia el producto; en esta etapa también es posible incorporar una cantidad deseada de principios activos, conservadores, sustancias nutricionales o sustancias para mejorar los aspectos sensoriales al producto.
- La salida de solutos propios del producto (azúcares, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas, etc.), esto no es significativo comparado con los dos tipos de transferencia antes citados, pero es importante en la composición final del producto. (Figura 2)

El proceso de deshidratación osmótica ha sido usado en frutas y vegetales, más recientemente en carnes y pescados incluso en geles como el agar.³¹

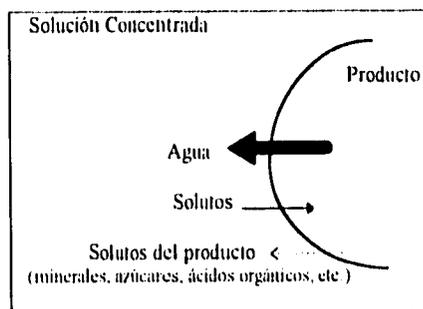


Figura 2.

Por lo general, las frutas cristalizadas contienen de 65 a 70% de azúcar y valores de actividad acuosa de 0.6 a 0.8 con el fin de controlar el crecimiento microbiano.¹¹

La mayoría de las veces las frutas que se cristalizan se prefieren de sabor pronunciado, ya que el azúcar tiende a enmascarar el sabor de las mismas. El estado de madurez de las mismas es un factor muy importante, este debe ser ligeramente inmaduro, ya que los tejidos vegetales deben ser turgentes o rígidos y no flácidos. Sin embargo frutos demasiado inmaduros no absorben el jarabe.¹³

En forma matemática se puede decir que la velocidad de cristalización (V) está representada por la cantidad de azúcar (A) incorporada en la fruta por unidad de tiempo (t), lo que se puede expresar de la siguiente manera:

$$V = A/t$$

Sin embargo el proceso de cristalización no es tan simple, teniendo en cuenta las diversas variables presentes en el proceso de cristalización resulta también que:

$$V = \frac{TS(C-c)}{E/4v} \times K$$

donde:

V = Velocidad de cristalización.

T = Temperatura a la cual se trabaja.

S = Superficie de contacto.

C = Concentración del jarabe en el exterior del fruto.

c = Concentración del jarabe en el interior del fruto.

E = Espesor del fruto.

v = Viscosidad del jarabe.

K = Constante

Con el fin de aumentar dicha cristalización se pueden variar los siguientes parámetros:

La temperatura, porque a mayor temperatura, mayor será la velocidad, sin embargo este factor está limitado ya que se puede afectar la textura de la fruta (ablandamiento), pero influye favorablemente disminuyendo la densidad del jarabe.

La superficie y el espesor de la fruta pueden variarse a voluntad, ya que muchas de estas se pueden cortar al tamaño deseado, entre más pequeños sean los cortes, la velocidad de cristalización será mayor y más homogénea.

La concentración del jarabe en el exterior y en el interior del fruto no pueden ser modificada porque están regidas por las leyes de la presión osmótica que en cada caso son fijas.

Para favorecer la penetración del jarabe, se escaldan los frutos. Para reducir los tiempos del confitado se puede efectuar el escaldado en un jarabe de 20° Brix.

Existen varios métodos de cristalización industrial que difieren en la forma de concentrar el jarabe. La concentración puede efectuarse por evaporación continua, manteniendo el jarabe a una temperatura de 40°C. Otro método es manteniendo la mezcla de jarabe y fruta a 40°C en pailas cerradas. Después de una cierta permanencia, se bombea jarabe a una pila al vacío para concentrarlo. Esto se repite tantas veces como sea necesario.

Deben tomarse en cuenta ciertos factores que influyen en la calidad del producto terminado y son los siguientes:

Durante el escaldado que se le da a la fruta (con el objeto de reblandar los tejidos para la posterior cristalización y destruir ciertas enzimas que existen en las frutas naturales y que provocan coloración indeseable, ataque a la pectina, desarrollo de acidez, etc.) debe elevarse la temperatura paulatinamente para permitir que la fruta tome una temperatura uniforme en toda su masa. El agua debe ser abundante y al menos dos veces el peso de la fruta, después se lleva todo a ebullición lentamente. También hay que considerar la textura de la fruta durante esta operación, ya que algunas frutas son de naturaleza más blanda que otras, un escaldado brusco y largo puede dañarlas irreversiblemente.

Una vez escaldada la fruta, se renueva el agua tan rápidamente como se pueda cambiándola por agua fría, con lo que se pretende devolver a la fruta la turgencia que ha perdido durante la ebullición. Dos cambios de agua fría deben bastar para éste propósito.

Para prevenir la posterior cristalización de los azúcares usados en la cristalización, es aconsejable añadir ácidos orgánicos del tipo del cítrico o del tartárico para provocar la inversión de cierta cantidad de azúcar. El ácido cítrico comunica además a la fruta terminada un sabor apetecible.

Ya sea por las características intrínsecas de la fruta, por exceso de ebullición o por excesiva madurez del fruto, si este no tiene la turgencia adecuada se pueden agregar sulfato de potasio o sales solubles de calcio en proporción de 1% como endurecedoras.

A pesar de la elevada concentración de sacarosa y por tanto la elevada presión osmótica del medio, que dificulta la fermentación de los jarabes existen ciertos tipos de levaduras, bacterias y otros microorganismos con capacidad de atacar este medio. Debe observarse por ello escrupulosa limpieza durante todo el proceso de los equipos y depósitos de azúcar, así como de la manipulación para evitar toda posible contaminación. La fermentación por levaduras produce alcohol, o ácido acético reconocibles por el olor. El secado tiene por objeto eliminar el agua del producto, con lo que el azúcar se concentrará y la fruta tomará la consistencia y aspecto de un cristalizado y se asegurará la conservación.

El secado puede llevarse a cabo mediante dos métodos: uno de ellos es aprovechar el calor del sol para evaporar el agua, de modo que la fruta ya sin jarabe en su superficie, se coloque en un bastidor cubierto con otro bastidor y se exponga al sol hasta que seque. Esto se puede observar cualitativamente cuando la fruta fría no es pegajosa y tiene consistencia firme. Aunque este es un método muy económico, presenta desventajas como son: el calor del sol no siempre es el mismo, la humedad relativa alta del ambiente afecta, así como, el producto se puede contaminar con polvo, tierra, microorganismos, etc.

Otro método consiste en emplear equipos en los que se hace circular una corriente de aire, calentado a una determinada temperatura, por ejemplo, hornos, estufas y

secadores, regulando la temperatura entre 55 y 65°C, durante el tiempo necesario para que el producto quede seco según lo explicado en el método anterior, debiendo tener mucho cuidado de no seca en exceso, ya que la fruta se volverá dura o correosa, y el azúcar se caramelizará.

La cristalización de frutas es interesante tanto en teoría como en la práctica, sin embargo muchas de las sustancias nutritivas de la fruta se pierden durante el proceso como son las vitaminas.¹⁴

2.4 ANÁLISIS CUANTITATIVO DESCRIPTIVO

El Análisis Descriptivo Cuantitativo o **QDA** es un método cuantitativo de Evaluación Sensorial que permite identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. Con la información generada se construye un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos.¹⁵

Los métodos descriptivos se definen como aquellos que proporcionana un vocabulario que describe a uno o mas productos. En un QDA individuos entrenados identifican y cuantifican, en orden de aparición las características sensoriales de un producto o un ingrediente¹⁷. Este tipo de análisis descriptivos representan una herramienta valiosa en pruebas de diferenciación y en el desarrollo de productos, ya que proporciona una completa descripción de las muestras y de sus diferencias y ayuda a modificar el producto durante su desarrollo, para que obtenga las características que el consumidor demanda.¹⁶

El QDA debe:

- Involucrar todas las características sensoriales de un producto (i.e. sabor, apariencia, textura, aroma, etc.)
- Tener procedimientos cuantitativos confiables y validos.

- Realizarse con no más de seis a diez panelistas por ensayo.
- Poder aplicarse en cualquier tipo de producto.
- Tener un vocabulario desarrollado fácil de aprender.

La metodología es la siguiente:^{15,17,18}

1. El primer paso y con mucho el más laborioso, es el entrenamiento de los jueces, ya que en cierta manera estos son los "instrumentos de medición", por lo cual se invierte en ellos varias sesiones, las cuales pueden durar hasta meses. Se incluyen sesiones abiertas de introducción, y para relacionar a los participantes con la problemática del estudio. En esta parte de la metodología se generan y definen todos los descriptores posibles para las muestras que se van a evaluar y posteriormente se eligen los más apropiados para describir al producto o muestra en cuestión.
2. Ya que se tienen los descriptores que se van a usar durante la evaluación, el siguiente paso consiste en la calificación de estos en la muestra, esta sesión o sesiones son de manera aislada, y se califican sobre el tipo de escala que se crea más adecuada.
3. Durante la última etapa de este proceso se recopilan los resultados en hojas de vaciado de datos, y se procede a su análisis. Los datos obtenidos de cada descriptor se analizan estadísticamente, ya que estos son cuantificables. Primero se obtienen las calificaciones asignadas por los jueces a cada atributo; se procede a contabilizar las calificaciones de todos los jueces por atributo y obtener las medias aritméticas de estos. Las medias anteriores se grafican en una escala polar coordinada. Cada línea radial surge de un punto central y representa un descriptor en particular. Las medias obtenidas de los atributos se grafican sobre la línea respectiva. Los puntos obtenidos se unen con una línea y se obtiene el perfil del producto.¹⁹

FALTA PAGINA

No.18.a la.....

CAPITULO 3

METODOLOGÍA Y MATERIAL

3.1 METODOLOGÍA

El desarrollo experimental del trabajo que se presenta, se organizó de la siguiente manera. Se inició con el proceso de cristalización de las frutas (fresa y papaya), una vez obtenido el producto cristalizado se eligieron los materiales de empaque más adecuados para su conservación y así posteriormente evaluar el tiempo en el que el producto obtenido mantiene características aceptables para su consumo. Para conocer dicho periodo de tiempo se aplicaron pruebas fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas.

Además se realizó el análisis descriptivo cuantitativo de ambas frutas, para así obtener su perfil sensorial. A continuación se describe en que consiste cada etapa de la metodología, también se muestra un diagrama de flujo de la misma (figura 3).

3.1.1 PROCESO DE CRISTALIZACIÓN

Como se mencionó en la introducción la cristalización de las frutas consiste en impregnar lentamente la fruta con azúcar, para lo cual se usan jarabes en los que se sumerge hasta sustituir (de 65 a 75%) el agua celular de la fruta.²⁰

El proceso que se realizó para cristalizar la fresa y la papaya fue el siguiente: (figura 4).

Selección de la fruta:

Las características de la fruta que se usó en este proceso fueron las siguientes:

Papaya amarilla o Cera (*Carica papaya*).

La fruta se obtuvo del supermercado o de la central de abastos que generalmente provienen de los estados productores.¹⁰ Debe estar bien desarrollada, entera, sana,

fresca, limpia y de consistencia firme. la fruta seleccionada debe de ser de cáscara verde amarillenta, lo cual indica que no está totalmente madura. Durante el proceso de cristalización se utiliza 1 kg. de fruta por 300 ml. de agua para el jarabe.

Fresa (*Fragaria vesca*), también se obtuvo del supermercado o de la central de abastos, esta generalmente proviene de Michoacán, Guanajuato y Morelia principalmente. las dimensiones de la fresas que se usaron en el proceso fueron de 2.5-3.0 cm. de largo aproximadamente. De consistencia rígida, color intenso y homogéneo en todo el fruto y sin ataque microbiano aparente, ya que la fresa es muy susceptible a este. La cantidad de fruta utilizada durante el proceso, fue la misma que en el caso de la papaya.

Tanto en fresa como papaya se consideraron para la selección de estas los siguientes criterios de madurez: color, textura (consistencia) y sabor, ya que, aunque son parámetros subjetivos, son un buen indicio del estado en que se encuentra la fruta, porque están directamente relacionados con los cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración de las frutas.

Caracterización de la fruta:

Antes de comenzar el proceso de cristalización se midieron los siguientes parámetros:

- a) sólidos solubles totales.
- b) pH
- c) acidez titulable.
- d) humedad.

Estas determinaciones también dan indicios del estado de madurez de la fruta, así como también ayudan a estandarizar de cierta forma, los procesos que se realizaron durante el trabajo experimental. Estas técnicas se describen en el *Anexo I*.

Lavado:

En el caso de las fresas, estas deben ser sometidas a un proceso de desinfección con yodo en concentraciones de 25 ppm, ya que su efecto es rápido y tiene una amplia gama de actividad antimicrobiana.²¹

Posterior a la desinfección, se debe enjuagar el exceso de yodo con agua potable y por último se elimina el pedúnculo de estas.

Para la papaya, se lava su superficie con detergente y agua potable para después pelarla manualmente.

Cortado:

El cortado se realiza únicamente para la papaya. Consiste en disminuir el tamaño de la fruta hasta obtener una dimensión de aproximadamente 2x2 cm., para lograr una eficiente penetración del azúcar hacia el interior de la fruta, ya que el diámetro y el espesor de esta gobierna la velocidad del cristalizado y también influye en su calidad.¹⁴

Fortalecimiento de la estructura celular (Reforzado):

Este paso sólo se refiere a la papaya, ya que por su naturaleza blanda, requiere de un proceso de reforzado para que conserve una consistencia íntegra a lo largo del proceso. El reforzado consiste en dejar reposar la fruta ya cortada en una solución de cloruro de calcio o cal viva al 2%. La solución se prepara y se deja reposar durante una hora con el fin de solubilizar el calcio y posteriormente se filtra. La fruta permanece sumergida en la solución una hora. Después se lava la fruta con agua para eliminar el exceso de calcio. Posteriormente la fruta se coloca en una solución de sulfato de potasio durante cinco minutos y se enjuaga con agua fría. Debido a que el calcio reacciona con algunos componentes de la célula tales como las proteínas de la membrana y de la pared celular, principalmente con la pectina formando una red polimérica, que incrementa la fuerza mecánica de los tejidos. La infiltración de calcio en tejidos frescos y productos procesados se ha usado para aumentar la firmeza de éstos.²²

Preparación del jarabe:

El jarabe se prepara con agua potable y sin dureza, con azúcar refinada de primera calidad para no correr riesgo de contaminación debido a microorganismos, o por impurezas del azúcar. El agua se calienta hasta ebullición y en este momento se adiciona el azúcar necesaria para lograr un jarabe con 36° Brix. Al jarabe se le añade 1 g/l de ácido cítrico, con el fin de clarificarlo y evitar la cristalización del azúcar, ya que al bajar el pH se favorece una hidrólisis parcial de la sacarosa en fructosa y glucosa (azúcar invertido). Estos dos monosacáridos son más higroscópicos que la sacarosa.

Al jarabe elaborado para cristalizar la fresa es necesario agregarle colorante artificial (rojo 40 al 0.1%). El pigmento que predomina en la fresa son las antocianinas, estas son sensibles a tratamientos térmicos e hidrosolubles, por esta razón se justifica el colorante en el jarabe.²³

Inmersión y cambios de concentración del jarabe:

La fruta se coloca en recipientes de material inoxidable, se adiciona el jarabe (a 36° Brix) y se lleva a ebullición ligera durante 10 minutos y se deja reposar durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo se filtra el jarabe en otro recipiente, se calienta hasta ebullición nuevamente y se concentra ahora a 46° Brix, y aún caliente se agrega la fruta, dejándola reposar por 24 horas. Esta operación se repite aumentando la concentración del jarabe cada 24 horas durante cinco días más. La siguiente tabla indica las concentraciones que se manejan durante el proceso:

DIA No.	HORAS DE INMERSIÓN	°BRIX DEL JARABE
1	24	36
2	24	46
3	24	49
4	24	53
5	24	61
6	24	65
7	48	69

* °Brix: es el % de sacarosa en peso

Para medir los °Brix se empleó de un refractómetro de campo.

Pasado el octavo día se lleva a ebullición la fruta junto con el jarabe durante 2 minutos, los productos se drenan y se sumergen durante unos segundos en agua caliente para eliminar el jarabe adherido a las superficie y facilitar el secado.²⁴

Terminado:

Las frutas confitadas ya secas se pueden usar en dulcería, pastelería y repostería en general. A las frutas se les puede dar un terminado el cual puede ser de dos maneras: escarchado y el garapiñado o cubierto.

El escarchado consiste en cubrir la fruta cristalizada con azúcar granulada, de modo que la fruta cristalizada, estando aún caliente, para que esté pegajosa, se le espolvorea el azúcar.

El garapiñado o cubierto consiste en hacer que el azúcar cristalice sobre la fruta confitada formando desde una capa delgada, hasta grandes cristales de azúcar. Esto se logra sumergiendo la fruta en un jarabe con 70-75°Brix, sacándola rápidamente y escurriéndola para que posteriormente se seque.

Los diferentes métodos de terminado se aplicaron con el fin de conocer con cual se obtienen mejores características en el producto.

Secado:

La operación de secado se realizó con un secador de charolas con corriente de aire modelo Apex tipo SSE -70 número de serie A 40771. La velocidad del aire elegida fue de 5 (de una escala de 0 a 10 con la que contaba el secador), y a una temperatura entre 60 y 65°C. Ya que se observó que a temperatura más altas y velocidades de aire mayores se obtiene una fruta reseca en la superficie (formación de costra) y con el centro húmedo. Con las condiciones antes citadas se obtiene un secado más uniforme, aunque en un lapso de tiempo mayor (5 a 6 horas)²⁴

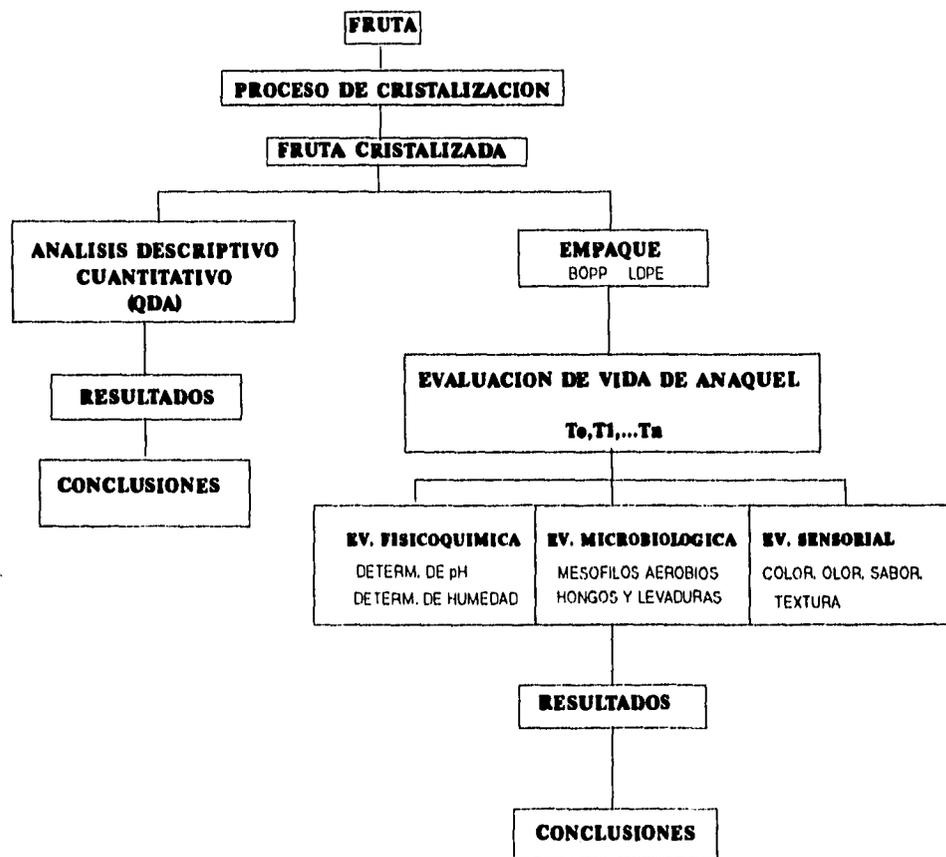
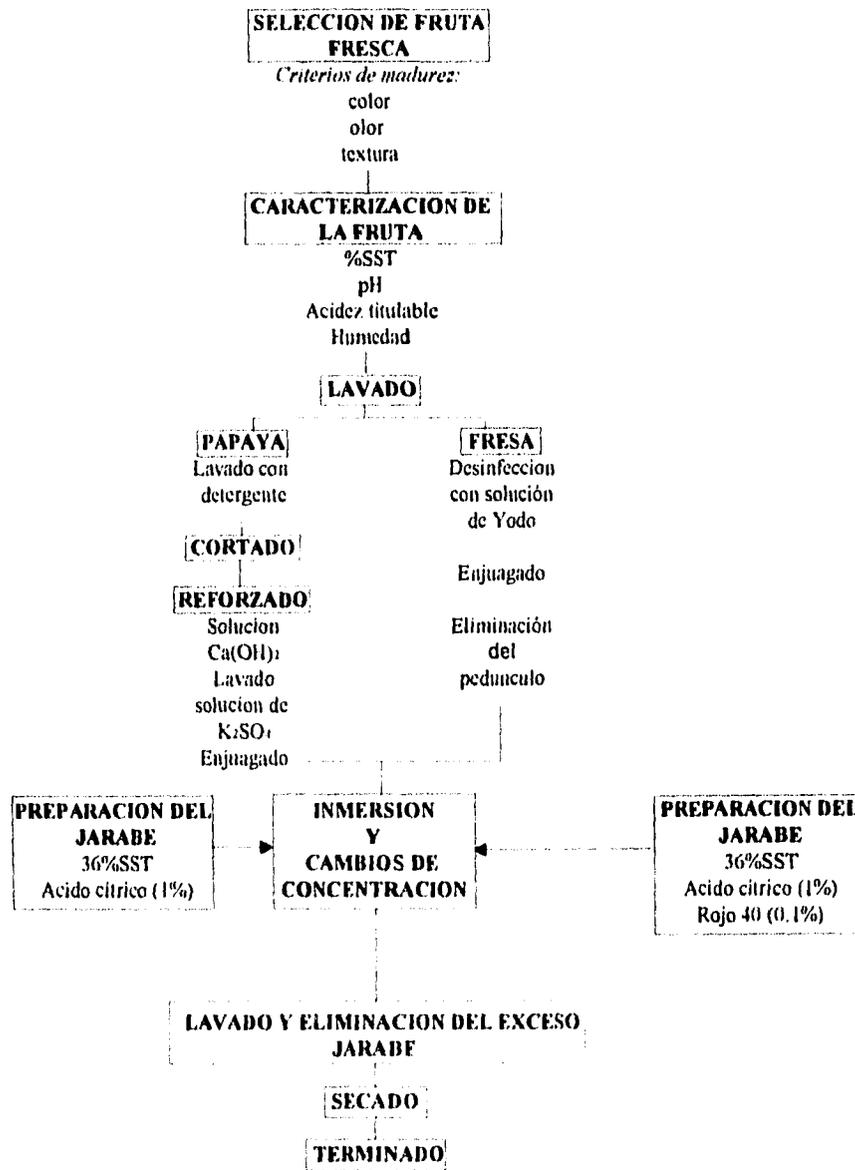


FIGURA 3. DIAGRAMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

Figura 4. PROCESO DE CRISTALIZACION DE FRESA Y PAPAYA



3.1.2. MATERIAL DE EMPAQUE

Una vez realizado el proceso de cristalización de las frutas, se consideraron los materiales para empaquetar el producto. El material que contenga un producto alimenticio debe ser inerte para con él, esto es, no deben existir interacciones entre ambos (material de empaque - alimento). El empaque debe proteger dicho producto de factores fisicoquímicos y biológicos tales como: temperatura, humedad, olores y sabores indeseables, microorganismos, y organismos (i.e. insectos) partículas (polvo, basura etc.). Debe ser resistente al impacto, atractivo para el consumidor, ergonómico y en la medida de lo posible económico. También es importante considerar el comportamiento del alimento con el ambiente, con el fin de conocer cuáles son los factores que afectan al producto y de esta manera considerar también las características del material de empaque.

Considerando lo antes mencionado se seleccionaron dos diferentes materiales, que cumplen con las características citadas, y en particular con las que requiere el producto desarrollado. Se trata de los siguientes dos materiales: *polietileno de baja densidad (LDPE)* y *polipropileno biorientado (BOPP)*, ambos polímeros son termoplásticos es decir, se pueden fundir o suavizar en su forma polimérica.²⁵ Sus características son las siguientes:²⁶

El *Polietileno de baja densidad* se usa en la industria de alimentos como envoltura para pan, alimentos deshidratados, cereal, productos de horneado, saborizantes, envoltura para tocino, entre otros. Los usos del *Polipropileno orientado* entre otros son: empaques para pan, comida para refrigerios, canastillas para fresas y jitomates.²⁷

Las características de dichos materiales son las siguientes:

	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	POLIPRO- PILENO ORIENTADO
ESTRUCTURA	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	-CH ₂ -CH-CH ₂ - CH ₃
CRISTALINIDAD	Media a alta	Media
CLARIDAD	Transparente a translúcido	Transparente
PUNTO DE FUSIÓN	137°C	176°C
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.915 - 0.935	0.905
BARRERA CONTRA VAPOR DE AGUA	Buena	Muy buena
WVTR*	1.2	0.3-0.4
TRANSMISIÓN DE GAS**	O ₂ 250-840 CO ₂ 495-5000	O ₂ 110 CO ₂ 240-285
BARRERA CONTRA GAS	Pobre	Pobre
MAX. TEMP. DE USO.	76.6-82.2°C	121.1°C
MIN. TEMP. DE USO.	-51.1°C	-51.1°C

*WVTR: coeficiente de transmisión de vapor de agua (g/24h/100pg cuadradas a 100°F a una humedad relativa del 90% (9, 10)

**cc/0.001pg/100pg cuadradas/24h a 73°F a 0% HR.

3.1.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO

El siguiente paso, una vez desarrolladas las frutas cristalizadas, fue realizar el *Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)* de las mismas. La metodología que se llevo a cabo es como la citada en los antecedentes, salvo algunas variaciones:

Entrenamiento de los jueces. Consistió de tres sesiones abiertas, en las cuales los jueces se relacionaron con muestras de características similares al producto a evaluar, para generar los atributos que describieran al mismo. Dichas muestras fueron las siguientes: diferentes frutas cristalizadas (higo, acitrón, calabazate y papaya) frutas frescas (fresa y papaya), papaya deshidratada y jarabes de azúcar.

Selección y definición de los atributos más apropiados para describir a los productos que se someten a la evaluación. Para lo cual se llevo una sesión.

Una sesión para que los jueces de manera aislada, califiquen a cada descriptor del producto a evaluar, en este caso de la fruta cristalizada desarrollada, y de fruta cristalizada comercial (fresa y papaya). En esta etapa a cada uno de los jueces se les presentó un cuestionario diseñado con escalas de intensidad no estructuradas como el siguiente:

Nombre: _____ Fecha: _____ Serie: _____

INSTRUCCIONES: frente a usted se le presentan dos muestras, pruebe por favor la que está a su lado derecho, y marque, con una línea vertical sobre la escala horizontal el punto que mejor describa el atributo de la muestra

Aroma frutal	/	/
	débil	fuerte
Brillante	/	/
	débil	fuerte
Chicloso	/	/
	débil	fuerte
Color amarillo	/	/
	débil	fuerte
Color rojo	/	/
	débil	fuerte
Cristalino	/	/
	débil	fuerte
Gusto dulce	/	/
	débil	fuerte
Jugoso	/	/
	débil	fuerte
Sabor a caramelo	/	/
	débil	fuerte
Sabor a papaya	/	/
	débil	fuerte
Sabor a fresa	/	/
	débil	fuerte

La última etapa consistió en recopilar los resultados en hojas de vaciado de datos, obtención y análisis de resultados

3.1.4. DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE FRESA Y PAPAYA CRISTALIZADAS.

Por vida útil de un producto se entiende el periodo de tiempo contado a partir de su elaboración, durante el cual conserva una calidad adecuada para su consumo.²⁸

Durante el desarrollo de las frutas cristalizadas (fresa y papaya), se aplicaron algunos ensayos que permiten comprobar la calidad y el estado de éstas durante su almacenamiento en un periodo de tiempo.

Para determinar o estimar la vida útil de un alimento pueden utilizarse varias metodologías, en este caso en particular y debido a los objetivos y los recursos con los que se contó, se eligió un método predictivo de simulación con ensayos de laboratorio.²⁹

Para poder observar el cambio de las características de la fresa y papaya cristalizadas, así como establecer hasta que punto se conserva la calidad adecuada para su consumo, se utilizaron dos diferentes materiales de empaque para cada fruta (LDPE y BOPP), para determinar al final del ensayo cual de los dos empaques resultaría más conveniente para la conservación de ambos productos. El empaque usado mantuvo las dimensiones y el sellado similares a las reales con lo que se piensa es conveniente comercializar los productos en desarrollo.

Previamente a la determinación, se fijaron los criterios de calidad (medidos como un índice o atributo de calidad) a características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de ambos productos. Estas fueron seleccionadas ya que directamente se involucran en el decremento de la calidad de los productos. Los criterios tomados en cuenta en la

determinación de la vida útil son los que, en mayor medida, deterioran a los productos en cuestión y son que a continuación se enumeran:

3.1.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

Aparición de características sensoriales anómalas en los atributos de sabor, olor, aspecto y textura, o el cambio de color en función del deterioro de algún pigmento del producto.

El diseño del estudio sensorial se realizó primero con la selección de la prueba a utilizar. Se tomó en cuenta el objetivo del estudio (medir la pérdida de calidad en las características de la fresa y papaya cristalizadas a través del tiempo) resultando ser más conveniente una prueba de comparación, la cual puede considerarse como una prueba de tipo analítica ya que se ejecutó bajo condiciones controladas de laboratorio y con jueces semientrenados.

Después se seleccionaron las muestras que participaron en el análisis de ambas frutas cristalizadas, se tomó en cuenta los dos empaques en estudio. En este punto se estimó la cantidad de muestra utilizada.

De igual manera se establecieron las condiciones necesarias para adecuar las muestras, lo cual comprendió el material adecuado para enjuague de la boca de los jueces, cantidad de muestra que se evaluó, recipiente usado en la presentación, orden de presentación y codificación de las muestras.

Para la evaluación sensorial se seleccionó un panel de jueces semientrenados constando de 9 individuos, los cuales demostraron una sensibilidad sensorial específica deseada para este estudio.

A través de una hoja de respuestas cada juez recibió las instrucciones que debió seguir, así como escribir sus impresiones sensoriales.

La evaluación sensorial se aplicó en un principio a la fresa y papaya cristalizadas recién producidas y sin empacar, ya que fue necesario conocer en que punto se encontraban las características a evaluar de las frutas cristalizadas, definidas por los mismos jueces que participarían a lo largo de todo el estudio, y de esta manera poder comparar ambos productos ya empacados y determinar su deterioro con el tiempo.

A continuación se ejemplifica un formato de las hojas de respuestas o cuestionario utilizadas en la evaluación sensorial de las frutas recién producidos (To).

EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRESA Y PAPAYA CRISTALIZADA	
NOMBRE: _____ FECHA: _____ SERIE: _____	
EVALUACIÓN DE COLOR:	
Observe la muestra que se le presenta y califíquela en la siguiente escala:	
X	umbral
1	(mínima percepción de color)
2	(percepción media de color)
3	(máxima percepción de color)
EVALUACIÓN DE SABOR:	
Pruebe la muestra que se le presenta y califíquela en la siguiente escala:	
X	umbral
1	(mínima percepción de sabor)
2	(percepción media de sabor)
3	(máxima percepción de sabor)
EVALUACIÓN DE AROMA:	
Huela la muestra que se le presenta y califíquela en la siguiente escala:	
X	umbral
1	(mínima percepción de aroma)
2	(percepción media de aroma)
3	(máxima percepción de aroma)

También se hizo uso de un cuestionario, con el mismo formato, para calificar los atributos de textura, los cuales fueron: *Brillante, Cristalino, Mieloso, Chiclosa, Reseco,*

Dureza, Fresco y Jugosa. Sus definiciones son las mismas descritas en el QDA. Durante cada evaluación, los jueces contaron con un vocabulario de los atributos

Después de conocer las características iniciales de ambos productos y con el propósito de determinar el cambio de los frutos cristalizados en conservación, se tomaron muestras mensualmente de ambos productos con los dos empaques evaluados y se aplicó una evaluación sensorial a cada uno.

A continuación se ejemplifica la hoja de respuestas o cuestionario que recibió cada juez para la evaluación.

Nombre: _____	Fecha: _____	Serie: _____
frente a ti tienes tres muestras. la que está al centro es la referencia, prueba la de la derecha y compárala con la referencia. Califica cada uno de los atributos en la escala que se presenta enseguida de estos. Posteriormente, sigue el mismo procedimiento con la muestra de la izquierda.		
Color:		
muestra 143	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
muestra 769	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
Aroma:		
muestra 143	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
muestra 769	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
Sabor:		
muestra 143	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
muestra 769	_____	
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	
¡gracias por participar!		

Un cuestionario con el mismo formato se aplicó para evaluar los atributos de textura.

La alteración de los productos evaluados se determinó mediante la utilización de una escala comparativa por rangos³⁰ El juez contó con muestras de frutas recién procesadas

para contar con un parámetro objetivo de comparación y así poder observar la intensidad del cambio de los atributos de las frutas cristalizadas en evaluación.

ESCALA COMPARATIVA:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	Diferencia nula										
1-4	Diferencia pequeña										
5-7	Diferencia media										
8-11	Diferencia grande (Producto diferente)										

3.1.4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Desarrollo de microorganismos a través del tiempo. Se consideró importante la determinación de mesófilos aeróbios, hongos y levaduras. Para los mesófilos aeróbios se considera la cuenta total de microorganismos que se pueden desarrollar en el producto. Además se trata de un producto con baja actividad acuosa (a_w) y elevada presión osmótica por lo cual es factible el desarrollo de hongos y levaduras.³¹

Se hizo un muestreo al azar de la papaya y fresa cristalizadas en conservación para realizarles las siguientes determinaciones microbiológicas: (Ver técnicas en *ANEXO 1*).

*** Determinación de mesófilos aeróbios.**

Medio de cultivo empleado: Agar peptona de caseína-glucosa extracto de levadura (Agar PC).

Temp. y tiempo de incubación: 35°C/48h.

*** Determinación de hongos y levaduras.**

Medio de cultivo empleado: Agar papa dextrosa.

Temp. y tiempo de incubación: 26°C/3-5 días. (*ANEXO 2*)

3.1.4.3 ANALISIS FISICOQUIMICO

Las pruebas fisicoquímicas realizadas fueron las siguientes: determinación de humedad y pH.

Cambio de las características fisicoquímicas iniciales al transcurrir el tiempo:

*Humedad, ya que al haber pérdida de ésta en el producto, ocasiona que la fruta cristalizada se reseque, se determinó con la técnica de destilación por arrastre por tolueno, debido a la alta concentración de azúcares. No se puede determinar por métodos de secado, ya que se provoca la caramelización de los azúcares.

La humedad es un factor importante que se debe tomar en cuenta ya que se trata de un alimento parcialmente deshidratado, por lo tanto, tiende a perder vapor de agua con el paso con el tiempo, lo cual influye determinantemente en la calidad de estos productos, afectando directamente sus atributos sensoriales.

*El probable desarrollo de microorganismos puede ocasionar una variación del pH del producto, debido a la fermentación de los azúcares presentes; este también varía debido a que se presenta una parcial hidrólisis de sacarosa.

Estos ensayos se realizaron por duplicado para tener una mayor precisión. La determinación de la vida de anaquel se realizó en este caso, estimando el punto en el que el atributo seleccionado del fruto cristalizado alcanza un valor crítico que determina su calificación como inaceptable.

Para la determinación, se fijaron condiciones ambientales de almacenamiento similares a las reales de conservación, como fueron humedad relativa y temperatura ambiente, en un cuarto de almacenamiento sin iluminación. Bajo estas condiciones se sometió un lote suficientemente grande de fresas y papayas cristalizadas empacadas con los diferentes materiales de estudio, para realizar el análisis oportuno (fisicoquímico, sensorial y microbiológico).

El periodo de tiempo en el que se llevó a cabo la toma de muestras para realizar los análisis fue cada mes, ya que estudios realizados a frutas cristalizadas empacadas en distintos

materiales, han resultado en buenas condiciones de consumo desde un tiempo de siete meses a un año después de producido.^{11.24} De este modo se mantuvieron las muestras en conservación a las condiciones antes mencionadas durante un mes sin realizar ninguna medida, no obstante se mantuvieron en observación ambos productos, en el lapso de un mes al otro. A partir de este momento cada mes se extrajo cantidad de muestra suficiente para someterlas a los análisis convenientes. Este proceso se llevó a cabo hasta que la calidad de los productos desarrollados mantuvieron características aceptables para su consumo.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PROCESO DE CRISTALIZACIÓN

4.1.1 CARACTERIZACION DE LA FRUTA

En todos los procesos de cristalización se caracterizaron las frutas obteniendo los siguientes resultados (promedio):

Parámetro	Fresa	Papaya
Humedad (%)	90	91.3
pH	3.5	5.65
%SST (°Brix)	7.0	7.4
Acidez (meq/100g de mta.)	6.21	2.99

Durante el tiempo que dura el proceso de cristalización de las fruta (7 días) se observó la disminución de sólidos solubles totales (%SST) en el jarabe durante las inmersiones, de tal forma que los sólidos del jarabe (sacarosa, glucosa y fructuosa, principalmente) se incorporan a la fruta, y el agua de esta sale mediante un proceso de ósmosis. En la siguiente tabla se muestra los resultados promediados de los procesos que se realizaron, en donde se esquematiza el tiempo de inmersión de las frutas en el jarabe, la disminución de los sólidos solubles totales en el jarabe pasado el tiempo de inmersión, el %SST al que se ajustó el jarabe, así como la diferencia de %SST entre esta disminución y el ajuste, lo que nos da idea de la cantidad de %SST que penetra a las frutas durante el proceso.

TABLA 1A. Resultados de la diferencia de Sólidos Solubles Totales durante el proceso de cristalización de fresa

Tiempo de Inmersión (horas)	Disminución de %SST en el jarabe	Ajuste de %SST	Diferencia
0	36		
24	25.25	46.37	10.759
48	37.25	50.75	9.125
72	42.0	54.5	7.75
96	48.75	62.0	5.75
120	58.37	65.6	3.75
144	61.33	69.33	4.66

TABLA 1B. Resultados de la diferencia de Sólidos Solubles Totales durante el proceso de cristalización de papaya

Tiempo de Inmersión (horas)	Disminución de %SST en el jarabe	Ajuste de %SST	Diferencia
0	36.1		
24	25.4	46.7	10.7
48	39.6	50.6	7.1
72	46.8	55.4	4.32
96	51.8	62.6	4.0
120	58.7	66.4	4.1
144	61.0	69.0	3.3

El terminado de las frutas se realizó de las dos diferentes formas citadas en la metodología (escarchado y garapiñado). Se observó que los producto escarchados aunque de buena apariencia, pierden humedad mas rápido que los productos garapiñados lo que afecta su apariencia y textura final. El garapiñado favoreció la apariencia del producto ya que este adquiere brillo en la superficie.

El **rendimiento promedio**, es decir de todos los procesos que se realizaron para obtener las frutas cristalizadas fueron los siguientes:

PAPAYA: 41.4%
FRESA: 49.0%

Estos rendimientos se obtuvieron de las siguientes formulaciones:

	FRESA CRISTALIZADA	PAPAYA CRISTALIZADA
Fruta	1 kg	1kg
Azúcar	390 g	358

	FRES CRISTALIZADA	PAPAYA CRISTALIZADA
Acido citrico	0.3 g	0.3 g
Ca(OH) ₂	—	20 g
K ₂ SO ₄	—	10 g
Rojo # 40	0.3g	

Una vez obtenidas las frutas cristalizadas se caracterizaron, etapa del desarrollo a la que se la llamará To. Los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados y los resultados obtenidos fueron los siguientes

4.1.2 ANÁLISIS FISICOQUIMICO

TABLA 2. Resultados Fisicoquímicos de Fresa y Papaya Cristalizadas (To)

Determinación	Fresa	Papaya	Literatura ²⁴
pH	3.3	4.72	3.1-3.3
Humedad (%)	18.51	16.36	15.24-21.3
%SST	55-62	50-57	76.0-82.4

Por la humedad que presentan los productos elaborados se pueden clasificar como alimentos de humedad intermedia (20 a 50% de humedad). Sin embargo por las características del proceso, podría clasificarse a los productos elaborados como un producto elaborado mediante un "proceso de métodos combinados".²² Los métodos combinados es una técnica de conservación en donde se controla el crecimiento microbiano por efectos combinados de pH bajo, baja actividad acuosa y agentes antimicrobianos. Tal combinación proporciona estabilidad en anaquel manteniendo características similares a los alimentos frescos.

Un alimento de humedad intermedia y un alimento obtenido mediante "métodos combinados" no son propiamente lo mismo, ya que la humedad final de productos obtenidos

por los dos procesos son diferentes. De 20 a 50% para alimentos de humedad intermedia y actividad acuosa de 0.65 a 0.85 y en los alimentos obtenidos por métodos combinados de 65 a 85% de humedad y actividad acuosa de 0.90 a 0.97 . Los alimentos de humedad intermedia y los obtenidos por métodos combinados tiene en común la incorporación de solutos (generalmente azúcar), para disminuir la actividad acuosa y control de pH con ácidos orgánicos.

Por otro lado, se puede observar que la concentración de sólidos solubles totales, es menor en ambos productos desarrollados a comparación de los datos que se presenta en la literatura. ^{11,24} Sin embargo esto no afectó las características de los productos, ya sea desde el punto de vista sensorial ni del microbiológico, ya que no se presentó desarrollo de microorganismos.

4.1.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico aplicado a la frutas cristalizadas recién elaboradas se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 3. Unidades Formadoras de Colonias en Fresa y Papaya Cristalizada (To)

	Mesófilos Aeróbios				Hongos y Levaduras			
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Fresa	2800	3000	2000	0	1200	1000	0	0
Papaya	2100	2700	2000	0	210	200	0	0

Nota: Resultados reportados como unidades formadoras de colonias (UFC).

Para analizar estos resultados se necesita un parámetro de comparación, sin embargo para este tipo de productos no hay normas ni propuestas.

Industrias dedicadas a la elaboración de dulces y caramelos (confitería en general) han establecido como parámetros internos las siguientes cuentas para caramelo de tipo blando:

- Mesófilos aerobios 1000 ufc

- Hongos y levaduras 100 ufc
- Coliformes 10 ufc

Comparando con estos datos, las cuentas obtenidas son altas, pero hay que considerar el origen de la materia prima, en este caso la fruta, y sobre todo la fresa, que se desarrolla prácticamente sobre la tierra, y que no tiene "cáscara o piel" que la proteja. Es notorio que la cuenta microbiana de la fresa cristalizada es mayor que el de la papaya.

4.1.4 EVALUACIÓN SENSORIAL (To)

Los resultados que se obtuvieron del panel sensorial aplicado a la fruta cristalizada recién elaborada se muestran en las tablas 4A y 4B. A continuación se presentan las medias aritméticas de cada atributo evaluado por los jueces:

ATRIBUTO	FRESA (Medias)	PAPAYA (Medias)
Color	2.5	2.5
Sabor	2.5	1.7
Aroma	1.65	1.0
Brillante	2.3	2.4
Cristalino	1.8	1.75
Mieloso	2.2	1.05
Chiclosos	1.9	0.9
Reseco	0.9	0.9
Dureza	1.2	1.3
Fresco	2.5	2.25
Jugoso	1.6	1.25

Al observar las medias obtenidas para cada atributo y comparando con la escala utilizada para la evaluación, se tiene que para el *color* en ambas frutas la calificación es alta ya que tiende a la calificación máxima (3: percepción máxima), lo que resulta favorable e indica que durante el proceso de cristalización el color se conserva en el caso de la papaya, en lo que se refiere a la fresa la concentración de colorante es suficiente para obtener un color aceptable. Cabe señalar que la tendencia de los jueces fue de comparar los atributos de la frutas cristalizadas con las frutas frescas, aunque no se les dio estas como referencia.

El *sabor* de las frutas se calificó de 2.5 a la fresa y 1.7 a la papaya (percepción media a máxima y percepción mínima a media respectivamente). Es notorio ver la calificación de

TABLA 4A. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA. (To)

Atributo Juez	Color	Sabor	Aroma	Brillante	Cristali- no	Micloso	Chicloso	Reseco	Dureza	Fresco	Jugoso
1	3	1	1	3	3	2	1	0	0	3	3
2	3	3	1	3	1	1	2	2	1	2	1
3	2	2	0	3	2	0	0	2	2	2	0
4	3	2	3	1	0	0	0	0	1	3	1
5	2	2	1	2	1.5	1.5	0	1	2	1.5	1.5
6	3	2	2	3	1	1	0	0	2	0	0
7	2	1	1	2	2	1	1	1	0	3	1
8	3	1.5	0	2	3	2	3	1	1	3	2
9	2	3	0.5	3	2	1	1	1	2	3	2
10	2	0	0.5	2	2	1	1	1	2	2	1

TABLA 4B. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA.(To)

Atributo Juez	Color	Sabor	Aroma	Brillante	Cristali- no	Micloso	Chicloso	Reseco	Dureza	Fresco	Jugoso
1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1
2	3	2.5	1	2	3	3	3	2	2	3	2
3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	1
4	2	1.5	1	3	2	2	2	1	1	3	2
5	2	3	0	2.5	2	1.5	1	0	0	2.5	2
6	2	3	3	1	1	2	2	2	2	0	1
7	3	3	0	1.5	0	2	0	0	2	2.5	2
8	2	2	2	3	2	2.5	1	0	1	3	3
9	3	2	3	3	2	3	3	0	0	3	0
10	2	2	1.5	2	2	2	2	1	1	3	2

TABLA 4A. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA. (To)

Atributo Juez	Color	Sabor	Aroma	Brillante	Cristali- no	Micloso	Chicloso	Reseco	Dureza	Fresco	Jugoso
1	3	1	1	3	3	2	1	0	0	3	3
2	3	3	1	3	1	1	2	2	1	2	1
3	2	2	0	3	2	0	0	2	2	2	0
4	3	2	3	1	0	0	0	0	1	3	1
5	2	2	1	2	1.5	1.5	0	1	2	1.5	1.5
6	3	2	2	3	1	1	0	0	2	0	0
7	2	1	1	2	2	1	1	1	0	3	1
8	3	1.5	0	2	3	2	3	1	1	3	2
9	2	3	0.5	3	2	1	1	1	2	3	2
10	2	0	0.5	2	2	1	1	1	2	2	1

TABLA 4B. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA. (To)

Atributo Juez	Color	Sabor	Aroma	Brillante	Cristali- no	Micloso	Chicloso	Reseco	Dureza	Fresco	Jugoso
1	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	1
2	3	2.5	1	2	3	3	3	2	2	3	2
3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	1
4	2	1.5	1	3	2	2	2	1	1	3	2
5	2	3	0	2.5	2	1.5	1	0	0	2.5	2
6	2	3	3	1	1	2	2	2	2	0	1
7	3	3	0	1.5	0	2	0	0	2	2.5	2
8	2	2	2	3	2	2.5	1	0	1	3	3
9	3	2	3	3	2	3	3	0	0	3	0
10	2	2	1.5	2	2	2	2	1	1	3	2

fresa alta en comparación con la papaya, esto se debe a que la fresa como fruta fresca tiene un sabor mucho más intenso que la papaya que es más suave, además de que la gente general está más relacionada con el sabor de la fresa, lo que se ve reflejado en la fruta una vez cristalizada. Para el caso del *aroma* sucede lo mismo aunque la calificación de ambas frutas es baja, se observa que la calificación de la fresa es mayor.

Otro factor que influye en la pérdida de sabor y aroma es la alta concentración de azúcar que presenta el producto cristalizado, ya que que enmascara dichos atributos. Los compuestos que dan las notas características de aroma son volátiles y labiales y debido a las características del proceso éstos se pierden considerablemente.

En cuanto a los atributos de textura y apariencia se obtuvieron resultados muy variables. El atributo *brillante* para las dos frutas califica en la percepción media, con una ligera tendencia hacia la percepción máxima. Para *cristalino* la calificación tiende a la percepción media (calificación de 2). En ambos atributos es deseable una alta calificación y que proporcionan características de buena calidad al producto.

Las tendencias de los atributos "*mieloso, chicloso y jugoso*" para la papaya son hacia la mínima percepción, no así para la fresa, los cuales caen en la percepción media, estas diferencias entre las frutas cristalizadas se debe a las estructuras del tejido celular que tienen las frutas frescas y la tratamiento con Hidróxido de Calcio en el caso de la papaya. En este tipo de producto, los atributos *mieloso* y *chicloso* imparten malas características de textura si su calificación es alta, en el caso de *jugoso* es lo contrario. De esto que los productos obtenidos resultaron relativamente adecuados en estos tres atributos calificados.

Reseco y dureza, fueron descriptores que, en ambas frutas calificaron semejante (mínima percepción, con una ligera tendencia a percepción media). Ambos atributos son importantes, ya que se relacionan directamente con la humedad del producto, la cual pierde

con el paso del tiempo, lo cual hace que el producto se reseque formando una costra que da mala apariencia al producto.

La media del atributo "*fresco*", resultó similar en ambos productos (2.25 para la papaya, y 2.5 para la fresa) estos resultados se sitúan entre percepción media con tendencia a la percepción máxima. Este atributo se relaciona con la humedad del producto y con el tiempo que tiene de procesado.

4.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DESCRIPTIVO

Todos los descriptores que generaron los jueces durante las tres sesiones abiertas se presentan ya clasificados en el siguiente cuadro y en seguida los que se eligieron para realizar la evaluación así como su definición.

**CLASIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES GENERADOS POR
LOS JUECES EN LAS SESIONES ABIERTAS**

Apariencia	Textura	Aroma	Gusto	Sonido
Jugoso	Duro	Frutal	Dulce	Crujiente
Brillante	Rugoso	Inodoro	Agridulce	
Oscuro	Chiclosos		Sacarosa	
Color ámbar	Pegajoso		Agrio	
Suave	Húmedo		Ácido	
Áspero	Correoso		Sabor a:	
Fresco	Pastoso		mango	
Liso	Grumoso		papaya	
Translúcido	Seco		fresa	
Exprimible	Quebradizo		mamey	
Cristalino	Viscoso		Empalagoso	
Mieloso	Fibroso		Insipido	
Desmoronable	Arenoso		Acaramelado	
Firme	Elástico		Resabio	
Pálido	Blando		amargo	
Color salmón			Resabio dulce	
Color amarillo			Sabor yeso	
Opaco			Sabor	
Color rojo			inmaduro	
			Sabor a	
			medicina	

Aroma frutal: aquel aroma que recuerda a las frutas

Brillante: cantidad de luz que refleja la muestra

Chiclosa: descriptor que está en función de la pegajosidad, pastosidad, viscosidad, elasticidad, y masticabilidad que presenta la muestra.

Color amarillo: Color que presenta la papaya, fresca y madura.

Color rojo: Color que presenta el jarabe con 70% °Brix y 0.1% de colorante rojo No. 40

Cristalino: Apariencia vidriosa que presenta la muestra

Gusto dulce: sabor que recuerda a la sacarosa.

Jugoso: cantidad de agua que se extrae de la muestra al morderla.

Sabor a caramelo: sabor que presenta el azúcar caramelizada.

Sabor a fresa: sabor que otorga la fresa madura.

Sabor a papaya: sabor que otorga la papaya madura.

Los datos obtenidos de cada descriptor por los jueces están registrados en las tablas 5A y 5B, con las medias de la calificación de cada atributo se procedió a elaborar el gráfico que muestra el perfil de cada producto (figura 5A y 5B).

Para obtener información más confiable de los datos, se precisó del apoyo de herramientas estadísticas. Estos se analizaron con ayuda de un método de análisis de varianza de una vía entre las calificaciones de un mismo atributo en la fruta cristalizada comercial y la fruta cristalizada desarrollada. Con esto se observa si existe diferencia significativa entre ambas frutas a un nivel de significancia de 0.05. Los resultados se muestran en las tablas 6A y 6B.

Comparando las medias entre las fresas evaluadas, resultó que la fresa cristalizada desarrollada es más jugosa, más brillante, con un intenso color rojo, más cristalino, más mielosa, menos chiclosa, con mayor aroma frutal, menos dulce, mayor sabor a fresa y menor sabor a caramelo en comparación con la fruta comercial. Sin embargo estadísticamente sólo

se observó diferencia significativa en los atributos brillante y color rojo. Debido a las características del producto desarrollado se hubiera esperado diferencia significativa en los atributos de jugoso, cristalino chicoleo aroma frutal y sabor a fresa.

Para el caso de la papaya, al comparar las medias se observa que la papaya desarrollada es relativamente menos jugosa, más brillante, considerablemente más intenso el color amarillo, relativamente más cristalino, sin diferencia considerable para los atributos de mieloso y chieloso, con mayor aroma frutal, con mínima diferencia en cuanto al gusto dulce, mayor sabor a papaya y relativamente menor sabor a caramelo en comparación con la fruta comercial.

Estadísticamente, sólo se encontró diferencia significativa en los atributos de color amarillo, aroma frutal y sabor a papaya. En este caso se esperaba diferencia significativa en los atributos jugoso, brillante, cristalino y sabor a caramelo.

atributo	jugoso		brillante		color amarillo		cristalino		mieloso		chicoso		aroma frutal		gusto dulce		sabor a papaya		sabor a caramelo	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
1	2.1	2.6	2.8	7.6	0.6	7.5	6.1	8.6	0.7	7.4	6.5	9.8	3.6	9.3	4.3	9.9	3.5	8.4	0.8	6.1
2	0.3	3.3	0.7	5.9	0.2	9.7	5.1	10.0	8.4	8.4	9.4	8.3	8.3	9.3	9.9	7.2	7.8	9.1	9.7	6.6
3	2.2	1.1	3.3	2.3	0.6	8.6	5.3	6.4	6.4	6.7	3.2	5.1	4.7	8.2	7.2	7.3	1.8	6.0	5.0	7.3
4	5.0	1.1	6.9	6.3	2.0	7.0	9.1	7.9	9.4	7.9	6.1	2.4	4.1	8.1	9.9	7.4	0.2	7.8	10.0	2.5
5	5.7	3.0	5.3	3.9	2.7	6.2	7.8	5.1	6.4	4.0	2.1	3.7	1.8	9.4	8.5	6.6	2.5	10.0	7.5	2.6
6	3.5	4.4	4.5	6.8	0.5	9.6	5.7	8.9	0.7	2.7	4.3	2.6	1.8	9.7	6.8	6.6	5.7	5.7	1.6	1.5
7	0.7	1.5	3.4	8.7	0.3	7.6	5.0	8.5	5.6	4.8	8.1	4.2	6.2	9.6	7.2	7.6	4.3	8.7	2.8	9.2
8	3.0	1.6	4.8	3.2	1.9	9.3	7.1	8.0	5.9	5.6	7.2	10.1	5.8	7.5	8.2	9.7	4.7	9.5	5.2	6.1
9	4.2	1.7	3.8	2.3	2.1	9.5	4.9	5.7	7.0	5.5	5.9	6.5	4.2	9.5	7.6	10.0	5.2	6.5	4.7	1.1
10	4.8	2.8	4.1	4.2	0.7	8.4	7.0	6.1	6.5	6.5	7.9	5.6	4.7	8.4	8.6	6.7	6.1	6.4	6.0	4.5
11	2.9	1.6	3.8	2.2	0.5	6.9	5.9	5.7	4.5	5.8	4.8	4.9	6.2	7.3	7.9	7.6	4.8	6.7	5.2	3.8
suma	34.4	24.7	43.4	53.4	12.1	90.3	69	80.5	61.5	65.3	65.5	63.2	51.4	96.3	86.1	86.6	46.6	84.8	58.6	51.3
media	3.12	2.24	3.95	4.85	1.1	8.21	6.27	7.32	5.59	5.93	5.95	5.74	4.67	8.75	7.83	7.87	4.23	7.71	5.32	4.6
desv. std	1.7	1.05	1.55	2.31	0.88	1.24	1.33	1.6	2.75	1.7	2.2	2.67	1.93	0.88	1.55	1.33	2.13	.52	2.96	2.6

TABLA 5B. CALIFICACIONES DE LOS JUECES PARA CADA ATRIBUTO DE PAPAYA CRISTALIZADA (QDA)

C : *Papaya comercial*
D : *Papaya desarrollada*

Atributos	Jugoso		Brillante		Color rojo		Cristalino		Mieloso		Chiclosos		Aroma frutal		Gusto dulce		Sabor a fresa		Sabor a caramelo	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
1	1.1	7.0	1.5	4.5	4.1	6.3	3.9	7.6	3.4	5.1	6.7	3.8	7.0	5.5	5.7	5.4	7.5	7.9	4.2	4.7
2	0.0	1.4	0.7	5.8	4.2	8.1	4.7	5.4	2.4	3.6	9.8	4.2	8.6	6.9	9.6	6.2	9.2	8.7	9.8	1.7
3	1.4	1.2	8.2	1.7	9.2	4.9	9.4	4.8	8.0	7.9	6.8	9.9	8.8	6.8	9.4	9.9	10	8.9	9.9	9.4
4	2.3	0.6	3.8	0.0	6.6	4.7	2.5	0.3	3.2	0.8	7.2	4.0	7.4	8.5	5.3	8.3	7.4	9.1	3.7	8.2
5	0.5	0.7	0.7	4.7	1.6	5.2	1.6	1.9	1.4	4.0	8.0	4.7	7.9	5.8	8.4	6.3	8.5	4.6	2.0	1.6
6	1.2	0.8	1.3	3.0	1.7	6.8	2.2	6.7	1.5	1.7	3.0	5.0	3.8	1.9	7.1	7.5	7.0	7.7	3.6	7.2
7	1.1	6.1	1.8	7.4	4.2	9.1	3.6	8.4	2.1	8.7	4.7	3.9	5.6	7.9	6.8	9.3	7.6	9.8	1.2	5.8
8	1.0		0.3	8.8	0.9	7.2	9.0	1.4	3.4	7.1	8.9	4.9	8.7	7.7	9.3	8.6	9.3	7.7	5.9	4.8
9	0.3	1.5	0.9	2.1	2.1	8.2	2.8	3.0	0.3	4.9	5.6	7.2	4.7	7.9	6.6	2.3	5.1	8.4	6.2	2.3
10	0.3	0.3	1.2	3.2	0.9	7.3	5.4	8.4	4.3	7.9	6.3	9.5	5.1	8.4	8.0	9.4	6.9	9.2	8.2	7.8
11	0.0	4.2	0.0	2.3	3.0	7.8	0.1	2.0	0.0	7.1	8.1	6.9	7.8	7.5	8.6	6.9	4.7	7.4	3.5	1.6
12	0.5	2.9	0.5	5.6	0.5	9.2	7.8	7.1	7.7	1.1	8.6	3.6	0.5	8.8	8.7	2.3	4.7	8.0	8.9	0.9
13	0.1	3.0	0.4	3.1	2.0	7.5	6.0	3.1	3.0	4.5	8.8	3.0	2.2	6.5	8.4	6.5	8.4	4.6	9.0	5.0
14	0.7	1.1	3.2	3.6	8.9	9.2	7.5	8.6	0.7	8.4	8.1	8.0	1.8	9.9	6.7	9.1	5.6	9.4	2.0	10.0
15	0.2	0.9	5.9	4.3	4.7	8.6	6.0	7.6	5.8	1.0	6.9	7.0	1.7	7.9	4.0	2.0	3.0	8.6	0.9	1.0
16	0.7		0.6		9.0		6.3		0.7		9.0		9.0		3.5		3.7		1.5	
suma	11.4	31.7	31.0	60.1	36.6	110.1	78.8	76.3	47.9	73.8	116.5	85.6	90.6	107.9	117	100	108.6	120	81.0	72.1
media	0.71	2.26	1.93	4.0	3.97	7.34	4.92	5.08	2.9	4.92	7.28	5.7	5.6	7.2	7.32	6.7	6.78	8.02	5.06	4.9
desv. std.	0.59	2.05	2.20	2.18	2.89	1.46	2.63	2.8	2.36	2.75	1.71	2.14	2.82	1.79	1.87	2.6	2.03	1.5	3.14	3.37

TABLA 5A. CALIFICACIONES DE LOS JUECES PARA CADA ATRIBUTO DE FRESA CRISTALIZADA (QDA)

C: Fresa comercial
D: Fresa desarrollada

TABLA 6A. ANÁLISIS DE VARIANZA DE FRESA CRISTALIZADA

Atributos	Jugoso	Brillante	Color rojo	Cristalino	Mieloso	Chicloso	Aroma frutal	Gusto dulce	Sabor a fresa	Sabor a caramelo
S.C.m.	16.428	46.376	102.675	1.587	38.307	14.840	23.056	6.44	7.202	1.8748
G.L.m.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.C.t.	65.486	107.73	139.632	207.866	107.86	109.126	163.785	138.466	85.64	301.338
G.L.e.	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
N.S.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Tabla F	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
F calc.	7.024	12.053	20.589	0.213	6.064	3.807	3.94	1.302	2.354	0.1742
Dif. signif.	no	si	si	no	no	no	no	no	no	no

TABLA 6B. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PAPAYA CRISTALIZADA.

Atributos	Jugoso	Brillante	Color amarillo	Cristalino	Mieloso	Chicloso	Aroma frutal	Gusto dulce	Sabor a papaya	Sabor a caramelo
S.C.m.	4.3654	5.1072	277.26	6.4367	0.6563	0.2404	91.6368	1.59E-2	66.329	2.3563
G.L.m.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.C.t.	41.4927	78.1963	23.1289	43.869	104.45	119.954	45.028	41.86	68.574	155.26
G.L.e.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
N.S.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Tabla F	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F calc.	2.1041	1.3062	240.36	2.934	0.1256	4.0E-2	40.7013	5.54E-3	19.34	0.3035
Dif. signif.	no	no	si	no	no	no	si	no	si	no

S.C.m.: Suma de cuadrados de las muestras
 G.L.m: Grados de libertad de la muestra.
 S.C.t: Suma de cuadrados totales
 G.L.e.:Grados de libertad del error

N.S.: Nivel de significancia

Figura 5a. Perfil Ohtenido de los Resultados del QDA para Fresa Cristalizada.

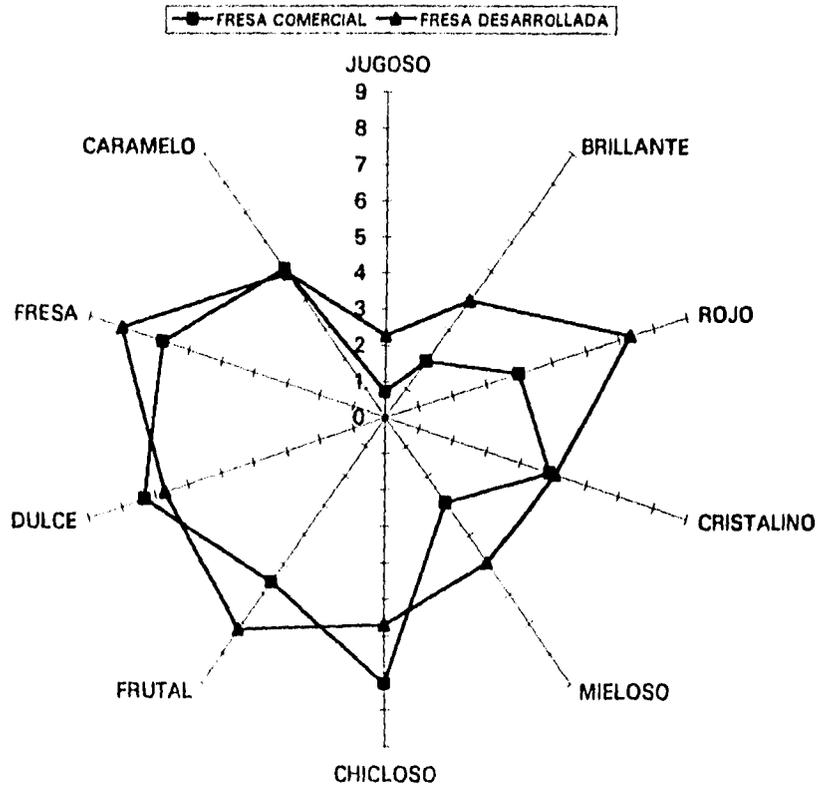
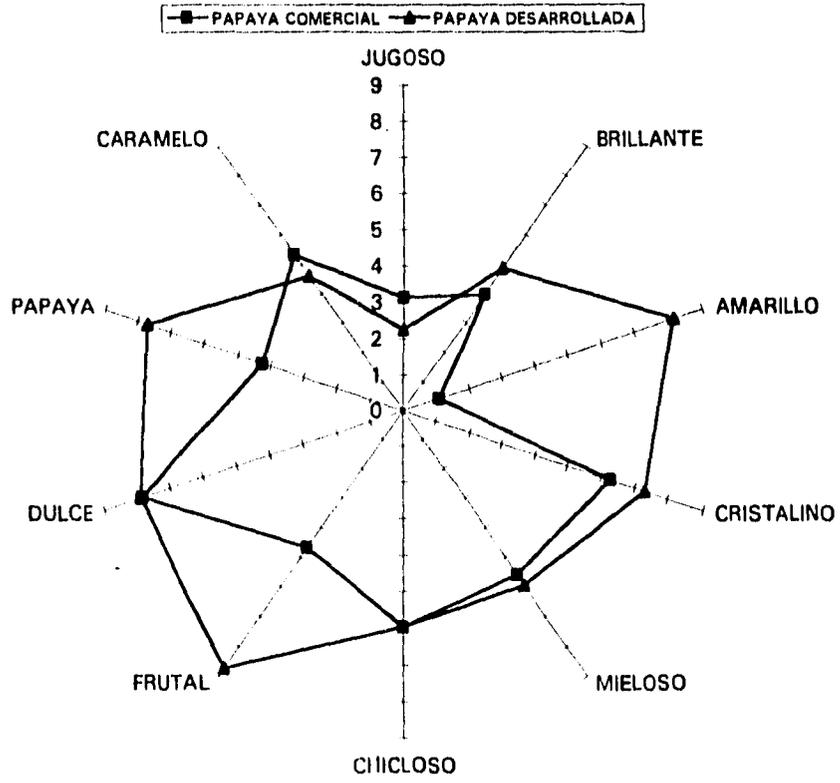


Figura 5b. Perfil Obtenido de los Resultados del QDA para Papaya Cristalizada.



4.3 EVALUACIÓN DE VIDA DE ANAQUEL

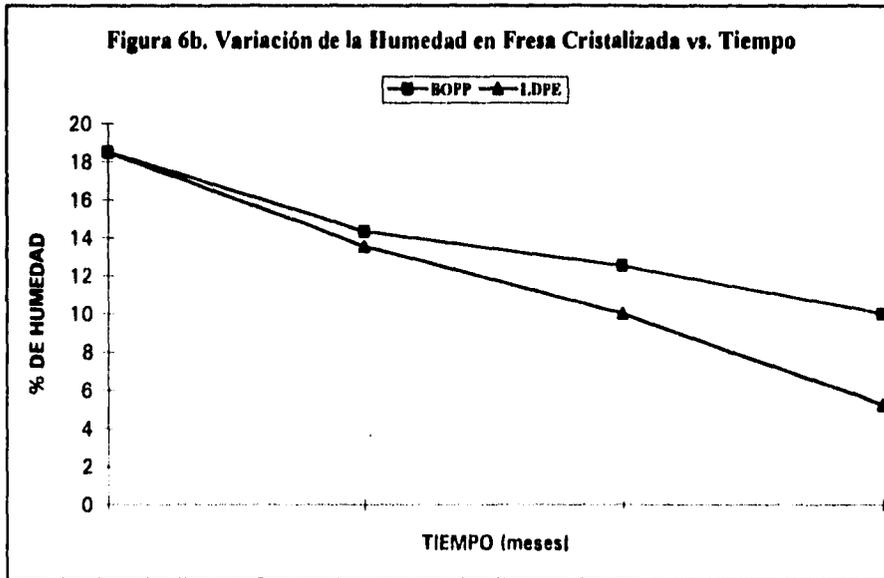
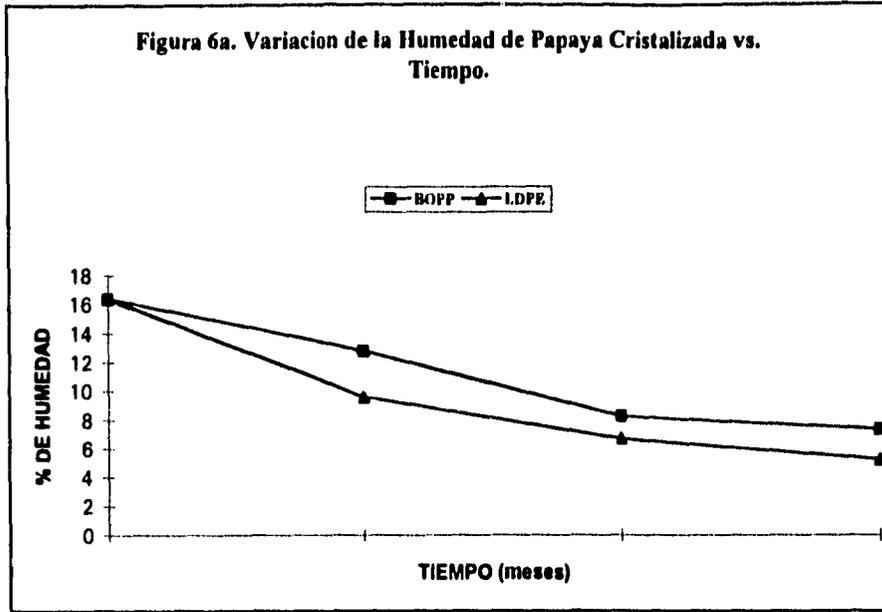
Como se explicó en la metodología durante esta etapa del trabajo se evaluaron tres factores: fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

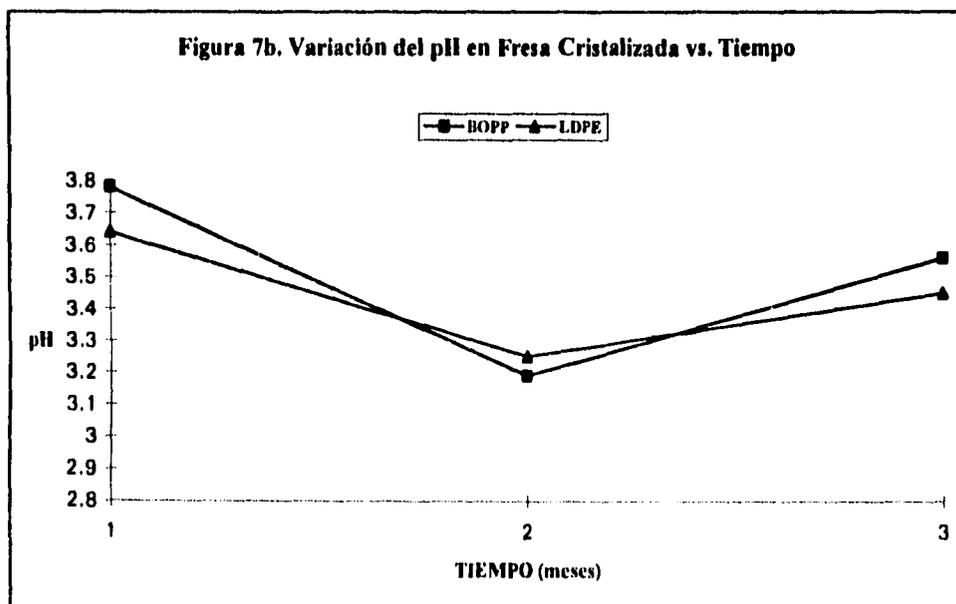
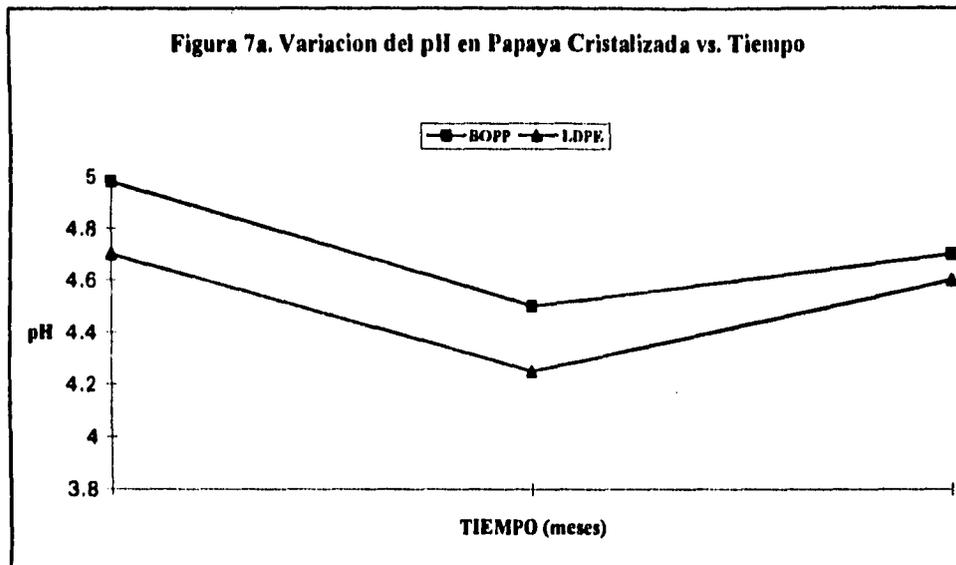
4.3.1 ANÁLISIS FISICOQUIMICO

La determinación de humedad en las frutas cristalizadas, como antes se mencionó se llevó a cabo por el método de destilación por arrastre con tolueno, obtuyéndose los siguientes resultados:

TABLA 7. Resultados de la Determinación de Humedad.

	PAPAYA		FRESA	
	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE
T1	11.66%	9.2%	13.59%	14.01%
	13.89%	9.97%	15.10%	13.10%
T2	8.79%	7.14%	12.96%	10.43%
	7.70%	6.23%	12.05%	9.74%
T3	7.58%	4.96%	10.20%	8.48%
	7.12%	5.52%	9.82%	7.29%





Para poder observar mejor estos resultados se promediaron los dos valores obtenidos por cada tiempo y se graficaron respecto a este (figura 6A y 6B.)

Como se esperaba, la humedad en ambos productos disminuyó al paso del tiempo. Partiendo de que tanto la fresa cristalizada que se empacó en polipropileno biorientado (BOPP), tenía la misma humedad que la fresa empacada con polietileno de baja densidad (LDPE), se observa que el producto empacado en LDPE pierde más humedad que el que se encuentra empacado en BOPP, esto debido a que el coeficiente transmisión de vapor de agua (WVTR) del LDPE es mayor que el del BOPP y la barrera contra vapor de agua es muy buena en BOPP, de lo cual la fruta que se empacó en LDPE perdió con mayor facilidad agua. Lo mismo sucede en la papaya cristalizada.

En el caso del pH no hubo variación considerable en ambas frutas cristalizadas en los dos materiales de empaque. Sin embargo se puede observar un ligero decremento de pH durante el segundo mes de evaluación, lo cual se puede atribuir a la ligera fermentación de azúcares por el desarrollo de microorganismos. Los resultados se muestran a continuación (tabla 8) y se esquematizan en las figuras 7A y 7B.

TABLA 8. Resultados de la determinación de pH

	PAPAYA		FRESA	
	BOPP	POLIET	BOPP	POLIET
T1	5.05	4.8	3.82	3.77
	4.90	4.6	3.74	3.52
T2	4.44	4.21	3.10	3.33
	4.56	4.30	3.28	3.17
T3	4.67	4.82	3.63	3.66
	4.82	4.53	3.50	3.28

4.3.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Es notoria la disminución de microorganismo presentes en ambos productos y en los dos empaques desarrollados al mes de producidos y empacados. Esto se debe principalmente a las características de dichos productos (presión osmótica, a_w y humedad), las cuales no son

favorables para el desarrollo de microorganismos. Se puede observar una cuenta mayor en la fresa, al igual que el análisis inicial (T₀).

En el segundo análisis (T₂) se observa aumento de unidades formadoras de colonias de hongos y levaduras en ambas frutas y en ambos empaques, pero no de mesófilos aerobios ya que los primeros pueden resistir las condiciones antes mencionadas y desarrollarse, lo cual conduce a la disminución de pH (análisis fisicoquímicos) Debido a que los productos empacados en LDPE tienden a perder más fácilmente humedad se desarrollan con menor facilidad los microorganismos. Con el paso del tiempo (T₃), el desarrollo y supervivencia de los microorganismos se ven afectados considerablemente lo cual se refleja en los resultados. Durante estos tres meses de evaluación de vida de anaquel, y aun después de siete meses de haber procesado los productos, no hay desarrollo microbiano a simple vista. A continuación se muestran estos resultados (tabla 9A y 9B)

TABLA. 9A Resultados del análisis microbiológico de papaya cristalizada

	HONGOS Y LEVADURAS				MESOFILOS AEROBIOS			
	BOPP		LDPE		BOPP		LDPE	
T1	dil. 10 ⁻¹	20 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	50 ufc	dil 10 ⁻¹	0 ufc
	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc
T2	dil. 10 ⁻¹	110 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc
	dil 10 ⁻²	100 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc
T3	dil. 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc
	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc

ufc: unidades formadoras de colonias / gramo de muestra.

TABLA. 9B Resultados de análisis microbiológico de fresa cristalizada

	HONGOS Y LEVADURAS				MESOFILOS AEROBIOS			
	BOPP		LDPE		BOPP		LDPE	
T1	dil. 10 ⁻¹	40 ufc	dil 10 ⁻¹	50 ufc	dil 10 ⁻¹	240 ufc	dil 10 ⁻¹	430 ufc
	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	200 ufc	dil 10 ⁻²	500 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc
T2	dil. 10 ⁻¹	110 ufc	dil 10 ⁻¹	100 ufc	dil 10 ⁻¹	100 ufc	dil 10 ⁻¹	120 ufc
	dil 10 ⁻²	100 ufc	dil 10 ⁻²	100 ufc	dil 10 ⁻²	90 ufc	dil 10 ⁻²	100 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc
T3	dil. 10 ⁻¹	20 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc	dil 10 ⁻¹	70 ufc	dil 10 ⁻¹	30 ufc
	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc	dil 10 ⁻²	0 ufc
	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc	dil 10 ⁻³	0 ufc
	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc	dil 10 ⁻⁴	0 ufc

ufc: unidades formadoras de colonias / gramo de muestra.

4.3.3. RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL

Durante la determinación de vida de anaquel de las frutas cristalizadas los jueces analíticos evaluaron sensorialmente los atributos elegidos como críticos que determinan el deterioro del producto, dicha evaluación se realizó mensualmente. Estos resultados se presentan en las tablas 10 A y B a las 12A y B.

Los resultados emitidos por los jueces durante el tiempo de evaluación se promediaron y se obtuvo la media aritmética mensual de cada atributo, los cuales se muestran en la tabla 13 A y B, esto se esquematizan en las figuras 8 A y B

Como se puede observar en los resultados de los jueces, existe una variación en sus calificaciones, esto se debe a que el entrenamiento dado no fue suficiente. En la bibliografía se reporta un entrenamiento rápido de ocho semanas para jueces analíticos²⁵, debido a que el tiempo con el que se contó y la disposición de los jueces, esto no fue posible. Sin embargo

los resultados obtenidos sirven de guía para conocer los cambios que sufren los productos según el juicio de varias personas y no sólo el propio.

De los resultados obtenidos de la fresa cristalizada para ambos materiales de empaque se observa lo siguiente.

Color: Se concluye que ambos productos no tuvieron un cambio considerable hasta los tres meses de evaluación, ya que las calificaciones fueron de una diferencia pequeña a una media al comparar el producto con el recién procesado.

Aroma: En este caso y en ambos materiales de empaque se observa que al inicio la diferencia de los productos con uno recién procesado es media, sin embargo a la siguiente evaluación (30 días) esta se vuelve más bien pequeña y posteriormente aumenta. Esto se debe al desarrollo microbiano con la ligera fermentación de azúcares y la formación de compuestos volátiles. Cabe aclarar que este desarrollo no deteriora el producto y no se hizo evidente sobre él. Este cambio concuerda con la disminución del pH.

Sabor: Al evaluar el producto empacado en LDPE se observa que la diferencia es prácticamente media y no así el BOPP que la diferencia es todavía pequeña, sin embargo a los 90 días se obtiene que el producto en LDPE cambia relativamente más que en BOPP (7.2 y 6.1 respectivamente) Esta diferencia se debe a que el LDPE presenta menor barrera para retener los compuestos aromáticos que están relacionados con el sabor.

Brillante y Cristalino: En ambos atributos el producto cambio de igual manera, aunque al inicio la diferencia es un poco más que pequeña se llega hasta una diferencia media.

En el atributo *Mieloso* el producto empacado en LDPE es considerablemente más mieloso que en BOPP (diferencia grande y media respectivamente), también es ligeramente más chicloso, observándose la misma tendencia aunque no tan grande. Por otra parte la

Resequedad, Dureza y la Frescura del producto empacado en LDPE son considerablemente más altos a los 90 días de procesado y también comparado con el empacado en BOPP. Fue notorio observar que durante el tiempo de evaluación el producto empacado en LDPE:

presenta mayor pérdida de humedad y con mayor rapidez, lo cual provoca la formación de una costra superficial (resequedad), que impide que la humedad del interior del producto se retenga, a lo que se puede atribuir que el producto sea más mieloso y más chicloso. Para el caso de *Jugoso* en ambos empaques, no hay diferencia en la calificación de la última evaluación, esto debido a que los jueces no fueron capaces de diferenciar este atributo y el atributo mieloso.

Las características de la papaya cristalizada en general son más difíciles de percibir en comparación con la fresa, ya que, además de que en la primera son más suaves y tenues en general la gente identifica más fácilmente los atributos de la fresa y los productos procesados de ésta (mermelada de fresa). Por tal motivo en los resultados obtenidos de este producto no siguen el comportamiento esperado. Además de que la papaya es una fruta blanda, no se procesa íntegra, se elimina la cáscara y se somete a una operación de cortado, por ello, es más fácil que los atributos del producto obtenido cambien mucho más rápido que la fresa, esto se observa en el primer mes de evaluación, donde las calificaciones van de una diferencia más que pequeña a una diferencia media.

El Color y Aroma del producto no varían. El color califica en una diferencia media, aunque en la última evaluación esta diferencia tiende a ser pequeña, esto se debe a que es muy difícil estandarizar el color de la fruta ya que depende de muchos factores aun tratándose de la misma variedad de fruta (estado de madurez, clima de cultivo, etc.).

Los demás atributos aunque presentan la misma tendencia de cambiar ligeramente en el segundo mes de evaluación, disminuyen en la tercera evaluación con una calificación similar a la primera.

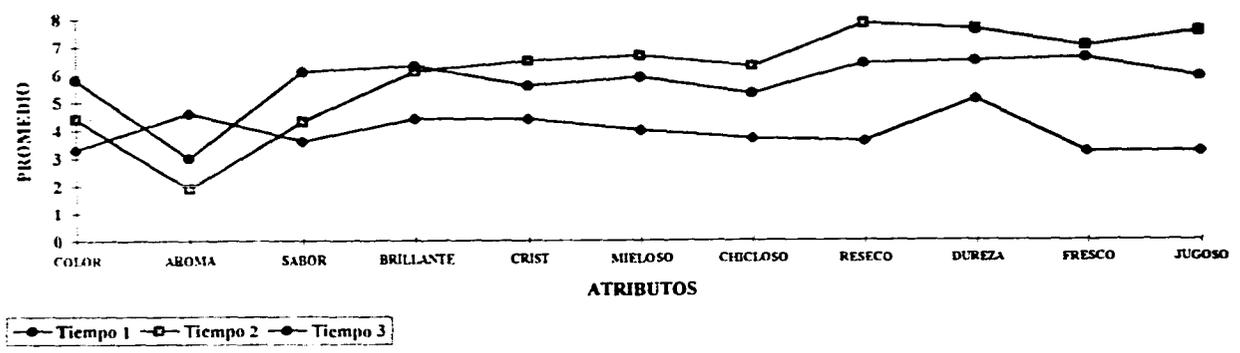
presenta mayor pérdida de humedad y con mayor rapidez, lo cual provoca la formación de una costra superficial (resequedad), que impide que la humedad del interior del producto se retenga, a lo que se puede atribuir que el producto sea más mieloso y más chicloso. Para el caso de *Jugoso* en ambos empaques, no hay diferencia en la calificación de la última evaluación, esto debido a que los jueces no fueron capaces de diferenciar este atributo y el atributo mieloso

Las características de la papaya cristalizada en general son más difíciles de percibir en comparación con la fresa, ya que, además de que en la primera son más suaves y tenues en general la gente identifica más fácilmente los atributos de la fresa y los productos procesados de ésta (mermelada de fresa). Por tal motivo en los resultados obtenidos de este producto no siguen el comportamiento esperado. Además de que la papaya es una fruta blanda, no se procesa íntegra, se elimina la cáscara y se somete a una operación de cortado, por ello, es más fácil que los atributos del producto obtenido cambien mucho más rápido que la fresa, esto se observa en el primer mes de evaluación, donde las calificaciones van de una diferencia más que pequeña a una diferencia media.

El Color y Aroma del producto no varían. El color califica en una diferencia media, aunque en la última evaluación esta diferencia tiende a ser pequeña, esto se debe a que es muy difícil estandarizar el color de la fruta ya que depende de muchos factores aun tratándose de la misma variedad de fruta (estado de madurez, clima de cultivo, etc.).

Los demás atributos aunque presentan la misma tendencia de cambiar ligeramente en el segundo mes de evaluación, disminuyen en la tercera evaluación con una calificación similar a la primera.

Figura 8a.
Variación de la Calidad de los Atributos Sensoriales en Fresa Cristalizada Empacada con BOPP



Variación de la Calidad de los Atributos Sensoriales en Fresa Cristalizada Empacada con LDPE

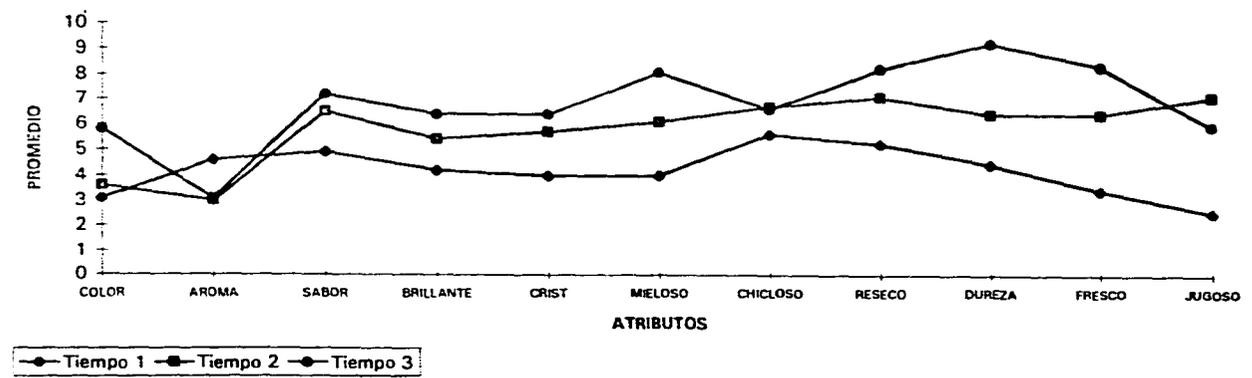
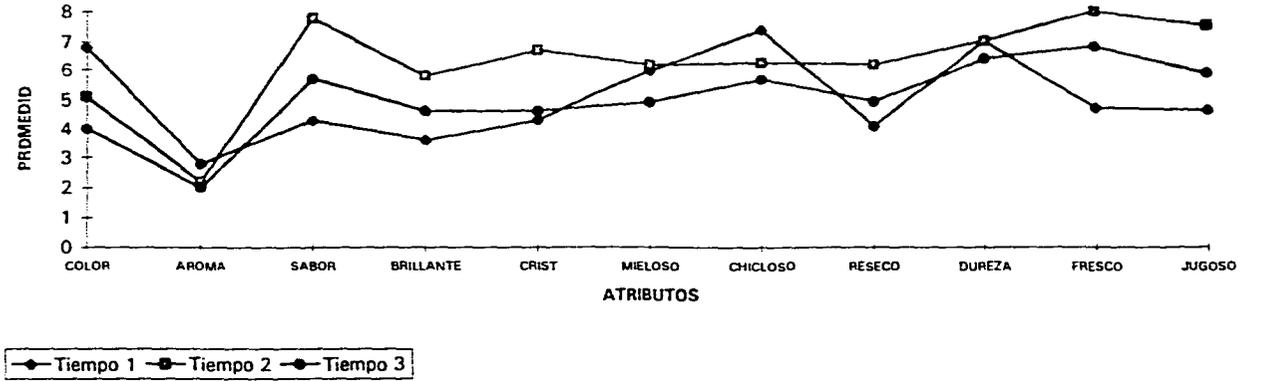


Figura 8b. Variación de la Calidad de los Atributos Sensoriales en Papaya Cristalizada Empacada con BOPP



Variación de la Calidad de los Atributos Sensoriales de Papaya Cristalizada Empacada con LDPE

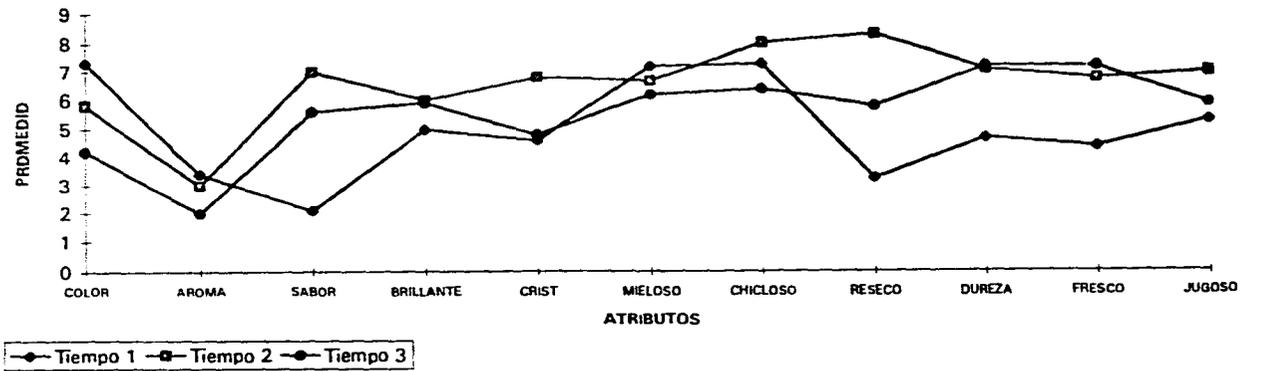


TABLA 10A. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA (T1)

	Color		Aroma		Sabor		Brillante		Cristalino		Mieloso		Chiclosos		Reseco		Dureza		Fresco		Jugoso	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0	4	8	8	5	10	4	5	5	5	5	5	6	6	5	6	6	7	5	6	7	8
2	0	0	2	3	6	7	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8	1	9	11	1	6	2	2	1	1	4	2	7	3	6	3	7	5	4	2	6	3
4	1	1	0	0	4	4	2	4	1	2	3	2	2	3	1	3	1	4	1	2	2	1
5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0
6	10	5	8	6	5	5	4	2	2	1	10	3	9	8	10	4	9	1	9	6	8	2
7	2	3	2	2	4	4	10	1	10	0	4	10	1	11	0	11	9	9	1	0	4	0
8	10	10	11	11	2	2	0	0	5	5	8	7	4	9	8	9	10	8	9	8	9	8
9	5	4	5	4	5	6	5	11	5	11	8	11	7	11	8	11	2	4	2	7		

TABLA 10B. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA (T1)

	Color		Aroma		Sabor		Brillante		Cristalino		Mieloso		Chiclosos		Reseco		Dureza		Fresco		Jugoso	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	6	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3	3	4	5	4	5	4	5
2	3	5	3	3	1	8	3	3	3	3	9	9	9	10	4	4	0	0	0	0	0	0
3	8	9	1	7	10	4	0	0	1	1	5	5	3	11	0	0	5	11	5	5	9	9
4	9	8	0	0	0	6	1	4	2	2	2	5	6	6	1	1	0	0	1	2	3	3
5	8	8	1	4	4	2	5	7	8	8	10	8	10	8	9	7	10	8	11	11	10	10
6	5	7	2	1	2	2	2	6	5	1	5	8	10	3	0	1	10	1	3	1	2	2
7	10	8	11	11	10	10	6	5	8	8	6	11	10	10	11	3	11	3	11	7	0	7
8	6	6	4	2	2	3	8	10	9	11	7	9	10	8	8	10	9	10	8	9	8	10
9	6	7	0	0	7	8	0	2	0	5	8	6	5	5	1	1	7	5	0	0	5	2

TABLA 11A. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA (T2)

	Color		Aroma		Sabor		Brillantez		Cristalino		Mielado		Chiclosos		Resaca		Duroza		Fresca		Jugosa	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	7	7	1	1	8	8	2	2	7	9	10	11	5	7	8	8	8	8	8	8	7	7
2	5	4	1	1	6	5	8	9	8	9	8	9	10	10	9	10	7	7	9	9	9	9
3	7	8	8	9	8	9	4	4	6	6	7	6	7	7	7	7	8	7	6	5	7	6
4	5	10	0	0	6	8	8	5	8	6	9	3	11	6	5	9	11	6	3	2	9	3
5	0	0	1	8	10	10	10	4	10	4	0	2	1	8	7	11	2	11	11	8	9	9
6	6	6	0	0	1	1	2	8	2	4	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
7	3	6	0	3	7	8	4	9	5	8	9	9	4	9	8	5	8	3	8	8	9	6
8	5	4	1	1	6	5	8	9	8	9	8	9	10	10	9	10	7	7	9	9	9	9
9	7	8	8	9	8	9	4	4	6	6	7	6	7	7	7	7	8	7	6	5	7	6

TABLA 11B. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA (T2)

	Color		Aroma		Sabor		Brillantez		Cristalino		Mielado		Chiclosos		Resaca		Duroza		Fresca		Jugosa	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	10	1	2	10	1	10	10	2	11	2	11	3	11	5	11	5	11	2	11	5	9	1
2	4	7	5	5	5	8	4	5	5	6	5	5	5	7	8	8	6	7	6	6	7	7
3	1	1	0	0	2	7	9	9	9	9	4	4	8	8	11	11	10	7	5	9	9	9
4	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	2	4	3	7	4	8	8	8	8	8	9	11	8	10	4	7	8	10	10	8	4	8
6	7	6	1	0	7	6	8	8	7	7	8	8	6	8	8	7	8	7	6	6	9	9
7	2	1	0	0	3	1	4	4	7	7	5	5	2	2	6	5	6	5	7	6	8	8
8	4	7	5	5	5	8	4	5	5	6	5	5	5	7	8	8	6	7	6	6	7	7
9	7	6	1	0	7	6	8	8	7	7	8	8	6	8	8	7	8	7	6	6	9	9

TABLA 12A. EVALUACIÓN SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA (T3)

	Color		Aroma		Sabor		Brillante		Cristalino		Mielado		Chistoso		Resaca		Dureza		Fresco		Jugoso	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	9	9	8	8	9	9	3	4	3	3	6	7	8	7	2	2	8	7	8	9	6	8
2	1	3	1	1	8	8	5	7	7	7	5	5	6	7	7	7	8	9	8	9	9	9
3	2	3	3	3	5	5	6	9	4	4	5	7	10	10	5	9	6	9	8	8	6	6
4	8	8	0	0	8	7	3	4	3	4	1	3	1	7	8	7	8	7	6	6	4	3
5	4	0	0	0	0	0	5	4	4	4	7	8	1	2	2	2	4	5	7	7	5	4
6	5	5	2	2	4	4	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
7	4	4	0	0	5	5	8	8	9	10	8	8	8	8	8	9	9	9	9	8	8	8
8	1	3	1	1	8	8	5	7	7	7	5	5	6	7	7	7	8	9	8	9	9	9
9	2	3	3	3	5	5	6	9	4	4	5	7	10	10	5	9	6	9	8	8	6	6

TABLA 12B. EVALUACION SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA (T3)

	Color		Aroma		Sabor		Brillante		Cristalino		Mielado		Chistoso		Resaca		Dureza		Fresco		Jugoso	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	8	9	8	8	8	8	9	10	9	8	9	9	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11
2	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	4	0	0	4	1	5	1	3	2	6
3	8	4	1	2	2	2	5	4	3	3	8	9	3	9	10	10	9	11	10	11	10	8
4	3	3	5	5	7	8	6	6	7	7	7	9	6	6	8	9	9	10	8	9	9	10
5	9	10	1	1	8	9	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	4	9	5	8	6	9
6	3	3	5	5	7	8	6	6	7	7	7	9	6	6	8	9	9	10	8	9	9	10
7	9	10	1	1	8	9	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	4	9	5	8	6	9
8	9	10	1	1	8	9	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	4	9	5	8	6	9
9	3	3	5	5	7	8	6	6	7	7	7	9	6	6	8	9	9	10	8	9	9	10

TABLA 13A. PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESA CRISTALIZADA

ATRIBUTO	T1		T2		T3	
	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE
COLOR	3.3	3.1	4.4	3.6	5.8	5.8
AROMA	4.6	4.6	1.9	3	3	3.1
SABOR	3.6	4.9	4.3	6.5	6.1	7.2
BRILLANTE	4.4	4.2	6.1	5.4	6.3	6.4
CRISTALINO	4.4	4	6.5	5.7	5.6	6.4
MIELOSO	4	4	6.7	6.1	5.9	8.1
CHICLOSO	3.7	5.6	6.3	6.7	5.3	6.6
RESECO	3.6	5.2	7.8	7.1	6.4	8.2
DUREZA	5.1	4.4	7.6	6.4	6.5	9.2
FRESCO	3.2	3.4	7	6.4	6.6	8.3
JUGOSO	4.2	2.5	7.5	7.1	5.9	5.9

TABLA 13 B. PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DURANTE LA VIDA DE ANAQUEL DE PAPAYA CRISTALIZADA

ATRIBUTO	T1		T2		T3	
	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE
COLOR	6.8	7.3	5.1	5.8	4	4.2
AROMA	2.8	3.4	2.2	3.5	2	2
SABOR	4.3	5.1	7.8	7	5.7	5.6
BRILLANTE	3.6	5	5.8	6	4.6	5.9
CRISTALINO	4.3	4.6	6.7	6.8	4.6	4.8
MIELOSO	6	7.2	6.2	6.7	4.9	6.2
CHICLOSO	7.4	7.3	6.3	8	5.7	6.4
RESECO	4.1	3.3	6.2	8.3	5.2	5.8
DUREZA	7	4.7	7	7.1	6.4	7.2
FRESCO	4.7	4.4	8	6.8	6.8	7.2
JUGOSO	4.6	5.3	7.5	7	5.9	5.9

4.4 COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO

El costo directo del producto terminado se calculo en base al rendimiento obtenido para ambas frutas.

Esencialmente, el costeo directo es un concepto bajo el cual sólo los costos primos o directos y los gastos variables de fabricación son considerados, consecuentemente, como costo del producto dejando todos los demás costos de fabricación para ser analizados como costos del periodo.³³

MATERIA PRIMA	CANTIDAD PARA OBTENER 1kg DE PRODUCTO	PRECIO POR kg (N\$)	COSTO (N\$)
PAPAYA	2.381	2.00	4.76
AZUCAR	0.7619	1.81	1.38
ACIDO CITRICO	0.00071	6.5	0.0046
SULFATO DE POTASIO	0.0238	28.00	0.66
HIDROXIDO DE CALCIO	0.04761	0.25	0.012
COSTO DE MATERIA PRIMA			6.82

MATERIA PRIMA	CANTIDAD PARA OBTENER 1kg DE PRODUCTO	PRECIO POR kg (N\$)	COSTO (N\$)
FRESA	2.04	3.5	7.14
AZUCAR	0.64	1.81	1.428
ACIDO CITRICO	0.00061	6.5	0.0039
ROJO # 40	0.00061	98.99	0.060
COSTO DE MATERIA PRIMA			8.63

COSTOS DEL MATERIAL DE EMPAQUE

Costo de BOPP (laminación 20/20) por kg:	N\$ 32.50
Rendimiento:	42g/m ²
Dimensiones de BOPP para fresa y papaya cristalizada:	19 x 12 cm
Costo de LDPE por m ² :	N\$ 0.00421
Dimensiones de LDPE para fresa y papaya cristalizada:	18 x 12 cm
Peso estimado por bolsa de fresa cristalizada:	0.025kg
Peso estimado por bolsa de papaya cristalizada:	0.020kg
Costo de BOPP por kg de fresa	N\$1.3
Costo de BOPP por kg de papaya	N\$1.6
Costo de LDPE por kg de fresa	N\$ 0.36
Costo de LDPE por kg de papaya	N\$ 0.46

COSTO ENERGETICO

Para calcular este costo, se tomó en cuenta la energía necesaria para calentar hasta ebullición los jarabes con los que se proceso el producto, para lo cual fue necesario conocer el Cp de los mismos³². Conociendo esta energía (Btu) y el costo del kg de gas L-propano se calculó el costo de energía por kg de producto:

Energía necesaria durante el proceso	777.7 Btu/kg de producto
Entalpia L-propano	873.12 Btu/kg
Costo de L-propano	0.617 \$N/kg
Costo energético del proceso	0.54 \$N/kg de producto

COSTO DE MANO DE OBRA

Para este costo se supuso una producción mensual de 1000 kg, si el proceso entero dura 6 días, entonces por semana se procesarían 250 kg de producto.

Por otro lado se consideró el salario para dos obreros, y con esto se tiene el costo de mano de obra por kg de producto terminado.

250kg de producto/semana

1 semana de sueldo para dos obreros: \$N 276

Costo de mano de obra/ kg de producto: \$N 0,90

COSTO INTEGRADO

	FRESA CRISTALIZADA		PAPAYA CRISTALIZADA	
	BOPP	LDPE	BOPP	LDPE
Materia prima	8.63	8.63	6.82	6.82
Material de empaque	1.3	0.36	1.6	0.46
Energía	0.54	0.54	0.54	0.54
Mano de obra	0.90	0.90	0.90	0.90
Renta del local, luz y agua	3.00	3.00	3.00	3.00
Costo total	14.37	13.43	12.86	11.72

Es evidente que el costo del producto empacado en BOPP es más caro que el que se empaca en LDPE, pero considerando que la vida de anaquel es mayor para el primero es más conveniente y con el tiempo más redituable.

Sería anticipado comparar estos costos con costos de productos similares en el mercado, ya que sería conveniente incluir gastos de depreciación de equipo, así como gastos financieros entre otros. Cabe mencionar que se trata de productos caros debido a la naturaleza de la materia prima y del proceso. Se considera que el producto que se desarrolla tiene la ventaja de estar empacado ya que en el mercado se expenden a granel la mayoría de las veces.

CONCLUSIONES

- ❖ Se desarrollaron satisfactoriamente fresa y papaya cristalizada mediante la técnica de concentración de jarabes de azúcar. Los productos obtenidos con la metodología establecida resultaron con características sensoriales muy aceptables. Tanto la fresa como la papaya no perdieron la consistencia durante el proceso y por el contrario, se mejoró. El color resultó atractivo en ambos productos. La intensidad del sabor y el aroma en la papaya cristalizada disminuyen, no así en la fresa. Lo anterior hace que la evaluación sensorial de papaya cristalizada sea más complicada.
- ❖ El perfil sensorial de los productos desarrollados mejora en muchos atributos importantes como los son el color, el sabor, el brillo y el aroma a productos similares comerciales.
- ❖ El material de empaque para un producto de esta índole se hace indispensable para que pueda conservar mejor sus características fisicoquímicas, ya que se evita pérdida de humedad principalmente, microbiológicas pues se tiene una barrera con la que evita posible contaminación del medio y sensoriales, porque esta directamente relacionada con las anteriores.
- ❖ El uso de un material de empaque con buena barrera a la humedad mantiene los productos con mejores características durante mayor tiempo. En este caso el polipropileno biorientado resulta ser una mejor opción, ya que después de siete meses el aspecto sensorial del producto mantenido en este material es considerablemente mejor que el empacado en polietileno de baja densidad.
- ❖ Las características sensoriales durante la evaluación de vida de anaquel de los productos empacados se ven afectadas a los tres meses de almacenamiento, pero no al grado de tener un producto diferente e inaceptable para su consumo.

❖ Se facilita la comercialización de estos productos debido a que se aumenta considerablemente su vida de anaquel, se facilita su manejo y transporte debido al tamaño y al empaque de los productos desarrollados.

RECOMENDACIONES

El proceso de cristalización que se llevo a cabo es eficiente para obtener el producto, sin embargo, este es largo y costoso. Por ello se proponen las siguientes sugerencias:

Como se mencionó en los antecedentes escaldar la fruta con jarabe (no muy concentrado para evitar la deshidratación prematura de la fruta) ayudaría a disminuir el tiempo de proceso, si además se considera que en el trabajo experimental se pudo disminuir hasta 24 hrs de inmersión sin que afectara al producto.

Si al producto terminado se le somete a una "cubierta", esta le da mejor presentación sin embargo durante la operación de secado, dicha cubierta puede provocar que el producto no se seque homogéneamente, pero al mismo tiempo, durante la vida de anaquel ayuda al producto a que no se reseque tan rápidamente.

Los jarabes que se usaron durante el proceso pueden ser reusados, con la condición de someterlos a ebullición cada 24hrs. Ya que de lo contrario se observa contaminación principalmente por hongos. Para evitar esto y también para prevenir el desarrollo de otros microorganismos se puede agregar al jarabe algún fungiestático como lo son los sulfitos. Lo anterior también ayudaría en el producto terminado, ya que, aunque en el producto que se sometió a estudio de calidad durante el tiempo establecido no presentó desarrollo microbiano, se tuvieron casos de contaminación microbiana.

Aunque este tipo de producto se expende sin ningún tipo de empaque, la mayoría de las veces, éste se hace de suma importancia; ya que como es su objetivo conserva al producto en mejores condiciones durante más tiempo. Para los productos desarrollados el BOPP conserva más la humedad evitando la resequedad del mismo, esto se observa claramente en la determinación mensual de humedad que se realizó. Aunque en los

resultados sensoriales no es muy notoria la diferencia entre los dos materiales de empaque después de siete meses de permanecer empacado el producto, el aroma y la textura en general del que se encontró en BOPP es considerablemente más intenso que en LDPE tanto en fresa como en papaya

El empaque podría contar con una etiqueta la cuál debe cumplir con la Legislación Sanitaria vigente, en conformidad con los artículos 209 y 210 6o. transitorio de la Ley General de Salud y 51, 52, 53, 54, 55 y 56 del Reglamento de la Ley General de Salud, en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Deberá figurar la denominación genérica, gentilicio del país de origen, la declaración de todos los ingredientes en orden de predominio cuantitativo, la cantidad contenida en unidades de medida y peso expresado de acuerdo al sistema internacional de unidades, número de lote, fecha de elaboración y caducidad, nombre y domicilio comercial del fabricante y modo de empleo.^{34,35}

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Desrosier, W. Norman. Conservación de los Alimentos. 2a. ed. Pág 327-328 CECSA. México, D.F.(1987).
- 2.- Juscafresa, B. Cómo Cultivar Fresas, Fresones, Tomates. Págs 13-35, 53-57. 3a ed. Aedos. Barcelona, España. (1983).
- 3.- Cipagauta, V. Adel. et al. El Cultivo de las Fresas en México. Producción, Economía y Comercialización. Pág 9-18 SARH. Subsecretaría de Agricultura y Operación, Dirección General de Ecomomía Agrícola.México, D.F. (1983)
- 4.- Ochoa, A. y Cervantes, N. Fresas en Almíbar Enlatadas. Págs 1-19. Tesis. ULSA. México, D.F. (1980).
- 5.- Maroto, J. et al. Producción de Fresas y Fresones. Págs 10-27, 87-107. Mundi-Prensa. Madrid, España. (1988).
- 6.- Hui, Y.H. Encyclopedia of Food Science and Technology. Vol 4. Pag 2226-2247. Jhon Wiley and Sons. N.Y. U.S.A. (1991).
- 7.- Ibar, L. Aguacate, Chirimoyo, Mango y Papaya. Técnicas Agropecuarias. Págs 159-171. Aedos. Barcelona, España. (1979).
- 8.- Salunkhe, D. y Desai, B. Postharvest Biotechnology of Fruits. Vol II Págs 13-20. CRC Press Inc. N.Y. U.S.A, (1984).
- 9.- Nagy, S. et al. Tropical and Subtropical Fruits. Compositions, Properties and Uses. Págs 316-333. Avi Publising. Connecticut, U.S.A. (1980).
- 10.- Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. Págs 286-288. SARH. México, D.F. (1992).
- 11.- Jen, J. Jen. Quality Factors of Fruits and Vegetables. Capitulo 24. Págs 319-325. American Chemical Society Washiington, D.C. U.S.A. (1989).
- 12.- Kyzlink, V. Principles of Food Preservation. Págs 401-412. Elsevier. London, England. (1990).
- 13.- Elaboración de Frutas y Hortalizas. Pags 16-17, 97-100. 2a. ed. Manuales Para la Educación Agropecuaria. SFP/ Trillas. México, D.F. (1992).

- 14.- Grosso, A. Técnicas de Elaboración Modernas de Confituras. Págs 186-203. Refinerías de Maíz S.A. Buenos Aires, Argentina. (1972).
- 15.- Pedrero, L. Daniel. et al. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Alhambra Mexicana. México, D.F. (1989).
- 16.-Comitte E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Products.Manual on Sensory Testing Methods.Págs. 31-39. 8a ed. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, U.S.A. (1984).
- 17.- Stone, Herbert. et al. Quantitative Descriptive Analysis. Cereals Foods World. 25 642-644 (1980).
- 18.- Pillsbury, R. Kathleen. Accelerated Training of Sensory Descriptive Flavor Analysis Panelists. Food Technology. 114-118 (1992).
- 19.- Miñoza, G. Miflora. Sensory Evaluation Methods for Quality Assesment and Development. College of Home Economics. University of Philippines. Quezon City, Philippines. (1989).
- 20.- Oviedo, L, Aurelio. Apuntes del Curso Corto de Aprovechamiento e Industrialización de las Frutas. Pág 68-80 Conafrut. Departamento de desarrollo Agroindustrial. México, D.F. (1975).
- 21.- Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Sanidad. Págs 53-58. Secretaría de Salud, Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario, DGCSBS. México D.F. (1992).
- 22.- Monsalve, G. Adelmo. et al. Mass Transfer and Textural Changes during Proccesing of Apples by Combined Methods. Journal of Foods Science. 58(5) 1118-1124 1993.
- 23.- Badui,D. Salvador. Química de los Alimentos. 2a. Ed. Alhambra Mexicana. México, D.F. (1990).
- 24.- Subproyecto de Frutas y Verduras. Vegetales Confitados: Calabaza, Remolacha, Boniato y Tomate Verde. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, Cuba.
- 25.- Driver, E. Walter. Plastics Chemistry and Technology. Pag. 35-52. Van Nostrand Reinhold. N.Y., (1979).
- 26.- Packaging. Encyclopedia & Yearbook. 30 (4). Pág 52-65. (1985).

- 27.- Robertson, G. Food Packaging. Pág 31-33. Marcel-Dekker, Inc. N.Y. U.S.A., (1993).
- 28.- Burón, I. et al. Nuevos Productos Alimentarios. Pág 297-331 A:M.V. Ediciones. Madrid. Madrid, España.
- 29.- Thompson, J. Lisa. et al. Method for Evaluating Package-Related Flavors. Food Technology. 90-94 (1994).
- 30.- FDA Bacteriological Analytical Manual. Págs 227-234. 7a edición. AOAC International. Arlington, Va. U.S.A. (1992).
- 31.-Raoult-Walck, A.L. Osmotic Deshidratation of Foods. Trends in Food Science and Technology. Vol 5 (8). Págs 255-260. (1994)
- 32.- Pancoast, Harry. etal. Handbook of Sugars. Págs 41-75. 2nd edition. Avi Publishing. West Port, Connecticut. U.S.A.
- 33.- Du Tilly, R. y Fiol, M. Planeación y Control de Costos. Págs 52, 70-75. Trillas México, D.F. (1980).
- 34.- Reglamento de la Ley Federal de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades establecimientos productos y servicios. Diario Oficial de la Federación. 18 de enero de 1988, México, D.F.
- 35.- Ley Federal de Salud. Julio 1992, México D.F.

ANEXO 1

TECNICAS

DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE EN FRUTA FRESCA

Reactivos y Materiales.

Solución valorada de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N.

Solución de fenoftaleína al 1% en etanol al 80%.

Bureta

Pipetas volumétricas de capacidad adecuada.

Vasos de precipitados de capacidad adecuada.

Extractor de jugo o mortero.

"Rayador".

Malla.

Preparación de la muestra

Extraer el jugo. En frutas jugosas, se obtiene por expresión de estas después de haberlas partido. En frutas pulposas, es necesario realizar un rayado de la pulpa para obtener porciones pequeñas, las cuales se exprimen con ayuda de una malla. En ambos casos efectuar la operación tan rápidamente como sea posible para evitar pérdida de humedad y recibir el jugo en un recipiente limpio.

Procedimiento

Transferir por medio de una pipeta volumétrica de 1 a 10 cc de jugo extraído a un matraz Erlenmeyer. Diluir con 50 cc de agua destilad. Adicionar 2 o 3 gotas de solución de fenoftaleína. Adicionar la solución de NaOH hasta obtener un color rosado que permanezca por 30 segundos aproximadamente y anotar el volumen de la solución de NaOH gastad. Realizar por lo menos dos determinaciones de la misma muestra.

Es posible también pesar la muestra exactamente entre 1 y 10 gramos.

Expresion de resultados

Se puede expresar como miliequivalentes (meq) por 100 cc de producto gramos por 100 gramos o gramos por 100 cc de producto.

Cuando la muestra se toma en centímetros cúbicos, y se quiere expresar en meq por 100 cc de muestra se usa la siguiente ecuación.

$$\text{Acidez} = \frac{100NVt}{V_o}$$

Para expresar el resultado en meq por 100g se hace uso de la siguiente ecuación

$$\text{Acidez} = \frac{100NV_1}{m}$$

Donde:

V_o = Volumen en centímetros cúbicos de la muestra.

V_1 = Volumen en centímetros cúbicos de la solución de NaOH gastados en la determinación.

N = Normalidad (concentración) de la solución de NaOH.

m = masa en gramos de la muestra.

Una vez calibrado el refractómetro el prisma y la base se limpian con algodón o con papel suave.

Colocar una o dos gotas del jugo obtenido de la muestra, en la base e inmediatamente después unir la base con el prisma.

Leer en la escala del refractómetro el por ciento de sólidos solubles totales el cual está indicado por la división del campo oscuro y del campo iluminado.

Medir la temperatura del jugo al momento de efectuar la determinación.

Debido a que la escala del refractómetro está calibrada a 293K (20°C) cuando la lectura se realiza a diferente temperatura el resultado debe corregirse de acuerdo con la Tabla 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-FF-15-1982 Productos Alimenticios no industrializados para uso Humano -Fruta fresca- Determinación de Sólidos Solubles Totales.

DETERMINACION DE HUMEDAD EN FRUTA FRESCA POR EL METODO RAPIDO DE LA TERMOBALANZA

Material y equipo

Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja de 250W.

Fuente de potencia tipo 120V, C:A:

Amperímetro de 120v,C:A: ó 2000mA.

Platillos de aluminio.

Procedimiento

Soltar el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte, y que este limpio y seco.

Ajustar al 0 y 100

Pesar 5 g de la muestra en la misma balanza y distribuirla cuidadosa y uniformemente en el platillo.

Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. la muestra comenzará a perder humedad y la manecilla se moverá hacia arriba. Después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, deberá tomarse la lectura, y si esta permanece estable durante dos minutos se registrará como porcentaje total de humedad.

DETERMINACION DE HUMEDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO

Para realizar la determinación de humedad en la fresa y la papaya cristalizada se eligió un método de destilación, en particular la destilación por arrastre con tolueno, ya que debido a las características del producto, sobre todo al alto porcentaje de sólidos (azúcares), estos pueden caramelizarse al usar un método de secado. el método consiste en destilar el agua de la muestra usando un líquido inmiscible con esta; el agua destilada se recupera y se mide el volumen obtenido.

Material y equipo

Matraz de destilación

Refrigerante

Mangueras de látex

Parilla de calentamiento

Receptor Bidwell-Stirling

Tolueno, (Heptano o Xileno).

Piedras de ebullición

Procedimiento

Pesar suficiente muestra para obtener de dos a cinco mililitros de agua, en este caso en particular se pesaron entre 8 y 12 g de muestra. Colocarla en un matraz de destilación (es sumamente importante que todo el equipo que se utilice se encuentre completamente seco).

Cubrir la muestra con aproximadamente 75ml de tolueno, xileno o heptano. Cubrir el matraz con un receptor Bidwell-Sterling conectado a un condensador en posición de reflujo.

Destilar hasta que el volumen de agua recolectado en la trampa no varíe, cuidando que el volumen del solvente no baje demasiado.

Expresión de resultados.

% de Humedad = (gramos de agua / gramos de muestra) x 100

METODO CONVENCIONAL PARA LA DETERMINACION EN CUENTA EN PLACA DE MICROORGANISMOS MESOFILOS AEROBIOS

La metodología para la determinación de mesófilos aerobios mediante la cuenta en placa tiene como propósito indicar el número de microorganismos presentes en un alimento.

Equipo y Material

Area de trabajo, mesa con superficie amplia, en un cuarto limpio bien alumbrado y bien ventilado, razonablemente libre de polvo y sin corrientes de aire.

Espacio de almacenamiento, libre de polvo y de insectos y adecuado para la protección del material y equipo.

Cajas de Petri, de vidrio o de plástico (mínimo de 15 x 90 mm)

Pipetas de 1, 5 y 10 ml, graduadas en unidades de 0.1 ml.

Frascos de vidrio para diluciones (160ml) con tapas de rosca.

contenedores para pipetas y cajas petri.

Baños de agua (45 ±1°C) para atemperar el agar.

Incubadora (35 ±1°C).

Contador de colonias.

Buffer de fosfatos o agua peptonada al 0.1%.

Agar para cuenta en placa.

Refrigerador para mantener las muestras frías (0-5°C) y congelador para congelar las muestras de -15 a -20°C.

Todo el material debe estar debidamente esterilizado.

Procedimiento

Pesar 10g de la muestra y homogenizarla (en una licuadora estéril) con 90ml de agua peptonada o buffer de fosfatos. A partir de esta dilución (10^{-1}) preparar diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , y más si es necesario, con pipetas individuales para cada dilución, tomando 1ml de la dilución mayor y colocarla en 9 ml de agua peptonada o buffer de fosfatos, y así consecutivamente. Tomar 1ml de cada dilución (por duplicado), y colocarlo en cajas petri debidamente rotuladas. Si pasan más de tres minutos antes de que se tome la alícuota, agitar la dilución 25 veces en un arco de 30cm., durante siete segundos. Añadir de 12 a 15 ml de agar para cuenta en placa (enfriado a 44-46°C) a cada caja petri. Mezclar la dilución y el medio de cultivo cuidadosa y uniformemente mediante rotación alternada y movimientos de atrás hacia adelante de la caja petri. Una vez solidificado el medio, invertir las cajas petri e incubar durante 48h. a 35°C.

TECNICA DE DILUCION EN PLACA PARA EL CONTEO DE HONGOS Y LEVADURAS EN ALIMENTOS

Equipo y Material.

El equipo para esta técnica es básicamente el mismo que el de la anterior con las siguientes variaciones.

Agar Papa Dextrosa

Agar Extracto de Malta

Solución estéril de Acido Tartárico al 10%

Incubadora de 22 a 25°C

Procedimiento

Preparar el medio de cultivo (Agar Papa Dextrosa y/o Agar Extracto de Malta), esterilizarlo en autoclave 15 min. 121°C , 15 psi. El medio debe contener 15 ml de Acido Tartárico por 100 ml de medio para inhibir posible crecimiento bacteriano.

Se puede usar la muestra homogenizada de la determinación de mesófilos aeróbios y preparar diluciones al igual. Colocar 1ml de cada dilución con pipeta estéril en cajas de petri de 15 x 100 mm. Añadir inmediatamente de 20 a 25 ml. del medio (45 ± 1°C)

Mover las cajas de la misma manera que en la técnica anterior

Incubar las cajas en la oscuridad a 22-25°C. No apilar más de tres cajas y no invertir.

No deben moverse hasta el momento en que se vayan a contar.

Realizar el conteo hasta que hayan pasado 5 días de incubación.