

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE AGRONOMIA



PROYECTO

INDICES DE MADUREZ E INDUSTRIALIZACION
DE LA CHIRIMOYA

CONVENIO DE INVESTIGACION

FONDO DE INVESTIGACION
AGROPECUARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

INFORME FINAL

QUILLOTA-CHILE

1993

11

PERSONAL PARTICIPANTE

El Proyecto "Indices de Madurez e Industrialización de la Chirimoya" se llevó a cabo con la participación del siguiente personal técnico:

Profesionales

Ing. Agr. M.S.	José A. Olaeta C.	Jefe de Proyecto
Ing. Agr.	Pedro L. Undurraga M.	
Ing. Agr.	Adriana L. Benavides L.	Coordinador
Ing. Agr.	Enrique Ponce D.	
Ing. Bioq.	Andrés Illanes F.	
Ing. Bioq.	María E. Zúñiga H.	
Ing. Bioq.	María E. Jasme M.	

Alumnos Ayudantes

Gloria Alessandrini	María Eliana Méndez
Sandra Arze	Pablo Molfino
María Angélica Figueroa	José Antonio Moreno
Mauricio Flores	Rodrigo Ocampo
Francisca González	Germán Rivero
Lorena Marnich	Patricio Venegas

En la redacción, corrección e impresión del Informe Final participaron José A. Olaeta C., Adriana L. Benavides L. y Pedro L. Undurraga M.

INDICE DE MATERIA

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
1. Generalidades	1
2. Objetivos generales del Estudio	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
1. Antecedentes generales	4
1.1. Situación actual	4
1.2. Situación nacional	4
2. Antecedentes Bibliográficos	6
2.1. Descripción de los cultivares utilizados en el estudio	6
2.2. Indices de cosecha	8
2.3. Cambios fisico-químicos y enzimáticos durante la maduración	9
2.4. Factores de precosecha que inciden en la calidad de la fruta	12
2.5. Industrialización de la chirimoya	14
2.5.1. Comportamiento de la textura de chirimoya en el proceso de congelación	14
2.5.2. Pardeamiento enzimático	18
2.5.3. Control del pardeamiento enzimático en chirimoya	18
2.5.4. Sabor amargo en chirimoya	20
2.5.5. Medios de cobertura	20
2.6. Atmósfera modificada o controlada	21
2.6.1. Dióxido de Carbono (CO ₂)	22
2.6.2. Nitrógeno	22
2.7. Especificaciones técnicas de las máquinas envasadoras al vacío y material de envase utilizados en el estudio.	23
2.7.1. Material de envase	23
2.7.2. Máquinas envasadoras al vacío	24

III. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS	25
1. INDICES DE MADUREZ	26
1.1. Indicadores enzimáticos en el proceso de maduración de la chirimoya	26
1.2. Caracterización bioquímica del fruto durante su crecimiento y desarrollo y su relación con 3 índices de madurez de consumo	26
1.3. Efecto de 3 índices de madurez a cosecha sobre la calidad de chirimoyas enceradas y cubiertas con film plástico en almacenaje refrigerado	28
2. FACTORES DE PRECOSECHA	29
2.1. Diferentes dosis de fertilización nitrogenada y 2 vigos de ramilla sobre la calidad de consumo de los frutos	29
3. INDUSTRIALIZACION	30
PRIMERA ETAPA	
3.1. Formulaciones preliminares de chirimoya cv. Local Serena	31
3.1.1. Pulpas	31
3.1.2. Chirimoya trozada	32
SEGUNDA ETAPA	
3.2. Fruta semiprocesada envasada con modificación de atmósfera	33
3.2.1. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas, presentadas como "cuartos", en almacenaje refrigerado cv. Local Serena y Bronceada.	33
3.2.2. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas presentadas como "cuartos" y sometidas a diversos medios de cobertura, en almacenaje refrigerado cv. Concha lisa.	34

3.2.3. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas presentadas como "fruta entera" en almacenaje refrigerado cv.Bronceada.	35
3.3. Congelado	36
3.3.1. Efecto de dos estados de ablandamiento sobre la calidad de "cuartos" y "rodelas" congeladas de chirimoyas cv.Bronceada	36
3.3.2. Efecto de dos estados de ablandamiento y dos índices de cosecha sobre la calidad de "octavos" congelados de chirimoya cv.Bronceada	39
3.3.3. Efecto de diferentes cultivares e índices de cosecha sobre la calidad de "cubitos" congelados de chirimoya cv.Bronceada, Concha lisa, Local Serena y Clavo.	39
4. ANALISIS ECONOMICO	40
4.1. Fruta semiprocesada sometida a atmósfera modificada	41
4.2. Congelado	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	45
1. INDICE DE MADUREZ	45
1.1. Indicadores enzimáticos en el proceso de maduración de la chirimoya (Primera etapa)	45
1.2. Caracterización bioquímica del fruto durante su crecimiento y desarrollo y su relación con 3 índices de madurez a cosecha (Segunda etapa)	46
1.2.1. Determinación de la curva de crecimiento	46
1.2.2. Evolución de los sólidos solubles, pH y acidez titulable durante el crecimiento y desarrollo del fruto	48
1.2.3. Cambios bioquímicos durante el crecimiento del fruto	53
1.2.4. Evaluación sensorial de frutos frescos y congelados provenientes de las cosechas con los índices M1, M2 y M3	60

1.3. Efecto de tres índices de cosecha sobre la calidad de chirimoyas enceradas y cubiertas con film plástico en almacenaje refrigerado	62
1.3.1. Evolución de parámetros físico-químicos a salida de cámara	62
1.3.2. Evolución de parámetros físico-químicos en madurez de consumo	65
2. FACTORES DE PRECOSECHA SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS DE CHIRIMOYA	70
2.1. Diferentes dosis de fertilización nitrogenada y dos vigos de ramilla sobre la calidad de consumo de chirimoya cv. Concha Lisa.	70
3. INDUSTRIALIZACION	79
PRIMERA ETAPA	
3.1. Formulaciones preliminares de chirimoyas cv. Local Serena	79
3.1.1. Pulpas	79
3.1.2. Chirimoya trozada	80
SEGUNDA ETAPA	
3.2. Fruta semiprocesada envasada con modificación de atmósfera	80
3.2.1. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoya semi procesadas presentada como "cuartos" en almacenaje refrigerado cv. Local Serena y Bronceada	80
3.2.2. Efecto de diferentes niveles de y anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas presentadas como "cuartos" y sometidos a diversos medios de cobertura, en almacenaje refrigerado cv. Concha lisa.	97
3.2.3. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas, presentadas como frutos enteros en almacenaje refrigerado cv. Bronceada	107

3.3. Congelado	114
3.3.1. Efecto de dos estados de ablandamiento de consumo sobre la calidad de "cuartos" y "rodela" congeladas de chirimoya cv. Bronceada	114
3.3.2. Efecto de dos estados de madurez de consumo y dos índices de cosecha sobre la calidad de "octavos" congelados de chirimoyas cv. Bronceada	129
3.3.3. Efecto de diferentes cultivares e índices de madurez a la cosecha sobre la calidad de "cubitos" congelados de chirimoya cv. Bronceada, Concha Lisa, Local Serena y Clavo	132
4. ANALISIS ECONOMICO	136
4.1. Relación Beneficio/Costo	136
4.2. Análisis de sensibilidad	140
IV. CONCLUSIONES	152
V. LITERATURA CITADA	159
GLOSARIO	
ANEXOS	

RESUMEN

Entre noviembre de 1989 y diciembre de 1991 se desarrolló el proyecto **Índice de madurez e industrialización de la Chirimoya**, financiado por el Fondo de Investigaciones Agropecuarias (FIA) y el aporte de las empresas Agrocomercial Quillota Ltda (PROPAL), ASOPROEX y PROBERRIE S.A.. Además se contó con la colaboración de las empresas INDURA, VIGAMIL y PRINAL LTDA.

Su ejecución fue encomendada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, con sede en Quillota, quedando centralizada en el área de Postcosecha e Industrialización de esta Facultad, contando además con el apoyo de las Escuelas de Ingeniería Bioquímica y Alimentos de esta misma Universidad.

Esta investigación tuvo como objetivos determinar cambios bioquímicos y enzimáticos durante el desarrollo de los frutos para ratificar la efectividad de un nuevo índice de madurez a la vez correlacionarlos con la calidad final al momento de su consumo en fresco e industrializado. De igual manera se plantearon diferentes alternativas de industrialización a fin de lograr una mejor preservación de la chirimoya, para alcanzar mercados externos.

Su desarrollo se programó en dos temporadas, siendo la primera de carácter preliminar, de acuerdo a los antecedentes disponibles de un proyecto anterior y la segunda temporada programada a fin de complementar el trabajo inicial y corroborar resultados.

El trabajo se llevó a efecto con los cultivares Bronceada y Concha Lisa de la zona de Quillota, La Cruz y La Serena, así como con los cultivares Local Serena y Clavo de esta última localidad, ya que corresponden a los cultivares de mayor proyección comercial y no presentan diferencias industriales significativas con otros cultivares de chirimoyas.

Para satisfacer los objetivos generales, el estudio se dividió en 4 áreas específicas durante todo su desarrollo, tanto para la primera como para la segunda etapa; las cuales se describen a continuación.

1. INDICES DE MADUREZ

Con el fin de correlacionar los cambios bioquímicos y enzimáticos de los frutos, frente al uso de tres índices de madurez tales como senescencia y caída de la pilosidad, cambio de color de la epidermis y soltura de semilla, se consideró el marcaje de flores al momento de su polinización y su seguimiento hasta la fecha de

cosecha, con evaluaciones de sus características físico-químicas y sensoriales durante todo el desarrollo del fruto en el árbol, y hasta el momento de su consumo.

Para evaluar la actividad enzimática del fruto, se seleccionaron las siguientes enzimas: Polifenoloxidasa, catalasa, peroxidasa y alfa-amilasa.

En relación con los resultados de esta experiencia se pudo determinar que la actividad enzimática ocurre entre los 170 y 202 días después de polinización, es decir entre 10 y 16 días antes de que se presente en la fruta el cambio de coloración de su pilosidad, lo que ratificaría su condición de índice adecuado para una cosecha temprana.

Una de las enzimas más promisorias como indicador de la inducción del proceso de madurez en frutos de chirimoyos fue la peroxidasa.

De acuerdo a estos cambios y los resultados de otras experiencias al respecto, se pudo concluir que los índices de madurez aplicables a cosecha de chirimoya son los cambios en la pilosidad del fruto, cambios en color de la epidermis y soltura de semilla, los cuales se comportan como índices individuales, consecutivos y claramente relacionados con el estado de madurez de la fruta todos los años.

En cuanto a los sólidos solubles y acidez titulable evaluados durante el desarrollo de los frutos en el árbol, se pudo observar una relación inversa entre ellos ya que los sólidos solubles aumentan y la acidez se reduce.

La calidad organoléptica alcanzada por los frutos cosechados con cada índice de madurez fue similar entre los frutos cosechados con índice de pilosidad y cambio de color cuando se trató de fruta fresca. Sin embargo, la fruta cosechada con índice de pilosidad, para procesarla o industrializarla, presentó una mayor susceptibilidad al pardeamiento enzimático afectando su calidad organoléptica, situación que no ocurre en cosechas con los otros índices.

En esta misma área de trabajo se evaluó la incidencia de los tres índices de madurez a cosecha, descritos en la experiencia anterior, sobre la calidad que alcanza la fruta encerada y cubierta con film plástico (PVC), a salida de almacenaje refrigerado y en madurez de consumo.

Como conclusiones de este ensayo se obtuvo que los frutos lograron alcanzar una condición de madurez firme (23-24 lb de presión) hasta por 30 días de almacenaje refrigerado, ablandando posteriormente y obteniendo niveles de sólidos solubles adecuados para el consumo, cuando se dejaron madurar en condiciones ambientales.

Los frutos cosechados con cambio de color, mantenidos hasta por 7 días a temperatura ambiente tras 25 días de refrigeración, lograron niveles adecuados en términos de sabor, dulzor y textura para consumo.

La utilización de un film plástico, independientemente de los índices de madurez a cosecha, favoreció el aspecto externo de los frutos en términos de una menor deshidratación tanto a salida de cámara como en madurez de consumo.

Tanto la cera como el film de PVC permitieron retener el color de piel y el de pulpa de la fruta cosechada con los tres índices de madurez y hasta por 7 días a temperatura ambiente, luego de 30 días de almacenaje refrigerado.

2. FACTORES DE PRECOSECHA

En esta área se trató con diferentes niveles de fertilización y vigores de ramilla sobre la calidad que alcanza la fruta en el momento de su consumo. Se consideró fruta con y sin almacenaje refrigerado, evaluándose tanto su condición externa como interna mediante parámetros físico-químicos y sensoriales.

A través de esta experiencia se pudo concluir que no existe una influencia en la calidad final de los frutos atribuible al vigor de la ramilla que le dio origen. Sin embargo, se pudo determinar que dosis crecientes de fertilización nitrogenada en huertos de chirimoyos cv. Concha Lisa producen una reducción de la resistencia de la pulpa a la presión, del contenido de sólidos solubles, de su dulzor y sabor de la fruta, afectando de esta forma su almacenaje refrigerado.

Además aquellos frutos sometidos a un proceso de ablandamiento en condiciones ambientales y provenientes de árboles fertilizados con dosis crecientes de nitrógeno, manifestaron una mayor disminución en el contenido de sólidos solubles, firmeza de pulpa y un incremento del nivel de acidez titulable.

Respecto a la fruta proveniente de árboles fertilizados con dosis bajas de Nitrógeno y testigo, alcanzaron excelentes características organolépticas, detectándose una marcada aceptación por los panelistas en términos de sabor, dulzor y textura.

3. INDUSTRIALIZACION

Con el fin de evaluar el comportamiento de la chirimoya como producto industrializado o semiprocesado, se efectuaron y evaluaron distintas alternativas de industrialización.

En la primera etapa se evaluaron diferentes formulaciones: pulpa congelada, pulpa refrigerada con distintas modalidades, pulpa almacenada a temperatura ambiente y producto de humedad intermedia con adición de azúcares. Además se ensayaron formulaciones de trozos de chirimoya congelada con distintos medios de cobertura. En esta etapa se utilizó el cultivar Local Serena.

Estos trabajos tuvieron un carácter preliminar y orientativo permitiendo formular varias de las experiencias que fueron llevadas a cabo durante la segunda temporada del presente proyecto.

En ella se estudió el uso de bolsas de polietileno extruido con modificación atmosférica en fruta semiprocesada, presentada en forma de "cuartos" y "entera" en almacenaje refrigerado, y formulaciones de producto congelado presentado en "cuartos", "rodajas", "octavos" y "cubitos".

Para los ensayos con atmósfera modificada sobre "cuartos" de fruta se ensayaron 3 niveles de gasificación, siendo éstos: 100% N₂, 90% N₂ + 10% CO₂ y 80% N₂ + 20% CO₂, mientras que para la fruta entera, la gasificación de 100% N₂ fue cambiada por 70% N₂ + 30% CO₂. En estas experiencias se utilizaron los cultivares Local Serena, Bronceada y Concha Lisa, con dos estados de madurez de consumo.

Para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos definidos en cada unidad experimental, se procedió a muestrear fruta cada 15 días durante 3 meses de almacenaje y a evaluarla a través de mediciones del contenido de sólidos solubles, resistencia de la pulpa a la presión, acidez titulable, pH, análisis sensoriales, de gases y microbiológicos.

Respecto al producto congelado se utilizaron los cultivares Bronceada, Local Serena, Clavo y Concha Lisa por ser los de mayor proyección comercial, probándose además diferentes estados de ablandamiento a consumo, índices de madurez a cosecha, localidad y medio de cobertura.

A todos los productos congelados se les realizó un seguimiento y evaluación con una frecuencia que fluctuó entre 15 a 20 días, totalizándose un almacenaje de 3 a 4 meses, siendo cada fecha de muestreo sometida a un panel de degustación.

A través de las experiencias realizadas en la primera etapa del estudio, se concluye que la pulpa del cv. Local Serena con y sin pasteurización y envasadas al vacío mantienen buenas condiciones para su consumo hasta por 8 semanas de almacenaje a 5°C. Este producto al ser almacenado sin refrigeración a temperatura ambiente, logra conservarse sin alteraciones hasta por 4 días solamente. De igual manera se pudo determinar que la adición de azúcar a la pulpa de chirimoya afecta su color, generando un oscurecimiento.

Respecto a las experiencias de la segunda temporada pudo comprobar que chirimoyas de los cultivares Bronceada y Local Serena, procesadas en forma de "cuartos", son factibles de ser conservadas mediante modificación atmosférica, por periodos de hasta 75 días a 0°C en bolsas de polietileno extruido, manteniendo buenas características de calidad para su consumo.

Cabe señalar que la gasificación con dosis de 80% N₂ + 20% CO₂ aplicada sobre "cuartos" de chirimoya cv. Concha Lisa con jugo y trozos de papaya como medio de cobertura, generaron las mejores características de sabor, color, aroma, textura y apariencia externa, hasta por 90 días de almacenaje a 0°C.

El periodo de almacenaje refrigerado, así como el nivel de gasificación, afectaron la evolución de madurez de frutos de chirimoyas enteras cv. Concha Lisa. Al respecto se observó que la fruta con la mayor concentración de CO₂ mantuvo un nivel más alto de firmeza en todas las evaluaciones.

Se debe destacar que concentraciones superiores a 20% de anhídrido carbónico en la formulación de la mezcla de gases, afectaron el sabor de la fruta entera sometida a atmósfera modificada. Sin embargo, las chirimoyas con 80% N₂ + 20% CO₂ y 4-5 lb de presión, mantuvieron una buena condición de consumo hasta por 45 días de almacenaje a 0°C.

Dentro de los productos congelados, "cuartos" de chirimoya utilizando como medios de cobertura jugo de naranja y jugo con trozos de papaya, evienciaron una buena aceptabilidad general, especialmente en color y sabor hasta por 3 meses de almacenaje.

Cabe señalar que los medios de cobertura utilizados, jugo de naranja y papaya en almibar, ejercieron un efecto homogenizador sobre los parámetros físico-químicos y sensoriales de la fruta congelada en forma de "cuartos".

Respecto de las chirimoyas congeladas como "octavos", con menor grado de ablandamiento (5-6 lb) y cosechadas de acuerdo al índice soltura de semilla, se evidenció una gran aceptación en cuanto a su textura, durante 3 meses de almacenaje.

Por su parte los "cubos" de chirimoya cv. Local Serena cosechada con cambio de color de la epidermis, alcanzaron buenas características organolépticas en términos de sabor, textura y dulzor hasta por 3 meses de almacenaje.

4. ANALISIS ECONOMICO

En el presente estudio se realizó un análisis económico de las distintas alternativas que tuvieron un comportamiento promisorio. Para este efecto se elaboraron los siguientes productos: pulpa de chirimoya envasada en bolsas de polietileno extruido, sometida a modificación de atmósfera y almacenada a 0°C; chirimoya congelada presentada en forma de "cuartos"; chirimoya semiprocada en la forma de "cuartos", envasada con modificación de atmósfera y almacenada a 0°C; Pulpa de chirimoya congelada y fruta entera envasada en bolsas de polietileno extruido y sometida a modificación de atmósfera con almacenaje a 6°C.

La mejor relación Beneficio/Costo, de 1,82, fue alcanzada por el producto "cuartos" congelados, seguida por "pulpa" de chirimoya congelada (1,78) y "pulpa" de chirimoya envasada en polietileno extruido con modificación de atmósfera y almacenada a 0°C, con una relación Beneficio/Costo de 1,54 todos transportados por vía marítima. Las otras formulaciones presentaron una relación Beneficio/Costo menores a 1.4.

Al analizar la alternativa de transporte aéreo, todas las formulaciones disminuyeron su relación Beneficio/Costo a niveles que variaron de 1,22 en "cuartos" de chirimoya congelada a 0,56 en fruta entera envasada en bolsas de polietileno extruido y almacenada a 6°C.

Del análisis económico se puede establecer que el transporte aéreo sólo resulta económico para aquella fruta congelada presentada en forma de "cuartos".

En todas las formulaciones, el precio resulta más incidente dentro del análisis de sensibilidad que los costos.

El precio máximo posible de pagar por la materia prima por parte de la industria, varía de U\$1,44 por kilo para fruta presentada como "cuartos" congelados a U\$0,72 por kilo cuando es presentada como pulpa congelada. Estos valores fueron calculados manteniendo una relación Beneficio/Costo de 1,15 y se logra sólo al utilizar como transporte la vía marítima.

Los precios de venta calculados para las diversas formulaciones variaron de U\$3,22 por kilo para "cuartos" de chirimoya congelada a U\$2,12 por kilo de "chirimoya entera" presentada en envase con atmósfera modificada.

I. INTRODUCCION

1. GENERALIDADES

El presente trabajo "Indices de Madurez e Industrialización de la Chirimoya" se realizó en el marco de financiamiento que mantiene el Fondo de Investigaciones Agropecuarias (F.I.A.), dependiente del Ministerio de Agricultura, para estudios que desarrollen instituciones de investigación que cuenten además con patrocinio y aporte del sector privado, interesados en el tema.

Es así como concurren también al financiamiento de esta investigación las empresas privadas Agrocomercial Quillota Ltda. (PROPAL), Asociación de Productores de productos de exportación de la IV Región (ASOPROEX) y Proberrie S.A. Colaboraron además las empresas Indura S.A., Vigamil y Prinal Ltda.

La ejecución del estudio, se centralizó en el Área de Postcosecha e Industrialización de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, contándose además con la colaboración de las Escuelas de Ingeniería Bioquímica y Alimento de las Facultades de Ingeniería y Recursos Naturales respectivamente, de la misma Universidad.

El estudio fue realizado con chirimoyas de distintos cultivares, cosechados en dos temporadas, en las zonas de La Cruz, Quillota y La Serena, abarcando de este modo las principales áreas productoras de dicha fruta en Chile.

La Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, con sede en Quillota, realizó un trabajo previo al actual, denominado "Estudio de Técnicas de Conservación y Comercialización de Chirimoyas de Exportación", también financiado por el F.I.A. y donde, aunque se obtuvieron resultados concretos, se abrieron incógnitas que era necesario dilucidar para solucionar problemas inherentes al crecimiento de la producción y sus perspectivas en los mercados internacionales.

Es así como se hizo necesario intensificar el estudio de los índices de madurez, involucrándose en aspectos más sofisticados a fin de corroborar la efectividad de un nuevo índice obtenido en ese estudio. De igual modo fue necesario plantearse otras alternativas de industrialización para conservar mejor la fruta, y lograr así, metodologías o técnicas que permitieran alcanzar mercados internacionales por vía marítima, abaratando los costos y permitiendo el uso para exportación de mucha fruta que no tuviera las características ideales para su exportación en fresco.

El presente estudio buscó lograr un mayor conocimiento del momento óptimo de cosecha para un fin específico, correlacionándolo con la calidad final que alcanza la fruta, tanto para su consumo en fresco como industrializada. En esta última forma, se puso mayor énfasis en cuanto a características de textura, sabor y diferentes alternativas de presentación y formulación, con el fin de lograr una mejor aceptabilidad y estabilidad en el almacenaje.

Todo lo expuesto dio marco a la formulación de seis objetivos generales, a los cuales, a través de variados ensayos, cada uno con sus objetivos específicos, se procuró dar respuesta.

2. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

- 2.1. Determinar algunos cambios bioquímicos y de actividad enzimática durante el desarrollo de la fruta, correlacionándolos con los índices de madurez y la calidad final, al momento de su consumo en fresco e industrializado, especialmente en referencia a dulzor, ablandamiento y pardeamiento.
- 2.2. Determinar la incidencia de algunos factores de precosecha sobre el comportamiento de los frutos en almacenaje refrigerado.
- 2.3. Evaluar diferentes cultivares sobre la calidad del producto industrializado, a fin de complementar las investigaciones del estudio "Técnicas de conservación y comercialización de chirimoyas para exportación" (1988).
- 2.4. Determinar con una mayor precisión la incidencia de la época de cosecha, localidad y grado de ablandamiento en la calidad del producto industrializado.
- 2.5. Evaluar nuevas formulaciones a base de chirimoya con el fin de lograr una mejor aceptabilidad y estabilidad en almacenaje.
- 2.6. Realizar un análisis de Beneficio/Costo, referido a las alternativas de industrialización más promisorias que se determinen en el estudio.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Situación Mundial

La chirimoya es una especie cuya plantación no ha alcanzado aún una superficie importante en el mundo, por lo cual se la considera más bien en la categoría de frutas exóticas (SANCHEZ, 1987). Su distribución general es muy restringida en el mundo, debido a que requiere condiciones agroclimáticas privilegiadas para su desarrollo, además que el mercado de esta fruta no es muy conocido por los consumidores de los principales mercados externos, lo que no permite acuerdos comerciales que desarrollen un programa acabado de exportación para Chile (CAMPOS y COVARRUBIAS, 1990).

Al respecto GALAN (1990) y MERINO (1990) dejan de manifiesto que en los últimos años se ha detectado un aumento en la demanda de frutos clasificados como exóticos en el mercado internacional, entre los cuales se encuentran especies subtropicales como la chirimoya, estimándose a futuro un interés por su consumo en estado fresco y procesado.

GALAN (1990) señala que desde el punto de vista del mercado, la chirimoya presenta características organolépticas excepcionales y que, con una adecuada promoción comercial, podría sin duda ser ampliamente consumida en muchos países europeos.

1.2. Situación Nacional

En Chile el cultivo de esta especie está restringido a localidades de la zona central, entre las que se cuentan La Serena, La Ligua, La Cruz y Quillota, concentrándose el 60% de la superficie en estas tres últimas con 708 ha totales (FUNDACION CHILE, 1990/91).

En la actualidad la fruticultura subtropical en Chile representa una superficie cercana al 40% del total destinado a huertos frutales. En el caso específico de la chirimoya, la superficie ha crecido 4.6 veces entre los años 1982 y 1989 (CAMPOS y COVARRUBIAS, 1990), lo cual ha traído un aumento escalonado en la producción (Figura 1).

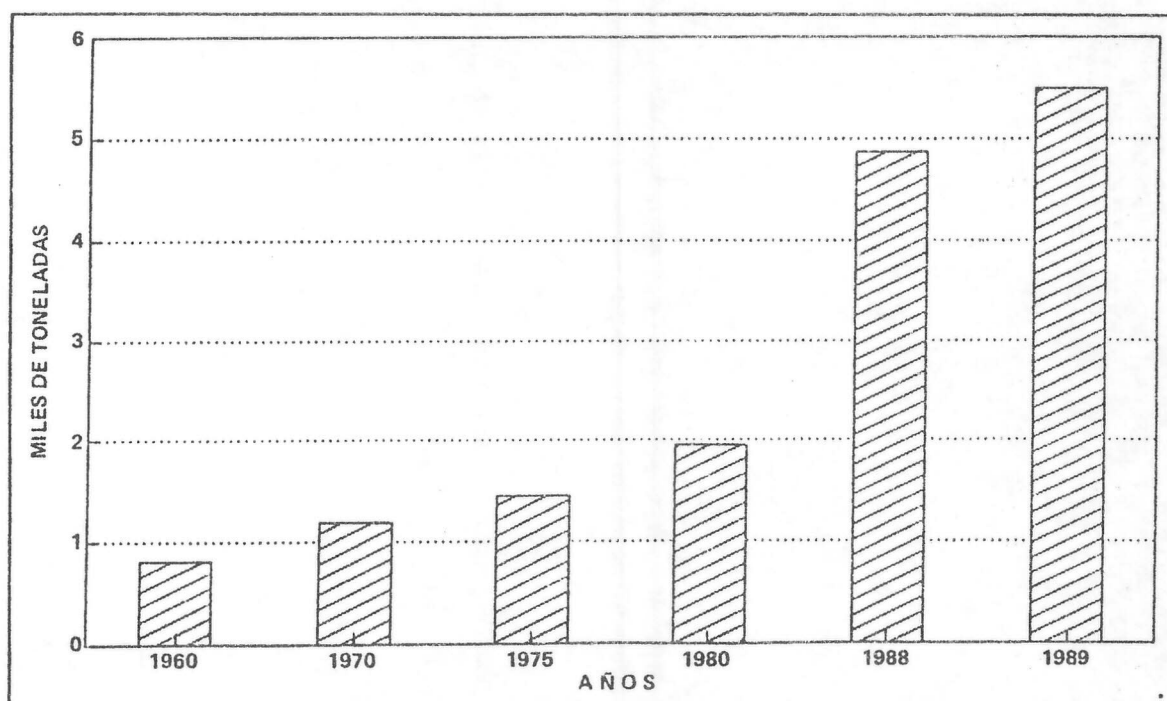


FIGURA 1. Evolución de la producción nacional de chirimoyas (miles toneladas)

Fuente: COVARRUBIAS y CAMPOS, 1990.

Respecto a la producción obtenida anualmente, esta se había destinado totalmente a consumo nacional, sin embargo a partir de 1983 se comenzó una prospección de mercados internacionales, enviándose partidas de pulpa y fruta fresca al hemisferio Norte y Medio Oriente (CORFO, 1989).

En los últimos años se han realizado exportaciones a países como Canadá, Italia, España, Alemania Federal, Bélgica, Argentina y algunos países árabes, manteniendo siempre niveles discretos (RAZETO, 1989).

Cabe señalar que por razones de tipo fitosanitario, Chile no ha podido exportar este fruto al mercado norteamericano, que representa un gran poder comprador, debido a la presencia de la falsa arañita roja de la vid (Brevipalpus chilensis Baker) considerada como insecto cuarentenario, impidiendo la participación en un mercado que es altamente interesante (THOMPSON, 1990).

Sin embargo, cabe señalar lo dicho por PEREZ DE ARCE (1982), en cuanto a que la chirimoya es una especie versátil, que podría comercializarse tanto para consumo fresco como en forma industrializada, otorgando esta última un valor agregado al producto que quizás podría permitir, en el caso de Estados Unidos, el ingreso de esta fruta eludiendo su problema fitosanitario.

Por consiguiente, en virtud del incremento en los volúmenes de producción y el marcado interés que muestran los agricultores por este frutal; sumado al hecho de la prohibición de entrada a Estados Unidos, surge la necesidad de buscar métodos alternativos de conservación para la chirimoya como podría ser su industrialización o semipreservación. Estos permitirían alcanzar los mercados internacionales por vía marítima, lo que incidirá en una rebaja sustancial de los costos de flete, dando un mayor retorno al productor nacional (BENAVIDES, 1991).

2. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

2.1. Descripción de los cultivares utilizados en el estudio

Bronceada

Es un fruto de tamaño grande, de forma cónica, ancho y alargado. Su piel es relativamente gruesa, de color bronceado o amarillo dorado (FIA-UCV, 1988).

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1987) afirman que este cultivar junto al cultivar Concha Lisa predomina ampliamente sobre otros, señalando que el cultivar Bronceada presenta una alta productividad y fácil manejo agronómico.

Por su parte ABASCAL (1985), indica que el cultivar Bronceada ve dificultada su exportación como fruta fresca por tener abundantes protuberancias y semillas. Sin embargo, presenta ideales condiciones de calidad sensorial para ser manejado como producto industrializado.

Es un cultivar de maduración tardía. Se cosecha entre octubre y noviembre en Quillota (FIA-UCV, 1988).

Concha Lisa

Es una de las variedades más plantadas, manteniendo hasta 1984 un 39% del total de las plantaciones de esta especie. (MACCHIAVELLO, 1988).

Su fruto es de forma redondeada, de color verde claro, piel lisa, sin protuberancias y con escudetes impresos, lo que la hace ser poco delicada en lo referente a cosecha y transporte (ABASCAL, 1974). Presenta un sabor dulce y aromático, su pulpa es suave, de color blanco cremoso y carnosa (REGINATO, 1980).

CORFO (1987/1988), señala que este cultivar presenta las mejores características de fruto por su alto porcentaje de pulpa, cercano al 78%.

Es un cultivar de maduración temprana. Se cosecha a partir de agosto y septiembre en Quillota (CORFO, 1989).

Local Serena

El fruto es de tamaño muy regular, de color verde oscuro, de forma cónica a redondeada con carpelos pronunciados. Los bordes carpelares se vuelven color café dorado cuando el fruto madura (DIAZ, 1991).

El mismo autor indica que la parte comestible es de color blanco, textura firme y fibrosa, de sabor agri-dulce, agradable e intenso aroma.

La piel del fruto es delgada, pero resistente a la cosecha, embalaje y transporte (ALESSANDRINI, 1991).

Esta variedad cultivada en La Serena, corresponde a la llamada Serenense Lisa cultivada en Quillota-La Cruz y extiende su período de cosecha, en La Serena, entre mediados de octubre y comienzos de diciembre (FIA-UCV, 1988).

Clavo

Al igual que el cultivar descrito anteriormente, éste también se cultiva en la IV Región.

Su fruto es mediano a grande, de color verde brillante. Presenta protuberancias o mamelones de cierto desarrollo (UNDURRAGA, 1989).

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1987) dejan de manifiesto su bajo número de semillas, a pesar de ser frutos de buen tamaño. De piel delicada, pulpa de color blanco cremoso, aromática y de buenas características organolépticas. Madura de octubre a noviembre.

2.2. Indices de cosecha

La chirimoya es un fruto de tipo climactérico cuya cosecha es difícil ya que no se cuenta con un índice claro y objetivo, ni con una determinación de su madurez fisiológica como medio de saber el momento mínimo en que puede ser cosechada (UNDURRAGA, 1989).

El mismo autor señala que en general esta especie se recolecta firme, una vez que ha logrado su completo desarrollo. Esto se refiere más a una forma característica del fruto y prominencia de sus carpelos que a su calibre, pues se ha comprobado que la chirimoya sigue creciendo mientras permanece unida al árbol.

El índice de cosecha más usado actualmente por los fruticultores es el cambio de color de la epidermis de los frutos conjuntamente con el cambio de la forma de los alvéolos (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1988).

Al respecto HARGOUS (1955), GARCIA (1956) y DE LA ROCHA (1967) concuerdan en señalar que el cambio en el color de la epidermis de los frutos, pasaría de un color verde opaco a verde cremoso y más brillante.

Por su parte en un estudio realizado por FIA-UCV (1988), se deja de manifiesto que el cambio en la coloración de la epidermis de los frutos tanto en el cultivar Bronceada como en Concha Lisa, ocurre con diferencias de tonalidades dentro de un mismo color. En el cultivar Bronceada el cambio ocurre entre un verde amarillo moderado a un verde amarillo fuerte, mientras que en el cultivar Concha Lisa ocurre de un verde fuerte a un verde más pálido.

En cuanto al cambio de forma de los alvéolos, UNDURRAGA e HIDALGO (1988), indican que dicha forma es propia de cada variedad, lo que hace esta observación muy subjetiva y utilizable por un conocedor o un cosechero experimentado.

Otra alternativa que ha sido estudiada por la Universidad Católica de Valparaíso desde 1987 se relaciona con la vellosidad que presentan los frutos durante su período de crecimiento y que se desprende en las últimas etapas del desarrollo. La senescencia y desprendimiento de esta pilosidad actúa como referencia para una cosecha temprana, ya que su ocurrencia es anterior al cambio en el color de la epidermis de los frutos en unos 12 a 15 días.

En algunas referencias bibliográficas, se ha mencionado como índice de madurez a cosecha para chirimoyo el desprendimiento de las semillas en el interior de la cavidad que las alberga. Esta característica ha sido utilizada por productores y se presenta como una alternativa promisorio (CORFO, 1989), pero ocurre después de la senescencia de las vellosidades o tricomas y del cambio de color de la epidermis (FIA-UCV, 1988).

De acuerdo a los índices de cosecha para chirimoyo descritos anteriormente, surge la necesidad de seguir estudiándolos para poder probar su validez en diferentes condiciones, principalmente en cuanto a variedades y zonas.

2.3. Cambios físico-químicos y enzimáticos durante la maduración

Cambios físico-químicos

El ablandamiento en frutos como la chirimoya es considerado como el principal y determinante indicador de madurez (SPURR, 1970), y está asociado al aumento de la actividad de enzimas pécticas que muestran un marcado aumento durante la maduración (TAMARO, 1981).

Otro indicador importante para determinar madurez en chirimoya lo constituye el contenido de sólidos solubles, los cuales según DAWES (1985) aumentan en forma rápida y constante pudiendo

alcanzar niveles tan elevados como 180Brix.

Al respecto BROUGHTON y TAN (1979), PAULL (1982) y WILLS et al. (1984) coinciden en señalar que en otras frutas de la familia de las Annonas como guanábana y atemoya, existe un incremento notable en los niveles de sólidos solubles, temprano en el proceso de madurez, para luego mantenerse constantes.

En general, el contenido de ácidos decrece en la mayoría de los distintos frutos cosechados, sin embargo en la chirimoya la acidez presenta un comportamiento singular en almacenaje, mostrando un alza y luego una disminución de ella, excepto a temperatura ambiente donde solo hay un alza constante (REGINATO y LIZANA, 1980).

En frutas de Annona squamosa, el ácido ascórbico y málico se incrementan llegando a un máximo en el climacterio y reduciéndose luego, mientras que los ácidos cítrico y oxálico se mantendrían relativamente constantes.

Al respecto PAULL (1982) deja de manifiesto que en chirimoya al igual que en guanábana, la acidez aumenta durante la maduración. El mismo autor confirma que los principales ácidos en guanábana son ácido málico y ácido cítrico, los cuales aumentan su contenido desde la cosecha al pick climactérico. En el caso de chirimoya CORDOVA (1961) señala que el principal ácido constituyente sería el ácido ascórbico, aún cuando no se tienen antecedentes claros respecto a esta materia.

ULRICH (1970), señala que el comportamiento de los ácidos orgánicos presentes en la fruta son independientes entre sí, en cuanto a cambios y acumulaciones de estos mismos. Esto determinaría un comportamiento de la acidez diferente para cada especie o variedad.

Respecto al sabor, MATOO et al. (1979) señalan que este es una percepción sutil y compleja en que se combina el gusto, aroma y textura, donde la obtención de un equilibrio entre ellos permitiría alcanzar una buena aceptabilidad del producto por parte de los consumidores.

La obtención del aroma característico está relacionada con la formación de ésteres volátiles generados por la fruta, no obstante, en la chirimoya no existen antecedentes del tipo, forma y génesis de ellos (CORFO, 1989). Sin embargo, en otros frutos de la familia de las Annonas, como la atemoya, se han identificado volátiles asociados a compuestos como los sesquiterpenos, que no presentan cambios marcados en su composición durante la maduración (WYLLIE et al. 1987).

En chirimoya el ablandamiento, generación de aromas y sabor ocurre a inicios de la segunda alza respiratoria, alcanzando los frutos su óptimo al sexto día después de cosechada (KOSIYACHINDA y YOUNG, 1975; BROWN *et al.*, 1988).

El cambio de color en la piel del fruto de chirimoya, es paulatino y supone la formación de pigmentos carotenoides, sin embargo no se han encontrado antecedentes que avalen esta información (CORFO, 1989).

En cuanto al color de pulpa EVERETT (1952) menciona que durante la maduración de la chirimoya, este pasaría de un color blanco a blanco cremoso.

Al respecto BENAVIDES (1991) señala que uno de los procesos metabólicos de los frutos sería la síntesis de pigmentos flavonoides, responsables de las coloraciones descritas por EVERETT (1952) en frutos de chirimoya.

Indicadores enzimáticos

Durante la maduración y el alza respiratoria de diversos frutos, se produce una aceleración en su metabolismo, que está acompañada por un incremento en la síntesis de proteínas. Se postula que esto sería el resultado de enzimas implicadas en varias reacciones de madurez (SANCHEZ *et al.*, 1986).

Tal comportamiento se ve ratificado en frutos de papaya, ya que el inicio del alza respiratoria coincide con un incremento en los niveles de proteínas, conjuntamente con un aumento de las enzimas alfa-amilasa, catalasa, polifenoloxidasa, peroxidasa, invertasa y pectinesterasa (PAL y SELVARAJ, 1987).

En chirimoya, la actividad enzimática se haya distribuida tanto en el epicarpio como en el mesocarpio de los frutos, debido a que estos tejidos presentan distintas condiciones fisiológicas. Es así que en el epicarpio existe un mayor contenido de taninos y hay mayor pardeamiento enzimático que en el mesocarpio (ILLANES, ZUÑIGA y JASME, 1990).

Los mismos autores señalan que las enzimas polifenoloxidasa y peroxidasa participarían en las reacciones de pardeamiento enzimático en chirimoyas.

PLATA *et al.* (1987), afirman que la reacción de pardeamiento en chirimoyas implica dos etapas, hidroxilación de compuestos monofenólicos y la oxidación de difenoles. No obstante dichas

etapas se generan por acciones enzimáticas distintas y generalmente separadas.

Respecto a la actividad de la catalasa, se ha visto que ésta se incrementa durante la maduración de los frutos en el árbol. Esta enzima permite la descomposición del peróxido de hidrógeno hasta agua y oxígeno, encontrándose en gran cantidad en los peroxisomas de los frutos (SANCHEZ *et al.*, 1986).

En relación a la peroxidasa DILLEY (1970) señala que las reacciones oxidativas catalizadas por esta enzima pueden ser extremadamente relevantes en la síntesis enzimática de etileno. Tal comportamiento afirma lo descrito por YANG (1967), citado por SANCHEZ *et al.* (1986).

2.4. Factores de precosecha que inciden en la calidad de la fruta

Fertilización nitrogenada

El estado nutricional de un huerto tiene influencias marcadas en la producción, calidad y conservación de frutos cosechados. Huertos con niveles nutricionales balanceados permiten obtener frutos que cumplan con las expectativas de buena producción, calidad y conservación (ZUÑIGA, 1977).

Los árboles persistentes absorben elementos en exceso a sus propias necesidades con el objeto de nutrir aquellos tejidos no fotosintetizadores, almacenándolos para su posterior uso en procesos tales como la brotación, primer crecimiento de las ramillas, eventos que dependen principalmente de compuestos almacenados en la temporada anterior (PRIESTLEY, 1970).

BACIGALUPO (1978) señala que el período de abscisión de las hojas del chirimoyo, juega un papel en el comportamiento de los compuestos nitrogenados de los distintos órganos de la planta, indicando que hay exportación de compuestos solubles desde las hojas hacia las ramillas. Cabe señalar que los niveles de nitrógeno en los tejidos radicales permanecen prácticamente estables.

El mismo autor deja de manifiesto que el flujo de nitrógeno se dirige principalmente a los frutos en activo crecimiento y extremos de brotes, siendo los puntos de mayor demanda de éste elemento. Además, señala que las hojas provenientes de ramillas, con frutos, manifiestan contenidos más bajos de nitrógeno.

Efectos de la fertilización nitrogenada en parámetros de calidad

Acidez: EMBETON et al. (1958) señalan que un aumento de nitrógeno provoca usualmente un alza en la acidez titulable de frutos maduros. El mismo autor indica que es posible que con el incremento de la fertilización nitrogenada, vigor y superficie foliar, exista un alza en la producción de ácidos con la subsecuente translocación al fruto.

Por su parte CORFO-UC (1986) indica que un exceso de nitrógeno produce un aumento en la acidez titulable en frutos de tomate.

Sólidos solubles: En la mayoría de las investigaciones se afirma una inversa relación entre el nivel de nitrógeno y la concentración de sólidos solubles de los frutos (SMITH y REUTHER, 1954).

Al respecto CHAMPAGNOL (1978) señala que la disminución de los azúcares a causa de una mayor fertilización nitrogenada tiene su origen en dos mecanismos: aumento de necesidades metabólicas (intensidad respiratoria, mayor síntesis de pigmentos, de material nitrogenado y ácidos orgánicos) y a una disminución de la actividad fotosintética, probablemente por competencia entre el CO₂ y el NO₃.

En frutos de tomate se ha visto que disminuye el contenido de sólidos solubles ante un exceso de nitrógeno en la fertilización de la planta (CORFO-UC, 1986).

Incidencia de pudriciones: GUILLOT y AGULHON, (1976) señalan que un exceso de fertilización nitrogenada en racimos de uva tienden a aumentar la incidencia de pudriciones. Esto se debería a una vegetación exuberante, producto de un mayor nivel de nitrógeno, generándose un microclima más húmedo y sombreado que predispone a los frutos al ataque de patógenos.

Firmeza de pulpa y sabor: CORFO-UC (1986) señala que frutos de tomate alcanzan una menor firmeza de pulpa e inferior sabor, ante un exceso de nitrógeno.

2.5. Industrialización de la chirimoya

ACHONDO (1990) señala que en Chile el desarrollo de la industria procesadora de productos congelados es reciente, registrándose exportaciones sólo a partir de 1982.

En los últimos años, la agroindustria nacional procesadora de materias primas hortofrutícolas, ha demostrado un alto crecimiento en sus ventas. Es así como en 1990, las exportaciones de estos productos alcanzaron cifras superiores a los 200 millones de dólares (FUNDACION CHILE, 1991).

Sin duda esta expansión de la agroindustria incluye en gran parte a materias primas hortofrutícolas tradicionales, sin embargo, destaca el hecho de que las frutas de carácter exótico han determinado un gran crecimiento en los mercados internacionales. Esta demanda se ha canalizado no sólo al consumo de fruta fresca sino, también a jugos de frutas (FAO, 1989).

La chirimoya por ser un fruto exótico y de características organolépticas, muy especiales en cuanto a sabor y aroma, presenta una excelente alternativa para poder ser industrializada (OLAETA, 1988).

UNDURRAGA (1989) deja de manifiesto que la estacionalidad de su producción, su perescibilidad y el aumento tanto de rendimientos como de superficie plantada a nivel nacional, han hecho estudiar posibilidades de industrialización para esta especie.

Dentro de dichas alternativas FIA-UCV (1988) señala distintas modalidades de congelado como elaboración de rodelas, rodelas con jugo de naranja y pulpa congelada. En la Figura 2 se esquematizan las líneas de producción.

Esta alternativa de conservación ha demostrado ser apropiada para la chirimoya ya que permite preservar tanto el valor nutritivo como mantener diversos principios del sabor, color y aroma del producto fresco (UNDURRAGA, 1989).

2.5.1. **Comportamiento de la textura de chirimoya en el proceso de congelación**

La congelación de alimentos puede implicar cambios degradativos importantes en ciertos factores de calidad, dentro de los cuales se encuentra la textura (KASAHARA y JIMENEZ, 1990).

Los mismos autores señalan que este daño se asocia al efecto que provoca en los tejidos la cristalización del agua líquida en forma de hielo, siendo este fenómeno más notorio en frutas de naturaleza delicada o con alto contenido de agua, como es el caso de la chirimoya y la frambuesa, entre otros ejemplos.

ULRICH (1974) resalta la importancia de la velocidad de congelación como un factor clave en la reducción de los daños provocados por esta técnica.

KASAHARA y JIMENEZ (1990), trabajando con chirimoyas del cultivar Bronceada, agregan que el período de almacenaje congelado tiene un claro efecto deteriorante en la textura del producto.

Por otra parte la adición de compuestos de variada naturaleza, denominados genéricamente como crioprotectores con el fin de aumentar la rigidez de la pared celular, ha sido propuesta por varios autores (BROWN, 1976; FUSTER y PRESTAMO, 1982 y COVIAN, 1989).

Esta técnica ha mostrado en términos cualitativos una disminución del deterioro de la textura en chirimoyas (KASAHARA y JIMENEZ, 1990).

Otra alternativa de procesar esta fruta lo constituye la semipreservación, que corresponde a la conservación de frutos mediante la incorporación de altas concentraciones de azúcar, método que permite disminuir los contenidos de agua libre en los tejidos, logrando con ello una estabilidad durante el almacenaje a temperatura ambiente o en refrigeración (UNDURRAGA, 1989). La línea de producción se esquematiza en la Figura 3.

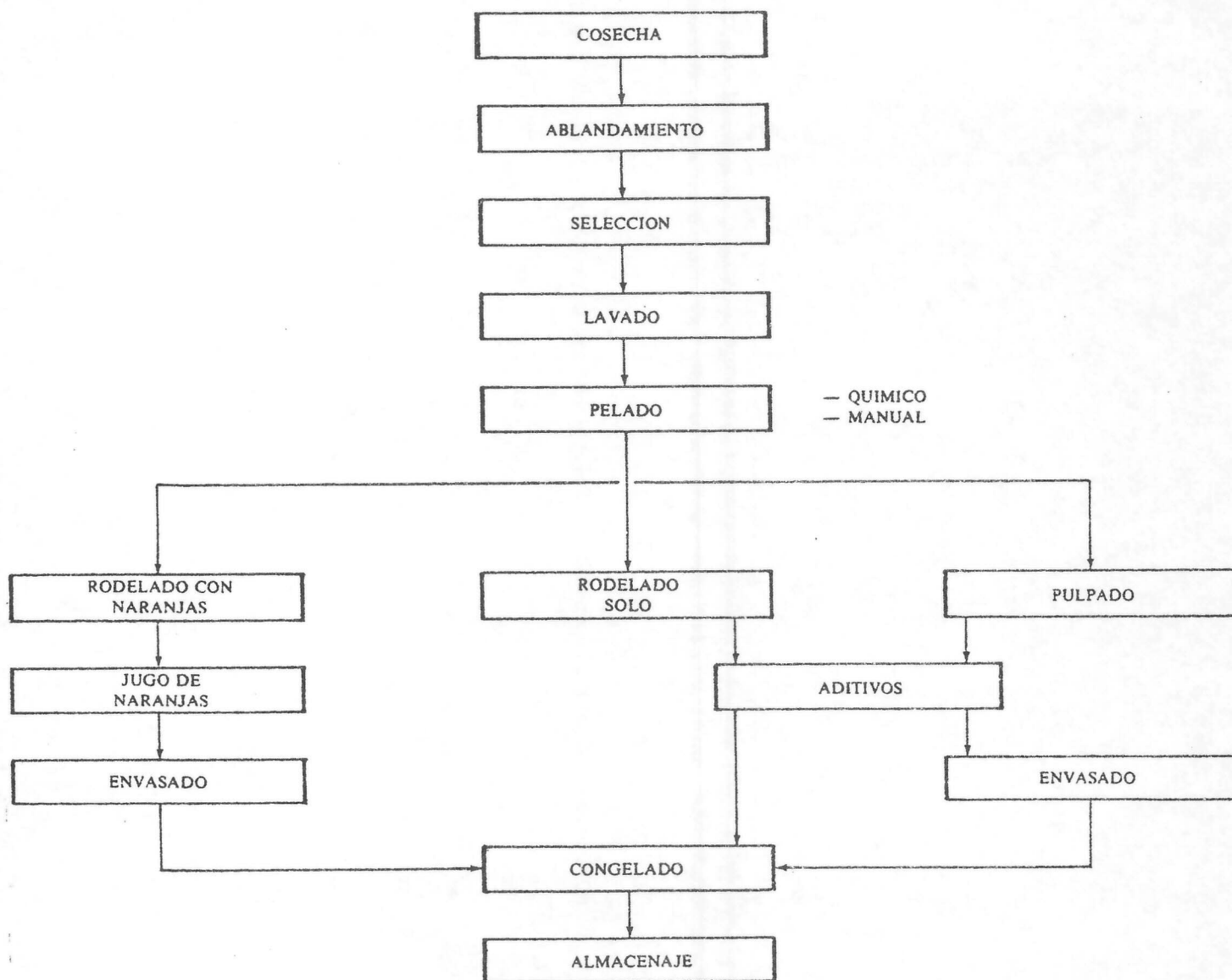


FIGURA 2. Flujo de producción para la elaboración de pulpa y rodajas congeladas de chirimoya

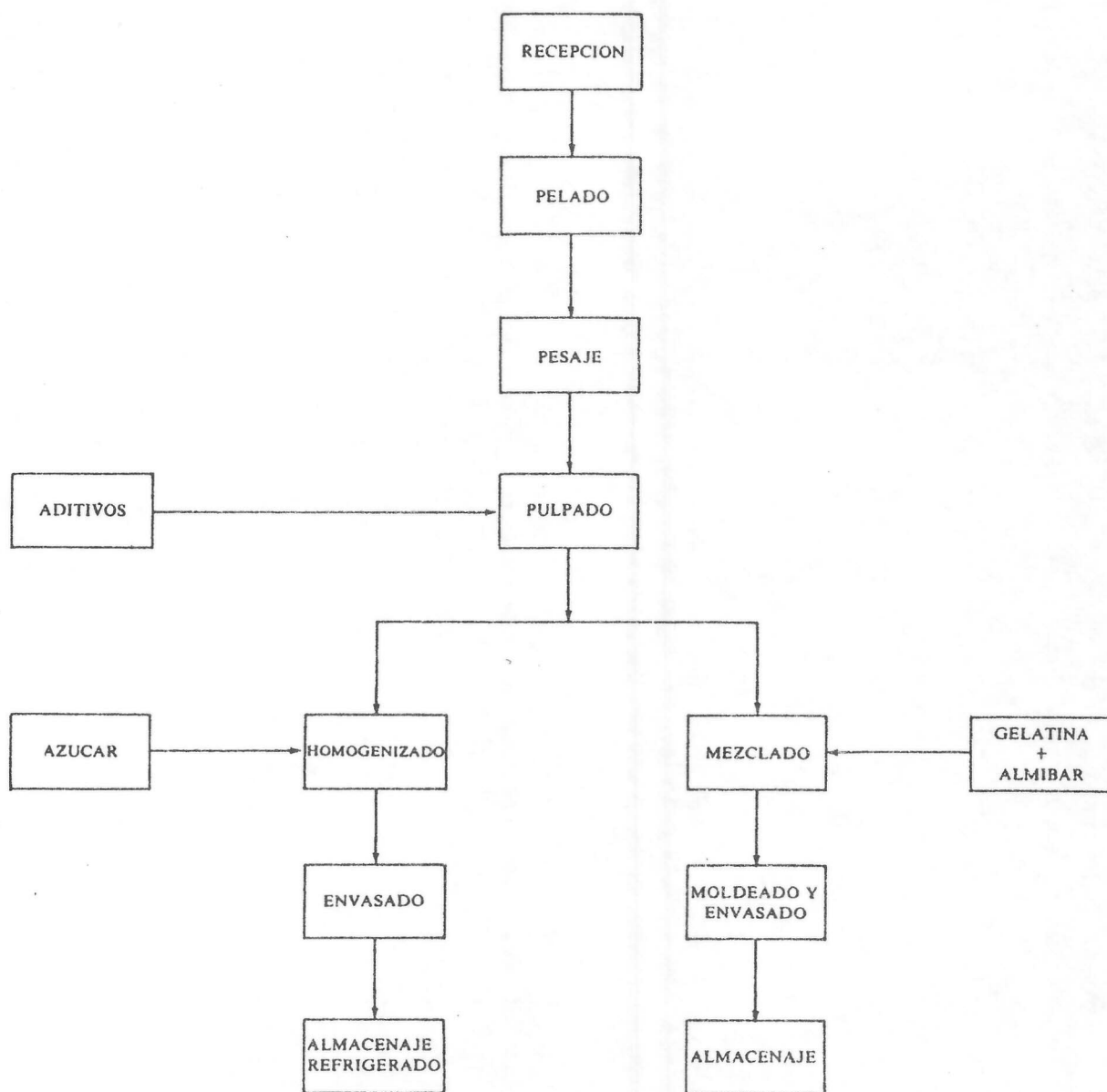


FIGURA 3. Flujo de producción de pulpa de chirimoya semipreservada en dos formas de presentación.

FIA-UCV (1988), indica que el producto semipreservado muestra buenas características al inicio, sin embargo, luego de 3 semanas de almacenaje refrigerado se altera con desarrollo visible de hongos.

Una variante de la semipreservación corresponde a la incorporación de agentes gelificantes con lo cual se logra un producto moldeado tipo "gomitas". Esta modalidad muestra una buena estabilidad durante el almacenaje a temperatura ambiente. No obstante se evidenció que la naturaleza de su formulación (gel y azúcar), provocó una pérdida de identidad de la fruta en términos de sabor y aroma (FIA-UCV, 1988).

En la industrialización de la chirimoya se presentan dos problemas importantes: el pardeamiento enzimático y la aparición de un sabor amargo en el producto (KASAHARA y SIEFELD, 1987).

2.5.2. Pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático, que produce el oscurecimiento de las frutas, es debido a la presencia en los tejidos vegetales de enzimas polifenoloxidasas que catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, las que se polimerizan formando compuestos de color oscuro llamados melanoidinas (CHEFTEL y CHEFTEL, 1976; SCHMIDT-HEBBEL y PENNACCHIOTTI, 1982).

El proceso se hace efectivo al estar presente el oxígeno y se favorece al encontrarse el cobre en el tejido celular dañado (DONDERO, BADILLA y GARRIDO, 1985).

MAYER y HAREL (1979), señalan que los sustratos naturales del pardeamiento enzimático son los mono, bi o polifenoles, cuya estructura determina su mayor o menor reactividad: catecol, pirogalol, dihidroxigenilamina y ácidos clorogénico, protocatecuico, gálico y cafeico.

2.5.3. Control del pardeamiento enzimático en chirimoya

Para el control de este evento en chirimoya, se ha estudiado la inhibición de la actividad de la polifenoloxidasa, mediante la acción de ácidos orgánicos como acético, succínico, oxálico y málico, los cuales no resultaron ser efectivos según MARTINEZ et al. (1988).

Con lo anteriormente expuesto, PIFFERI et al. (1974), lograron éxito empleando ácidos orgánicos con un pH de 4.2

ZEMEL *et al* (1990) indican que se ha observado una disminución en la actividad de la polifenoloxidasas cuando el pH desciende a niveles menores de 6.5 inactivándose cuando el pH es 2 a 2.5.

Otra alternativa de controlar el pardeamiento enzimático en chirimoya la constituye el uso de ácido ascórbico, cisteína y mercaptoetanol, determinándose que estos dos últimos tienen un efecto de protección mayor sobre la estabilidad de la polifenoloxidasas.

De acuerdo a lo anterior DIAZ (1991) indica que los compuestos con grupos SH no serían efectivos en la prevención del pardeamiento enzimático de este fruto.

Investigaciones realizadas por el FIA-UCV (1988) destacan que la técnica de control del oscurecimiento o pardeamiento enzimático de productos congelados de chirimoya se basa en el uso de antioxidantes. Los productos que han dado buenos resultados corresponden a una mezcla de ácido ascórbico (0,1%), ácido cítrico (0,6%) y EDTA Na (0,02%).

Dentro de los ácidos orgánicos más utilizados en la tecnología de los alimentos destacan: ácido ascórbico y ácido cítrico.

Acido Ascórbico

Este ácido, por si mismo, no es un inhibidor de la polifenoloxidasas, pues los productos resultantes de la acción oxidativa de la enzima, como las quinonas, son reducidas por el ácido ascórbico nuevamente a los fenoles originales, disminuyendo de este modo su actividad que finalmente cesa (HERRMANN, 1977).

Este ácido es transformado posteriormente a dehidroascórbico, el que no puede seguir reduciendo a las quinonas, de manera que estas continúan su oxidación hasta la formación de melanoides (SCHMIDT-HEBBEL, 1981). Sin embargo, el ácido ascórbico tiene la ventaja de reducir el pH y presentar un fuerte poder reductor, sin riesgo para la salud por ser vitamina. (PENNACCHIOTTI, 1988).

Acido Cítrico

Este compuesto tiene un efecto secuestrante de metales, entre ellos el fierro y el cobre que aceleran mucho las reacciones de oxidación, formando quelatos a partir de los metales, inhibiendo su acción (BRAVERMAN, 1980).

El cobre actúa como grupo prostético de la polifenoloxidasa y dada la acción secuestrante del ácido cítrico permite la inactivación de la enzima (FURIA, 1972).

BADILLA (1983) señala que el ácido cítrico presenta un efecto sinérgico con el ácido ascórbico, favoreciendo la efectividad de este último.

2.5.4. Sabor amargo en chirimoya

En chirimoyas, el uso de altas temperaturas como el sistema de appertizado se descarta, debido a que en esta especie se genera un sabor amargo (ABUFON, 1985; ABUFON y OLAETA, 1986; KASAHARA y SIEFELD, 1987 y KASAHARA y JIMENEZ, 1990).

Al respecto PABS, LEDL y BELITZ (1985), señalan que la aparición del sabor amargo puede generarse por acción del calor al reaccionar ciertos aminoácidos como prolina con azúcares tales como sacarosa o maltosa.

Por otro lado, ácidos orgánicos tales como tartárico, málico y oxálico presentan sabores amargos, determinándose que el amargor está en relación inversa con el grado de disociación de los mismos (BRAVERMAN, 1980).

2.5.5. Medios de cobertura

La utilización de jugos cítricos como medio de cobertura para evitar el pardeamiento de productos a preservar, se basa en el contenido de ácido ascórbico y cítrico que presentan (SCHMIDT-HEBBEL, 1981).

PENNACCHIOTTI y SCHMIDT-HEBBEL (1979), indican que la naranja es una de las frutas que presenta un mayor contenido de ácido ascórbico.

Por su parte HERMANN (1977) comprobó que jugos concentrados de naranja, no experimentan cambios en sus aromas a -189°C , ni siquiera estando sometidos a fluctuaciones de temperatura.

De acuerdo a estudios realizados por la Universidad Católica de Valparaíso entre 1988 y 1990, se ha podido observar que chirimoyas congeladas con jugo de naranja como medio de cobertura han logrado resultados promisorios, mejorándose las características de sabor y dulzor en la fruta.

2.6. Atmósfera modificada o controlada

La modificación atmosférica es una técnica usada para retardar el proceso de maduración de frutas al elevar niveles internos de anhídrido carbónico y/o al reducir los niveles internos de oxígeno bajo condiciones restringidas de aire, lo cual hace disminuir las tasas de respiración y producción de etileno (KRARUP, 1985; CORFO, 1987; DINAMARCA, 1991).

No obstante lo anterior, el uso de esta técnica debe ser considerado como un complemento al manejo de temperatura, que sin discusión es el primer y más importante sistema de preservación en productos frescos (FUNDACION CHILE, 1991).

El mismo autor indica que el efecto más importante del control de atmósfera, se obtiene sobre los diferentes tipos de microorganismos que causan deterioros en los productos alimenticios. Con esta técnica se inhibiría el desarrollo y reproducción de un gran número de ellos.

Cabe señalar que existe una diferencia fundamental entre los productos hortofrutícolas procesados y frescos, ya que estos últimos presentan actividad respiratoria, intercambiando oxígeno y anhídrido carbónico con el ambiente, lo cual no ocurre con los alimentos procesados (HARD y SALUNKEE, 1975).

Hoy en día, el envasado o almacenamiento de productos alimentarios en atmósfera modificada, es una de las últimas técnicas desarrolladas dentro de la larga lista de esfuerzos que se han hecho para conseguir preservar los alimentos sin deterioro, durante tiempos lo más largo posibles (NOGUEIRA, 1990). Dentro de dichas técnicas, se encuentra el envasado al vacío, que consiste en extraer aire de los envases mediante una bomba de alta capacidad, siendo este reemplazado por una mezcla de gases en determinadas proporciones (JAMIESON, 1980).

Cabe señalar que el concepto de atmósfera controlada no debería ser utilizado en el proceso de envasado de alimentos, ya que la fiscalización de los gases, finaliza con dicho proceso (BREWO CHILE, 1990).

KRAMMER-GREBE (1991) afirma que los gases protectores aplicados en el envasado de alimentos, son el complemento para que el vacío sea el medio de lograr una mayor duración de éstos.

Según INDURA (1987) y BREWO CHILE (1990) los gases que se utilizan son naturales, iguales a los contenidos en el aire, pero que han sido purificados y liberados de bacterias. Estos gases son inertes y presentan la ventaja de no reaccionar con el producto. De acuerdo a la legislación alimenticia vigente, estos compuestos no

es necesario declararlos como ingredientes del producto en el envase.

2.6.1. Dióxido de Carbono (CO₂)

En condiciones normales es un gas incoloro e inodoro, con un ligero sabor picante y está presente en la atmósfera, en una concentración que varía de 0,03% a 0,06% en volumen. Se disuelve muy bien en los líquidos y, en combinación con agua, forma ácido carbónico (H₂CO₃) lo que reduce ligeramente el valor del pH. Ello retrasa el crecimiento de bacterias y mohos alargando la vida del producto.

2.6.2. Nitrógeno

El nitrógeno aplicado a alimentos, tiene un comportamiento totalmente neutro tanto químicamente como en las características organolépticas de sabor y aroma. Por esto se describe como un gas inerte.

Además de usarse puro, también se mezcla con anhídrido carbónico para actuar como gas soporte. Su función es llenar el espacio libre del envase para así compensar la presión externa, vale decir contrarresta el efecto de vacío que se genera por la disolución del anhídrido carbónico en el producto y por la difusión más rápida del mismo a través del material.

El nitrógeno puede ser mezclado con un alto porcentaje de dióxido de carbono con el fin de estabilizar la presión en el envasado atmosférico.

Otra ventaja que presenta el nitrógeno es la de alargar la duración de productos sensibles a la oxidación, ya que la presión interior de éste en comparación con el envasado al vacío retarda el ingreso de oxígeno.

NOGUEIRA (1990) señala que las atmósferas de conservación (A.M.) son combinaciones de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono en proporciones que dependen del tipo de producto, temperatura de almacenaje y de los objetivos que se deseen lograr.

WOLFE (1980), SILLIKER y WOLFE (1980) Y BRODY (1985) afirman que la aplicación de estos gases en forma de atmósfera modificada se realiza en diversos tipos de productos tales como: papas fritas,

frutas deshidratadas, nueces, almendras, pescados, masas, ensaladas frescas, productos carneos.

En base a estudios de caracter preliminar, realizados por la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, se ha determinado que chirimoyas trozadas con o sin medio de cobertura envasadas al vacío en un medio de atmósfera modificada, se vislumbran con una excelente posibilidad de preservación, ya que además de permitir un retardo de la actividad enzimática y microbiológica, estaría permitiendo prolongar el período de consumo bajo condiciones de refrigeración hasta por 60 días.

2.7. Especificaciones técnicas de las máquinas envasadoras al vacío y material de envase utilizados en el estudio

2.7.1. Material de envase

Uno de los sistemas más simples para aprovechar las ventajas de las atmósferas de conservación, es modificar la atmósfera al momento de envasar el producto. Los materiales que se usan son películas plásticas del tipo altopolímeros. Ellos presentan una variedad de características capaces de cubrir una amplia gama de requisitos: flexibilidad o rigidez, resistencia química, mecánica, térmica y presentación (NOGUEIRA, 1990).

En el presente estudio se utilizaron bolsas de polietileno de baja densidad, de 100 u de espesor, constituidas por 5 capas de poliamida y etilvinil-alcohol. Las capas externas están constituidas por poliamida, las intermedias por etilvinil-alcohol y la capa interna formada por poliamida de buena sellabilidad (SALAS, 1989)*.

SALAS, R. 1989. Gerente División Envases Flexibles. Empresa VIGAMIL. Comunicación personal.

2.7.2. Máquinas envasadoras al vacío

En este estudio se utilizaron 2 modelos de máquinas:

Multivac modelo A-300/11

Presenta dimensiones de 650 mm de ancho y una altura máxima de 520 mm. Su rendimiento es de 2 bolsas por minuto (BREWO CHILE, 1990).

Compack A (automática)

Esta máquina presenta las siguientes dimensiones externas: 820 x 580 x 260 mm. Sus dimensiones internas son: 430 mm de ancho x 430 mm de largo (KRÄMER GREBE, 1991).

Ambas máquinas envasadoras están construidas en base a acero inoxidable.

Forma de trabajo de la máquina

El ciclo de trabajo incluye:

- colocar el producto en la bolsa y ésta en la cámara de vacío de la máquina.
- cerrar la tapa de la cámara. Los siguientes procesos se desarrollan automáticamente.
- la bomba de vacío incorporada, elimina el aire de la cámara. Al alcanzar el vacío necesario, la bolsa queda sellada por un impulso térmico.
- seguidamente, entra el aire en la cámara de la máquina y ésta se abre automáticamente. El envasado está finalizado.

La forma de trabajo descrita es común para las dos máquinas que se emplearon.

III. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS

Debido a que la puesta en marcha del convenio sufrió retrasos en su iniciación, la receptora solicitó la ampliación del plazo para el desarrollo de la etapa final, de 12 a 19 meses, con el fin de incluir la evaluación de una segunda temporada, sin costo adicional para la Fundación.

De acuerdo a esto el estudio se inició en octubre-noviembre de 1989 y concluyó en diciembre de 1991.

Una primera etapa comprendió los meses de noviembre de 1989 a mayo de 1990, la cual tuvo un carácter preliminar y orientativo, permitiendo avances, especialmente, en la actividad bioquímica responsable de la maduración de los frutos congelados con o sin medio de cobertura, así como elaboración de pulpa envasada al vacío con atmósfera modificada. Esta etapa contempló 4 investigaciones.

La segunda etapa, comprendió los meses de agosto de 1990 a diciembre de 1991. Durante este período se realizaron 3 ensayos de índices de madurez, 4 de atmósfera modificada para fruta trozada y entera, bajo condiciones de refrigeración, 2 de congelado con distintas presentaciones y un estudio económico de las alternativas de industrialización más promisorias.

Para cubrir los objetivos generales, el estudio se dividió en 4 áreas, dentro de las cuales se realizaron varios ensayos con objetivos específicos. Esto fue tanto para la primera como para la segunda etapa.

Las áreas de trabajo en que se dividió el estudio acorde con sus objetivos fueron:

1. Índices de madurez
2. Factores de precosecha
3. Industrialización
 - a. Productos semi-procesados
 - b. Congelado
4. Análisis económico

En ellos se trabajó con aquellos cultivares con mejores perspectivas comerciales. En los estudios sobre Índices de madurez y Factores de precosecha se utilizaron los cultivares Concha lisa y Bronceada. En los estudios sobre Industrialización, se realizaron algunas experiencias preliminares con diferentes cultivares, los cuales tuvieron un comportamiento similar ante los distintos tratamientos aplicados. Es por ello que en el presente estudio sobre Industrialización se utilizaron, además de los cultivares ya mencionados, los cultivares Local Serena y Clavo que presentan importancia comercial en la localidad de La Serena.

1. INDICE DE MADUREZ

1.1. Indicadores enzimáticos en el proceso de maduración de la chirimoya

La primera etapa de este estudio consistió en la selección de los indicadores y el desarrollo de las metodologías analíticas correspondientes. Se realizó una revisión bibliográfica sobre la materia y se implementaron las técnicas analíticas para todos los indicadores seleccionados.

La finalidad de este ensayo fue encontrar algunas actividades enzimáticas que, como parámetros bioquímicos, pudieran servir como indicadores del estado de madurez de los frutos.

Se utilizaron frutos del cultivar Bronceada, procedentes de flores polinizadas artificialmente en fecha determinada, que correspondían a estudios previos que esta Facultad tenía en ejecución. Con esta fruta se seleccionaron las actividades enzimáticas de mayor relevancia observadas durante la madurez, desarrollando una metodología de análisis "in vitro", en condiciones reproducibles respecto a la probable acción "in vivo".

Los frutos fueron evaluados, a base de su actividad enzimática, considerando las siguientes enzimas: invertasa, alfaamilasa, peroxidasa, catalasa, polifenoloxidasas y pectinolíticas.

Para determinar la actividad enzimática de cada una de ellas, se utilizó extracto enzimático, tanto del epicarpio como del mesocarpio de la chirimoya, utilizándose el procedimiento descrito por SANCHEZ et al. (1986) con cierta modificación en el volumen de dilución de la pulpa.

1.2. Caracterización bioquímica del fruto durante su crecimiento y desarrollo y su relación con 3 índices de madurez a cosecha

Con el fin de conocer más sobre la relación entre los índices de madurez visibles y los cambios bioquímicos que los generan, además de las actividades enzimáticas seleccionadas en la etapa preliminar, se procedió a la programación de una segunda etapa de estudio.

Se polinizaron flores del cultivar Concha Lisa en el mes de diciembre de 1989, siendo los frutos resultantes analizados consecutivamente hasta alcanzar su madurez de consumo, determinándose el contenido de sólidos solubles, acidez titulable,

pH, curva de crecimiento, diámetro polar y ecuatorial de ellos. Estos parámetros físico-químicos fueron correlacionados con 3 índices de madurez de cosecha nominados como M1, M2 y M3.

- M1 Correspondió al estado de la fruta caracterizado por el inicio de la senescencia de los tricomas epidermales
- M2 Es el índice comercial actualmente en uso, que corresponde a un cambio de color de la epidermis, desde un verde intenso a un verde más amarillento.
- M3 Correspondió al desprendimiento de las semillas en el interior del fruto.

Los frutos provenientes de las cosechas con los índices previamente descritos, fueron evaluados sensorialmente en madurez de consumo y como producto congelado.

Durante los distintos estados de desarrollo de la fruta y en momentos precisos, se midió actividad enzimática y contenido de proteínas, los cuales fueron correlacionados con cambios físicos y químicos que la fruta presentaba en dicho momento.

La actividad enzimática se evaluó en el epicarpio y mesocarpio de los frutos, tanto en madurez de cosecha como madurez de consumo, a través de las enzimas alfa amilasa, peroxidasa, catalasa y polifenoloxidasas determinadas como promisorias en los ensayos preliminares.

La actividad de la alfa amilasa se expresó a través de la velocidad de disminución de la concentración de almidón.

Respecto a la peroxidasa, su actividad se midió a través de la velocidad de oxidación del guayacol a 25°C. El producto oxidado es coloreado, siendo su pick de absorbancia 470 nanómetros. La actividad se expresa como el aumento de dicha absorbancia en el tiempo.

La actividad de la catalasa se midió a través de la velocidad de transformación del peróxido de hidrógeno a 25°C. Esta se expresa como disminución de la absorbancia a 240 nanómetros con el tiempo de reacción.

La actividad enzimática de la polifenoloxidasas se midió a través de la velocidad de reacción del reactivo 4-metil cafecol en el tiempo, a 25°C.

Para la determinación de la absorbancia se utilizó un espectrofotómetro Ahimadzu UV-150-02.

En relación a la proteína total, ésta se cuantificó a través del método de Lowry.

1.3. Efecto de 3 índices de madurez a cosecha sobre la calidad de chirimoyas enceradas y cubiertas con film de P.V.C. en almacenaje refrigerado.

En esta Área de estudio, se utilizaron frutos del cultivar Concha Lisa, provenientes de la zona de Quillota, para lo cual se emplearon 3 índices de cosecha: caída natural de tricomas (M1), cambio de color de fondo de la epidermis (M2) y desprendimiento de semilla (M3).

Previo al embalaje y almacenaje de los frutos, éstos fueron llevados a un prefrio a 5°C por un periodo de 24 horas, sacándose éstos cuando la temperatura de pulpa llegó a 6°C.

Posteriormente, toda la fruta fue encerada con cera Primafresh-31 y acondicionada en bandejas de poliestireno expandido, cubiertas con film de cloruro de polivinilo (P.V.C.). Cada bandeja contenía dos frutos. La fruta fue almacenada a $7 \pm 0,5$ °C con 90-95% de humedad relativa

Durante el transcurso del periodo de almacenaje refrigerado, se llevaron a cabo 5 evaluaciones, las cuales incluyeron los días 0,15,20,25 y 30.

En cada muestreo se evaluaron los cambios físico-químicos que presentaban los frutos, midiéndose la resistencia de la pulpa a la presión, contenido de sólidos solubles, acidez titulable, pH y pérdida de humedad.

Después de cada periodo de refrigeración, se dejaron algunos frutos a temperatura ambiente para observar su evolución y maduración, momento en el cual fueron sometidos a un panel sensorial, donde fueron calificados por los jueces en cuanto a su aspecto general y degustación; considerando en especial, dulzor, sabor y textura.

2. FACTORES DE PRECOSECHA

2.1. Diferentes dosis de fertilización nitrogenada y 2 vigos de ramilla sobre la calidad de consumo de los frutos

Para este ensayo se probaron 5 dosis de urea, producto comercial a base de nitrógeno, en árboles de chirimoyos cultivar Concha Lisa de 30 años de edad, en un huerto de la zona de La Cruz.

Dichas dosis se comenzaron a aplicar, en forma parcializada, durante la primera etapa del estudio en los meses de julio y diciembre de 1989 y febrero de 1990.

Cabe señalar que la aplicación de julio de 1989, correspondió a una dosis base para cada uno de los árboles en estudio, de 1,38 kg de nitrógeno.

Posteriormente las otras dos parcialidades se aplicaron hasta completar los totales de fertilización planificados para cada árbol, en los respectivos tratamientos.

Se contó además con flores marcadas y polinizadas artificialmente tanto en ramillas débiles como vigorosas, correspondientes al tercio superior y de exposición norte en los árboles. Los tratamientos de este ensayo surgen de la combinación de los siguientes factores:

a. Dosis de Nitrógeno:

D1	1,84 kilos/árbol
D2	3,68 kilos/árbol
D3 (testigo)	4,14 kilos/árbol
D4	5,52 kilos/árbol
D5	6,72 kilos/árbol

La dosis testigo, correspondió a la fertilización tradicional de la zona.

b. Vigor de ramilla:

D	ramilla débil (0,6 cm diámetro)
V	ramilla vigorosa (1,2 cm diámetro)

c. Fecha de evaluación después de cosechada:

F1	día 11 de almacenaje refrigerado
F2	día 22 de almacenaje refrigerado
F3	día 33 de almacenaje refrigerado
F4	6 días a temperatura ambiente

Una vez cosechados los frutos, de acuerdo al índice comercial de cambio de color, éstos fueron depositados en bandejas de plumavit (poliestireno expandido), siendo envueltos por un film de cloruro de polivinilo. Cada bandeja contenía 2 frutos.

Para el embalaje de la fruta así acondicionada, se utilizaron cajas de madera de 8.2 kg con capacidad para 4 bandejas de poliestireno, las que fueron almacenadas a $7 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, de temperatura y con una humedad relativa del 90-95%.

Los tratamientos fueron retirados de la cámara luego de 11, 22 y 33 días como período de almacenaje (F1, F2, F3). La fruta F4 fue cosechada y almacenada sin refrigeración por 6 días.

Posterior a cada período de refrigeración los frutos fueron dejados en condiciones ambientales, hasta alcanzar la madurez de consumo, realizándose análisis físico-químicos de resistencia de la pulpa a la presión, acidez titulable, pH, sólidos solubles y pérdida de humedad. Se contabilizó además, visualmente, presencia de hongos y alteraciones fisiológicas.

Cada muestreo (F1 a F4), consideró su correspondiente evaluación sensorial, analizándose el aspecto externo de los frutos y aceptación general, en términos de sabor, dulzor y textura.

3. INDUSTRIALIZACION

Los estudios concernientes a industrialización de chirimoyas, fueron realizados en la ciudad de La Serena; en la Estación Experimental La Palma perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso (Quillota); en el Frigorífico de la firma "Pro-berrie" (Malloco) y en la Escuela de Alimento de esta misma Universidad (Valparaíso).

PRIMERA ETAPA

3.1. Formulaciones preliminares de Chirimoya en cv. Local Serena

Con el fin de buscar otras alternativas de industrialización se llevaron a cabo ensayos en una primera etapa con diferentes formulaciones, utilizándose tanto pulpa como trozos de chirimoya. Estos trabajos tuvieron un carácter preliminar y orientativo, permitiendo formular varias de las investigaciones realizadas durante el presente ensayo.

Para dichas formulaciones se utilizó el cultivar Local Serena.

3.1.1. Pulpas

Frutos de chirimoya en madurez de consumo (1-2 libras de presión) fueron mondados con cuchillos de acero inoxidable y pulpados en una máquina pulpadora, obteniéndose un producto sin semillas con densidad de 1,3 gr/ml, el que se utilizó como producto base. En adelante dicho producto se denominará "pulpa base".

a. Pulpa de chirimoya congelada

Al producto descrito anteriormente se le adicionó ácido ascórbico (0,1%) y ácido cítrico (0,6%) como antioxidantes, siendo posteriormente envasada en bolsas de polietileno tanto de 1 cono de 5 Kg y congelada a -18°C .

b. Pulpa de chirimoya semi procesada

- Pulpa de chirimoya refrigerada

En el presente estudio se elaboraron diferentes formulaciones:

"Pulpa base", a la cual se le adicionó los antioxidantes ya señalados, junto con benzoato de sodio (0,1%) y sorbato de potasio (0,1%) como productos fungistáticos. Luego el producto se sometió a una pasteurización a 60°C por 5 minutos siendo envasado en bolsas de polietileno (5 kg) con un vacío de 0,8 bares y almacenado a 5°C

"Pulpa base" con las mismas características anteriores pero sin pasteurizar siendo envasada en bolsas plásticas (5 kg) con un vacío de 0,8 bares y almacenadas a 50C.

"Pulpa base" con los antioxidantes, a la cual se le adicionó sólidos de azúcar en una proporción pulpa:azúcar de 9:1, como medio protector. Posteriormente el producto se pasteurizó y envasó en bolsas de polietileno con un vacío de 0.8 bares siendo almacenado a 50C.

"Pulpa base", sin adición de antioxidante y sin pasteurización. El producto se envasó en bolsas plásticas (5 kg) con un vacío de 0,8 bares siendo almacenado a 50C.

- Pulpa de chirimoya almacenada a temperatura ambiente

La "pulpa base" pasteurizada y sin pasteurizar de los tratamientos anteriores, fue envasada en bolsas de polietileno (5 kg), con y sin vacío, siendo almacenada a temperatura ambiente (250C). El vacío utilizado fue de 0,8 bares.

- Producto de humedad intermedia

Este producto consistió en la adición de sólidos de azúcar, en caliente, a la chirimoya pulpada, alcanzándose una concentración de 700Brix.

3.1.2. Chirimoya trozada

Frutos de chirimoya maduros (4-6 lb) fueron mondados con cuchillos de acero inoxidable y trozados en cuartos. El producto fue envasado en pots de P.V.C. adicionándoles diferentes medios de coberturas. Posteriormente fueron congelados a -180C.

Los medios de cobertura utilizados fueron:

- a. Trozos de papaya, cocidas en almíbar, con jugo de naranja
- b. Trozos de papaya con almíbar
- c. Trozos de naranja, con jugo de naranja
- d. Trozos de naranja, con almíbar.

Los tratamientos descritos anteriormente fueron observados en el tiempo y cuando fue posible sometidos a un análisis de evaluación sensorial.

SEGUNDA ETAPA

3.2. Fruta semiprocesada envasada con modificación de atmósfera

3.2.1. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas presentadas como "cuartos", en almacenaje refrigerado cv. Local Serena y Bronceada.

En esta área se incluyen 2 ensayos. Para su realización se utilizaron cultivares de localidades diferentes; Bronceada (Quillota) y Local Serena (La Serena), siendo cosechadas cada variedad con distintos índices de madurez, soltura de semillas (M3) para la primera y cambio de color (M2) para la segunda.

Una vez alcanzados los estados de madurez de consumo de los frutos, se procedió a pesarlos, mondarlos y trozarlos en cuartos para luego sumergirlos por 15 minutos en una solución antioxidante compuesta de agua destilada, ácido ascórbico (0.4%), ácido cítrico (0.6%), benzoato de sodio (0.1%) y sacarosa (10%).

Posteriormente se envasó 4 cuartos de fruta en bolsas de polietileno de baja densidad, configurado por 5 capas de poliamida y etil-vinil alcohol, siendo sometidas a un vacío y posterior inyección de las diferentes mezclas de gases, finalizando con un sellado instantáneo.

Los tratamientos de estos dos ensayos, uno para cada localidad o cultivares resultaron de la combinación de 3 factores.

a. Estados de madurez de consumo:

Madurez consumo 1 (MC1)	3-4 libras presión
Madurez consumo 2 (MC2)	5-6 libras presión

b. Nivel de gasificación:

100% nitrógeno	(G1)
90% nitrógeno; 10% CO ₂	(G2)
80% nitrógeno; 20% CO ₂	(G3)

c. Fecha de evaluación después del tratamiento:

F1	día 0
F2	día 15
F3	día 30
F4	día 45
F5	día 60
F6	día 75

Los niveles de gases que se utilizaron para el estudio se determinaron de acuerdo a los antecedentes de carácter preliminar recopilados en la primera etapa de la investigación. Antes del inicio de ambos ensayos, se realizaron 2 preensayos de manera de poder determinar con más precisión las mezclas de gases a utilizar.

Las bolsas se almacenaron en una cámara refrigerada a una temperatura de $0^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de 80-90%. Cada bolsa conteniendo cuartos, fue evaluada mediante análisis físico-químicos (sólidos solubles, pH, acidez titulable y textura) y, a través de panelistas, su aspecto externo y aceptabilidad.

En cada evaluación se tomó una muestra de gas de bolsas seleccionadas previamente, con el fin de determinar la concentración de gas remanente en ellas. Esta medición se realizó a través de un cromatógrafo de gases.

Con el objeto de comparar el estado sanitario de la fruta al inicio y final de la experiencia, se realizaron análisis microbiológicos en dichos períodos. En éste se analizó presencia de coliformes totales, coliformes fecales y recuento total de bacterias.

3.2.2. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoya semiprocesada presentados como "cuartos" y sometidos a diversos medios de cobertura, en almacenaje refrigerado cv. Concha lisa

Para la realización de este estudio, se probaron 2 estados de madurez de consumo (3-4 lb (MC1) y 5-6 lb (MC2) de presión), dos medios de cobertura (jugo de naranja y trozos de papaya en almíbar) y 3 niveles de gasificación, sobre chirimoyas del cv. Concha Lisa, cosechadas de acuerdo al índice comercial de cambio de color de la epidermis y trozadas en "cuartos".

Las mediciones se efectuaron cada 15 días, completándose un período de 3 meses en almacenaje refrigerado a 0°C y 80 a 90% de humedad relativa. Con este ensayo, al igual que los dos anteriores, se siguió la misma metodología y tratamientos.

Completado cada período de almacenaje, los cuartos fueron evaluados en los mismos aspectos descritos para los ensayos anteriores.

3.2.3.Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas, presentadas como "frutos enteros" en almacenaje refrigerado cv.Bronceada

En esta investigación se utilizaron chirimoyas del cultivar Bronceada, las cuales se cosecharon empleando el índice comercial de cambio de color de la epidermis de los frutos.

Los grados de ablandamiento utilizados fueron: 4-5 lb (A1) y 17-19 lb (A2) de resistencia de la pulpa a la presión.

De acuerdo a los ensayos previos en atmósfera modificada, se decidió utilizar los siguientes niveles de gasificación:

- 90% nitrógeno + 10% CO₂ (G1)
- 80% nitrógeno + 20% CO₂ (G2)
- 70% nitrógeno + 30% CO₂ (G3)

Al igual que los ensayos anteriores, con modificación atmosférica, se utilizaron bolsas de polietileno de baja densidad. El embalaje de los frutos se llevó a cabo en cajas 3/4, siendo almacenados a una temperatura de 6°C y una humedad relativa del 85-90%.

La metodología de inyección de gases fue la misma utilizada para la fruta trozada.

Se realizaron evaluaciones cada 15 días. En cada muestreo, para ambos ablandamientos, se evaluaron parámetros físico-químicos de resistencia de la pulpa a la presión, contenido de sólidos solubles, pH, acidez titulable y pérdida de humedad. También se registró la presencia de alteraciones patológicas y fisiológicas por observación visual.

Respecto a los paneles sensoriales, éstos se realizaron después de cada período de almacenaje; sin embargo, aquellos frutos con menor ablandamiento (A2) se mantuvieron a temperatura ambiente hasta lograr alcanzar su madurez de consumo.

Los análisis de gases se realizaron para ambos grados de ablandamiento, luego de cada período de almacenaje.

3.3. Congelado

3.3.1. Efecto de dos estados de ablandamiento sobre la calidad de "cuartos" y "rodela" congeladas de chirimoyas cv. Bronceada.

Esta área incluyó 2 ensayos que se diferencian básicamente por el uso o no de jugo de naranja como medio de cobertura.

Ensayo 1 Sin medio de cobertura
Ensayo 2 Con medio de cobertura

Los frutos de ambos ensayos fueron cosechados en el mes de noviembre de 1989, bajo un índice de cosecha tradicional que correspondió al cambio de color de fondo de la piel del fruto.

La fruta cosechada y embalada se trasladó al frigorífico de Proberrie y fue almacenada en condiciones ambientales, esperándose un tiempo determinado para que ésta pudiese alcanzar los distintos estados de madurez de consumo, de tal manera de comenzar su línea de proceso (Figuras 3 y 4).

Los tratamientos de ambos ensayos resultaron de la combinación de 3 factores: dos estados de madurez de consumo (0-2 libras de presión (A1) y 2-4 libras de presión (A2)); dos presentaciones (cuartos y rodela) y 6 fechas de evaluación, siendo un total de 48 tratamientos al considerar ambos ensayos.

Los frutos del ensayo que no incluyeron medio de cobertura fueron envasados en bolsas de polietileno transparente, mientras que en los otros frutos se emplearon envases de PVC de 500 cc de capacidad.

Independientemente del envase utilizado, en cada uno se colocaron 150 a 200 gr de fruta.

Los frutos fueron evaluados en diferentes aspectos, en cuanto a su conservación, incluyendo análisis físico-químicos (contenido de sólidos solubles, pH y acidez titulable) y también a través de jueces al término de cada período de almacenaje congelado (20, 40, 60, 80, 100 y 120 días). Las variables evaluadas fueron: apariencia externa e interna, color de pulpa, dulzor, sabor, textura y aceptabilidad general.

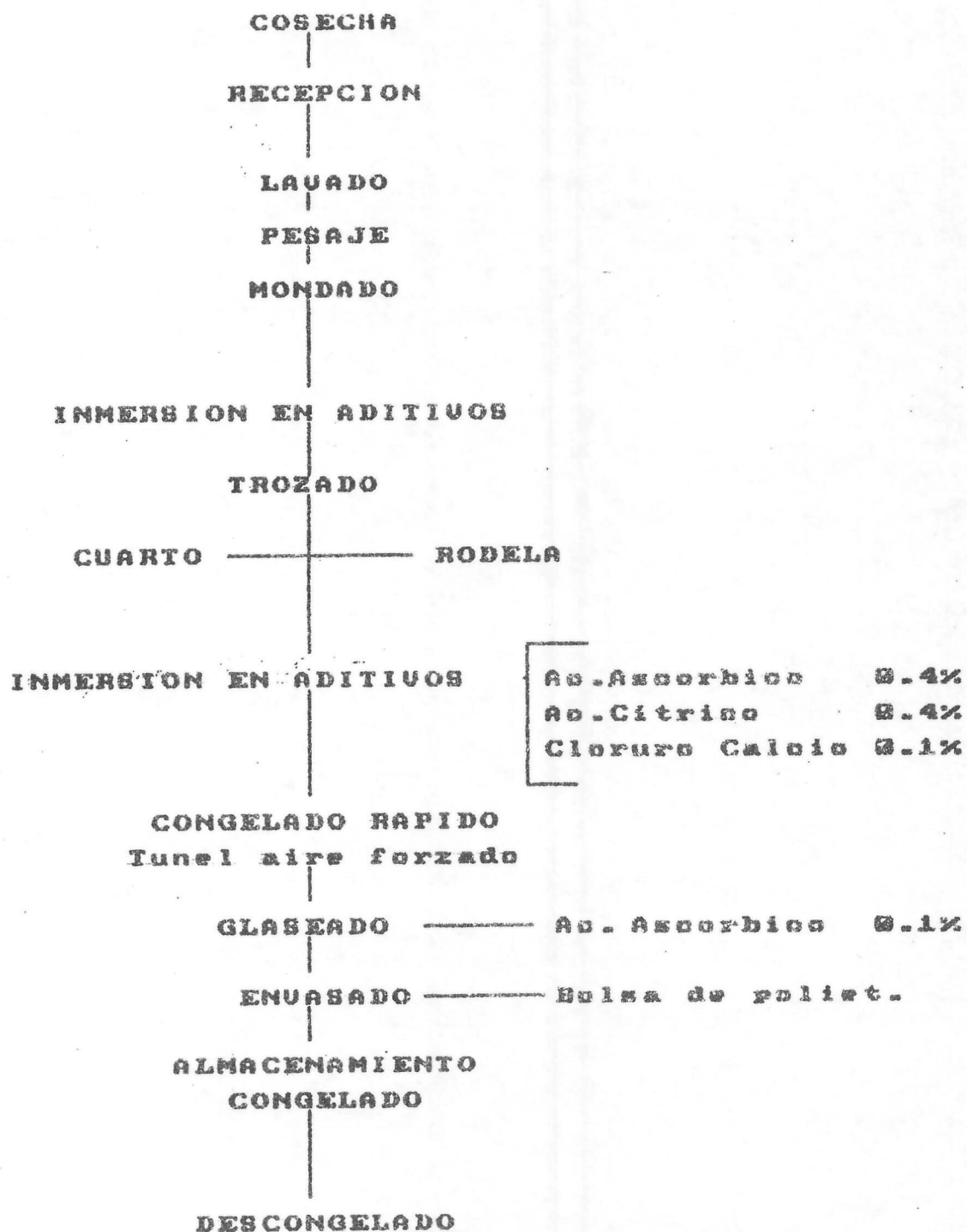


FIGURA 4. Diagrama de flujo para la elaboración de rodela y cuartos congelados de chirimoya cv. Bronceada.

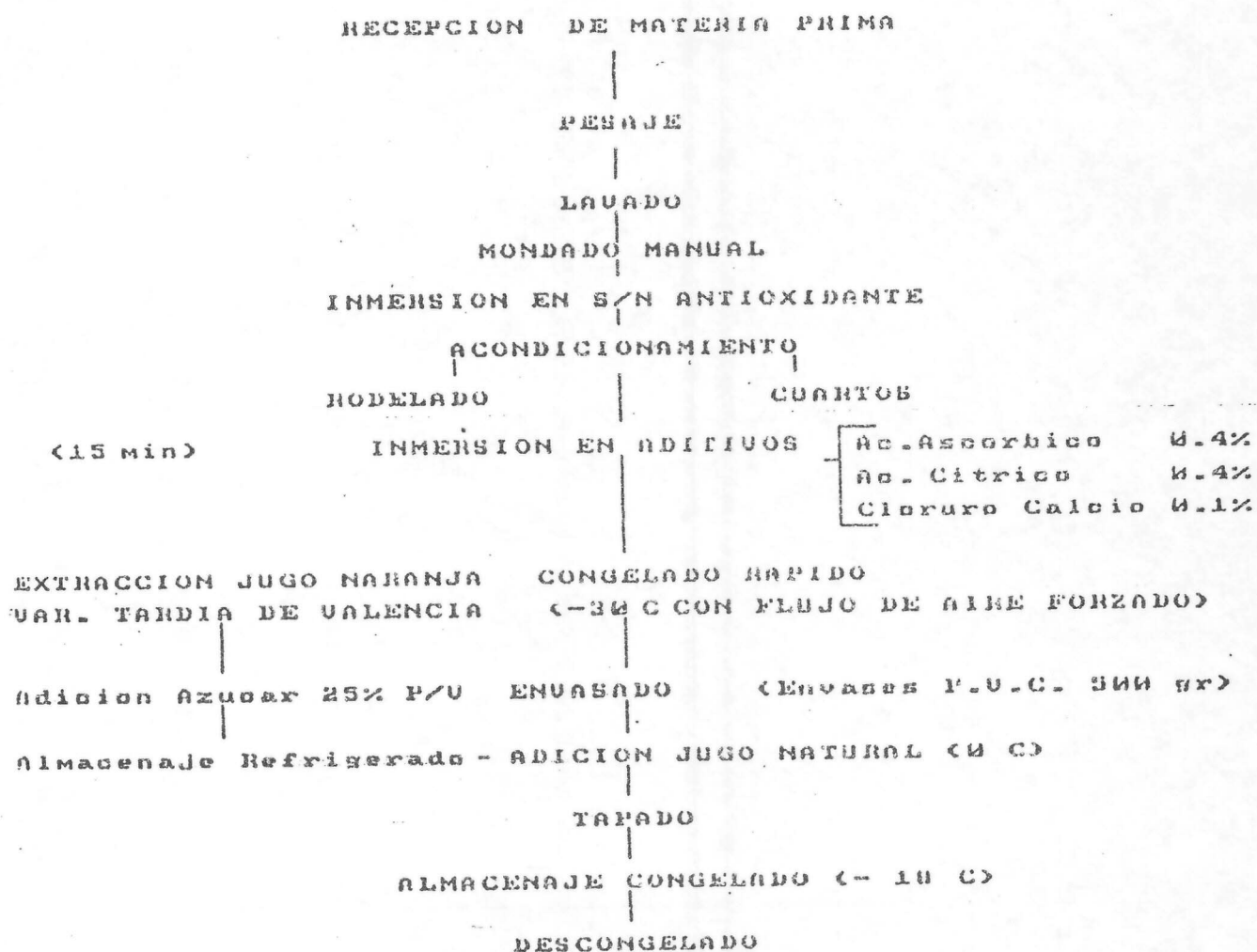


FIGURA 5. Diagrama de flujo para la elaboración de "rodela" y "cuartos" congelados de chirimoyas cv. Bronceada con jugo de naranja como medio de cobertura.

Cabe señalar que todos los tratamientos, después de 120 días de almacenaje (última evaluación) fueron sometidos a un análisis microbiológico, en donde se determinó recuento total de bacterias coliformes, presencia de estafilococcus coagulasa, mohos y levaduras.

3.3.2. Efecto de dos estados de ablandamiento y dos índices de madurez de cosecha sobre la calidad de "octavos" congelados de chirimoya cv. Bronceada

La materia prima utilizada para este ensayo correspondió a frutos del cultivar Bronceada, procedentes de la zona de Quillota, cosechadas con dos índices de madurez: cambio de coloración de la epidermis de los frutos (M2) y soltura de semilla (M3).

Los estados de madurez de consumo fueron definidos de acuerdo a ensayos preliminares de la primera etapa, siendos éstos:

- madurez consumo 1 (MC1) 3-4 libras de presión
- madurez consumo 2 (MC2) 5-6 libras de presión

Durante el proceso de industrialización, la fruta fue acondicionada (mondado manual) en octavos para ser sumergida en una solución antioxidante (0.4% ácido ascórbico, 0.6% ácido cítrico) y de pectina al 1%, a fin de reducir las reacciones de oxidación y mantener una textura adecuada luego que la fruta fuera descongelada.

Los octavos procesados se introdujeron en bolsas de polietileno transparente, de 1 kg de capacidad, siendo sometidos a una congelación rápida en túnel de covección forzada a -40°C. La fruta se almacenó en una cámara de mantención, bajo un régimen de -18°C. Las evaluaciones se efectuaron cada 15 días por un período de 3 meses, lo cual totalizó 6 mediciones. Completado cada período de almacenaje, los octavos fueron evaluados en sus características físico-químicas, características sensoriales y microbiológicas.

3.3.3. Efecto de diferentes cultivares e índices de madurez a la cosecha, sobre la calidad de "cubitos" congelados de chirimoya cv. Bronceada, Concha lisa, Local Serena y Clavo

La materia prima utilizada para este estudio correspondió a frutos de los cultivares Bronceada y Concha Lisa procedentes de la zona

de Quillota, y a frutos de los cultivares Local Serena y Clavo, provenientes de la zona de La Serena. Los 4 cultivares fueron cosechados con cambio de color (M2) y soltura de semilla (M3).

De la combinación de estos factores resultaron los siguientes tratamientos:

TMT	Cultivar	Indice de cosecha	Localidad
1	Bronceada	Soltura de semilla	Quillota
2	Bronceada	Cambio color	Quillota
3	Concha Lisa	Soltura semilla	Quillota
4	Concha Lisa	Cambio color	Quillota
5	Clavo	Soltura semilla	La Serena
6	Clavo	Cambio color	La Serena
7	Local Serena	Soltura semilla	La Serena
8	Local Serena	Cambio color	La Serena

La metodología utilizada fue la misma que el punto anterior (3.3.2.). La diferencia estuvo en el grado de ablandamiento que alcanzaron los frutos en la madurez de consumo, siendo éste de 3 libras de presión para todos los tratamientos.

Los muestreos se efectuaron cada 20 días, completándose un total de 4 meses de almacenaje congelado. Luego de cada período de congelado, la fruta se evaluó en los mismos aspectos descritos para el ensayo anterior.

4. ANALISIS ECONOMICO

Con el fin de evaluar las posibilidades de mercado, de las mejores alternativas de industrialización de la fruta determinadas como más promisorias en el presente estudio, se realizó un cálculo de la relación Beneficio/Costo (B/C). En él se hizo un diagnóstico técnico-económico, determinándose los niveles de rentabilidad en los procesos técnicos agroindustriales factibles de realizar para la exportación de este fruto.

Para ello se valoraron los insumos y materiales utilizados, así como los productos generados, considerando su comercialización en los mercados internacionales.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se evaluaron económicamente las siguientes técnicas con sus respectivas formulaciones

4.1. Fruta semiprocesada sometida a atmósfera modificada

Fruta entera

Frutos maduros de chirimoya (4-6 lb de presión) de los cultivares Bronceada y Concha Lisa, cosechados con el índice cambio de color de fondo de la epidermis (M2), fueron sometidos a 3 niveles de gasificación, siendo éstos los siguiente:

- a. 90% N₂ + 10% CO₂ (G1)
- b. 80% N₂ + 20% CO₂ (G2)
- c. 70% N₂ + 30% CO₂ (G3)

Los frutos fueron almacenados en un ambiente refrigerado a 6°C ± 0,5°C y 90-95% de humedad relativa. Se llevó a cabo un seguimiento de la fruta evaluando su condición externa e interna a través de 6 análisis, que correspondieron a los días 15, 30, 45, 60, 75 y 90.

Fruta trozada en "cuartos"

Frutos de chirimoya en madurez de consumo (4-6 lb de presión) de los cultivares Bronceada y Concha Lisa, cosechados con el índice (M2) fueron mondados y trozados en cuartos e inmersos en una solución antioxidante. Dicha solución se compuso de ácido ascórbico (0,4%), ácido cítrico (0,6%), benzoato de sodio (0,1%) y sacarosa al 10%.

Para el presente estudio se consideró aquel tratamiento consistente en fruta con medio de cobertura a un nivel de gasificación de 80% N₂ + 20% CO₂.

Respecto al medio de cobertura, se utilizó trozos de papaya en almíbar. La fruta gasificada fue almacenada en una condición refrigerada a 0°C ± 0,5°C y 90-95% de humedad relativa.

El seguimiento de los frutos a través de su condición interna y externa fue en los mismos períodos del ensayo anterior (6 análisis cada 15 días).

Pulpa

Frutos maduros de chirimoya (4-6 lb de presión) del cv. Bronceada, cosechados de acuerdo al índice de madurez cambio de color de la epidermis (M2), fueron mondados y pulpados en una máquina pulpadora, obteniéndose un producto libre de semillas al cual se le adicionó ácido ascórbico y ácido cítrico en una concentración de 5 gramos/kilo de pulpa.

Posteriormente el producto fue pasteurizado a una temperatura de 70°C por 3 minutos siendo envasado en caliente con un solo nivel de gasificación (80% N₂ + 20% CO₂). Inmediatamente después, los envases fueron almacenados a 0°C ± 0,5°C siendo evaluados cada 15 días, por un período de 3 meses (90 días).

En cada evaluación se midió contenido de sólidos solubles, pH y acidez titulable. Paralelamente a estas mediciones se llevó a cabo una evaluación sensorial tomando en cuenta parámetros de sabor, dulzor, color y aceptabilidad general.

Cabe señalar que las distintas formulaciones (fruta entera, en cuartos y como pulpa) sometidas a atmósfera modificada fueron envasadas en un mismo tipo de envase, correspondiendo éste a bolsas de etilvinilalcohol. Para la inyección de gases se utilizó una máquina envasadora al vacío.

4.2. Congelado

"Cuartos"

Chirimoyas maduras (4-6 lb de presión) del cv. Bronceada, cosechadas con el índice cambio de color de la epidermis (M2), fueron mondadas y trozadas en cuartos, siendo sometidos a una solución antioxidante y texturizante compuesta de ácido ascórbico (0.4%), ácido cítrico (0.6%) y cloruro de calcio (0.1%).

Posteriormente los cuartos se envasaron en bolsas de polietileno de 1 kg de capacidad, siendo congelados en un túnel de convección forzada a -40°C. La fruta se almacenó en cámaras de conservación a -20°C. A esta fruta se le realizó un seguimiento respecto de su apariencia interna y externa, cada 20 días, completando un total de 4 meses en almacenaje (120 días)

Para efectuar el análisis económico de las diferentes experiencias realizadas y descritas anteriormente, se plantearon las siguientes actividades:

a. Para determinar la estructura de costos involucrados en los procesos de cada uno de los ensayos realizados, se consultó a las empresas y organismos relacionados directamente con el rubro agroindustrial. En dicha estructuración se definieron los costos de acuerdo a los siguientes criterios:

-: En cuanto a la materia prima (fruta), se hizo una comparación de costos considerando la alternativa de producirla y procesarla por una misma empresa versus la opción de adquirirla a un valor de mercado, industrializándola posteriormente.

-: Respecto al procesamiento propiamente tal, se definieron costos relacionados con el manipuleo de los frutos después de la cosecha y en la agroindustrialización (atmósfera modificada en fruta semiprocada y congelada).

-: Referente a los costos de transporte de la fruta desde el huerto a la planta y de ésta última al puerto de embarque, se definió un radio de 100 km.

-: En cuanto al costo de operación portuaria en origen, este fue estimado en base a antecedentes del proceso de exportación de productos agroindustrializados similares. Cabe señalar que se consideró un transporte marítimo debido a que los productos generados en este estudio logran un prolongado almacenaje, permitiendo utilizar esta alternativa.

b. Los costos de los insumos se valorizaron mediante los precios de mercado al mes de diciembre de 1991, expresándolos en moneda dolar americano siendo la equivalencia de \$350.- = U\$1.

c. Los productos finales de las diferentes experiencias se valorizaron mediante los precios correspondientes a otras frutas procesadas alternativas (mora y frutillas congeladas, pulpas y conservas de fruta) y valor referencial de una exportación a Japón. Se consideró además información de Agrocomercial Quillota Ltda., sobre demanda y valores que podría tener la fruta en mercados como Japón, Canadá y Estados Unidos. Dichos valores se expresaron como precios reales al mes de diciembre de 1991, en moneda dolar americano siendo la equivalencia de \$350.-=U\$1.

La calidad final alcanzada por los distintos tipos de productos analizados, tiene una relación directa con el valor de mercado a obtener.

d. Como parámetros de evaluación económica de los resultados obtenidos, en cada uno de los ensayos, se utilizó la relación Beneficio/Costo, efectuando un análisis comparativo entre ellos,

además de un análisis de sensibilidad para determinar el comportamiento y la estabilidad de las alternativas estudiadas.

De acuerdo a lo anterior la metodología de cálculo se definió de la siguiente manera:

1. Se utilizó como índice de rentabilidad la relación Beneficio/Costo la cual se desglosa como la relación entre ingresos brutos y los costos totales

2. Los items utilizados para estos cálculos son los siguientes:

- PRECIO DE VENTA = Valor bruto obtenido en mercados de destino
- PRECIO FOB = (Precio de venta) - (Comisiones en destino) - (Flete marítimo o aéreo)
- COMISIONES EN DESTINO = (Comisión mayorista) + (Comisión del receptor)
- COSTO DE EXPORTACION = (Comisión exportadora) + (Gastos generales)
- COSTO DE PROCESO= (Valor fruta)+(Almacenaje en frío)+(Material de embalaje)+(Valor industrialización)+(Mano de obra)+(Aditivos)+(Control de calidad)+(Revisión SAG).
- FLETE AEREO= (Valor flete aéreo)+(Desestiba puerto de destino)+(Seguro)
- FLETE MARITIMO= (Valor flete marítimo)+(Desestiba puerto de destino)+(Seguro).
- FLETE TERRESTRE= (Valor flete terrestre)+(Estiba en puerto de embarque terrestre)

3. La relación Beneficio/Costo corresponde a:

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{PRECIO FOB}}{\text{COSTO DE EXPORTACION} + \text{FLETE TERRESTRE} + \text{COSTO DE PROCESO}}$$

Para esta relación se efectuó un análisis de Sensibilidad mediante modificaciones a: Ingresos, Costos totales y ambos.

Este análisis se realizó para los casos de Fletes aéreos y marítimos.

Todos los valores expresados en dólares norteamericanos, en el presente proyecto, tienen una equivalencia de \$350.-=U\$1

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. INDICE DE MADUREZ

1.1. Indicadores enzimáticos en el proceso de maduración de la chirimoya (Primera etapa).

A continuación se dan a conocer los resultados de la etapa preliminar, debido al carácter orientador que tuvieron éstos sobre el tema desarrollado en la segunda etapa del estudio.

Al analizar la efectividad enzimática en el epicarpio y mesocarpio de las chirimoyas, como indicadores del estado de maduración, se pudo comprobar que las condiciones de análisis usadas para determinar actividad de la invertasa no fueron las más adecuadas, no permitiendo obtener resultados concluyentes con esta enzima durante las primeras etapas de la investigación. No se descartó totalmente en un principio, ya que en los frutos de chirimoya existe producción de azúcares reductores, lo que demostraría que sí existe esta actividad enzimática. Por consiguiente se trató de resolver los problemas analíticos de la metodología empleada.

Respecto a las enzimas peroxidasa y catalasa, se determinó una mayor actividad de la primera en el epicarpio, sin embargo la catalasa presentó una respuesta inversa, manifestando una mayor actividad en el mesocarpio de los frutos. Tales respuestas coinciden y se ven ratificadas por SANCHEZ et al (1986).

De la evaluación de las enzimas pectinolíticas, se desprendió que el método utilizado para determinar su actividad no dió resultados reproducibles y significativos.

Referente a la alfa amilasa, se encontró actividad tanto en el epicarpio como en el mesocarpio de la fruta.

De acuerdo a estos antecedentes se seleccionaron las actividades de alfa amilasa, peroxidasa, catalasa y polifenoloxidasas como medio de evaluar el avance de la maduración de la fruta. Tal selección se debió a que se pudo constatar durante esta etapa que los análisis para cuantificarlas eran sencillos, fácilmente reproducibles y cuantitativamente medibles. Además son las enzimas más representativas en el metabolismo de los frutos, siendo las más estudiadas (SHARON-RABER y VARDIA KAHN, 1983; SANCHEZ et al, 1986; PLATA et al, 1987).

1.2. Caracterización bioquímica del fruto durante su crecimiento y desarrollo y su relación con 3 índices de madurez a cosecha (Segunda etapa)

1.2.1. Determinación de la curva de crecimiento

La curva determinada en el estudio correspondió a un modelo doble sigmoideo que ratifica lo señalado por otros autores como SAAVEDRA (1977), PAVEZ (1985), HERRERA (1988) y MAGDAHL (1989).

Referente a las variables de diámetro polar y ecuatorial de los frutos, se pudo constatar que guardan una alta correlación entre ellas ($r=0,98$), mostrando 3 etapas de crecimiento bien demarcadas.

Etapa	Días después de polinización (DDP)	Crecimiento
I	95 - 125	Rápido crecimiento ($X = 0,025$ cm/día)
II	125 - 195	Lento crecimiento ($X = 0,006$ cm/día)
III	195 - 295	Rápido crecimiento ($X = 0,017$ cm/día)

De la Figura 6 se puede determinar que no existe una detención del crecimiento de la fruta a pesar de haber superado los tres estados de madurez de cosecha prefijados en el estudio, continuando su crecimiento después de 295 días después de polinización (DDP), momento desde el cual la fruta comienza a caer del árbol.

Aparentemente la Etapa I correspondería a una acelerada división celular, tal como sucede en otros frutos. Durante la Etapa II, que dura entre 2-3 meses, el crecimiento se hace más lento posiblemente por la maduración del embrión en la semilla, aunque sería más probable que este lento crecimiento sea debido a la baja temperatura imperante durante ese período en Chile (mayo-junio). En la III Etapa, el crecimiento se debería a una mayor elongación celular, pero el hecho de que las chirimoyas no detengan su crecimiento hace preveer que también podría existir división celular.

GRAFICO 1

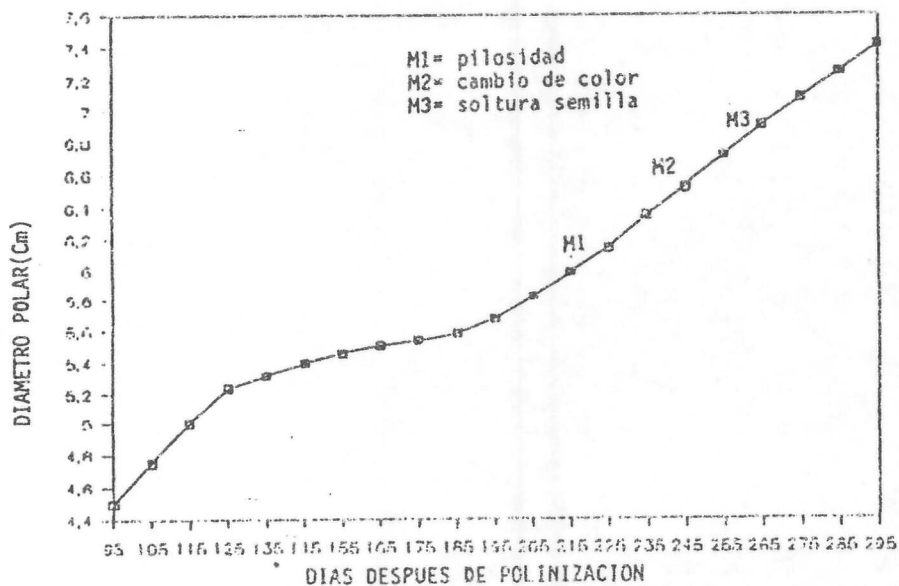


GRAFICO 2

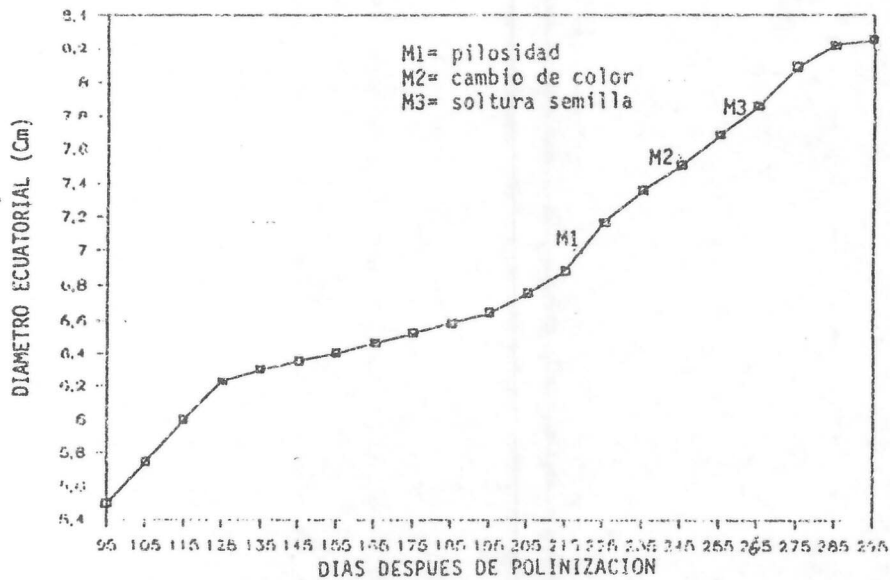


FIGURA 6. Crecimiento acumulado del diámetro polar (Gráfico 1) y ecuatorial (Gráfico 2) en frutos de chirimoya cv. Concha Lisa. Quillota, 1990.

Cabe señalar que el nivel de madurez (M1) se obtiene 3 semanas después de terminada la Etapa II (195-200 DDP), lo que ratificaría el hecho de que la semilla tendría un proceso de maduración hacia fines de dicha Etapa (Figura 6).

Corroborando la ocurrencia secuencial de los índices de madurez, se puede observar que a un determinado momento, se obtiene el nivel de madurez M1 (218 DDP) mientras que M2 aparece a los 243 DDP y M3 a los 260 DDP (Cuadro 1).

CUADRO 1. Evolución del cambio de coloración de los tricomas, color de la epidermis y desprendimiento de semilla como índices de madurez de cosecha de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa.

INDICE	M1 (% frutos)		M2 (% frutos)		M3 (% frutos) con desprend. semilla
	pilosidad blanca	pilosidad café	5GY 5/6	5GY 8/8	
DDP					
218	0	100	0	0	0
243	0	100	70	30	0
260	0	100	0	100	60

1.2.2. Evolución de los sólidos solubles, pH y acidez titulable durante el crecimiento y desarrollo del fruto.

Sólidos solubles

En la Figura 7, se puede apreciar que la evolución de los sólidos solubles durante el crecimiento experimenta un alza gradual, alcanzando niveles superiores a 80 Brix cuando llega a niveles de madurez por pilosidad (M1) y cambio de color de la epidermis (M2), sin embargo, esta variable logra mayores niveles cuando alcanza al nivel definido como madurez soltura de semillas (M3).

La caída de los niveles de azúcar entre los 286 y 299 días después de polinización (DDP), confirma que las chirimoyas han comenzado un proceso de abscisión encontrándose muy cercanas al momento de su caída natural que normalmente ocurre con un nivel muy avanzado de madurez y por consiguiente, con algún grado de utilización de sus carbohidratos de reserva ya que antes de ese momento a ocurrido una detención de los flujos de fotosintatos desde el árbol hacia la fruta.

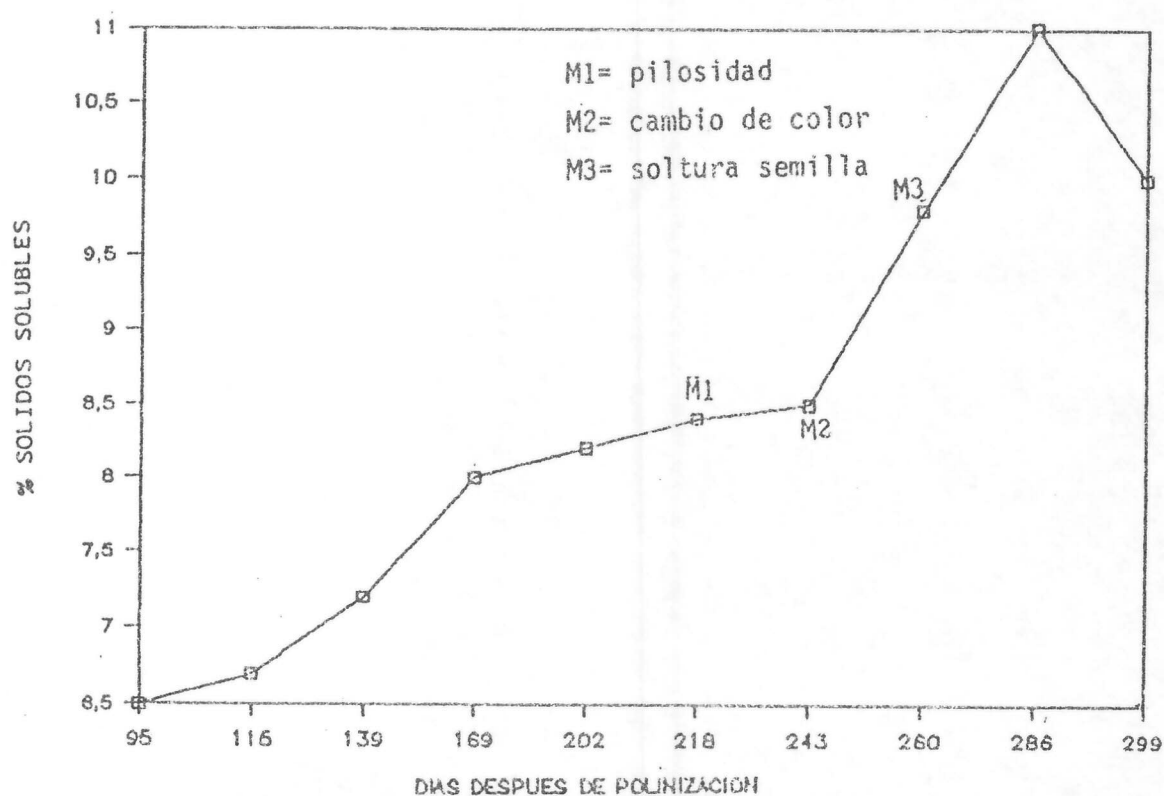


FIGURA 7. Evolución de los sólidos solubles (%) durante el crecimiento de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa.

pH

En cuanto al pH, se puede observar en la Figura 8, que este sufre muy pocas modificaciones hasta 243 DDP, momento a partir del cual decae violentamente hasta los 286 DDP, para volver a subir a los 299 DDP. La ocurrencia de M1 y M2 no marca diferencia entre ellos, pero si la hay entre ambos y M3. Esta curva lograda, remarca el hecho de que el pH se encuentra envuelto en el proceso de madurez de la chirimoya, aparentemente como resultante del proceso más que como gestante, especialmente al observar sus niveles en madurez de consumo donde se ven disminuidos.

Acidez titulable

Existe una reducción constante de la acidez durante el período de crecimiento de los frutos (Figura 9) hasta los 218 DDP, fecha en que se obtiene el cambio de coloración de los tricomas (M1). A partir de esa fecha, la acidez titulable cae bruscamente hasta los 243 DDP haciéndose diferente de M1 e igual a M3. Esto estaría justificando el hecho de que frutas con nivel de madurez M2 y M3 alcancen condiciones organolépticas muy similares a la madurez de consumo, lo que es diferente de M1, que aunque evoluciona a madurez de consumo, muestra un nivel organoléptico levemente inferior, por mantener un nivel de acidez más alto y un % de sólidos solubles menor. (Cuadro 3)

CUADRO 2. Evaluación comparativa de los parámetros químicos de chirimoyas cv. Concha Lisa en condición de fruto firme, provenientes de la cosecha con índices M1, M2 y M3. Quillota, 1990.

Estado de madurez	Acidez titulable (% P/V ác. ascórbico)	Sólidos solubles (° Brix)	pH
M 1	0.41 a	8.4 a	5.9 a
M 2	0.26 b	8.5 a	6.0 a
M 3	0.26 b	9.8 b	5.6 b

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$).

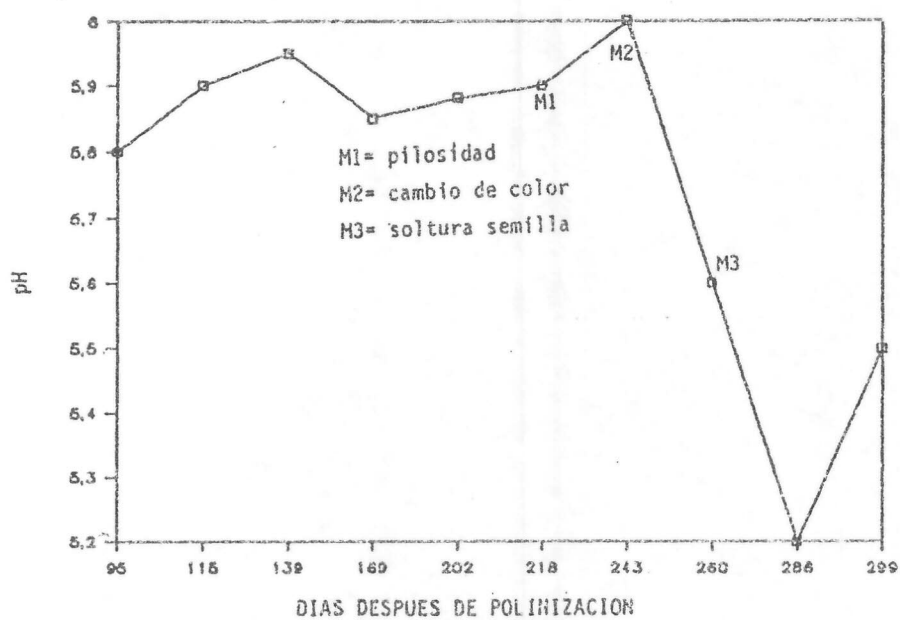


FIGURA 8. Evolución del pH durante el crecimiento de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa. Quillota, 1990.

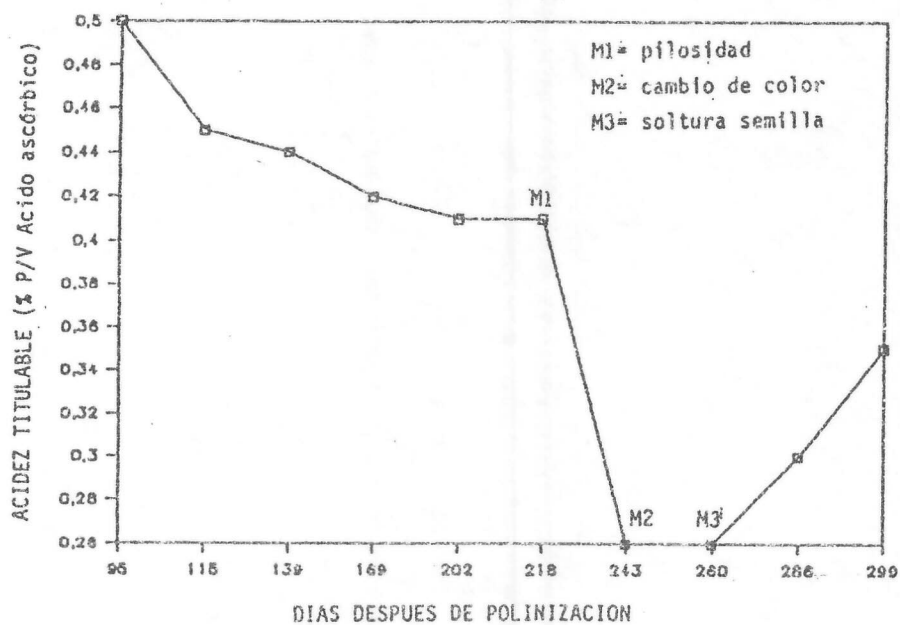


FIGURA 9. Evolución de la acidez titulable durante el crecimiento de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa. Quillota, 1990.

CUADRO 3. Evaluación comparativa de los parámetros químicos de chirimoyas cv. Concha Lisa en madurez de consumo, provenientes de la cosecha con índices M1, M2 y M3. Quillota, 1990.

Estado de madurez	Acidez titulable (% P/V ác. ascórbico)	Sólidos solubles (° Brix)	pH
M 1	0.44 a	15.3 a	5.1 a
M 2	0.33 b	16.4 b	4.9 b
M 3	0.33 b	17.4 c	4.5 c

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$).

1.2.3. Cambios bioquímicos durante el crecimiento del fruto

Evolución de los perfiles enzimáticos

En relación con el comportamiento de los grupos enzimáticos estudiados, y su relación con la generación de los procesos de madurez en la fruta, se pudo apreciar que la enzima polifenoloxidasas, relacionada con la madurez a través de un rol controlador de la biosíntesis del etileno (DILLEY, 1970), tiene un importante alza en su actividad dentro de los tejidos del epicarpio a partir de los 202 DDP, es decir aproximadamente 15 días antes de la ocurrencia del nivel de madurez M1 (Figura 10). Esta alza observada en el epicarpio no se observa en los tejidos del mesocarpio, donde la actividad de la polifenoloxidasas se observa en un nivel decreciente hasta alcanzar el nivel de madurez M1 (218 DDP). Esto podría ser debido a que dicha enzima juega un papel importante, durante la maduración, en la parte más externa de la fruta perdiendo su rol en las células del mesocarpio y permitiendo de este modo una expresión del etileno para la inducción de la maduración de los frutos.

De la Figura 11, se puede constatar que la alfa amilasa no manifiesta un comportamiento distinto al esperado, siendo una de las pocas enzimas que se detecta más activa en el mesocarpio que en el epicarpio durante la ocurrencia de los índices de madurez. Esto sería normal dado que la forma de reserva que presenta la chirimoya es como almidón, y dicha enzima interactúa en su desdoblamiento a azúcares más simples.

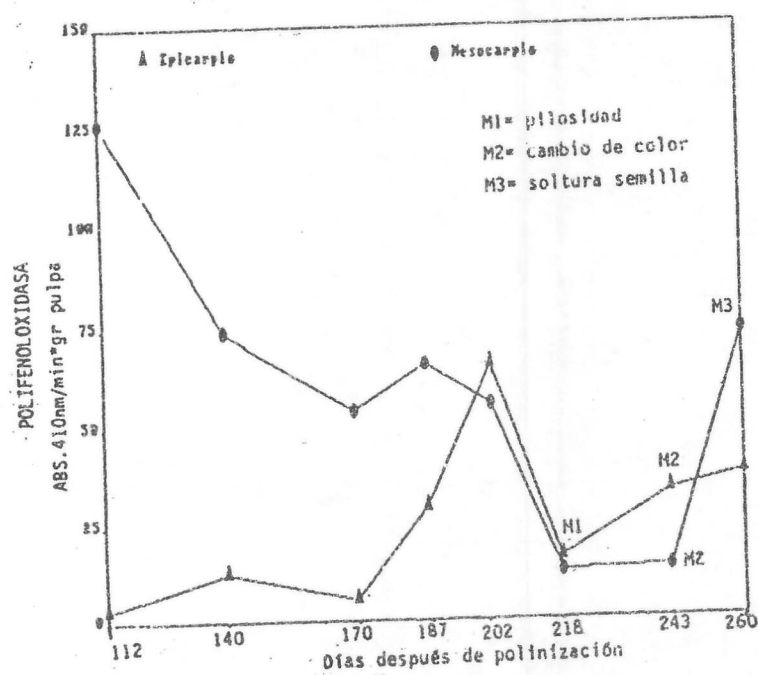


FIGURA 10. Evolución de la actividad de la enzima polifenoloxi-dasa en epicarpio y mesocarpio de chirimoyas cv. Concha Lisa durante su crecimiento. 1990.

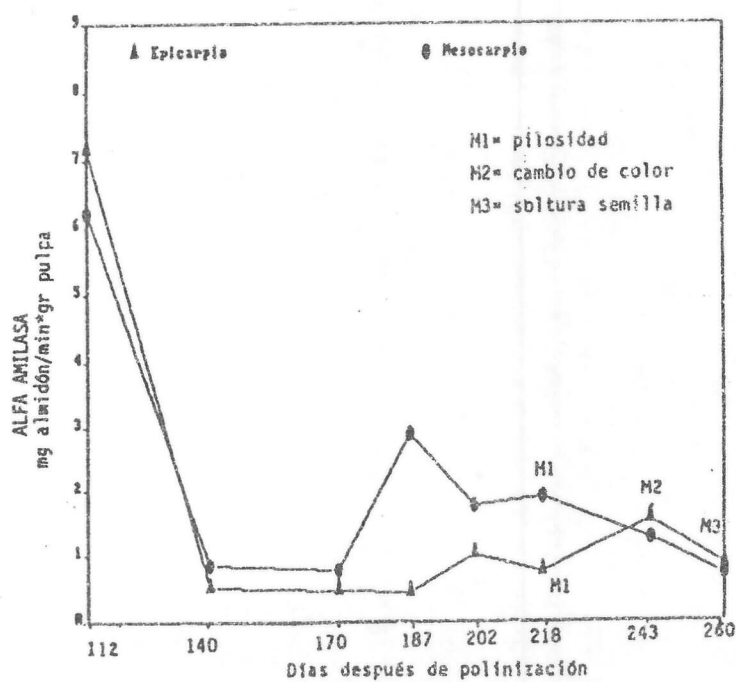


FIGURA 11. Evolución de la actividad enzimática de la alfa amilasa en epicarpio y mesocarpio de chirimoyas cv. Concha Lisa durante su crecimiento. 1990.

La actividad de la peroxidasa por su parte, se presenta en general decreciente, tanto en el epicarpio como en el mesocarpio. No obstante se puede observar (Figura 12) que dicha actividad es mayor en los tejidos del epicarpio, donde se sugiere tendrían un rol en la degradación de la clorofila. Sin embargo, se sabe que esta enzima tiene gran capacidad de oxidar sustratos fenólicos, los cuales también se encuentran en gran cantidad, por su función, bajo las células epidérmicas.

Es interesante verificar también que los niveles más bajos de actividad dentro del desarrollo final de la fruta, se encuentran a partir de los 218 DDP en los puntos de ocurrencia de la madurez (M1, M2 y M3), especialmente en el mesocarpio, lo que ratificaría su rol dentro de estos estadios de la fruta.

La catalasa, medida su actividad dentro del mesocarpio de la fruta durante su desarrollo, mostró un interesante comportamiento en la etapa inmediatamente anterior a la ocurrencia de M1 (218 DDP). El incremento sustancial de su actividad a los 202 DDP, hace pensar que ésta podría estar muy ligada a la inducción de algunos parámetros que reflejan un cambio e inician los procesos de madurez.

Es importante resaltar que, en general, los grupos enzimáticos que fueron estudiados en este ensayo, muestran cambios relevantes en su actividad en etapas inmediatamente anteriores a la ocurrencia del nivel de madurez M1 y no antes; lo que estaría ratificando que los frutos de chirimoyo presentan su nivel de madurez más incipiente cuando comienza la senescencia y por ende cambio de color de sus tricomas o pilosidades. Sería ese el momento en que, con una apreciación visible, se podría afirmar que la fruta se encuentra en un estado de madurez tal, que de ser cosechada, le permitiría alcanzar un nivel aceptable de madurez de consumo.

Sin embargo, de todas las enzimas estudiadas, es la actividad de la peroxidasa la que resultó más interesante como eventual indicador de la madurez de los frutos, con un claro perfil descendente en el momento que llega a producirse el índice de pilosidad.

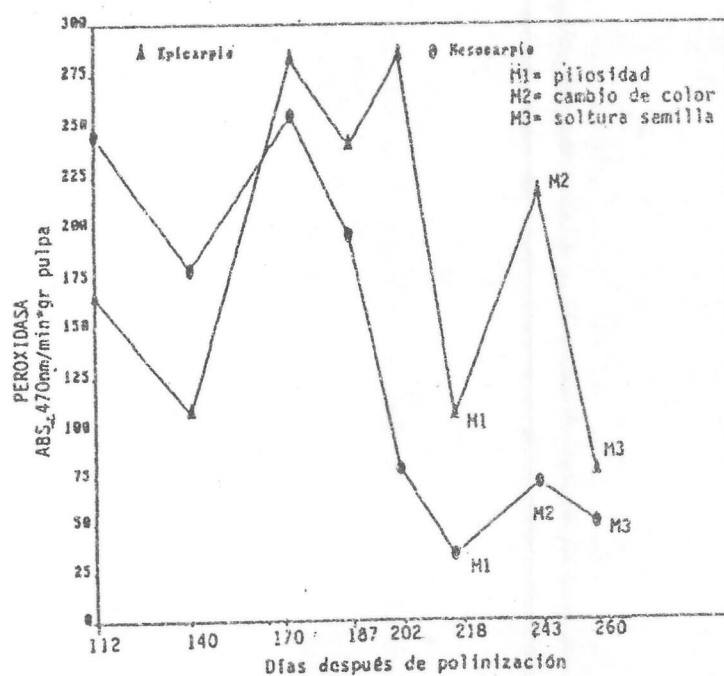


FIGURA 12. Evolución de la actividad de la enzima peroxidasa en epicarpio y mesocarpio de chirimoyas cv. Concha Lisa durante su crecimiento. 1990.

Evolución de los perfiles de proteínas

El nivel de proteínas, tanto en el epicarpio como en el mesocarpio, podría reflejar la formación enzimática de los distintos estadios por el que atraviesan los frutos de chirimoya durante su desarrollo. Al respecto, es interesante observar (Figura 13) como los niveles proteicos van decreciendo en el mesocarpio durante todo el desarrollo del fruto, obteniéndose los valores más bajos al momento de alcanzar los niveles de M1, M2 y M3.

Por otra parte, el comportamiento absolutamente contrario del nivel proteico en el epicarpio, hace pensar que la formación enzimática más importante en el fruto ocurre en dichos tejidos, quizás para la evolución del color, formación de sustratos de defensa del fruto y especialmente de enzimas como la polifenoloxidasa y catalasa que se incrementan, de acuerdo a este mismo estudio, en las mismas fechas.

Es importante observar también que el aumento proteico en el epicarpio ocurre en etapa previa a la obtención del índice de madurez M1, situación que confirma lo señalado por HULME (1970) que indica que en etapa pre climacterica ocurriría una redirección de la síntesis proteica, hacia la formación de los grupos enzimáticos que intervendrán en la maduración de los frutos.

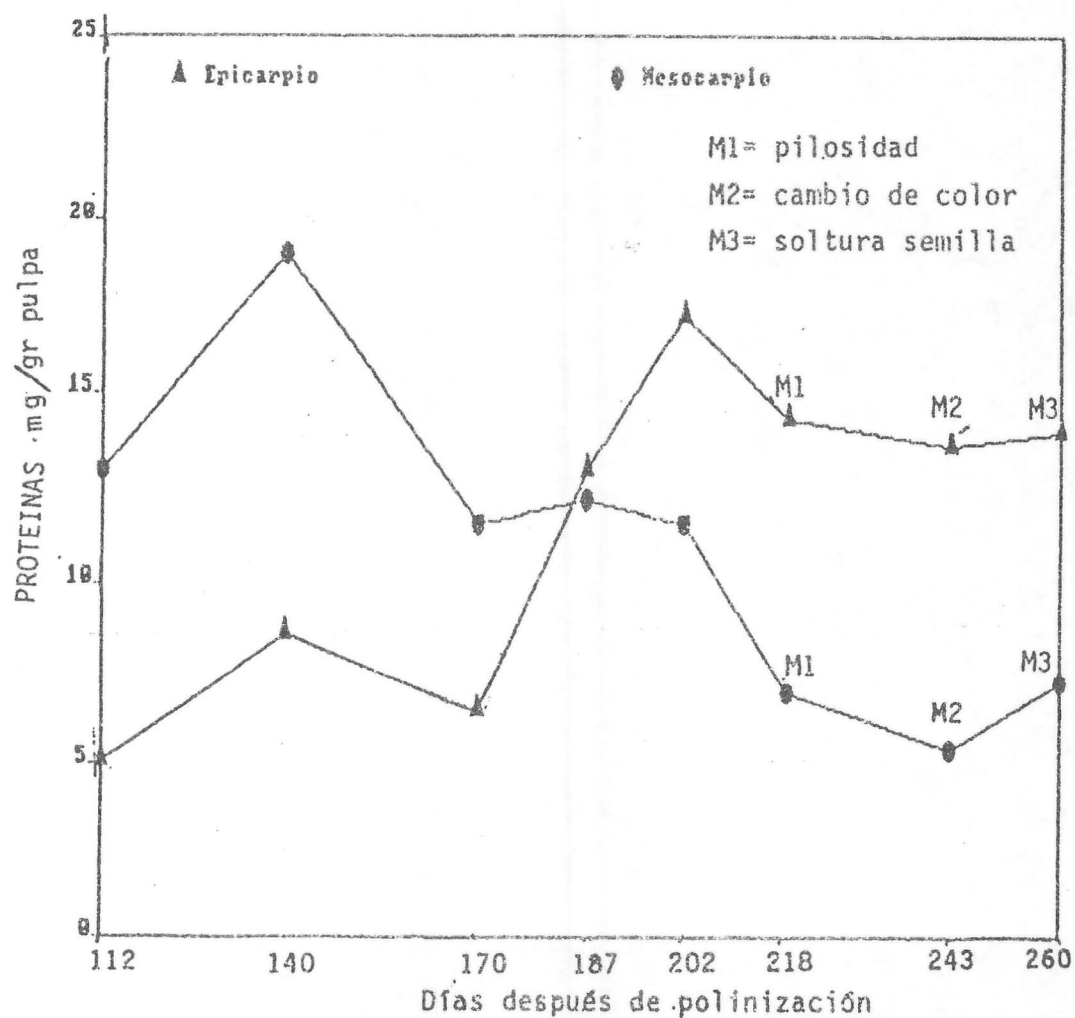


FIGURA 13. Evolución del contenido de proteínas en epicarpio y mesocarpio de chirimoyas cv. Concha Lisa, durante su crecimiento.

1.2.4. Evaluación sensorial de frutos frescos y congelados provenientes de las cosechas con los índices M1, M2 y M3

Respecto a la evaluación sensorial de frutos frescos (Cuadro 4) y congelados (Cuadro 5) se puede apreciar que hubo una leve pero no significativa preferencia por la fruta cosechada con el índice de madurez M2 respecto a los índices M1 y M3 para el caso de la fruta en fresco, mientras que si fue significativo el rechazo hacia M1 en el caso del congelado. Esto se explica debido a que los frutos congelados sufren un proceso que incluye bajas temperaturas, con lo cual el tejido sufre daños especialmente su textura, producto de la formación de cristales de hielo y en los frutos más inmaduros existe un mayor contenido de agua libre. Se desprende entonces que nivel de madurez basado en la senescencia de tricomas no sería el más adecuado para un proceso de congelado.

El color de las muestras congeladas de chirimoya cosechadas con índice M1, se vio deteriorado aún cuando se utilizó antioxidantes. Al respecto se podría aducir que los frutos procesados, provenientes de cosechas con distintos índices de madurez, manifiestan diferente caracterización bioquímica, indicando que los tejidos tendrían distinta receptividad ante un fenómeno de baja temperatura.

CUADRO 4. Evaluación sensorial de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa provenientes de las cosechas con índices de madurez M1, M2 y M3. Quillota, 1990.

Estado de madurez	Dulzor	Sabor	Textura	Aceptabilidad general
M 1	3.00 a	3.61 a	3.61 a b	3.53 a b
M 2	3.20 a	3.76 a	3.84 a	3.77 a
M 3	3.28 a	3.38 a	3.15 b	3.08 b

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Freedman ($P=0,05$).

CUADRO 5. Evaluación sensorial de frutos congelados de chirimoya cv. Concha Lisa provenientes de las cosechas con índices de madurez M1, M2 y M3. Quillota, 1990.

Estado de madurez	Dulzor	Sabor	Textura	Color	Aceptabilidad general
M 1	1.33 a	1.33 a	1.46 a	1.04 a	1.29 a
M 2	2.04 b	2.25 b	2.25 b	2.83 b	2.16 b
M 3	2.04 b	1.88 ab	2.00 ab	2.08 c	1.91 bc

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Freedman ($P=0,05$).

El aumento considerable de la actividad de la peroxidasa en frutos maduros provenientes de la cosecha con el índice M1, sumada la acción de la actividad de la polifenoloxidasa y considerándose que los contenidos fenólicos en fruta de cosecha temprana son mayores a los determinados en frutos de cosechas tardías, harían a las chirimoyas cosechadas con índice M1 más susceptibles al pardeamiento.

SCOTT (1975) señala que el pardeamiento del fruto es producto de la acción conjunta de la polifenoloxidasa y peroxidasa.

Al no haber variaciones significativas en los contenidos de sólidos solubles de la fruta cosechada con los diferentes índices, los panelistas no fueron capaces de detectar diferencias en el parámetro de dulzor durante la evaluación sensorial de los frutos. Sin embargo, en el panel sensorial de la fruta congelada los jueces si detectaron diferencias, calificando a los frutos cosechados con el índice M1 de poco dulces, en relación a aquellos provenientes de las cosechas con los índices M2 y M3.

HERMANN (1977) señala al respecto, que el descongelado de la fruta genera una exudación que eventualmente podría arrastrar importantes constituyentes celulares, entre ellos azúcares solubles.

En cuanto a la textura, los frutos cosechados con el índice M3 fueron rechazados debido a que los panelistas la encontraron áspera. Esto posiblemente podría estar asociado a una condición de sobremadurez, según lo señalado por MITCHELL (1982).

La característica de aspereza en la textura, detectada por los jueces en frutos cosechados tardíamente, también podría asociarse a la presencia de células esclereidas observadas por TIETZ (1988) en chirimoya.

1.3. Efecto de tres índices de cosecha sobre la calidad de chirimoyas enceradas y cubiertas con film plástico en almacenaje refrigerado

1.3.1. Evolución de parámetros físico-químicos a salida de cámara

Sólidos solubles

Del Cuadro 6 se puede apreciar que las chirimoyas cosechadas con los diferentes índices de madurez, manifiestan un alza en los contenidos de sólidos solubles a medida que transcurre el tiempo de almacenaje.

CUADRO 6. Efecto del tiempo de almacenaje y estado de madurez a cosecha sobre los sólidos solubles de chirimoyas cv. Concha Lisa.

Índice Cosecha		Días almacenaje refrigerado				
		0	15	20	25	30
Soltura	(M3)	8.1 a	12.7 cd	13.8 d	14.1 de	15.7 ef
Color	(M2)	8.9 a	13.4 d	13.9 d	13.8 d	15.8 f
Pilosidad	(M1)	8.2 a	10.7 b	11.1 bc	13.4 d	14.0 d

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$)

Sin embargo, después de 30 días de almacenaje los frutos cosechados con el índice de pilosidad (M1) evidenciaron los niveles más bajos de sólidos solubles, lo que podría deberse a que esta fruta por encontrarse en un estado de madurez menos avanzado presentaría una menor dotación de carbohidratos de reserva, desfavoreciendo la evolución de los sólidos solubles.

Resistencia de la pulpa a la presión

En el presente estudio, se pudo apreciar que la resistencia de la pulpa a la presión de la fruta, independientemente del índice de cosecha utilizado, no varió significativamente en el tiempo (Figura 14). Se debe considerar que la firmeza final de la fruta durante el almacenaje fue lo suficientemente elevada, alcanzando

ésta una presión que no bajo de 24 libras hasta los 30 días de permanencia en la cámara frigorífica, posterior a lo cual alcanzó un buen nivel de madurez.

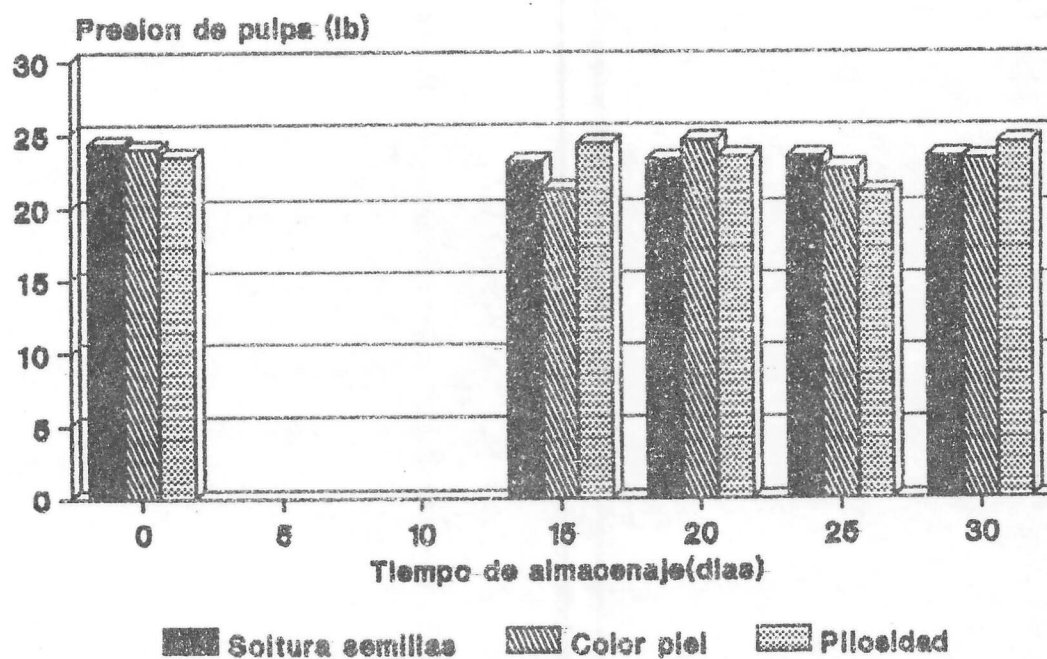


FIGURA 14. Valores de resistencia de la pulpa a la presión de chirimoyas cv. Concha Lisa cosechadas con 3 índices de madurez en almacenaje refrigerado.

Los frutos de cada nivel de madurez fueron encerados y cubiertos con una película de P.V.C. lo que habría incidido en la firmeza de los frutos, ya que ambas cubiertas favorecen su conservación, al modificar la atmósfera en torno a ellos gracias a sus propiedades particulares de permeabilidad a los gases, generando una menor deshidratación y un menor metabolismo que inhibe la acción de las enzimas que actúan en la degradación de las paredes celulares.

pH y Acidez titulable

Al hacer un análisis comparativo entre los distintos índices de madurez, respecto de estas variables, se pudo apreciar que sólo en el caso del pH, se manifestó una diferencia entre el índice de soltura de semilla y los otros dos al momento de madurez de consumo, situación que no se apreció en la madurez de cosecha.

Para el caso de la acidez no se observó mayores variaciones entre los índices de madurez ni en el tiempo de almacenaje.

No obstante lo anterior, la fruta de cada índice de madurez empleado a cosecha, manifestó variaciones significativas de pH y acidez titulable entre 0 y 15 días de almacenaje, para estabilizarse a partir de los 20 días.

Pérdida de humedad (%)

Se pudo determinar que no hubo efecto de los índices de madurez a cosecha sobre la deshidratación de los frutos en cada período de almacenaje. No obstante después de 25 días de refrigeración, la fruta cosechada con una madurez menos avanzada (M1) manifestó un aumento en las pérdidas de humedad, manteniéndose constante hacia el final del almacenaje (30 días).

Cabe señalar que las pérdidas de humedad de los frutos fueron ínfimas, no superando el 1,2% hacia el final del ensayo, manteniéndose inalterada su calidad visual.

Los bajos niveles de deshidratación obtenidos por los frutos de los diferentes tratamientos analizados, se debió, probablemente, al uso combinado de la cera y película de P.V.C. en el acondicionamiento de la fruta, lo que permitió reducir al mínimo su marchitez.

1.3.2. Evolución de parámetros físico-químicos en madurez de consumo

Tras cada período de almacenaje, se dejó madurar una muestra de fruta a temperatura ambiente para someterla a un panel sensorial conjuntamente con un análisis de variables físico-químicas.

Este tiempo es de gran relevancia, pues representa el período de comercialización que tendría la fruta una vez retirada del ambiente refrigerado. Además, al realizarle análisis físico-químicos a los frutos, se puede constatar en que condición se encuentran estos una vez alcanzado el nivel de consumo.

Sólidos solubles

Del Cuadro 7, se desprende que los frutos no fueron afectados por cada estado de madurez a cosecha, detectándose similares contenidos de sólidos solubles, tras cada período de comercialización simulada.

CUADRO 7. Efecto del tiempo de almacenaje y estado de madurez a cosecha sobre los sólidos solubles de chirimoyas cv. Concha Lisa en madurez de consumo.

Índice Cosecha	Días almacen.refrigerado+días T ₀ ambiente				
	0+10	15+7	20+7	25+7	30+7
Soltura (M3)	15,2 ab	15,6 abc	16,2 bc	17,6 c	16,2 bc
Color (M2)	15,6 abc	16,7 bc	16,6 bc	16,6 bc	12,2ab
Pilosidad (M1)	13,9 a	16,5 bc	15,8 bc	16,5 bc	16,6 bc

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$)

Tal situación hace pensar que aún cuando los frutos presentaban estados de madurez diferentes, éstos se encontraban en una condición de madurez fisiológica óptima que les permitió evolucionar, alcanzando niveles de sólidos solubles adecuados para el consumo.

Resistencia de la pulpa a la presión

Luego de retirar la fruta de la cámara frigorífica y de mantenerla a temperatura ambiente por 7 a 10 días, simulando un período de comercialización, se pudo constatar que se producía un brusco ablandamiento hasta alcanzar los niveles adecuados para el consumo.

Cabe señalar que los índices de madurez no afectan la firmeza de pulpa hasta los 25 días de almacenaje, lográndose niveles que varían de 1,95 a 3,77 libras de presión. Sin embargo, tras 30 días de almacenaje los frutos cosechados de acuerdo al índice de soltura de semilla evidencian la mayor firmeza de pulpa, 7,2 libras, nivel que no está dentro de los rangos para lograr una adecuada comercialización de los frutos (Cuadro 8).

Esto pudo deberse a que 30 días es un período muy largo de almacenaje y las coberturas pudieron haber incidido en una formación mayor de braquiesclereidas, células pétreas que produciéndose naturalmente, se ven incrementadas con un largo período de refrigeración y producen mayor dureza en la fruta.

CUADRO 8. Efecto del tiempo de almacenaje refrigerado y estado de madurez a cosecha sobre resistencia de la pulpa a la presión (lb) en chirimoyas cv. Concha Lisa a la madurez de consumo.

Índice Cosecha	Días almacen. refrigerado + días T ₀ ambiente				
	0+10	15+7	20+7	25+7	30+7
Soltura (M3)	3.6 ab	2.1 ab	2.6 ab	2.9 ab	7.2 c
Color (M2)	2.0 ab	2.3 ab	2.2 ab	2.2 ab	3.1 ab
Pilosidad (M1)	3.7 ab	3.2 ab	1.9 a	2.5 ab	4.5 b

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$)

Es importante destacar que, aún cuando los frutos permanecieron envueltos con el film de cloruro de polivinilo durante la comercialización simulada, la evolución de la madurez no fue afectada alcanzándose ablandamientos característicos de consumo en los frutos a excepción de lo señalado anteriormente.

Esto sugiere que, ante mayores temperaturas (20-22°C) se favorece el aumento de la actividad de las enzimas involucradas en el proceso de ablandamiento, aún cuando los frutos permanezcan tanto con la cera como con el film de P.V.C.

pH y Acidez titulable

Respecto a estos dos parámetros se detectó que no tuvieron una evolución significativa durante cada período que permaneció la fruta a temperatura ambiente. Dicha situación se da en todos los frutos independientemente de su madurez de cosecha.

Pérdida de humedad

La fruta, independientemente de la madurez en que fue cosechada, no mantuvo similares niveles de deshidratación durante cada período de comercialización simulada, detectándose este comportamiento hasta los 7 días luego de haber permanecido los frutos por 25 días en almacenaje refrigerado. Sin embargo, en la quinta evaluación (30 + 7) la fruta cosechada bajo el índice M2 (cambio de color epidermis) presentó una mayor deshidratación que aquellos cosechados con el índice de cambio color de la pilosidad (M1).

No obstante lo anterior, se debe dejar de manifiesto que las pérdidas siguen manteniendo valores ínfimos que no alterarían la calidad visual de los frutos (Figura 15), considerándose que han estado sometido a mayores temperaturas.

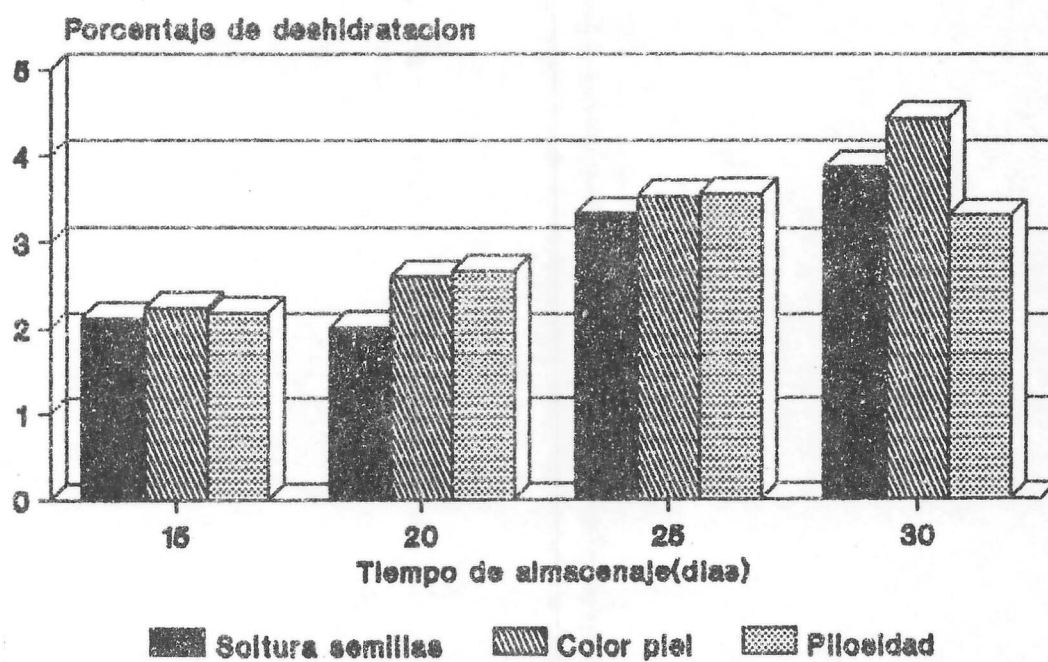


FIGURA 15. Efecto del tiempo de almacenaje y estado de madurez sobre la pérdida de humedad (%) de chirimoyas cv. Concha Lisa en madurez de consumo.

Análisis sensorial

Respecto al parámetro de textura, los panelistas manifestaron las mayores preferencias por los frutos cosechados con el índice de cambio de color de la epidermis. Este comportamiento, de mayor aceptación, se presenta hasta el tercer período de comercialización simulada, luego de 20 días de almacenaje.

Hacia el final del almacenaje, los jueces no fueron capaces de detectar diferencias en la textura de los frutos.

Los juicios emitidos por los panelistas en relación al sabor, evidencian una marcada aceptación por la fruta con índice de madurez (M2) hasta la segunda evaluación sensorial, luego de 15 días de refrigeración. Sin embargo, desde los 20 días de almacenaje, se detecta un rechazo por todos los tratamientos, siendo siempre los frutos de la madurez M2 los que presentan más aceptación en relación a los frutos de (M1) y (M3).

Cabe señalar que a los 30 + 7 días todos los frutos, independientemente de su madurez a cosecha, manifestaron un amargor reflejándose tal condición en el elevado rechazo de los frutos por parte de los jueces. Esta situación es posible haya sido causada por un limitado metabolismo que implica la acumulación de metabolitos de desecho en la célula, lo que le podría conferir esta condición de amargor.

El color de la piel de los frutos incidió directamente en la apariencia externa de las chirimoyas, provocando en definitiva la aceptación o rechazo del producto por parte de los consumidores. Al analizar los resultados obtenidos, se pudo determinar que no existió una tendencia definida respecto a las preferencias de los jueces en relación a la apariencia externa de la fruta.

Sin embargo, todos los frutos independientemente de su estado de madurez a cosecha, manifestaron un color verde característico producto de la utilización de cera y film plástico. Este resultado podría deberse al efecto de modificación atmosférica, al cubrir los frutos con las diferentes coberturas, retardando de esta manera el proceso de maduración al elevar los niveles internos de CO₂ y al reducir los niveles internos de oxígeno. Esto, habría permitido retardar el cambio de color de fondo de la piel, ya que por esta condición modificada se atenuaría la actividad de algunas enzimas como por ejemplo la clorofilasa.

En cuanto a la cera Primafresh, ésta otorgó a la fruta un brillo especial, producto de un tamaño de partícula muy fino. lo que favoreció su apariencia externa

2. FACTORES DE PRECOSECHA SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS DE CHIRIMOYA

2.1. Diferentes dosis de fertilización nitrogenada y dos vigos de ramilla sobre la calidad de consumo de chirimoyas cv. Concha Lisa

Evolución de parámetros físico-químicos durante la madurez de consumo, luego de un período de almacenaje refrigerado.

Resistencia de la pulpa a la presión

Del Cuadro 9 se puede constatar que la firmeza de los frutos para cada dosis de nitrógeno, se ve reducida al aumentar el tiempo de almacenaje, manifestándose los menores niveles de presión a los 5 días luego de 33 días de refrigeración.

CUADRO 9. Efecto del período de almacenaje y dosis de nitrógeno sobre la resistencia de la pulpa a la presión (lb) de chirimoyas cv. Concha Lisa en madurez de consumo.

Dosis de N ₂ (Kg/árbol)	Días almacen.refrigerado + días T ₂ ambiente		
	11 + 7	22 + 6	33 + 5
D1 (1.84)	2.98 a	2.20 cd	0.50 f
D2 (3.68)	2.78 a	2.18 cd	0.60 f
D (4.14) (T)	2.35 bcd	1.70 d	0.65 f
D4 (5.52)	2.36 bcd	1.66 d	0.74 f
D5 (6.72)	2.39 bc	1.63 e	0.70 f

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey (P=0,05)

Varias investigaciones en chirimoyas han determinado que la resistencia de la pulpa a la presión disminuye con el incremento en el tiempo de almacenaje. Sin embargo, si se analizan los frutos en cada fecha de evaluación, se visualiza en el mismo Cuadro, que a los 7 días de alcanzada la madurez de consumo, la fruta manifiesta las menores firmezas con las mayores dosis de nitrógeno

(D4 - D5). Estas firmezas son similares a la alcanzada por los frutos con la dosis testigo (D3). No obstante, se puede apreciar que estas diferencias se atenúan con el tiempo de almacenaje, ya que a los 33 + 5 días las dosis de N₂ dan la misma resistencia de la pulpa a la presión. Probablemente esto se deba al prolongado almacenaje que presentan los frutos.

Este comportamiento podría deberse probablemente a que cuando se fertiliza a los árboles con niveles altos de nitrógeno, la síntesis de compuestos estructurales de los frutos, que conforman la pared celular y cutícula, se reducen obteniéndose frutos más blandos (LEE y CHAPMAN, 1988). Un largo período de almacenaje cambiaría esta situación, por el metabolismo que de ellos realiza la célula en el proceso de respiración.

Sólidos Solubles

El Cuadro 10 muestra en general, que los frutos provenientes de Árboles fertilizados con las menores dosis de nitrógeno, incluyendo la dosis testigo (D1-D2-D3) manifiestan los mayores contenidos de sólidos solubles tanto a los 11 + 7 como a los 22 + 6 días de almacenaje al obtener su madurez de consumo. En el caso de 33 + 5 días de almacenaje, obtenido su nivel de consumo, se puede apreciar que sólo D1 y D2 mantienen mejores niveles de sólidos solubles que el resto de los tratamientos.

CUADRO 10. Efecto del período de almacenaje y dosis de nitrógeno sobre la evolución de los sólidos solubles (°Brix) de chirimoyas cv. Concha Lisa a madurez de consumo.

Dosis de N ₂ (Kg/árbol)	Días almacen. refrigerado + días T ₀ ambiente		
	11 + 7	22 + 6	33 + 5
D1 (1.84)	16.83 efg	15.80 i	21.30ab
D2 (3.68)	16.95 efg	15.70 i	21.70 b
D3 (4.14) (T)	17.08 efg	16.10 ij	18.90 c
D4 (5.52)	16.28 gh	15.90 j	18.70 cd
D5 (6.72)	15.90 i	14.80 k	18.70 d

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey (P=0,05)

La disminución en el contenido de sólidos solubles frente a un exceso de nitrógeno puede generar un incremento en las necesidades metabólicas de los frutos, ya que empieza a haber una mayor formación de proteínas, en desmedro de la síntesis de carbohidratos, lo que dejaría a la célula con menor nivel de reserva para alcanzar mayor contenidos de sólidos solubles.

Por su parte CORFO-UC (1986) ratifica lo anteriormente descrito y señala que ante un exceso de nitrógeno, existe una disminución en el contenido de sólidos solubles de los frutos.

pH y Acidez titulable

La variable acidez presentó una tendencia al alza hasta la segunda fecha de evaluación, aumentando en promedio de 0,37% a 0,66% de ácido ascórbico, declinando sus niveles posteriormente a 0,22% tras 5 días a temperatura ambiente, luego de 33 días de refrigeración. Dicha tendencia se presentó en todos los frutos independientemente de la dosis de nitrógeno utilizada.

En cuanto al pH, este parámetro no manifiesta un comportamiento muy claro durante el estudio, fluctuando sus valores en promedio entre 5,4 a 5,8 en los diferentes tratamientos.

Pérdida de humedad

Para esta variable se obtuvieron diferencias significativas, no debido a las dosis de nitrógeno o vigores de ramilla, sino que al período de almacenaje considerado.

En este estudio, las pérdidas llegaron a 4.95% en promedio, alcanzándose a los 5 días de temperatura ambiente tras 33 días de almacenaje refrigerado. Cabe señalar que la pérdida de humedad es función del tiempo y temperatura de almacenaje, aumentando a medida que la temperatura se eleva y el período de almacenaje se prolonga.

Sin embargo, se debe destacar que las pérdidas de humedad (Figura 16), alcanzadas por la fruta en este ensayo, son relativamente bajas, si se considera que los frutos tuvieron un almacenaje prolongado además de ser analizados en condiciones de temperatura ambiente. Esto se debería a la condición de microambiente saturado generado dentro del envase por el film de cloruro de polivinilo que envolvió a los frutos.

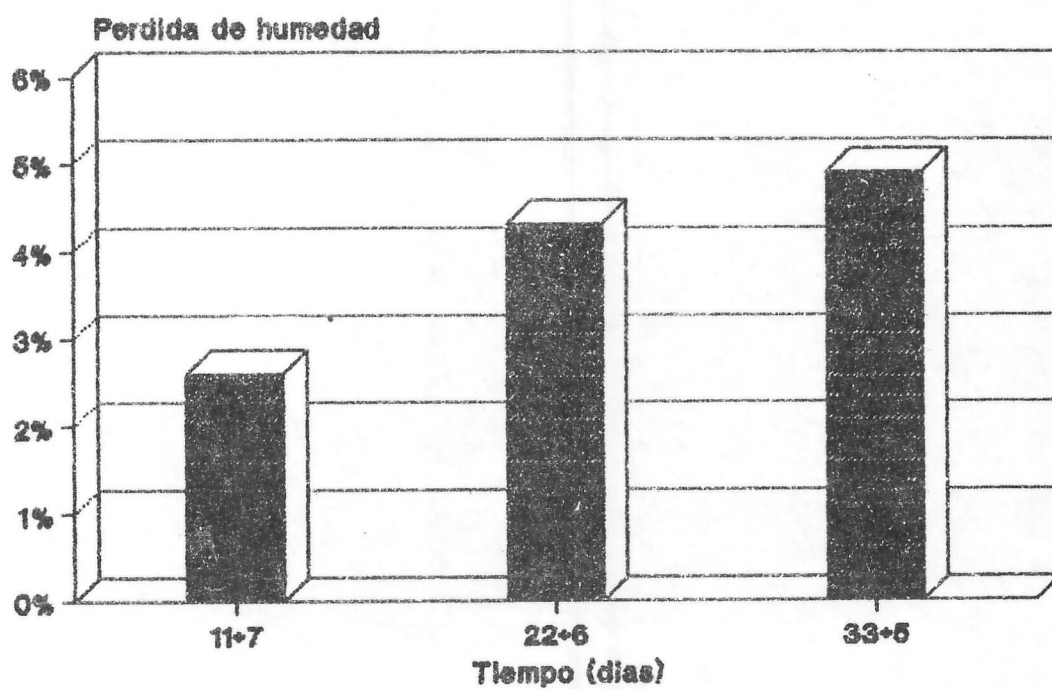


FIGURA 16. Efecto del periodo de almacenaje sobre la pérdida de humedad (%) de chirimoyas cv. Concha Lisa.

Análisis sensorial

Sabor: Los jueces manifiestan las mayores preferencias por los frutos provenientes de árboles fertilizados con las menores dosis de nitrógeno (D1, D2), sin embargo no fueron capaces de detectar diferencias entre los frutos con dichas dosis. Esta condición se presentó al ablandar el fruto después de 6 días a temperatura ambiente tras 22 días de refrigeración.

Hacia el final del almacenaje la tendencia de los jueces fue a preferir en mayor grado los frutos de árboles tratados con la dosis testigo (D3).

Textura: Respecto a este parámetro los jueces prefirieron con mayor agrado los frutos de aquellos árboles con la fertilización tradicional de la zona (D3, testigo).

La fruta para la dosis testigo manifestó una textura firme durante todas las fechas de evaluación. No obstante los frutos de árboles fertilizados con dosis altas de nitrógeno presentaron una textura más blanda.

Apariencia externa: En la segunda evaluación luego de 6 días de ablandamiento a temperatura ambiente, tras 22 días de almacenaje, los frutos, independientemente de los tratamientos analizados, fueron altamente aceptados por los panelistas. Mientras que a los 33 más 5 días toda la fruta fue rechazada ya que en este período los frutos evidenciaban un deterioro en términos de un mayor desarrollo de hongos, presentando una textura blanda principalmente en aquellos con dosis altas de nitrógeno.

Alteraciones patológicas

Durante la primera fecha de evaluación (11 + 7) el estado sanitario de los frutos en todos los tratamientos fue excelente, ya que no se detectó ninguna contaminación fungosa. No obstante en la segunda evaluación (22 + 6) alrededor del 50% de los frutos en los distintos tratamientos manifestaron indicios de pudrición con un nivel de daño calificado como leve, el resto de la fruta se mantuvo inalterada.

Finalmente a los (33 + 5) días se detectó en todos los tratamientos un mayor desarrollo de hongos en la fruta, manifestando un daño calificado de moderado. No se detectó sin embargo, diferencias en el nivel de contaminación en los frutos

provenientes de los diferentes tratamientos. No obstante la fruta proveniente del tratamientos testigo (D3) evidenció un nivel de daño calificado como leve en el 100% de los frutos. Es importante recordar que la fruta empleada en esta experiencia no fue tratada con ningún fungicida.

Alteraciones fisiológicas

Desde los 22 + 6 días se comienza a evidenciar alteraciones fisiológicas leves en todos los frutos a excepción de aquellos que provenían de árboles fertilizados con la mayor dosis de nitrógeno (D5). A los 33 + 5 días todos los frutos, independientemente de los tratamientos, manifestaron nivel de daño leve a moderado presentando principalmente moteado, que fue la alteración más frecuente.

Evaluaciones físico-química durante la madurez de consumo sin almacenaje refrigerado

Los frutos que se evalúan a continuación alcanzaron su madurez de consumo a los 6 días después de la cosecha realizándose las siguientes mediciones:

Resistencia de la pulpa a la presión

Ante dosis crecientes de nitrógeno, la firmeza de la fruta se hace menor, detectándose los menores niveles de presión en frutos provenientes de árboles fertilizados con las dosis más altas de nitrógeno (D4 y D5). (Cuadro 11)

CUADRO 11. Efecto de la dosis de nitrógeno sobre la resistencia de la pulpa a la presión de chirimoyas cv. Concha Lisa.

Dosis		Resistencia de la pulpa a la presión (lb)	
D1	(1.84)	1.50	a
D2	(3.68)	1.18	a b
D3	(4.14) (T)	0.90	b
D4	(5.52)	0.65	c
D5	(6.72)	0.63	c

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$)

Sólidos solubles

Esta variable sigue la misma tendencia que la resistencia de la pulpa a la presión, ya que conforme aumentan las dosis de nitrógeno, los sólidos solubles disminuyen (Cuadro 12). Los contenidos más altos de sólidos solubles los presentan los frutos con la dosis 1 y 2 de nitrógeno, detectándose niveles del orden de 22.9Brix. No obstante los frutos con las dosis altas de nitrógeno evidencian valores del orden de 17.0Brix, situación que es más normal encontrar en frutos provenientes de la zona de La Cruz-Quillota.

CUADRO 12. Efecto de la dosis de nitrógeno sobre los sólidos solubles en porcentaje de chirimoyas cv. Concha Lisa.

Dosis		Sólidos solubles (%)	
D1	(1.84)	22.60	a
D2	(3.68)	22.80	a
D3	(4.14) (T)	20.00	b
D4	(5.52)	17.90	c
D5	(6.72)	17.60	c

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$)

Es importante destacar, de acuerdo a experiencias anteriores (FIA-UCV, 1988) que niveles superiores a 20.0Brix dan a la fruta un grado de aceptabilidad óptima, enmascarando incluso una alta acidez.

Acidez titulable

Del Cuadro 13 se infiere que los frutos independientemente de la ramilla que provengan no presentan variaciones significativas de la acidez. Sin embargo, los frutos tanto de ramillas débiles como vigorosas para la menor dosis nitrogenada evidencian los niveles más bajos de acidez titulable, aumentando ésta a medida que las dosis de nitrógeno se incrementan.

CUADRO 13. Efecto de la dosis de nitrógeno y vigor de ramilla sobre la acidez titulable de chirimoyas cv. Concha Lisa.

Dosis de Nitrógeno (Kg N ₂ /árbol)	Vigor de Ramilla	
	D	V
D1 (1.84)	0.73 c	0.74 c
D2 (3.68)	0.78 b	0.78 b
D3(T) (4.14)	0.85 ab	0.86 a
D4 (5.52)	0.88 a	0.86 a
D5 (6.72)	0.88 a	0.88 a

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey (P=0,05)
D= débil; V= vigorosa.

Cabe señalar que los frutos procedentes árboles fertilizados con la dosis D1 y D2, presentan valores similares de acidez en cada vigore de ramilla. Los frutos con las dosis mayores de nitrógeno evidencian los contenidos más altos de acidez titulable, siendo además iguales al testigo (D3).

Se tienen antecedentes en frutos cítricos y tomates que ante un aumento de la fertilización nitrogenada, los frutos manifiestan una mayor acidez titulable (CORFO-UC, 1986).

pH

Esta variable al igual que el ensayo anterior donde se incluía el almacenaje refrigerado, no presenta cambios marcados para cada una de las dosis de nitrógeno analizadas, fluctuando éste en valores de 4,4 a 4,6.

Pérdida de humedad

Los frutos de árboles fertilizados con la menor dosis de fertilización nitrogenada manifestaron el más bajo porcentaje de pérdida de humedad, alcanzando un nivel de 1,5% en 6 días a temperatura ambiente después de cosechado. Este valor es inferior al resto de los tratamientos que, mantenidos en las mismas condiciones, tuvieron pérdidas que fluctuaron entre 2,3% con la dosis 2 y 3,8% con la dosis 5.

Estos niveles tan bajos alcanzados en temperatura ambiente y a la sombra, pueden atribuirse al uso del film de cloruro de polivinilo conque se embolsó la fruta, lo que confirma que este tipo de film tiene un importante efecto sobre la deshidratación al crear un ambiente de saturación que limita el flujo de transpiración de la fruta.

No obstante, las diferencias significativas encontradas con las dosis D1 con respecto al resto y D2 con respecto a D3, D4 y D5, podrían relacionarse con el nivel de turgor alcanzado por la fruta, o dicho de otra manera se podría deducir que a mayor porcentaje de sólidos soluble existiría una mayor retención de humedad.

Análisis sensorial

En general, los panelistas no fueron capaces de detectar diferencias entre los frutos provenientes tanto de ramillas débiles como vigorosas; sin embargo, en las características organolépticas de sabor, dulzor y textura los jueces mostraron una marcada tendencia a preferir los frutos provenientes de una baja (D1 - D2) o tradicional (D3) fertilización.

Cabe señalar que los frutos independientemente de los tratamientos analizados fueron encontrados por los jueces: dulces, firmes y con un aroma característico.

3. INDUSTRIALIZACION

PRIMERA ETAPA

3.1. Formulaciones preliminares de chirimoyas cv. Local Serena

3.1.1. Pulpas

a. Pulpa de chirimoya congelada

La pulpa congelada mantuvo sus propiedades de color claro y sabor característico durante más de 6 meses de almacenaje, siendo aceptada por los panelistas durante la evaluación sensorial. Sin embargo se detectó una leve sensación de acidez producto de los antioxidantes incorporados.

b. Pulpa de chirimoya semiprocesada

-Pulpa de chirimoya refrigerada

La pulpa refrigerada, tanto pasteurizada como sin pasteurizar, mantuvo sus características de color y sabor durante un período de 6 a 8 semanas siendo en general aceptada por parte de los jueces. Posteriormente el producto sufrió procesos de fermentaciones y deterioro microbiano.

Los panelistas fueron capaces de detectar en la pulpa pasteurizada, una pequeña modificación en el sabor; sin embargo, al ser utilizada ésta como saborizante junto a otras materias primas, dicha modificación no fue detectada.

Cuando se adicionó azúcar a la pulpa pasteurizada, su color sufrió un oscurecimiento que lo diferenció del tratamiento sin azúcar.

Cabe destacar que los tratamientos sin adición de antioxidantes manifestaron coloraciones más oscuras.

-Pulpa almacenada a temperatura ambiente

En este caso, los tratamientos almacenados en condiciones

ambientales, envasados con y sin vacío, sufrieron procesos de fermentaciones y deterioro a los cuatro días de almacenaje.

-Producto de humedad intermedia

El producto denominado de humedad intermedia, sufrió alteraciones en el color y sabor, generadas principalmente por el tratamiento térmico utilizado y la alta concentración de azúcar (70º Brix) a que fue sometido. Se oscureció y desarrolló sabores extraños. No obstante lo anterior, mantuvo su estabilidad microbiológica durante el período de almacenaje a temperatura ambiente (3 meses).

3.1.2. Chirimoya trozada

Respecto a las formulaciones de chirimoya trozada en las cuales se utilizó trozos de naranja y de papaya usando como medios de cobertura almíbar y jugo de naranja, se puede establecer que en general todos los tratamientos tuvieron una buena aceptabilidad en términos de sabor y color, aún cuando la textura en el producto descongelado se vio afectada disminuyendo su aceptabilidad.

En cuanto al color, los jueces mostraron preferencia por el tratamiento que incluía trozos y jugo de naranja como medio de cobertura. Sin embargo al evaluar la característica de sabor los panelistas prefirieron los cuartos de chirimoya con trozos de papaya y almíbar.

El medio de cobertura ejerció una protección del color de la fruta, manteniéndolo durante todo el período de almacenaje (3 meses).

SEGUNDA ETAPA

3.2. Fruta semiprocesada envasada con modificación de atmósfera

3.2.1. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semi procesadas presentada como "cuartos" en almacenaje refrigerado, cv. Local Serena y Bronceada.

Cultivar Local Serena

Evolución del contenido de sólidos solubles

En general, el contenido de sólidos solubles tiende a mantenerse constante a través del período de almacenaje, observándose un comportamiento similar para los grados de ablandamiento y niveles de gasificación empleados. Esto podría deberse a una reducción ostensiblemente de la respiración de los sustratos orgánicos y por consiguiente la evolución de la madures de los frutos, atribuible a la presencia del nitrógeno y anhídrido carbónico y considerando además las bajas concentraciones de oxígeno existentes en el interior de los envases.

Cabe señalar que el contenido promedio de sólidos solubles alcanzado por los dos estados de madurez de consumo (Figura 17), fue de 14,5%, nivel relativamente bajo si se le compara con el contenido que alcanza la fruta en este período de cosecha. Esta respuesta podría deberse al hecho de que los frutos fueron cosechados de huertos emparronados, donde existe una mayor proporción de frutos emboscados, por ende una menor cantidad de luz llega a cada fruto, incidiendo en la acumulación de fotosintatos de reserva y evolución de azúcares solubles.

pH

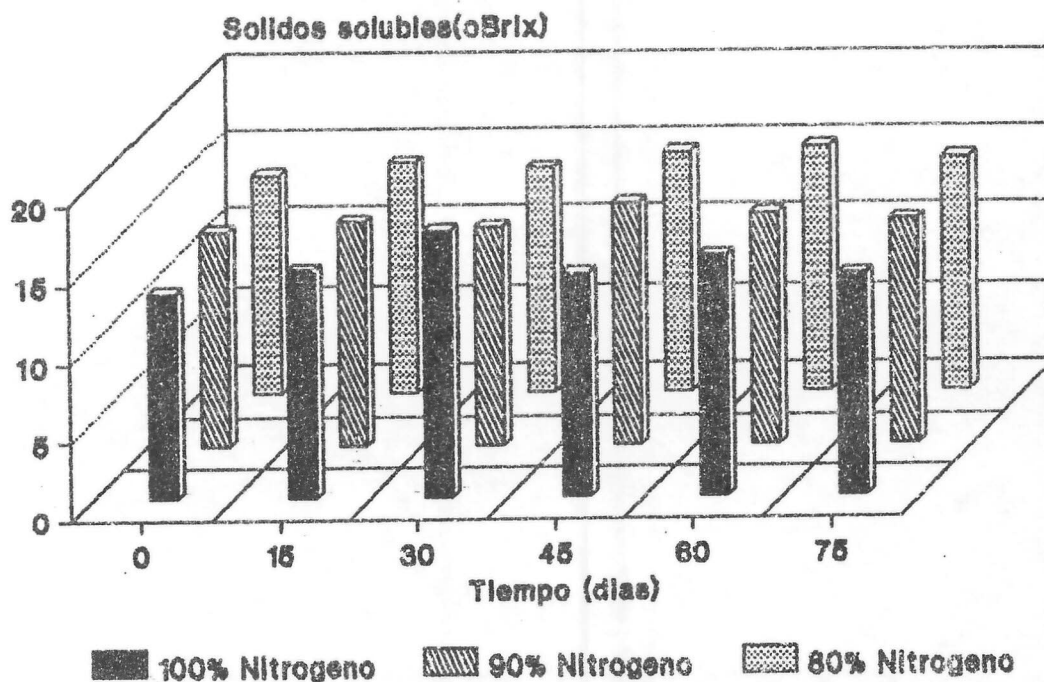
Este parámetro no muestra cambios marcados en los tratamientos analizados, además cabe señalar que en general, esta variable mostró niveles similares durante los 75 días de almacenaje refrigerado (cuadro 14, Figura 18)

CUADRO 14. Efecto del período de almacenaje y nivel de gasificación sobre el pH de cuartos de chirimoya cv. Local Serena.

Nivel Gasificación	Días Almacenaje Refrigerado					
	0	15	30	45	60	75
100% N ₂	4.4	4.2	4.1	4.2	4.0	4.2
90% N ₂ ;10% CO ₂	4.2	4.3	4.0	4.2	4.1	4.3
80% N ₂ ;20% CO ₂	4.1	4.1	4.4	4.2	4.2	4.3

Se podría pensar que el bajo nivel de oxígeno complementado con la baja temperatura y la alta concentración de nitrógeno haga que la fruta mantuviera su pH estable, al reducir el nivel de respiración de la fruta semiprocada.

Estado de ablandamiento(M1)



Estado de ablandamiento(M2)

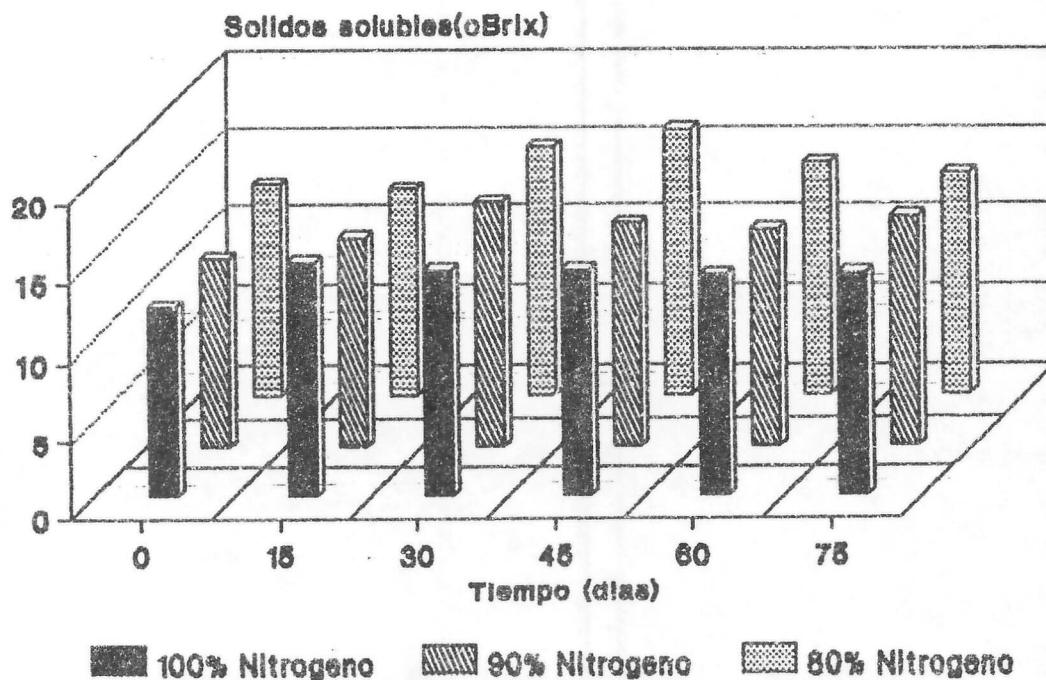


FIGURA 17. Efecto del nivel de gasificación estado de ablandamiento y periodo de almacenaje refrigerado sobre los sólidos solubles en cuartos de chirimoya cv. Local Serena.

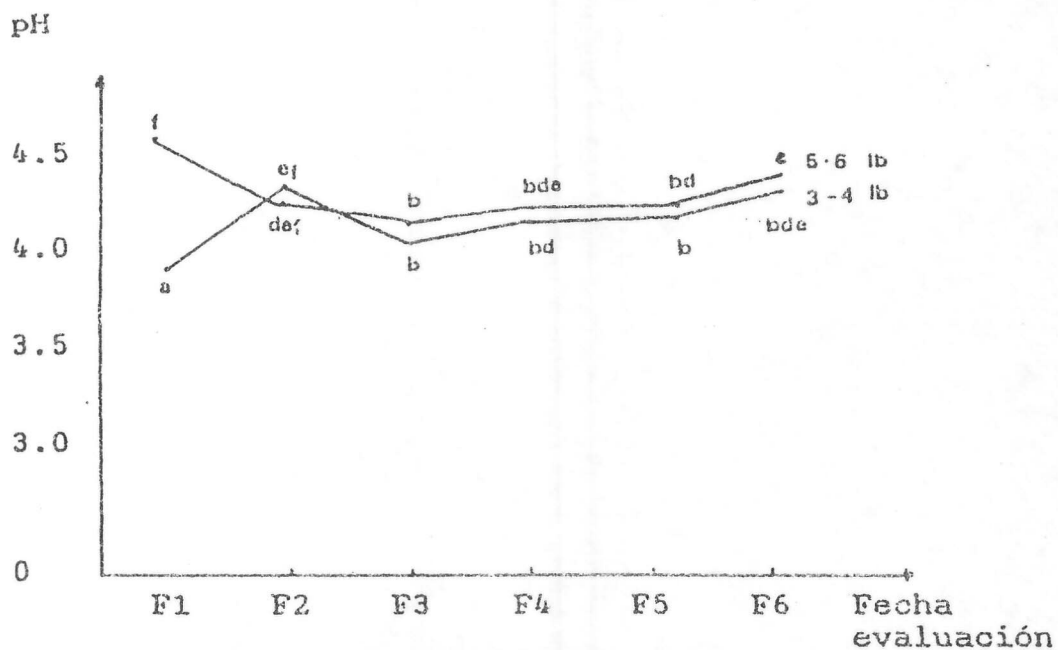


FIGURA 18. Efecto del estado de ablandamiento y período de almacenaje refrigerado sobre la evolución del pH en cuartos de chirimoya cv. Local Serena.

Se debe considerar además, que la acidez y pH de los frutos se ven afectados por los ácidos málico, cítrico y ascórbico, los cuales permiten un efecto tampón debido a su naturaleza de ácido débil, implicando que cambios en su composición no alteren el pH de la fruta.

Acidez titulable

La acidez titulable no mostró grandes diferencias en sus niveles para cada estado de madurez de consumo (Cuadro 15).

CUADRO 15. Efecto del estado de ablandamiento y período de almacenaje refrigerado sobre la acidez titulable (meq ác. ascórbico/100 ml jugo) de cuartos de chirimoya cv. Local Serena

Estados de madurez de consumo	Días Almacenaje Refrigerado					
	0	15	30	45	60	75
5-6 lb	0.60	0.64	0.76	0.85	1.05	0.83
3-4 lb	0.80	0.65	0.74	1.53	0.93	0.90

Lo anterior se debería a que la fruta fue procesada con un avanzado nivel de madurez y una estrecha relación entre los dos estados de consumo, no permitiendo detectar grandes diferencias de la variable.

En el Cuadro 16, se aprecia que la acidez se mantiene hasta los 30 días de almacenaje, no obstante a partir de los 45 días, ésta se incrementa obteniendo el máximo valor para luego estabilizarse en aquellos frutos tratados con 90% N + 10% CO₂ y reducirse en frutos con 100% N₂ y 80% N₂ + 20% CO₂.

CUADRO 16. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje refrigerado sobre la acidez titulable (meq ác. ascórbico/100 ml jugo) de cuartos de chirimoya cv. Local Serena

Días almacenaje refrigerado consumo	Nivel de Gasificación		
	100% N ₂	90%N ₂ +10%CO ₂	80%N ₂ +20%CO ₂
0	0.66	0.80	0.63
15	0.63	0.70	0.60
30	0.79	0.75	0.71
45	1.27	1.07	1.24
60	1.06	0.90	1.01
75	0.77	0.96	0.86

Tal comportamiento hacia el final del almacenaje, podría atribuirse a que el ácido ascórbico, principal componente de la acidez podría oxidarse generando ácido dehidroascórbico, con la consiguiente disminución en la acidez.

Textura

La textura se clasificó de acuerdo a las categorías de firme, intermedia y blanda.

Se determinó que para ambos estados de madurez de consumo, los frutos tratados con 100% N₂ mostraron durante todo el período de almacenaje una textura más firme; sin embargo la fruta con 90% N₂ + 10% CO₂ y 80% N₂ + 20% CO₂ manifestaron una textura blanda (Cuadro 17).

CUADRO 17. Rangos promedios de textura para 3 niveles de gasificación y 2 niveles de ablandamiento de consumo en cuartos de chirimoya cv. Local Serena.

Estado madurez consumo	Días de almacenaje refrigerado					
	0	15	30	45	60	75
5 - 6 lb						
100% N ₂	7,1	5,7	10,6	5,0	7,9	3,6
90% N ₂ +10% CO ₂	10,9	11,0	9,0	13,5	7,7	12,4
80% N ₂ +20% CO ₂	9,0	8,1	7,3	9,6	12,9	12,4
3-4 lb						
100% N ₂	8,5	9,1	5,5	10,0	7,4	3,1
90% N ₂ +10% CO ₂	8,5	9,1	11,0	4,7	5,9	11,7
80% N ₂ +20% CO ₂	6,9	7,0	9,0	12,0	10,7	11,7

Valores menores indican una tendencia a consistencia firme, en cambio valores altos indican consistencia blanda.

Evaluación sensorial

Sabor: En cuanto a esta variable, los panelistas prefirieron y aceptaron sólo aquellos frutos con menor estado de madurez (5-6 lb) para las 3 gasificaciones utilizadas, hasta los 60 días de almacenaje refrigerado.

No obstante a los 30 días de refrigeración los frutos con mayor grado de madurez (3-4 lb) y tratados con 80% N₂; 20% CO₂ mostraron un 60% de aceptación.

Sin embargo a pesar que los tratamientos descritos anteriormente fueron aceptados, el sabor fue levemente alterado en relación a la fruta fresca probablemente por la oxidación del ácido ascórbico de la solución antioxidante a dehidroascórbico, el cual genera un cierto amargor que enmascararía el sabor de la fruta.

Además es importante considerar una posible fermentación del tejido, al existir niveles bajos de oxígeno (0,2%); esto traería como consecuencia un desarrollo de sabor alcohólico en los tejidos como sucede en otros frutos tales como manzana, plátanos y paltas, con concentraciones de oxígeno del 1%.

Textura: En general, la tendencia de los jueces para ambos grados de madurez de consumo fue a preferir la textura blanda e intermedia para todos los períodos de almacenaje en ambos estados de ablandamiento.

Dulzor: Independientemente de los tratamientos realizados en el estudio, la fruta fue calificada por los panelistas con un dulzor bajo. Esto probablemente se deba al bajo nivel de sólidos solubles de los frutos descritos en la Figura 17

Apariencia externa: El parámetro que incidió en mayor proporción sobre la apariencia externa de los frutos fue el color de pulpa. Este no fue aceptado completamente por parte de los jueces en todos los tratamiento.

Tal calificación podría atribuirse a que la fruta comienza un proceso de oxidación en sus tejidos una vez sacada del envase plástico y sometida a una atmósfera normal. Sin embargo, es interesante destacar que la solución antioxidante utilizada en el estudio, resultó eficaz en el control del pardeamiento enzimático en todos los tratamientos.

Análisis de gases

Gasificación 1 : 100% N₂: Del Cuadro 18 se observa que al mes de refrigeración la concentración de nitrógeno en los envases alcanza un nivel promedio de 96,93% manteniéndose con valores similares hasta los dos meses de almacenaje, no obstante a los 75 días de conservación los niveles de nitrógeno declinan hasta un 86.3%.

Gasificación 2: 90% N₂ + 10% CO₂: El porcentaje de nitrógeno permanece bajo el nivel inicial durante 75 días de almacenaje, mientras que los niveles de CO₂ se incrementan por sobre el valor inicial de 10% (Cuadro 18).

La disminución en los niveles de nitrógeno, bajo el nivel original, podría deberse a una fijación de este elemento en los tejidos de la fruta, o al aumento en la concentración de otros gases producidos por la fruta (CO₂) y lo que se registraría como un descenso en la concentración de otro gas (N₂).

CUADRO 18. Niveles de gases (N₂ y CO₂) para 3 gasificaciones a través del período de almacenaje de cuartos de chirimoyo cv. Local Serena.

Días almacenaje refrigerado	Nivel inicial de gases				
	100% N ₂	90% N ₂ +10% CO ₂	80% N ₂ +20% CO ₂		
	N ₂	N ₂	CO ₂	N ₂	CO ₂
30	96,93	82,80	17,20	75,93	24,07
45	94,10	84,73	15,27	76,06	23,44
60	96,30	87,40	12,60	80,10	19,90
75	86,30	87,13	12,87	76,63	23,37

Gasificación 3 :80% N₂ + 20% CO₂: Esta gasificación manifiesta un comportamiento similar a la gasificación anterior.

Para todas las atmósferas se determinó una baja en las concentraciones de nitrógeno (N₂) y un alza en los niveles de anhídrido carbónico (CO₂), comparado con los valores iniciales.

Tal situación se atribuiría a una respiración lenta por parte del tejido vegetal, la cual emplearía como fuente de energía a los carbohidratos y ácidos orgánicos, produciéndose una disminución de los sólidos solubles y una liberación de CO₂. Este último difundiría desde el tejido hacia la bolsa elevando los niveles del gas.

Análisis microbiológico

Con el fin de comparar el estado sanitario de la fruta al inicio y final del ensayo (15 y 75 días), se realizó al menos un análisis microbiológico para cada nivel de gasificación para determinar si existía mayor desarrollo de microorganismos en una determinada atmósfera.

Del Cuadro 19 se evidencia que en todas las muestras analizadas, no se detectó presencia de coliformes fecales y los niveles de coliformes totales y recuento total de unidad formadora de colonia, fueron inferiores al rango máximo aceptado para este tipo de productos.

CUADRO 19. Recuento microbiológico de cuartos de chirimoyas Local Serena envasados en bolsas de polietileno con 3 niveles de gasificación.

	Rec. Total UF/gr	Colif.Total /gr	Colif.Fecal /gr
Muestra 1(90%N ₂ +10%CO ₂)	5.2 x 10	< 0,03	SD
Muestra 2(100% N ₂)	1.4 x 10 ²	< 0,03	SD
Muestra 3(80%N ₂ +20%CO ₂)	1.8 x 10 ²	< 0,03	SD
Muestra 4(100% N ₂)	< 10	< 0,03	SD
Muestra 5(80%N+20%CO ₂)	< 10	< 0,03	SD

Donde SD: sin desarrollo

Coliformes totales: < 0,03 indica todos los tubos negativos

U.F.C.: Unidad formadora de colonia: hasta 10 se considera normal

Cultivar Bronceada

Sólidos solubles

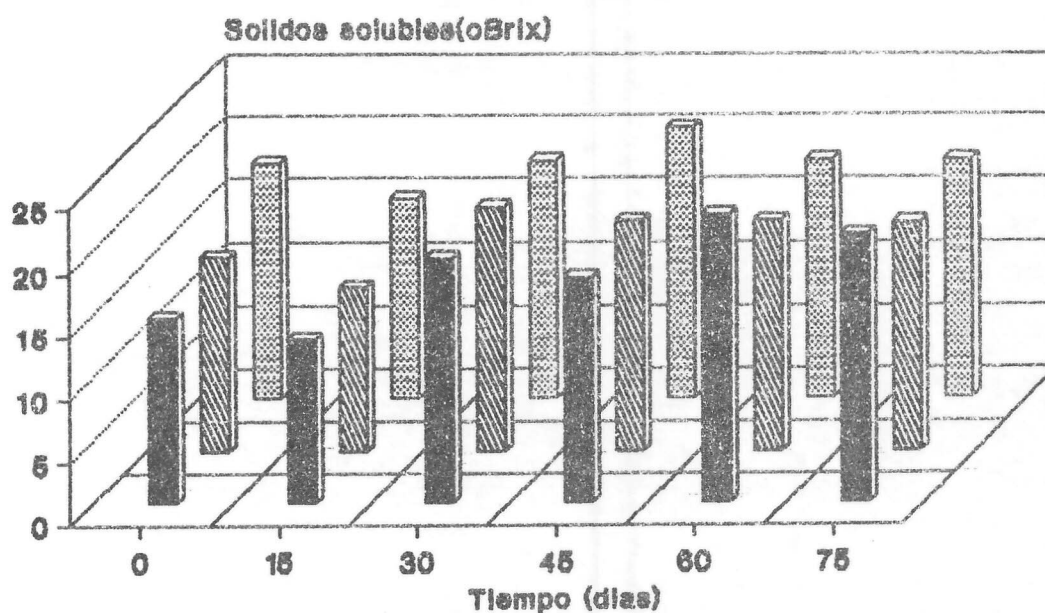
En cuanto a la evolución del parámetro de sólidos solubles, la Figura 19 muestra una tendencia al alza progresiva en los frutos de todos los tratamientos analizados, lográndose niveles entre 18 a 220Brix. Dicha tendencia en general, se detecta hasta los 45 días de almacenaje, exceptuándose los frutos con menor madurez, gasificados con 100% N₂ y aquellos frutos con mayor madurez, gasificados con 90% N₂ + 10% CO₂. En ambos el incremento de sólidos solubles se manifiesta hasta los 60 días de almacenaje.

Acidez titulable

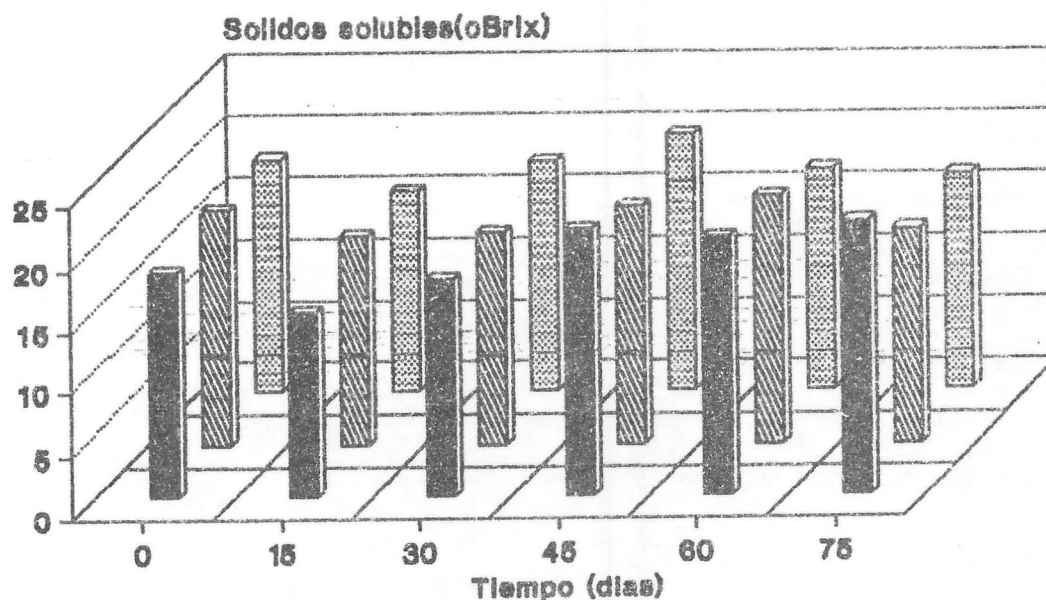
Los frutos tratados con los distintos niveles de gasificación tanto para el menor como el mayor ablandamiento en cada período del almacenaje, no experimentan variaciones significativas en su evolución.

Cabe destacar que los valores de acidez titulable obtenidos, se encuentran por sobre los niveles normales que alcanzan los frutos. Los rangos de acidez titulable expresados como porcentaje de ácido ascórbico fluctúan entre 0,9 y 1,5%, debido probablemente a la incorporación de niveles de antioxidantes con carácter acidificante.

Estado de ablandamiento(M1)



Estado de ablandamiento(M2)



■ 100% Nitrogeno ▨ 90% Nitrogeno ▤ 80% Nitrogeno

FIGURA 19. Efecto del nivel de gasificación, estado de ablandamiento y período de almacenaje sobre los sólidos solubles (oBrix) de cuartos de chirimoya cv. Bronceada

pH

Del Cuadro 20 se puede apreciar que los frutos con menor grado de ablandamiento (5-6 lb) presentaron en general un pH mayor que los frutos con 3-4 libras de presión, no siendo afectados en general por el nivel de gasificación.

CUADRO 20. Efecto del nivel de gasificación y grado de ablandamiento sobre el pH de cuertos de chirimoya cv. Bronceada en almacenaje refrigerado.

Estados de Ablandamiento	Niveles de gasificación		
	100%N ₂	90% N ₂ + 10% CO ₂	80% N ₂ + 20% CO ₂
A1 (5-6 lb)	4,26 c	4,20 bc	4,18 b
A2 (3-4 lb)	4,09 a	4,09 a	4,18 b

(*) Promedios seguidos por la misma no presentan diferencias significativas según test de Tukey ($P=0,05$).

Textura

Del Cuadro 21 se puede constatar que los frutos más inmaduros (5-6 lb) gasificados con 80% N₂ + 20% CO₂, hacia el final del almacenaje manifiestan una textura blanda; mientras que en las otras gasificaciones, la fruta tiende a una textura intermedia. Similar comportamiento se presenta en todos los frutos con una mayor madurez.

La textura blanda de los frutos detectada al final del almacenaje puede atribuirse a la acumulación y mayor concentración de CO₂ que presenta la gasificación G3, la cual estaría incidiendo negativamente en la textura de los frutos, obteniéndose una menor textura.

CUADRO 21. Efecto del nivel de gasificación y del grado de ablandamiento sobre la textura de cuartos de chirimoya cv. Bronceada en almacenaje refrigerado.

Estado de ablandam.	Nivel de Gasificación	Días almacenaje refrigerado					
		0	15	30	45	60	75
A1 (5-6lb)	100% N ₂	9.3a	6.0a	8.3a	10.1a	6.0 a	6.0a
	90%N ₂ +10%CO ₂	7.5a	9.6a	6.5a	6.5a	10.0 a	7.0a
	80%N ₂ +10%CO ₂	7.5a	9.6a	10.1a	8.3a	9.3a	11.5b
A2 (3-4lb)	100% N ₂	4.5a	11.1a	10.8a	9.6a	5.6a	6.8a
	90%N ₂ +10%CO ₂	6.8a	4.8a	5.6a	4.0a	7.8a	6.8a
	80%N ₂ +10%CO ₂	6.8a	4.8a	5.6a	8.0a	5.6a	6.8a

Valores menores indican una tendencia a consistencia firme, en cambio valores altos indican consistencia blanda.

(*) Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según test de Krustal Wallis (P=0,05).

Los panelistas manifiestan al final del almacenaje (75 días) un 70% de aceptación por los frutos con menor grado de ablandamiento, tratados con 80% N₂ + 20% CO₂ y 100% N₂. Sin embargo, cabe destacar que en el mismo período aquellos frutos con mayor madurez, tratados con 90% N₂ + 10% CO₂ son preferidos en un 100% por parte de los jueces (Figura 20).

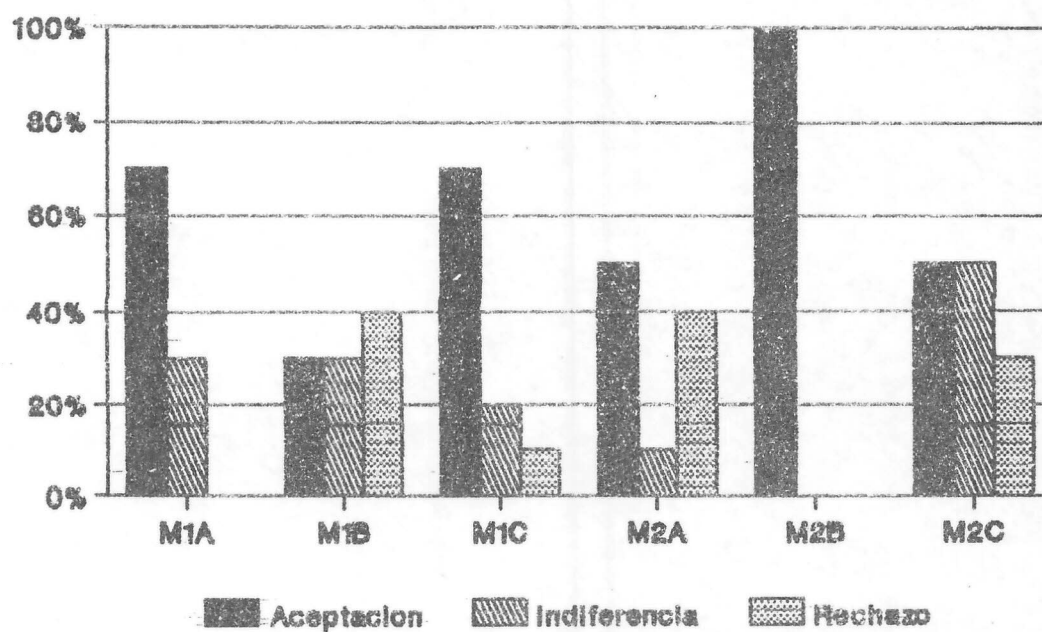


FIGURA 20. Porcentaje de aceptación, indiferencia y rechazo del sabor de cuartos de chirimoya cv. Bronceada en atmósfera modificada luego de 75 días de almacenaje refrigerado.

Dulzor: Los frutos gasificados con 90% N₂ + 10% CO₂ para ambos grados de ablandamiento a los 45 días de almacenaje tuvieron una alta aceptación por parte de los jueces clasificándolos como muy dulces. Sin embargo, cabe señalar que en los demás periodos de almacenaje los frutos independientemente del tratamiento analizado fueron preferidos indistintamente clasificándoseles de dulces.

Apariencia externa: Respecto a este parámetro, el color de pulpa de los frutos incide marcadamente en él. Es así como los jueces manifiestan preferencia marcada (90%) por el color de los frutos de mayor grado de ablandamiento con 80% N₂ + 20% CO₂, al final del almacenaje (Figura 21).

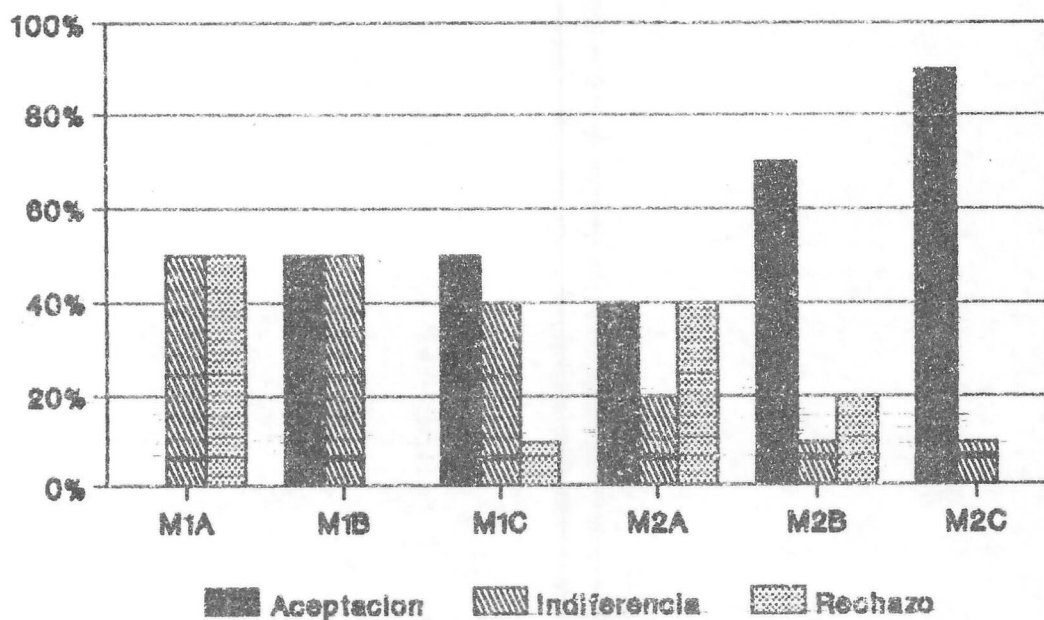


FIGURA 21. Porcentaje de aceptación, indiferencia y rechazo del color de pulpa de cuartos de chirimoya cv. Bronceada en atmósfera modificada, luego de 75 días de almacenaje refrigerado.

Análisis de gases

En el Cuadro 22 se presenta la evolución del anhídrido carbónico de los tratamientos durante un período de 75 días de almacenaje refrigerado.

CUADRO 22. Efecto del nivel de gasificación y grado de ablandamiento sobre la evolución del CO₂ (%) de cuartos de chirimoya cv. Bronceada, en almacenaje refrigerado.

Estado de ablan.	Nivel de Gasificación	Días		almacenaje refrigerado					X
		0	15	30	45	60	75		
MC2 (5-61b)	100% N ₂	-	-	13.07	20.10	25.40	27.00	21.39	
	90%N ₂ +10%CO ₂	-	-	7.20	14.50	19.70	19.60	15.25	
	80%N ₂ +10%CO ₂	-	-	4.07	11.20	19.10	16.20	12.64	
MC1 (3-41b)	100% N ₂	-	-	7.10	16.20	18.30	27.60	17.30	
	90%N ₂ +10%CO ₂	-	-	2.60	12.40	13.20	16.00	11.05	
	80%N ₂ +10%CO ₂	-	-	1.20	7.20	17.40	10.20	9.00	

Al igual que el cultivar Local Serena los niveles de CO₂ se ven incrementados en relación a sus valores originales, probablemente por un cierto nivel respiratorio de la fruta semiprocada.

Análisis microbiológico

CUADRO 23. Recuento microbiológico realizado a los 30 y 75 días de almacenaje en "cuartos" de chirimoya cv. Bronceada sometidos a atmósfera modificada.

	Días almacenaje 30	refrigerado 75
Recuento total		
viable UFC/gr	< 10	< 10
Coliformes totales/gr	< 0,03	< 0,03
Coliformes totales/gr	—	—

UFC/gr= Unidad formadora de colonia/gr

— = sin desarrollo

Los recuentos microbiológicos, al igual en el cultivar Local Serena presentan niveles muy escasos. Dichos niveles son menores a los obtenidos por FLORES (1991) y RIVEROS (1991) en chirimoyas del mismo cultivar estudiado en el presente ensayo.

3.2.2 Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas presentadas como "cuartos" y sometidos a diversos medios de cobertura, en almacenaje refrigerado cv. Concha lisa

Cultivar Concha Lisa

Sólidos solubles

Respecto a esta variable, se observa claramente en el Cuadro 24 que en general los tratamientos que usaron jugo de papaya como medio de cobertura presentan los mayores niveles de sólidos solubles, independientemente de su madurez de consumo. Tal comportamiento se manifiesta durante los 90 días de almacenaje refrigerado.

Esto podría explicarse debido a la utilización del jugo de papaya, ya que durante su elaboración se le adicionó azúcar.

Sin embargo en la gasificación 90% N₂ + 10% CO₂, los contenidos de sólidos solubles son similares para ambos medios de cobertura, observándose ésto en cada madurez de consumo (Cuadro 24).

CUADRO 24. Efecto del nivel de gasificación, estado de ablandamiento, medio de cobertura y período de almacenaje refrigerado sobre los sólidos solubles de cuartos de chirimoyas cv. Concha Lisa.

	D1		D1		D2		D2		D3		D3	
	1: 100%N ₂		1: 100%N ₂		1: 90%N ₂ +10%CO ₂		1: 90%N ₂ +10%CO ₂		1: 80%N ₂ +20%CO ₂		1: 80%N ₂ +20%CO ₂	
	Jugo naranja		Jugo papaya		Jugo Naranja		Jugo Papaya		Jugo Naranja		Jugo Papaya	
Estado de ablandam. 3-4 lb	F1	15.0 a	16.7	b c	16.0 a b		16.0 a b		15.7 a b		17	c d
	F2	15.0 a	17.0	c	16.1 b		16.8 b c		16.1 b		17.0	c
	F3	15.7 a b	17.0	c	16.1 b		16.8 b c		16.2 b		18.1	d e
	F4	15.9 a b	17.0	c	16.1 b		17.0 c		16.2 b		18.1	d e
	F5	16.1 b	17.7	d e	17.0 c		17.5 d		16.2 b		18.4	e
	F6	16.7 b c	17.5	d	17.0 c		18.5 e		16.0 a b		19.2	f
Estado de ablandam. 5-6 lb	F1	16.6 b c	17.0	c	16.1 b		16.4 b		15.6 a b		17.4	c d
	F2	16.6 b c	17.5	d	16.2 b		16.8 b c		16.0 a b		16.1 b	
	F3	16.7 b c	17.7	d e	16.5 b c		17.0 c		15.9 a b		16.1 b	
	F4	16.8 b c	17.7	d e	16.5 b c		16.6 b c		16.2 a b		17.5	d
	F5	16.9 c	17.5	d	16.1 b		18.1 d e		16.3 b		17.9	d e
	F6	16.9 c	17.9	d e	16.1 b		18.1 d e		16.4 b		18.9	f

Valores promedio de tres repeticiones. cv.: 1.98%.

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas para $\alpha = 5\%$ según Test de Tukey.

pH y Acidez titulable

El pH y acidez titulable no mostraron variaciones significativas en el tiempo por efecto de los niveles de gasificación, o del estado de madurez de consumo. Sin embargo, ambas variables presentaron en general los niveles más altos y más bajos de acidez y pH, respectivamente, en aquellos frutos tratados con jugo de naranja.

Es importante destacar que a partir de los dos meses de almacenaje refrigerado, tanto los niveles de acidez como de pH para cada tratamiento, se estabilizan. Esto puede deberse a que se haya establecido un equilibrio entre los líquidos internos de los frutos y los medios de cobertura utilizados (Cuadros 25 y 26).

CUADRO 25. Efecto del nivel de gasificación, estado de ablandamiento, medio de cobertura y período de almacenaje sobre la acidez titulable (meq ác. ascórbico (100 ml jugo) de "cuartos" de chirimoya cv. Concha Lisa.

	D1 100%N ₂ Jugo naranja			D1 100%N ₂ Jugo papaya			D2 90%N ₂ +10%CO ₂ Jugo Naranja			D2 90%N ₂ +10%CO ₂ Jugo Papaya			D3 80%N ₂ +20%CO ₂ Jugo Naranja			D3 80%N ₂ +20%CO ₂ M2 Jugo Papaya		
	F1	0.23	b	0.17	a		0.37	c		0.27	b		0.33	c		0.27	b	
Estado de ablandam. 3-4 lb	F2	0.33	c	0.27	b		0.40	d		0.32	b c		0.42	d		0.42	c	
	F3	0.36	c	0.27	b		0.40	d		0.31	b c		0.40	d		0.36	c	
	F4	0.40	d	0.33	c		0.39	c d		0.31	b c		0.38	c		0.34	c	
	F5	0.41	d	0.35	c		0.40	d		0.38	c		0.39	c d		0.32	b c	
	F6	0.40	d	0.35	c		0.39	d		0.33	c		0.38	c		0.37	c	
Estado de ablandam. 5-6 lb	F1	0.41	d	0.31	b c		0.33	c		0.22	b		0.42	d		0.32	b c	
	F2	0.67	f	0.33	c		0.38	c		0.38	c		0.79	g		0.28	b c	
	F3	0.37	c	0.30	b c		0.40	d		0.33	c		0.37	c		0.32	b c	
	F4	0.41	d	0.31	b c		0.40	d		0.33	c		0.41	d		0.34	c	
	F5	0.44	d e	0.29	b c		0.38	c		0.33	c		0.41	d		0.37	c	
	F6	0.44	d e	0.32	b c		0.44	d e		0.33	c		0.40	d		0.34	c	

Valores promedio de tres repeticiones. cv.: 5.54%.

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas para $\alpha = 5\%$ según Test de Tukey.

CUADRO 26. Efecto del nivel de gasificación, estado de ablandamiento medio de cobertura y período de almacenaje sobre el pH de cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa.

		D1 100%N ₂ J. Naranja		D1 100%N ₂ J. Papaya		D2 90%N ₂ +10%CO ₂ Jugo Naranja		D2 90%N ₂ +10%CO ₂ Jugo Papaya		D3 80%N ₂ +20%CO ₂ Jugo Naranja		D3 80%N ₂ +20%CO ₂ Jugo Papaya	
Estado de ablandam. 3-4 lb	F1	4.27	c	4.36	d	4.25	c	4.37	b	4.30	c	4.39	d
	F2	3.92	a	4.10	b	4.10	b	4.26	c	4.21	c	4.49	ef
	F3	4.29	cd	4.42	e	4.32	cd	4.33	cd	4.11	b	4.34	cd
	F4	4.15	bc	4.21	c	4.15	bc	4.34	cd	4.20	c	4.25	c
	F5	4.11	b	4.20	c	4.11	b	4.17	c	4.12	bc	4.20	c
	F6	4.06	b	4.21	c	4.06	b	4.17	c	4.12	bc	4.20	c
Estado de ablandam. 5-6 lb	F1	4.10	b	4.25	c	4.33	cd	4.42	e	4.05	b	4.33	cd
	F2	4.11	b	4.18	c	4.38	d	4.56	f	3.84	a	4.13	bc
	F3	4.23	c	4.39	d	4.19	c	4.43	e	4.16	bc	4.46	ef
	F4	4.12	bc	4.13	b c	4.11	b	4.24	c	4.02	a b	4.26	c
	F5	4.11	b	4.17	c	4.15	bc	4.17	c	4.09	b	4.21	c
	F6	4.10	b	4.18	c	4.01	ab	4.17	c	4.15	bc	4.29	cd

Valores promedio de tres repeticiones. cv. : 1.46%.

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas para $\alpha = 5\%$ según Test de Tukey.

Análisis sensorial

Sabor: De la Figura 22 se desprende que el sabor de los frutos se ve marcadamente influenciado por el medio de cobertura en el cual están inmersos, siendo en este caso el jugo de papaya el medio más favorecedor. Los frutos tratados con jugo de naranja manifiestan un menor nivel de aceptación por parte de los jueces prácticamente en todo el período de conservación.

Cabe señalar que el estado de madurez de consumo no afecta en forma notoria el parámetro de sabor, ya que estos se encuentran muy cercanos en términos de su ablandamiento.

Considerando los distintos niveles de gasificación, éstos al igual que los estados de consumo no muestran variaciones significativas respecto a la variable en estudio. Tal situación permitiría seleccionar la gasificación que ofreciera el menor costo.

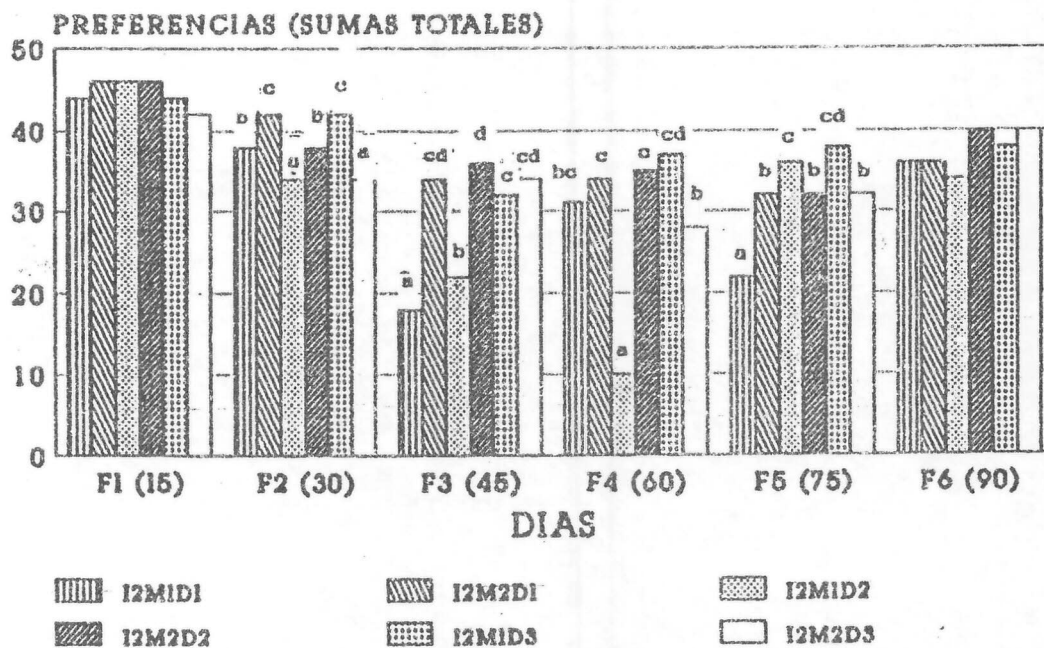
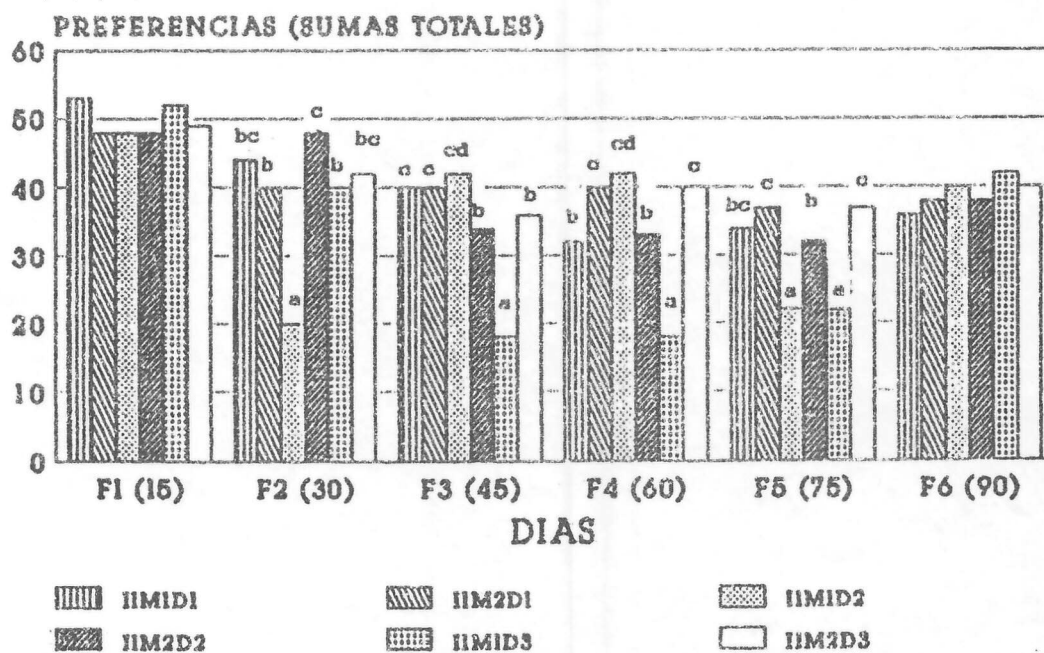


FIGURA 22. Efecto de 3 gasificaciones, 2 estados de ablamiento (3-4 lb I1, gráfico 1) y (5-6 lb I2, gráfico 2) y dos medios de cobertura sobre las preferencias de sabor de cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa en almacenaje refrigerado.

Textura: En la Figura 23 se aprecia que los panelistas manifiestan son capaces de diferenciar los tratamientos hasta los 45 días de almacenaje. Sin embargo, desde los 2 meses en adelante los jueces no emiten mayores preferencias por los frutos tratados.

Se indica, además, de acuerdo a los antecedentes obtenidos que tanto los medios de cobertura como los estados de consumo no juegan un rol diferenciatorio sobre la evolución de la textura.

Referente a los niveles de gasificación, los jueces prefieren indistintamente los frutos con 100% N₂; 90% N₂ + 10% CO₂; 80% N₂ + 20% CO₂ hasta los 15 días de almacenaje. No obstante desde los 30 hasta los 45 días las preferencias por aquellos frutos tratados con mayores niveles de anhídrido carbónico aumentan.

Dulzor: Respecto a este parámetro, se observa en la Figura 24 que el estado de madurez de consumo no afecta las preferencias de los jueces, mientras que el medio de cobertura específicamente jugo de papaya, incide sobre la evolución del dulzor. Este comportamiento se ve ratificado por los niveles de sólidos solubles que alcanzó la fruta inmersa en dicho medio.

En relación a los niveles de gases utilizados, no existe una clara preferencia por frutos de una u otra dosis, aún cuando se manifiesta agrado durante el primer mes de almacenaje por aquella fruta con gasificaciones que involucran al anhídrido carbónico. Sin embargo, a partir de los 45 días de refrigeración se aprecia un notorio desagrado por aquellas chirimoyas tratadas con 100% N₂ y 90% N₂ + 10% CO₂ más jugo de naranja, lo que evidenciaría que aunque el medio de cobertura esté influenciando en estos resultados, la gasificación de 80% N₂ + 20% CO₂ también contribuye en este parámetro.

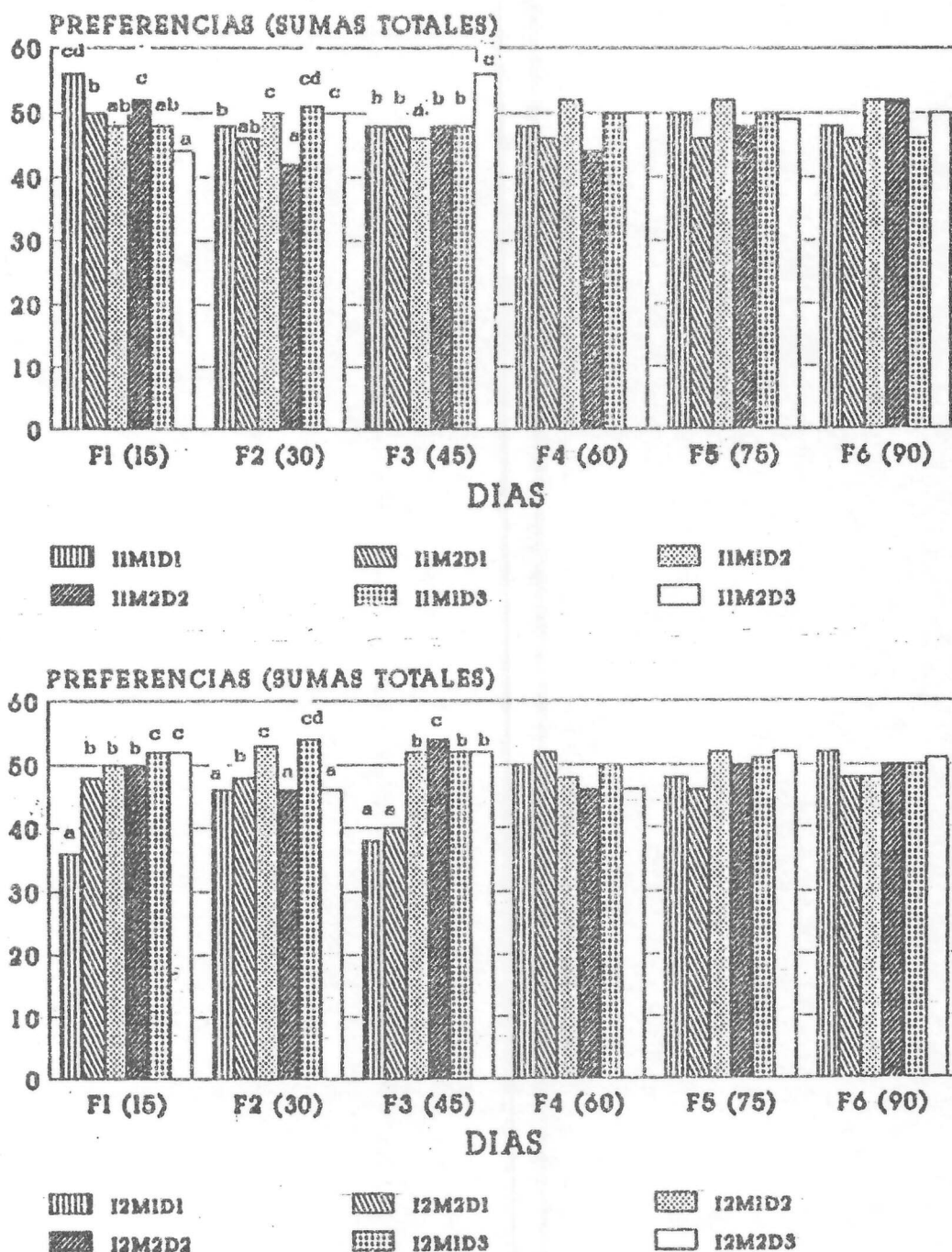


FIGURA 23. Efecto de 3 gasificaciones (D1, D2 y D3), dos estados de ablandamiento (3-4 lb I1, gráfico 1) y (5-6 lb I2, gráfico 2) y 2 medios de cobertura (M1 y M2) sobre las preferencias de textura de cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa en almacenaje refrigerado.

Apariencia externa: Los jueces manifiestan una clara tendencia a preferir los frutos con gasificaciones que involucren anhídrido carbónico y jugo de papaya como medio de cobertura.

Tal situación se explicaría ya que el CO_2 produciría un retardo de las reacciones de maduración, sumado al hecho de la pigmentación que otorgan los distintos medios de cobertura sobre el color de pulpa de los frutos.

Se destaca que los pigmentos del jugo de naranja, medio que no es preferido por los jueces en cuanto al color de pulpa, podrían ingresar con mayor intensidad al fruto, transformándolo en un producto indeseado por las coloraciones que manifiesta.

Análisis de gases

En el Cuadro 27 se constata que la generación de anhídrido carbónico por los frutos fue menor en la gasificación de 80% N_2 + 20% CO_2 ; mientras que en la gasificación con ausencia de anhídrido carbónico (100% N_2) la producción de este gas fue mayor.

De acuerdo a lo anterior, se infiere que la gasificación que produjo una mayor inhibición respiratoria fue la que contenía 20% de anhídrido carbónico. Esta situación se ve ratificada por varios autores como JACOBS (1962); PLANK (1980) y POTTER (1983).

CUADRO 27. Niveles de CO₂ (%) generados por "cuartos" de chirimoya cv. Concha Lisa sometidos a 2 estados de ablandamiento, 2 medios de cobertura, 3 niveles de gasificación en almacenaje refrigerado.

		% CO2						Promedio
		Días de almacenaje						
		15	30	45	60	75	90	
M1	D1	-	13.07	13.75	-	16.40	18.60	15.46
	D2	18.00	18.30	24.80	29.70	-	31.20	24.40
	D3	21.60	23.50	23.90	-	-	27.80	24.20
M2	D1	-	14.60	14.40	-	15.07	17.50	15.39
	D2	19.66	17.80	-	28.70	28.80	32.80	25.55
	D3	-	21.60	-	24.60	-	26.80	24.33
M1	D1	8.40	7.80	11.75	-	14.32	17.80	12.01
	D2	14.21	17.01	-	-	14.32	17.80	23.00
	D3	-	24.50	-	24.20	23.60	27.10	24.85
M2	D1	10.20	-	15.30	-	15.90	19.60	15.25
	D2	13.70	16.20	-	20.00	-	29.40	19.83
	D3	-	-	27.20	25.30	-	30.60	27.70

- = Datos no entregados por el cromatógrafo

Análisis microbiológico

CUADRO 28. Recuento microbiológico realizado a los 45 días de almacenaje en "cuartos" de chirimoya cv. Concha Lisa sometidos a jugo de papaya en atmósfera modificada.

Coliformes totales	(NMP/gr)	< 3
E. Coliformes	(NMP/gr)	< 3
Staphylococcus coagulasa +	(NMP/gr)	< 3
R. total	(U.F.C./gr)	100
Clostridium perfringens		-
Clostridium botulinum		-

NMP/gr = número más probable por gramo

- = No se detecta presencia

CUADRO 29. Recuento microbiológico realizado a los 90 días de almacenaje en "cuartos" de chirimoya cv. Concha Lisa sometidos a jugo de naranja en atmósfera modificada.

Coliformes totales	(NMP/gr)	3,6
E. Coliformes	(NMP/gr)	< 3
Staphilococcus coagulasa +	(NMP/gr)	< 3
R. total	(U.F.C./gr)	150
Clostridium perfringes		-
Clostridium botulinum		-

NMP/gr = Número más probable por gramo

- = No se detecta prosencia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se infiere de los Cuadro 28 y 29 que la materia prima utilizada en el estudio fue sometida a un manipuleo y acondicionamiento en óptimas condiciones sanitarias cumpliendo con los requisitos estandar exigidos.

3.2.3. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de chirimoyas semiprocesadas, presentadas como "frutos enteros" en almacenaje refrigerado cv. Bronceada

El presente estudio se realizó con chirimoyas del cultivar Bronceada sometidas a dos estados de ablandamiento (4-5 lb) y (17-19 lb) de resistencia de la pulpa a la presión,

a. Chirimoyas (4-5 lb)

Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión

Se observa claramente en la Figura 25 que independientemente del nivel de gasificación empleado, la resistencia de la pulpa a la presión de la fruta tiende a descender a medida que transcurre el almacenaje refrigerado, alcanzándose las presiones más bajas a los 45 días de permanencia en cámara. Sin embargo, cabe destacar la mayor firmeza de pulpa en aquellos frutos tratados con la gasificación de mayor concentración de CO₂ (70% N₂ + 30% CO₂) en cada período de almacenaje.

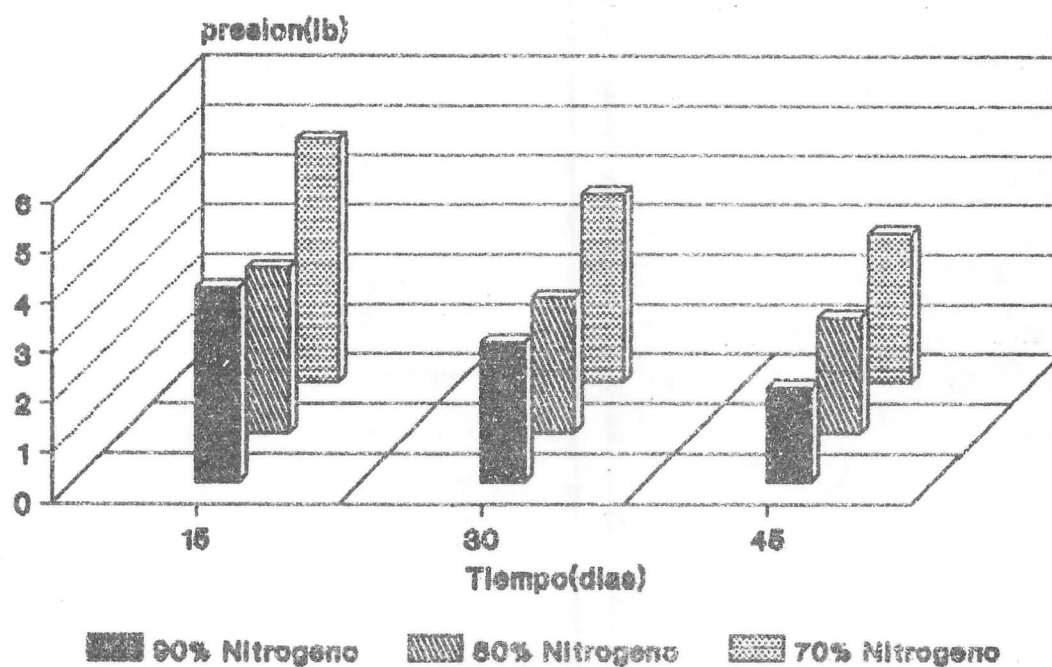


FIGURA 25. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje sobre la resistencia de la pulpa a la presión (lb) de chirimoya cv. Bronceada en madurez de consumo.

Evolución del contenido de los sólidos solubles

En relación a los sólidos solubles, se puede establecer que no se aprecia una tendencia clara de su evolución durante el almacenaje refrigerado manteniendo niveles promedios de alrededor de 16ºBrix (Cuadro 30).

CUADRO 30. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje sobre los sólidos solubles (ºBrix) de chirimoyas cv. Bronceada en madurez de consumo

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado		
	15	30	45
90% N ₂ ;10% CO ₂	15.4	15.5	16.2
80% N ₂ ;20% CO ₂	16.4	17.6	16.6
70% N ₂ ;30% CO ₂	16.8	17.3	16.8

pH

Del Cuadro 31, se puede establecer que existe una tendencia al aumento progresivo de los niveles de pH para cada gasificación, durante el almacenaje de los frutos. Sin embargo, este incremento fue mayor en aquellos frutos sometidos a mayores concentraciones de CO₂ (20% y 30% CO₂).

CUADRO 31. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje sobre el pH de chirimoyas cv. Bronceada en madurez de consumo

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado		
	15	30	45
90% N ₂ ;10% CO ₂	4.3	4.5	4.8
80% N ₂ ;20% CO ₂	4.2	4.5	5.1
70% N ₂ ;30% CO ₂	4.5	5.1	5.3

Este comportamiento coincide con aquellos obtenidos en los cultivos anteriores.

Acidez titulable

Existe un nivel más bajo de acidez titulable en aquellos frutos sometidos a la mayor concentración de CO₂ (30%). Esta tendencia se detectó en cada período de almacenaje hasta los 45 días (Cuadro 32).

Este comportamiento manifestado por la acidez de los frutos es inverso al detectado en el pH para la gasificación con mayor nivel de CO₂ (30%), ya que en dicha gasificación mientras la acidez es menor, los pH son mayores.

CUADRO 32. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje sobre la acidez titulable (% ác. ascórbico) de chirimoyas cv. Bronceada, en madurez de consumo.

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado		
	15	30	45
90% N ₂ +10% CO ₂	2.50	2.60	2.30
80% N ₂ +20% CO ₂	1.70	2.10	2.20
70% N ₂ +30% CO ₂	1.26	1.26	1.46

b. Chirimoyas (17-19 lb)

Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión

El comportamiento de esta variable manifiesta un descenso en la firmeza de pulpa de la fruta en el tiempo, detectándose un mayor ablandamiento a los 30 días de almacenaje. Esta tendencia se evidencia en toda la fruta independientemente del nivel de gasificación a que esta fue sometida.

En cada período de almacenaje los frutos sometidos a 80% N₂ + 20% CO₂ manifiestan las menores firmezas de pulpa (Cuadro 33).

CUADRO 33. Efecto del nivel de gasificación y período de almacenaje sobre la resistencia de la pulpa a la presión de chirimoyas cv. Bronceada en condición de fruto firme.

Nivel Gasificación	15	30
90% N ₂ +10% CO ₂	18.7	14.2
80% N ₂ +20% CO ₂	15.5	13.7
70% N ₂ +30% CO ₂	18.5	15.5

Cabe destacar que a los 30 días de almacenaje la presión de la fruta aún no desciende de 13.5 lb y es todavía suficientemente elevada como para minimizar los riesgos de daños mecánicos.

Evolución de los sólidos solubles y pH

Tras 30 días de almacenaje refrigerado, esta variable no presentó variaciones significativas en su evolución detectándose niveles de sólidos solubles de 8.5 - 8.82 Brix. Esta tendencia se manifestó en la fruta independientemente del nivel de gasificación utilizado.

pH y Acidez titulable

En relación con el pH, no se observó ninguna variación en su evolución durante el almacenaje. Respecto de la acidez titulable (Cuadro 34), se puede constatar que esta variable tiende a disminuir durante el almacenaje de los frutos sometidos a las diferentes gasificaciones, probablemente debido a una mayor madurez de la fruta.

CUADRO 34. Efecto del nivel de gasificación y el período de almacenaje sobre la acidez titulable (% ác. ascórbico) de chirimoyas cv. Bronceada en condición de fruto firme.

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado	
	15	30
90% N ₂ +10% CO ₂	3,1	2,1
80% N ₂ +20% CO ₂	2,5	2,3
70% N ₂ +30% CO ₂	2,3	2,1

Evolución del nivel de CO₂

Al realizar el análisis de gases para la fruta que fue sometida a los 3 niveles de gasificación en madurez de consumo (Cuadro 35), se puede apreciar que existe un incremento en los niveles de CO₂ a lo largo del período de almacenaje para cada nivel de gasificación. De ello se puede desprender que la fruta sigue respirando y modificando su entorno atmosférico, probablemente con los contenidos de oxígeno que permanecen en el interior del fruto más las trazas que permanecen en la bolsa al inyectar la mezcla de gases tratantes. Sin embargo, no puede descartarse que más tarde existen algunas reacciones de decarboxilación de compuestos e incluso algunos niveles de fermentación incipientes, que sin embargo no fueron siempre detectados por los panelistas en el análisis sensorial.

Es interesante destacar que los niveles de incremento en CO₂ no fueron muy elevados en relación con la fruta inmadura (Cuadro 36), lo que refleja que el metabolismo de la fruta en madurez de consumo era más bajo que en inmadurez.

CUADRO 35. Evolución del CO₂ en (%) de chirimoyas sometidas a 3 niveles de gasificación en madurez de consumo durante almacenaje refrigerado.

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado		
	15	30	45
90% N ₂ +10% CO ₂	3.3	3.4	10.6
80% N ₂ +20% CO ₂	0.8	2.6	5.3
70% N ₂ +30% CO ₂	4.8	7.9	13.7

CUADRO 36. Evolución del CO₂ (%) de chirimoyas cv. Bronceada sometidas a 3 niveles de gasificación en condiciones de fruto firme durante almacenaje refrigerado.

Nivel Gasificación	Días almacenaje refrigerado	
	15	30
90% N ₂ +10% CO ₂	11.6	29.4
80% N ₂ +20% CO ₂	31.1	20.2
70% N ₂ +30% CO ₂	29.2	30.1

Aceptabilidad general

Los frutos con 4-5 libras de presión y sometidos a la gasificación 80% N₂ + 20% CO₂, fueron los más preferidos por parte de los jueces en las evaluaciones sensoriales.

Cabe señalar que a medida que la concentración de CO₂ fue mayor en los tratamientos, la fruta manifestó cada vez un sabor más picante lo que afectó los juicios de los panelistas.

En cada nivel de gasificación tanto el color interno como el externo de los frutos evidenció una tonalidad característica siendo ésta blanca y verde para el color de pulpa y piel respectivamente.

Es interesante resaltar el hecho que ante la mínima fuga de gases en la bolsa, los frutos rápidamente manifestaban una coloración cafésosa, generándose un marcado pardeamiento.

Respecto a la presencia de contaminación fungosa, ésta no se evidencia en ningún fruto con 4-5 libras de presión; sin embargo, las chirimoyas con madurez menos avanzada (17-19 lb), presentaron indicios de Botrytis en la superficie del fruto, aún cuando el nivel fue mínimo.

3.3. Congelado

3.3.1. Efecto de dos estados de ablandamiento de consumo sobre la calidad de "cuartos" y "rodelas" congeladas de chirimoya cv. Bronceada.

Ensayo 1 (sin medio de cobertura)

Curva de congelado

Considerando que la velocidad de congelado es un factor que afecta categóricamente la calidad final del producto procesado, es que se elaboró una curva según el tipo de corte a que fue sometida la fruta, la que se muestra en la Figura 26.

En la misma figura se aprecia un rápido descenso de temperatura al comienzo, la que corresponde a la etapa de preenfriamiento. Posteriormente la curva se estabiliza alcanzándose el punto de congelación donde se elimina el calor latente de fusión. Esta etapa debe ser lo más corta posible por el daño mecánico que sufre la estructura del tejido al producirse el mayor cambio de fase del agua constituyente. Se detecta en la curva que para el caso de presentación "rodela", ésta se encuentra desplazada a la izquierda de la presentación "cuarto", lo que sugeriría que los eventos ocurren antes en la presentación de "rodela".

Además, el tiempo en la zona de congelación es levemente menor, por lo que presenta mayores ventajas, si se considera que la velocidad de congelación es inversamente proporcional al tamaño de los cristales formados, que a su vez determinan magnitud del daño del tejido.

El desplazamiento de la curva y el menor tiempo de congelación para el caso de las "rodelas", puede atribuirse a la mayor relación superficie/volumen expuesta al medio congelador y al menor tiempo de transferencia de calor por conducción dentro del tejido, dado el menor espesor.

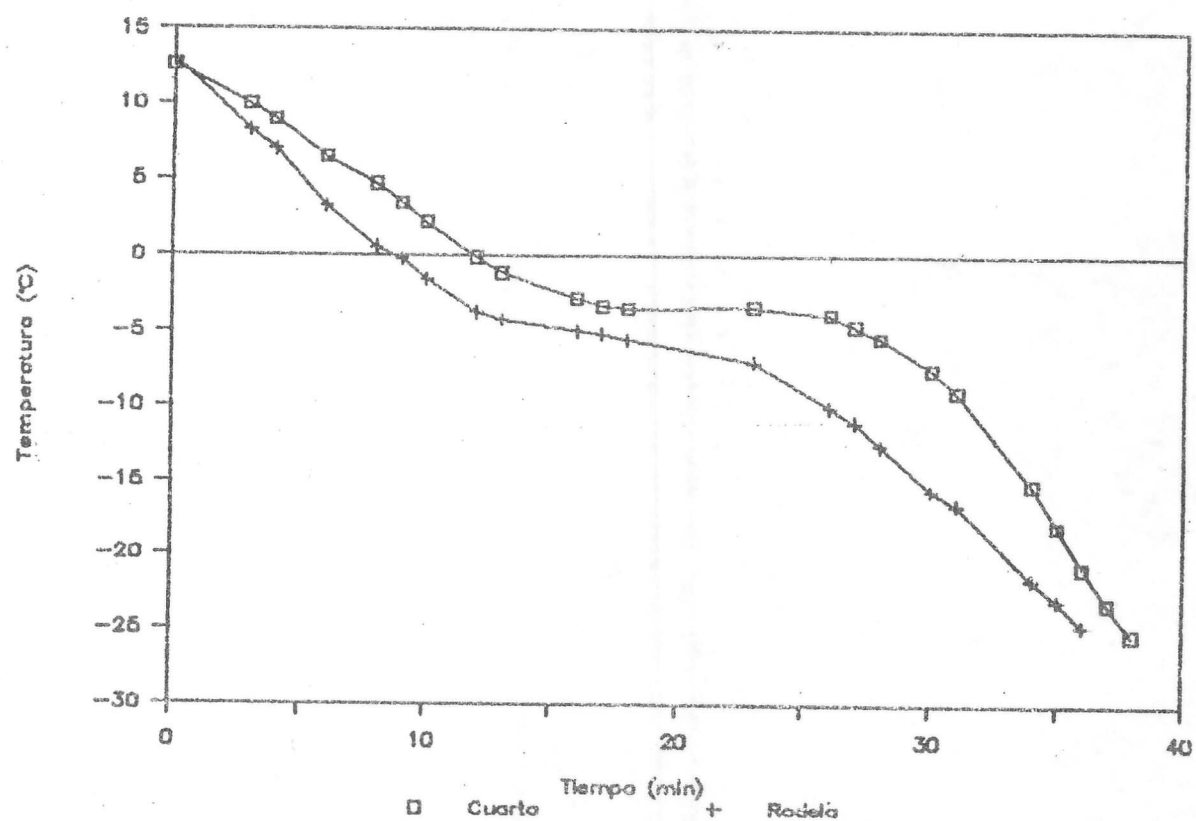


FIGURA 26. Evolución de la temperatura (°C) en el centro geométrico de "rodela" y "cuartos" de chirimoya cv. Bronceada sometidos a congelación.

Análisis físicos-químicos

Evolución del contenido de sólidos solubles

Del Cuadro 37 se observa que los frutos con mayor grado de ablandamiento, presentan durante el almacenaje congelado, un mayor contenido de sólidos solubles, respecto de la fruta menos madura.

CUADRO 37. Efecto del grado de ablandamiento, presentación y tiempo de almacenaje sobre los sólidos solubles (°Brix) de chirimoyas congeladas cv. Bronceada

Grado de ablandamiento	Menor (2-4 lb)	15,76 a
	Mayor (0-2 lb)	16,76 b
Presentación	Cuarto	16,57 a
	Rodela	15,99 b
Tiempo almacenaje (días)	20	17,13 a
	40	17,02 a
	60	16,84 a
	80	15,83 b
	100	15,33 b
	120	15,51 b

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según Test de Tukey ($P=0,05$). Análisis independiente para cada factor.

De acuerdo al corte de la fruta, se constata un mayor nivel de sólidos solubles cuando ésta es presentada en forma de "cuarto", lo que se explicaría ya que esta presentación por tener una menor superficie/volumen pudo liberar menor cantidad de sólidos solubles al medio antioxidante y por otra parte, a que en el exudado, durante la congelación haya perdido menor cantidad de sólidos solubles al tener que hacer un recorrido mayor hasta la superficie desde el interior del tejido.

Cabe señalar que a partir de los 80 días de almacenaje los frutos manifiestan un menor contenido de sólidos solubles. Se presume que estarían involucrados fenómenos de recristalización, los que al agrandar la estructura cristalina pueden generar una mayor ruptura del tejido celular, el que luego al descongelarse presentaría una mayor exudación al no poder retener dichos líquidos y con ello al arrastre de sólidos solubles.

Acidez titulable

De la Figura 27 se aprecia que durante 80 días de almacenaje, los niveles de acidez son mayores en los frutos con un menor grado de ablandamiento. Este comportamiento es lógico ya que durante el proceso de maduración de la chirimoya ocurre un alza en el ablandamiento y una disminución en el contenido de ácidos manifestándose este último evento después de 7 días de cosecha. Esto evidenciaría que esta característica se mantiene luego del proceso de congelación.

Cabe destacar que la acidez mostró variaciones significativas en aquellos frutos con mayor grado de madurez cuando se procesaron para "cuartos" o "rodela" (Cuadro 38).

CUADRO 38. Efecto del tipo de corte y grado de ablandamiento sobre la acidez en chirimoyas congeladas cv. Bronceada

	GRADO DE ABLANDAMIENTO			
	Menor (2-4 lb)		Mayor (0-2 lb)	
Cuarto	0.87	a	0.67	c
Rodela	0.89	a	0.77	b

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$).

Esta respuesta de la acidez, se podría atribuir a una mayor superficie de exposición de la presentación "rodela" en la solución antioxidante lo que provocaría una mayor inclusión de los ácidos en los tejidos. Sin embargo, esto no ocurre cuando se trata fruta con menor estado de madurez, lo que evidenciaría que estos frutos presentan sus paredes celulares y plasmalemas mucho más íntegras reduciéndose la tasa de inclusión de dichos ácidos.

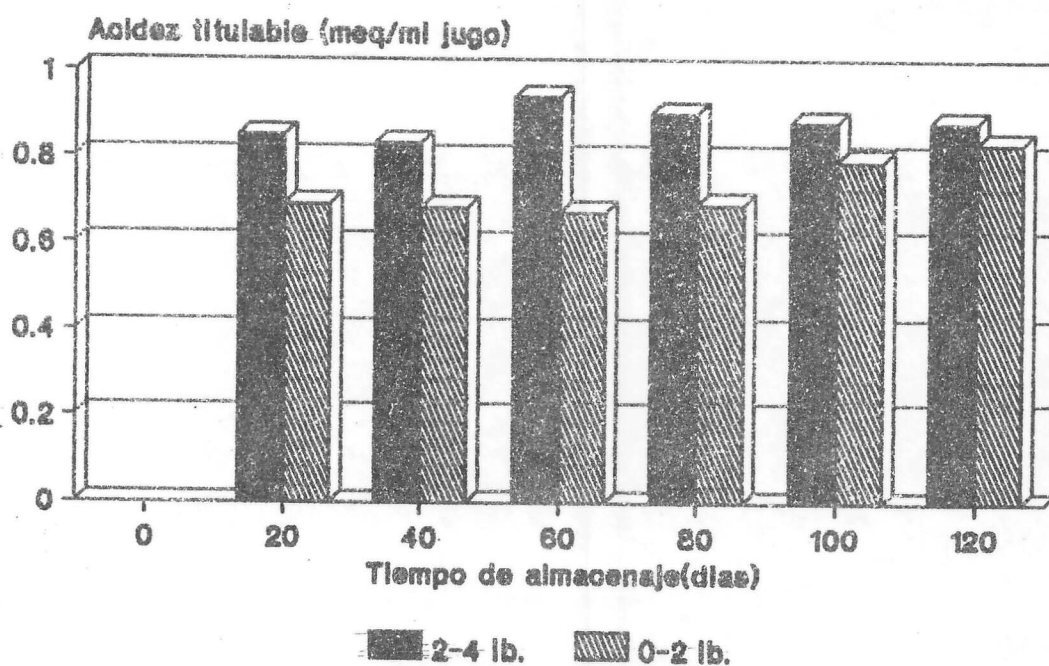


FIGURA 27. Efecto del grado de ablandamiento y tiempo de almacenaje sobre la acidez (% ác. ascórbico) en "cuartos" y "rodajas" congeladas de chirimoyas cv. Bronceada.

pH

Este parámetro fue afectado por los mismos factores que incidieron en la acidez titulable, manifestando tendencias similares.

Análisis sensorial

Sabor: De acuerdo a la Figura 28 se puede constatar que los panelistas fueron capaces de detectar diferencias en el sabor de los frutos sólo hasta los 40 días de almacenaje.

Durante dicho período las mayores preferencias fueron en general para la fruta con mayor grado de madurez, posiblemente debido a un mayor desarrollo de aromas, adecuada relación sólidos solubles/acidez que permiten una mayor aceptación por parte de los jueces. Estos frutos fueron categorizados como "buenos", respecto a los mejores tratamientos.

A partir de los 60 días de almacenaje, la aceptación de la fruta se consideró como regular, probablemente a una serie de factores involucrados como la aparición, al descongelar, de compuestos melanoides que se hallan muy asociados a sabores extraños, sobre todo en la fruta con mayor grado de ablandamiento. Además las exudaciones que arrastran los principios aromáticos otorgan el sabor característico de los frutos, principalmente en la fruta con mayor madurez, dada la menor capacidad de tejido para retener los líquidos celulares.

Textura: En cuanto a la textura, los jueces no fueron capaces de detectar diferencias en los frutos durante todo el período de almacenaje, aún cuando se procesó fruta con distinto grado de ablandamiento.

En general esta variable fue considerada en la categoría de "buena" desde el inicio hasta el final del ensayo. Esto sugiere que la velocidad de congelación fue adecuada para ambos tipos de presentación, generándose poco daño al tejido, sumando al hecho de que los frutos fueron inmersos previo al congelado en una solución con propiedades texturizantes de cloruro de calcio, lo que pudo atenuar diferencias entre los tratamientos.

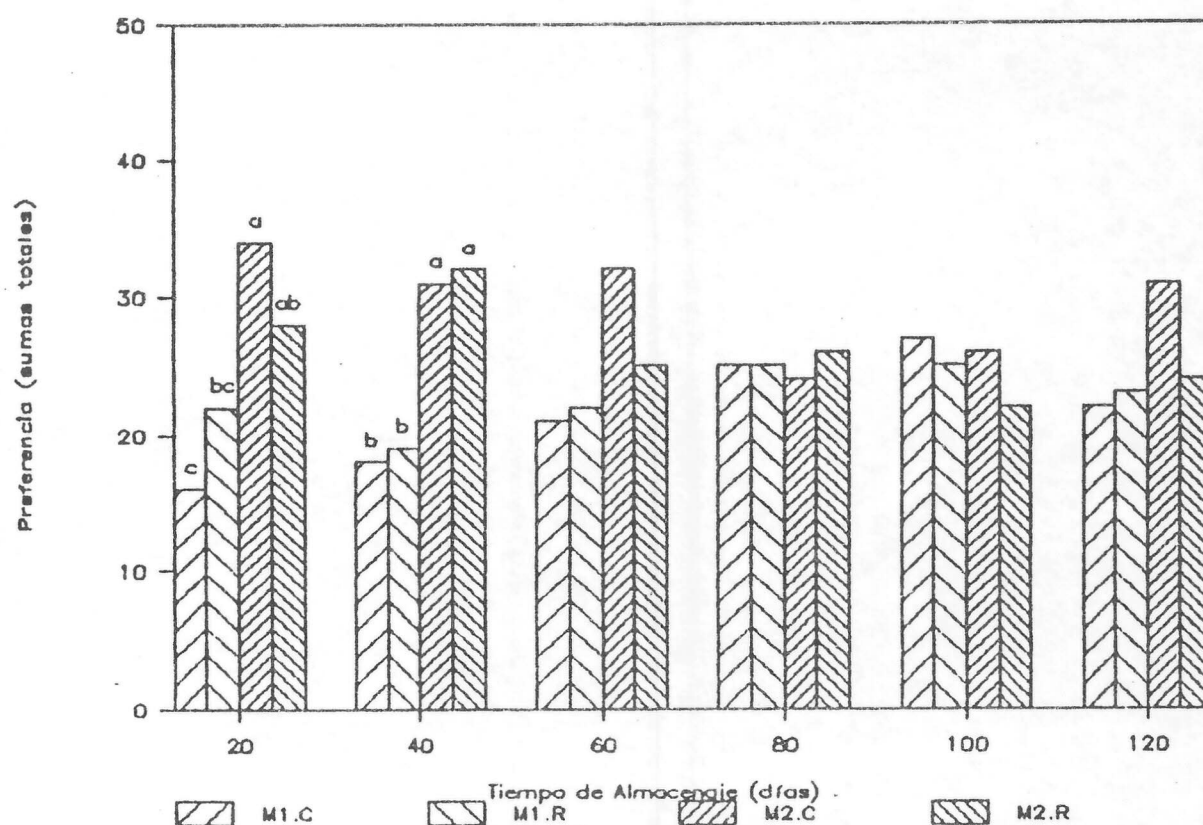


FIGURA 28. Preferencia sobre la combinación de dos presentaciones y dos estados de ablandamiento al momento de industrializar, sobre el sabor de chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

Dulzor: En general, los niveles de dulzor obtenidos por los frutos fueron considerados de buenos desde el inicio del almacenaje, no obstante a partir de los 60 días los jueces los consideraron de regular. Este parámetro manifiesta una tendencia similar al sabor en cuanto a preferencias de los panelistas, ya que se debe tomar en cuenta que este parámetro es un componente del sabor.

Apariencia externa: Se prefirió la presentación "cuarto" a la "rodela", sin embargo, la apariencia se vio fuertemente afectada en frutos de menor madurez, por la impresión del color de pulpa, ya que cuando se trató de fruta con mayor madurez, la distinción entre cuarto y rodela no fue detectada (excepto a los 120 días almacenaje).

El color de pulpa se ve favorecido en aquellos frutos más inmaduros otorgando una mayor aceptación por parte de los panelistas. Esto se explica ya que las reacciones de pardeamiento enzimático ocurren más lentamente, debido a que dichos frutos presentan sus estructuras celulares más íntegras, lo que retardaría el contacto entre la enzima y su sustrato.

Análisis microbiológico

En el Cuadro 38 se puede visualizar los recuentos de microorganismos obtenidos en los frutos a los 4 meses de almacenaje congelado.

CUADRO 38. Recuento microbiológico realizado a los 120 días de almacenaje, en "cuartos" y "rodelas" congeladas de chirimoya cv. Bronceada.

Coliformes totales	< 3
Coliformes fecales	-
Staphilococcus coagulasa	< 3
Recuento total a 35°C M.O./gr	100
Recuento de mohos	100
Recuento de levaduras	<100

* NMP/gr = número más probable por gramo
- = no se detectó presencia.

El recuento no mostró contaminación más allá de lo máximo permitido. Los niveles se mantuvieron menores a lo señalado por ABURTO y CORVALAN (1990) para otras frutas sometidas al proceso de congelación.

Esto evidencia la asepsia de los materiales utilizados, materia prima, agua y manipuleo durante el transcurso del procesamiento. Además se debe considerar que el almacenaje no tuvo ningún contratiempo, sumado el hecho de las bajas temperaturas que evitan el desarrollo de microorganismos indeseables.

Ensayo 2 (con medio de cobertura)

Curva de congelado

De la Figura 29 se aprecia un desfase entre las curvas para ambos tipos de presentación, generándose en el caso de las rodela un tiempo de congelación menor, dado principalmente por la superficie de exposición que ésta presenta al flujo de aire frío del sistema. A su vez el espesor tanto de la "rodela" como del "cuarto" también estaría determinando el tiempo de congelación.

Sólidos solubles

Los sólidos solubles provenientes de frutos con madurez de consumo menos avanzada no evolucionan en el tiempo; sin embargo, para la fruta con mayor grado de ablandamiento se detectan variaciones significativas en el contenido de sólidos solubles, en términos de un menor nivel para los 40 y 60 días de almacenaje. Cabe señalar que si se comparan ambos estados de ablandamiento en cada período de almacenaje se visualiza, en general, que los sólidos solubles son similares excepto en los mismos períodos descritos anteriormente (Cuadro 39).

Este comportamiento podría ser atribuido al medio de cobertura de jugo de naranja, ya que durante su elaboración se le adicionó azúcar al 25% P/V, lo que reduciría posibles diferencias entre ambos ablandamientos.

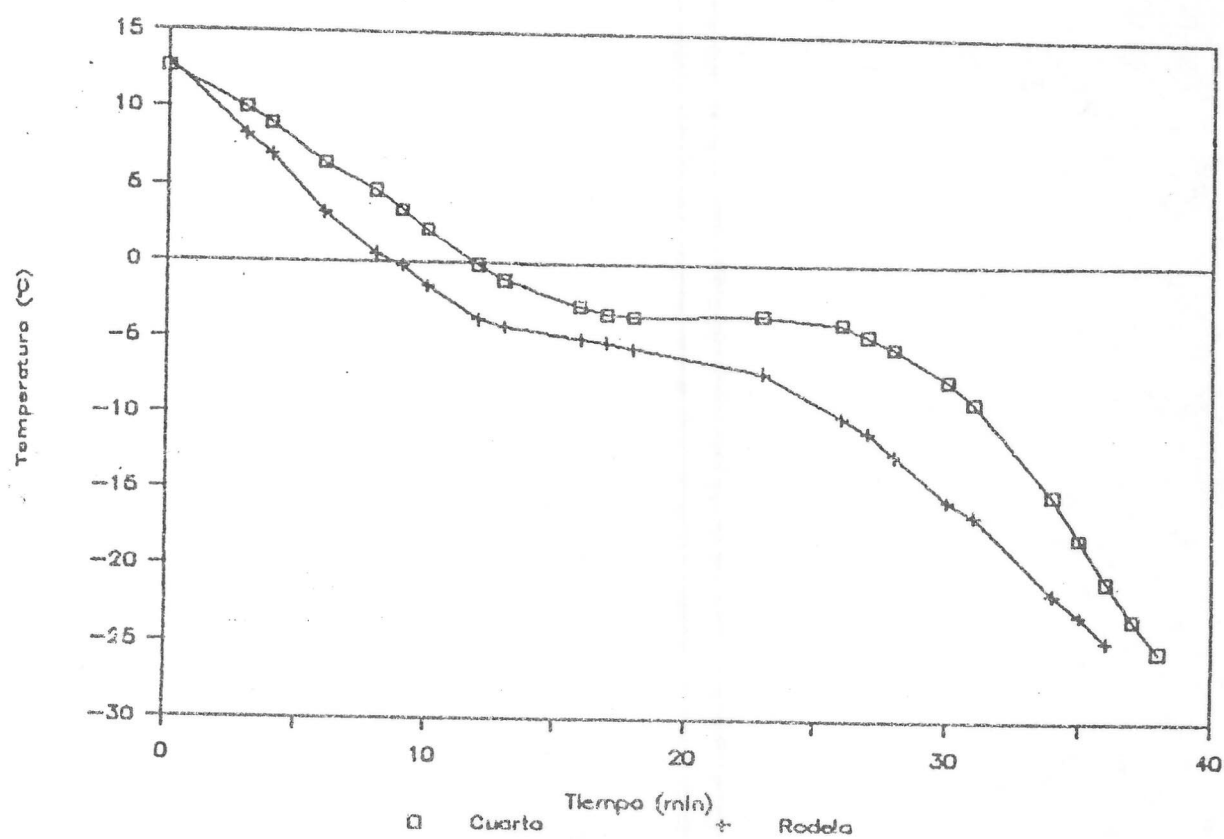


FIGURA 29. Curva de congelación de chirimoyas cv. Bronceada para las presentaciones de "rodela" y "cuarto".

CUADRO 39. Efecto del estado de ablandamiento y período de almacenaje sobre los sólidos solubles (°Brix) en "cuartos" y "rodelas" congeladas de chirimoya cv. Bronceada utilizando jugo de naranja como medio de cobertura.

Almacenaje (días)	Ablandamiento (A2) (2-4 lb)		Ablandamiento (A1) (0-2 lb)	
20	22.0	b c	21.17	b c
40	21.8	b c	20.30	a
60	23.0	c	20.30	a
80	22.0	b c	22.10	b c
100	21.6	b c	20.80	a b
120	22.9	c	22.10	b c

Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas según test de Tukey ($P=0,05$).

Acidez titulable

Si se compara a los frutos con ambos tipos de presentación en cada estado de madurez y período de almacenaje, se evidencia en general niveles de acidez titulable similares en aquellos frutos con madurez de consumo menos avanzada. Sin embargo, la fruta con mayor ablandamiento muestra variaciones significativas en la acidez desde los 80 días de almacenaje. Cabe indicar que en dichas variaciones se detectan niveles de acidez mayores en la fruta presentada en forma de "rodela" (Cuadro 40).

CUADRO 40. Efecto del período de almacenaje, estado de ablandamiento y tipo de presentación sobre la acidez (% ác. ascórbico) en chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

Almacenaje (días)	Estado de Ablandamiento (2-4 lb)				Estado de Ablandamiento (0-2 lb)			
	Cuartos		Rodelas		Cuartos		Rodelas	
20	1.17	cd	1.30	d	1.06	bc	1.20	cd
40	1.21	cd	1.24	cd	1.14	bc	1.20	cd
60	1.18	cd	1.18	cd	1.07	bc	1.16	cd
80	0.99	ab	1.46	e	1.14	bc	0.92	a
100	1.22	cd	1.19	cd	0.99	ab	1.29	d
120	1.26	d	1.46	e	1.10	bc	1.28	d

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de Tukey ($P=0,05$).

Esto podría atribuirse a la mayor exposición de la "rodela" a la solución antioxidante, utilizada previo al congelado, lo que contribuiría a elevar los niveles de acidez. Sumado a lo anterior la adición de jugo de naranja, como medio de cobertura, podría estar afectando este parámetro, dado su probable incorporación al producto. Tal situación se verificaría principalmente en la madurez más avanzada, teniendo ésta una mayor capacidad de incorporar ácidos, debido a la mayor degradación de los tejidos celulares.

pH

Los valores obtenidos por esta variable y su comportamiento en los diferentes tratamientos de este estudio, concuerdan con los niveles alcanzados por la acidez titulable.

La tendencia general de los valores de pH fue a ser muy homogénea para los diferentes tratamientos, siendo las variaciones significativas, producto principalmente de pH externos. A su vez el medio de cobertura sería un factor que provocaría este comportamiento, como ya se analizó para el parámetro de acidez titulable.

Análisis sensorial

Sabor y Dulzor: Los jueces no fueron capaces de detectar diferencias tanto en el sabor como en el dulzor de la fruta tratada durante cuatro meses de almacenaje.

El no poder determinar los panelistas una mayor preferencia por algún tratamiento en especial, podría atribuirse posiblemente a los niveles de sólidos solubles relativamente altos proporcionados en gran parte por el jugo de naranja y a la liberación de sustancias volátiles durante el proceso de congelación incidiendo en el dulzor y aroma principales componentes del sabor.

Textura: De la Figura 30 se puede apreciar que los jueces emitieron una marcada preferencia por los cuartos con menor madurez de consumo (2-4 lb) hasta los dos meses de almacenaje.

Tal respuesta podría atribuirse a que estos frutos presentan una menor degradación de sus componentes estructurales, permitiendo con ello soportar de mejor forma el posible daño físico que representa el congelado.

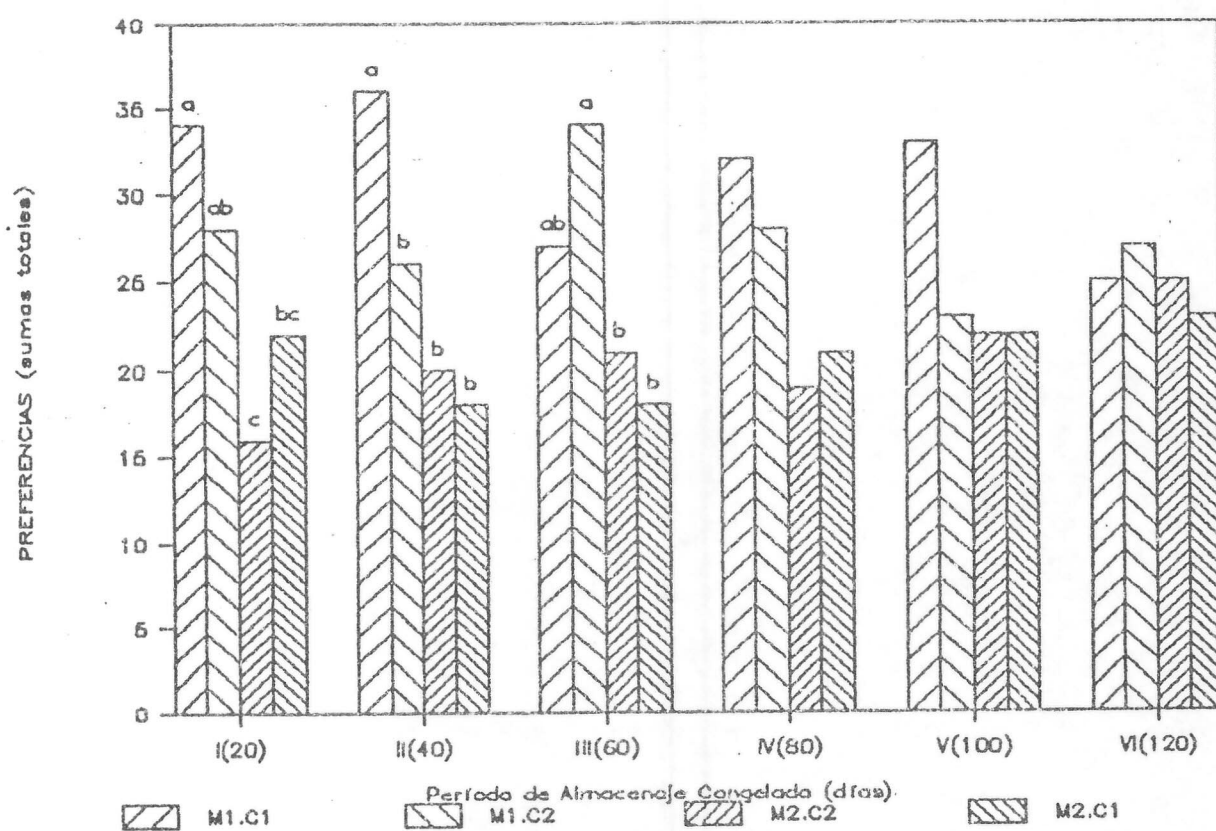


FIGURA 30. Preferencias sobre la textura para la combinación de dos estados de ablandamiento (M1-M2) y dos tipos de presentaciones (C1-C2) en sus diferentes períodos de almacenaje en chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

Apariencia externa: Los panelistas manifiestan una mayor preferencia (Figura 31) por los "cuartos" de ambos grados de ablandamiento hasta los 40 días de almacenaje. Esto posiblemente se deba a la presencia en el envase de una fruta más entera, contrastada con el jugo de naranja, mientras que en las rodelas se hace más factible la fragmentación de la fruta durante el descongelamiento incidiendo en el juicio de los evaluadores.

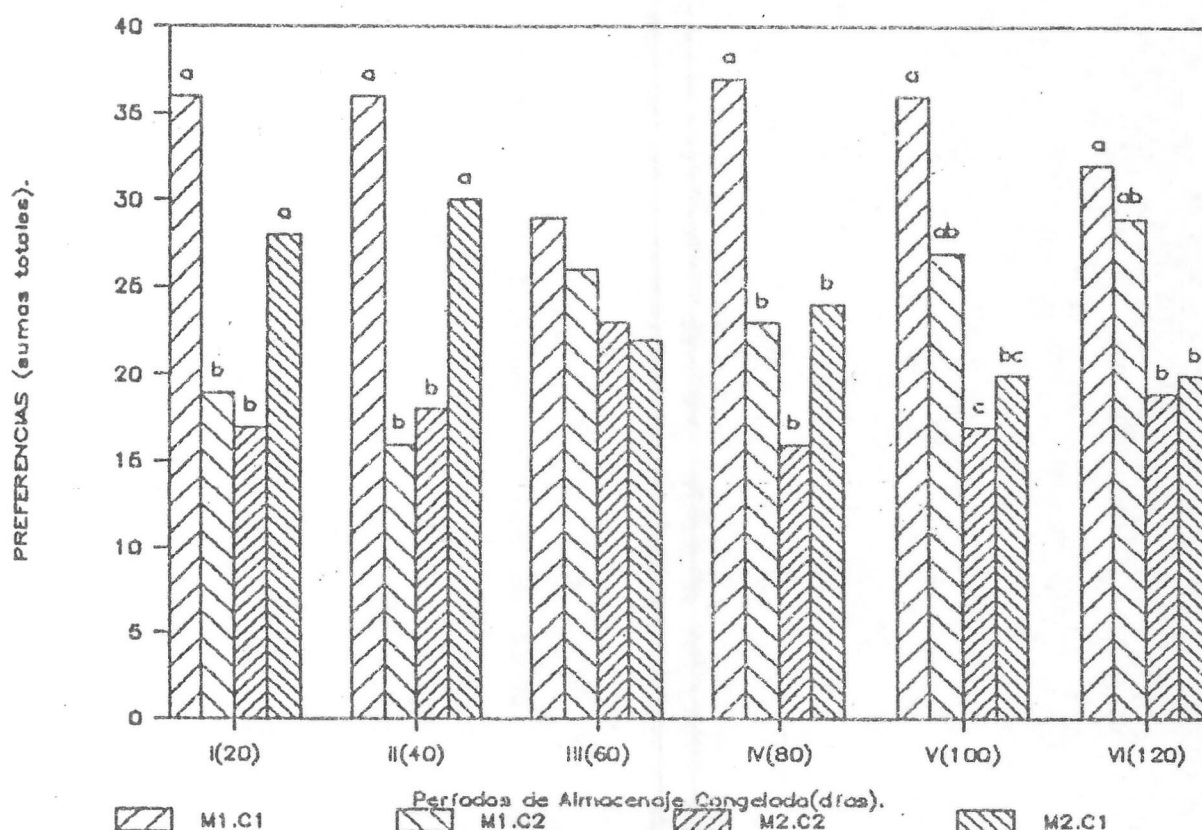


FIGURA 31. Preferencias sobre la apariencia externa, para la combinación de dos estados de ablandamiento (M1-M2) y dos tipos de presentaciones (C1-C2), en sus diferentes períodos de almacenaje para chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

A partir de los 80 días de congelación los jueces evidencian una mayor elección por cuartos provenientes de frutos con menor madurez, probablemente debido a que hacia el final del almacenaje la fruta más madura presentó alteraciones en el color de pulpa incidiendo en la apariencia externa del producto.

Análisis microbiológico

CUADRO 41. Recuento microbiológico realizado a los 120 días de almacenaje a una muestra de chirimoya cv. Bronceada sometida a jugo de naranja.

Coliformes totales N.M.P./gr	<3
Coliformes fecales N.M.P./gr	-
Staphilococcus coagulasa +	<3
R. total a 35°C	100
M.O./gr	
R. mohos	250
R. levaduras	150

* N.M.P./gr = número más probable por gramo
 - = No se detectó presencia

Del Cuadro 41 se infiere que la materia prima fue sometida a un proceso de manipuleo y acondicionamiento en óptimas condiciones sanitarias. Condición que se repetiría en el proceso mismo de congelación y en su posterior almacenaje, evidenciado por no existir contaminación preferentemente de tipo bacteriológico que compromete la calidad del producto una vez descongelado.

De acuerdo a Fundación Chile (1990) el producto cumpliría con los requisitos standard exigidos para productos hortofrutícolas congelados de exportación tales como berries, melón y espárragos.

3.3.2. Efecto de dos estados de madurez de consumo y dos índices de cosecha sobre la calidad de "octavos" congelados de chirimoyas cv. Bronceada.

En el Cuadro 42 se presenta los resultados del análisis físico-químico de los tratamientos.

CUADRO 42. Evolución de los sólidos solubles (°Brix), acidez titulable (% á. ascórbico) y pH de octavos de chirimoya cv. Bronceada, en almacenaje congelado.

		Índices de madurez a cosecha					
		Cambio de color (M2)			Soltura de semilla (M3)		
		pH	acidez	Sól. Sol.	pH	acidez	Sól. Sol.
MC1 (3-4 lb)	0	4.23	0.98	17.40	4.39	0.85	18.70
	15	4.25	0.97	17.60	4.39	0.82	19.00
	30	4.22	0.99	17.50	4.36	0.86	18.80
	45	4.21	0.97	17.30	4.37	0.80	18.90
	60	4.18	1.04	17.70	4.32	0.88	19.30
	75	4.23	0.98	17.80	4.37	0.86	19.30
	90	4.15	0.96	17.30	4.29	0.81	18.70
MC1 (5-6 lb)	0	4.12	1.14	15.90	4.27	0.96	17.10
	15	4.15	1.11	15.70	4.30	0.92	16.70
	30	4.09	1.18	16.20	4.25	0.97	17.00
	45	4.11	1.11	15.80	4.26	0.94	17.20
	60	4.08	1.19	15.60	4.22	1.00	16.60
	75	4.09	1.13	16.20	4.23	0.99	17.40
	90	4.05	1.15	16.00	4.18	0.99	16.90

De los resultados se puede apreciar que los sólidos solubles de los frutos cosechados con el índice de soltura de semilla manifiestan mayores contenidos en relación a los cosechados con cambio de color, independientemente de los grados de ablandamiento. No obstante lo anterior, la fruta con mayor ablandamiento y cosechada de acuerdo al índice de soltura de semilla evidencia los mayores niveles durante 90 días de almacenaje congelado.

Esto podría deberse a que los frutos con índice de cosecha (M3) (soltura de semilla) por encontrarse en un estado de madurez más avanzado, evidenciarían mayores contenidos de fotosintatos de

reserva, ya que la fruta permaneció por más tiempo en el árbol, favoreciéndose la evolución de los sólidos solubles.

Con respecto a la evolución de la variable acidez titulable se observa una tendencia definida, ya que la fruta más inmadura (M2) presenta los mayores niveles, dándose esta misma tendencia entre los dos estados de ablandamiento, ya que los frutos con 5-6 lb de presión manifiestan mayores contenidos.

Cabe señalar que independientemente de los tratamientos analizados, la acidez titulable encontrada en la fruta luego de su congelación es mayor a los contenidos iniciales que se determinaron en los frutos previo al congelado. Estos valores fluctuaron entre 0,50 y 0,67% de ácido ascórbico.

Dicha situación podría atribuirse a la inclusión de la fruta en la solución antioxidante; sin embargo, es importante considerar que también los frutos fueron inmersos en una solución de pectina cuyo pH fluctuó entre 3,2 a 3,4, incidiendo de esta manera en los contenidos de acidez.

Al analizar la evolución del pH a través del período de almacenaje, se puede constatar que este se mantuvo prácticamente dentro de los mismos niveles durante el transcurso del ensayo entre 4,1 y 4,3, tanto para la madurez 2 (M2) como para la madurez 3 (M3).

Evaluación sensorial

Sabor: Fue posible apreciar que la mejor aceptación correspondió a los octavos de chirimoya con mayor grado de ablandamiento y de madurez más avanzada (M3).

Los jueces clasificaron el sabor de los frutos como "bueno". Dicha tendencia se manifestó hasta los 75 días de almacenaje, clasificándose este de "regular" hacia el final del almacenaje congelado (90 días).

Si se relaciona que estos mismos frutos evidenciaron el mayor contenido de sólidos solubles durante todo el transcurso del ensayo, se pudiese entender las marcadas preferencias por ésta fruta (Cuadro 42). Cabe señalar además que los jueces detectaron un alto nivel de dulzor reflejado en los contenidos de sólidos solubles que alcanzó esta fruta.

Se debe considerar que el aroma, componente del sabor, independientemente de los grados de ablandamiento y estados de madurez a cosecha de los frutos fue afectado por el congelado, ya que los panelistas no fueron capaces de detectar su presencia.

Textura: En cuanto al comportamiento de la textura a través del almacenaje, los jueces emitieron las mayores preferencias por los octavos con menor grado de ablandamiento y madurez menos avanzada (M2), clasificándola de "buena". En el resto de los tratamientos la textura fue regular.

No se detectó un mejoramiento significativo de la textura con el uso de la pectina, lo que podría ser atribuido a la baja concentración que se utilizó.

En relación a la presentación como "octavos", ésta fue considerada, debido a que por tener una mayor relación superficie/volumen que la presentación "cuarto" o "rodela" podrían presentar una mayor velocidad de congelación incidiendo favorablemente en la textura del producto. Sin embargo los jueces prefirieron en un mayor grado aquella fruta más inmadura dentro de los tratamientos analizados.

Estabilidad del color (pardeamiento): Respecto al color de pulpa del producto congelado, éste permaneció inalterado durante el transcurso del ensayo, independientemente del grado de ablandamiento y estado de madurez a cosecha.

No obstante es de relevancia señalar que las primeras zonas que se pardearon al descongelar los "octavos" de cada tratamiento fueron aquellas que evidenciaron machucones. Estos provenían inicialmente de la fruta, lo que provocó un deterioro de la apariencia externa de ella.

Cabe destacar que los "octavos" con 5 a 6 libras de presión y menor madurez (M2) lograron una mayor preferencia por parte de los panelistas.

Estabilidad microbiológica: La condición microbiológica de los tratamientos fue medida al final del almacenaje (90 días). Los resultados se indican en el Cuadro 43.

CUADRO 43. Análisis microbiológico de octavos de chirimoya cv. Bronceada conservados por congelación al cabo de 90 días de almacenaje. chirimoya cv. Bronceada.

Recuento total (35°C) UFC/gr	< 10
Coliformes totales NMP/gr	< 3
Coliformes fecales NMP/gr	< 3
Staphylococcus coagulasa (+) NMP/gr	< 3
Mohos a 24°C	30/gr
Levaduras a 24°C	20/gr

* UFC = Unidades formadoras de colonias por gramo
NMP = Número más probable/gr

Del Cuadro 43 se puede apreciar que este producto dió recuentos que están por debajo de aquellos que pudieran asociarse a contaminación del producto, mal manipuleo en su procesamiento o indicios de fermentación del mismo.

3.3.3. Efecto de diferentes cultivares e índices de madurez a la cosecha sobre la calidad de "cubitos" congelados de chirimoya cv. Bronceada, Concha Lisa, Local Serena y Clavo

Sólidos solubles

Del Cuadro 44 se puede constatar que los cultivares Bronceada y Concha Lisa, ambos de la zona de Quillota, evidencian similares contenidos de sólidos solubles. Similar comportamiento manifiestan los cultivares Local Serena y Clavo, ambos de la zona de La Serena. Sin embargo, también se puede apreciar que los sólidos solubles de los cultivares de Quillota alcanzan mayores niveles que los cultivares de La Serena.

CUADRO 44. Niveles de sólidos solubles (°Brix) alcanzados por 4 cultivares de chirimoya congelada en forma de "cubitos".

Cultivar	Localidad	Sólidos solubles (°Brix)	
Bronceada	Quillota	19,22	b
Concha Lisa	Quillota	19,74	b
Clavo	La Serena	17,03	a
Local Serena	La Serena	17,08	a

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de tukey ($P=0,05$).

En cuanto a la evolución de los sólidos solubles a través del período de almacenaje se pudo determinar que el similar comportamiento de esta variable entre los cultivares de cada zona se manifestó durante los 120 días de almacenaje congelado (Figura 32).

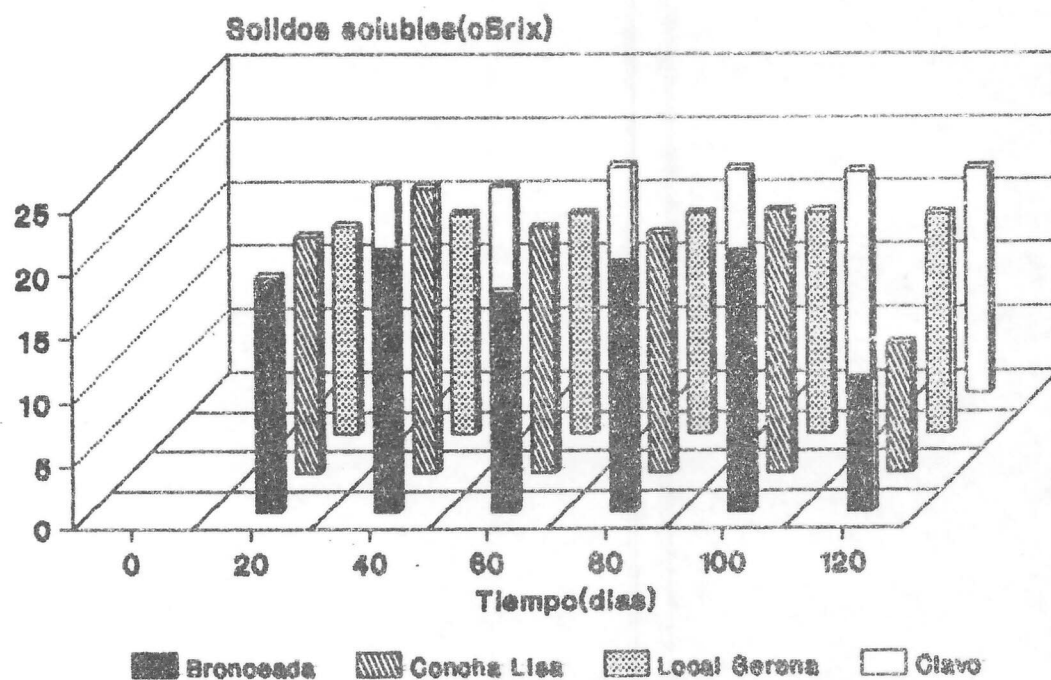


FIGURA 32. Efecto del período de almacenaje y cultivar sobre los sólidos solubles de cubos de chirimoya congelada.

Acidez titulable

Del Cuadro 45 se puede apreciar que la evolución de la acidez titulable en almacenaje congelado para los cultivares en estudio, mostró una respuesta descendente hasta los 60 días, manteniéndose posteriormente constante hacia el final del almacenaje.

Cabe destacar que los mayores contenidos de acidez titulable en los "cubos" de chirimoya se presentan hasta los 40 días de almacenaje (2 primeras fechas de evaluación)

CUADRO 45. Efecto del período de almacenaje sobre la acidez titulable (% ác. ascórbico) de "cubos" de 4 cultivares de chirimoya congelada.

Período almacenaje congelado (días)	Acidez titulable (% ác. ascórbico)
20	2,56 c
40	1,76 b
60	1,05 a
80	1,10 a
100	1,02 a
120	1,02 a

Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de tukey ($P=0,05$).

pH

Del Cuadro 46 se observa que la fruta del cv. Local Serena con una madurez más avanzada a la cosecha evidencia el mayor nivel de pH, mientras que el cultivar Bronceada con madurez menos avanzada a la cosecha es menor.

CUADRO 46. Efecto del índice de madurez y cultivar sobre el pH de "cubos" de chirimoya congelada.

Cultivar	Índice Cosecha	pH	
Bronceada	Soltura semilla	4.10	a b c
Bronceada	Cambio color	3.80	a
Concha Lisa	Soltura semilla	3.97	a b
Concha Lisa	Cambio color	4.07	b c
Clavo	Soltura semilla	4.07	b c
Clavo	Cambio color	4.10	b c
Local Serena	Soltura semilla	4.19	d

* Promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente según test de tukey ($P=0,05$).

Cabe destacar que si se comparan los niveles de pH alcanzados por los frutos independientemente del cultivar, a través del período de almacenaje, se puede detectar que hasta los 60 días el pH desciende. Similar comportamiento fue observado en la acidez titulable durante el mismo período.

No se debe olvidar que la acidez total en chirimoyas puede estar dada por más de un ácido orgánico. Investigaciones realizadas en otras Annonas han revelado que a lo menos habría 3 constituyentes de la acidez cuyas proporciones varían durante su proceso de maduración. Tal situación también repercute en el pH de la fruta.

El descenso del pH durante los primeros 60 días de almacenaje podría atribuirse a la continua precipitación de sales alcalinas en la fase acuosa que aún permanece en el tejido congelado.

De acuerdo a antecedentes señalados por BERG (1961) en algunas hortalizas, la precipitación de sales alcalinas, tales como calcio, magnesio y fosfato de sodio provocarían en el tejido congelado un descenso del pH. Sin embargo, la precipitación de sales ácidas (fosfato de potasio y citrato de sodio-potasio) producirían un aumento en el pH.

Estos cambios tienen lugar continuamente en los alimentos y se manifiestan durante largos períodos de almacenaje.

4. ANALISIS ECONOMICO

En este estudio se analizaron los mejores resultados obtenidos de las distintas alternativas de industrialización en chirimoya, para someterlas a un análisis económico, y visualizar así aquellas más convenientes.

Para tal efecto se determinó, de acuerdo a los estudios técnicos realizados, que los mejores resultados se obtuvieron con los siguientes productos:

- a) Pulpa de chirimoya envasada en bolsa de polietileno extruido y sometida a modificación de atmósfera y almacenados a 0°C.
- b) Chirimoya congelada y presentada en forma de "cuartos"
- c) Chirimoya procesada en forma de "cuartos", envasada con modificación de atmósfera y almacenada a 0°C.
- d) Pulpa de chirimoya congelada.
- e) Fruta entera envasada en bolsas de polietileno extruido y sometida a modificación de atmósfera y almacenada a 6°C..

4.1. Relación Beneficio/Costo

Evaluación ante el uso de transporte marítimo

En los Cuadros 47 y 51 se muestra la situación que sucede al analizar el proceso de exportación de los productos señalados anteriormente, cuando es utilizada la opción de transporte a mercados externos por vía marítima.

CUADRO 47. Cálculo de relación Beneficio/Costo para cinco productos industrializados de chirimoya para mercado de exportación vía marítima. (US\$/caja 5 kilos).

ALTERNATIVAS DE PROCESO	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
PRECIO DE VENTA	14.40	16.10	11.40	15.20	10.61
COMISIONES EN DESTINO	2.21	2.47	1.75	2.33	1.63
FLETE MARITIMO	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
PRECIO FOB	10.15	11.59	7.61	10.83	6.94
COSTOS DE EXPORTACION	0.91	1.03	0.71	0.97	0.66
FLETE TERRESTRE	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
COSTO PROCESO*	5.29	4.95	4.99	4.72	4.10
RELACION B/C	1.54	1.82	1.25	1.78	1.34

(*) Incluye costo de la Materia Prima

Pulpa en atmósfera modificada

Para este ensayo, existen interesantes perspectivas como alternativas de industrialización, dado los resultados económicos obtenidos en el presente análisis.

La relación Beneficio:Costo resulta positiva y con un valor de 1,53, el cual resulta muy promisorio desde el punto de vista económico. El producto tendría un buen valor puesto en el mercado externo, estimándose éste en US\$ 14,40 la caja de 5 kilos neto. (Cuadro 47).

De los items de costos involucrados en el proceso productivo, la mano de obra resulta ser más elevado para esta opción que para los otros procesos analizados (Cuadro 51), sin embargo, ésta, al ser de un bajo valor tiene poca incidencia en la relación Beneficio/Costo alcanzado.

Por el periodo de almacenaje alcanzado por el producto, es posible utilizar la vía marítima para su transporte.

Respecto de la evolución del producto en cámara de almacenaje (a 0°C) éste presenta un leve deterioro de la calidad, situación que se manifiesta con mayor magnitud a partir de los 60 días de almacenaje. Esto incide directamente sobre el valor final a que podría ser comercializado, por lo cual no es aconsejable, que se supere este periodo. No obstante lo anterior, dentro del periodo óptimo de almacenamiento, las características organolépticas más importantes se mantienen, permitiendo con ello, una buena conservación.

Chirimoya congelada en "cuartos"

Respecto de esta alternativa, los resultados indican que este producto presenta la mayor rentabilidad comparativa, debido a su mayor estabilidad en el tiempo, y por ende al alto precio que obtendría finalmente en los mercados de destino (Cuadro 47).

Es necesario destacar, que tal situación es posible de alcanzar si la materia prima utilizada es de óptima calidad. Por lo tanto si se ofrece un producto de buena presentación, se puede lograr una buena colocación y un mercado creciente, para esta alternativa.

A pesar que los costos de producción resultaron ser similares (Cuadro 51), en comparación con las otras alternativas estudiadas, se obtiene el mayor valor de la relación Beneficio/Costo con 1,82, por el alto precio a que se podría comercializar.

En cuanto a la evolución de la calidad final del producto en almacenaje, se puede concluir, que prácticamente no sufre variación, y es manifiesta su alta calidad, no obstante que el costo de almacenaje es alrededor de un 25% mayor al compararla con todas las experiencias realizadas en atmosfera modificada (Cuadro 51).

Chirimoya semiprocada presentada en forma de "cuartos", utilizando almibar de papaya como medio de cobertura

Resulta importante destacar, que al igual que en el caso de pulpa en atmosfera modificada, el bajo valor de costo del proceso de gasificación, incidió en el menor costo de producción de esta alternativa, alcanzando un valor de US\$ 0,04/Caja de 5 kilos (Cuadro 51).

Si se considera, que el precio a que podría aspirar este producto en mercados externos resultare ser atractivo, esta alternativa de procesamiento debiera desarrollarse preferentemente ya que mantiene en mejor medida las propiedades de la fruta fresca.

Pulpa de chirimoya congelada

Resulta interesante destacar la alta relación Beneficio/Costo de esta alternativa de industrialización (Cuadro 47), la que se ve favorecida por el atractivo precio en el mercado, de acuerdo a su demanda y el menor costo de proceso.

Chirimoya entera almacenada en bolsa de polietileno extruido con modificación de atmosfera

Dado que este producto se procesa entero, la fruta utilizada fue de segunda categoría y se le asignó un precio equivalente a la fruta fresca de la misma categoría (Cuadro 51).

Sin embargo, las condiciones que le infiere al producto el proceso agroindustrial realizado, le permiten acceder a un mayor tiempo de almacenaje, por lo que resulta absolutamente favorable utilizar la vía marítima hacia el puerto de destino, disminuyendo de esta manera los elevados costos que implicaría efectuarlo mediante vía aérea.

A su vez el costo de industrialización y en general de casi todo el proceso (gasificación, mano de obra, materiales químicos, etc.), es lo suficientemente bajo, para generar mejores expectativas para el futuro de esta opción. En general, esta técnica representa el menor costo total respecto de las otras alternativas estudiadas en este proyecto (Cuadro 47 y Cuadro 51).

Evaluación ante el uso de transporte aéreo

En los Cuadros 48 y 52 es posible apreciar que existe una evidente y marcada diferencia en la relación Beneficio/Costo con el del transporte marítimo, haciéndose no recomendable su utilización, dado que las características de conservación de los productos permitirían el uso del transporte marítimo garantizando su buena llegada y en forma más económica, al lugar de destino.

No obstante lo anterior, se puede observar en los mismos cuadros que el producto "cuartos" de chirimoya congelados soportaría un flete aéreo disminuyendo sin embargo la relación Beneficio/Costo.

4.2. Análisis de sensibilidad

Como en todo estudio económico, los valores utilizados pueden sufrir modificaciones, el análisis de sensibilidad efectuado contempló modificaciones en aquellos items más susceptibles de sufrir cambios importantes. En los Cuadros 49 y 50, se aprecia esta situación para la opción flete marítimo y aéreo respectivamente.

Dada la condición desfavorable obtenida para el flete aéreo respecto al marítimo, el análisis de sensibilidad fue realizado sobre éste último.

CUADRO 48. Cálculo relación Beneficio/Costo para cinco productos industrializados de chirimoyas de exportación vía aérea (US\$/caja 5 kilos).

ALTERNATIVAS DE PROCESO	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
PRECIO DE VENTA	14.40	16.10	11.40	15.20	10.61
COMISIONES EN DESTINO	2.21	2.47	1.75	2.33	1.63
FLETE AEREO	6.30	6.30	6.30	6.30	6.30
PRECIO FOB	5.89	7.33	3.35	6.57	2.69
COSTOS DE EXPORTACION	0.57	0.69	0.37	0.63	0.31
FLETE TERRESTRE	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
COSTO PROCESO*	5.29	4.94	4.90	4.72	4.10
RELACION B/C	0.94	1.22	0.59	1.14	0.56

(*) Incluye costo de la Materia Prima.

CUADRO 49. Análisis de sensibilidad para cinco productos industrializados de chirimoyas de exportación vía marítima (Relación Beneficio/Costo)

	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
PRECIO DE VENTA -10%	1.32	1.56	1.06	1.53	1.13
PRECIO DE VENTA -20%	1.18	1.31	0.88	1.28	0.93
PRECIO DE VENTA -30%	0.88	1.06	0.69	1.03	0.73
COMISIONES EN DESTINO+10%	1.50	1.78	1.22	1.74	1.31
COMISIONES EN DESTINO+20%	1.47	1.74	1.19	1.70	1.28
COMISIONES EN DESTINO+30%	1.44	1.70	1.16	1.66	1.25
FLETE MARITIMO + 10%	1.50	1.78	1.21	1.74	1.31
FLETE MARITIMO + 20%	1.47	1.75	1.18	1.71	1.27
FLETE MARITIMO + 30%	1.44	1.72	1.15	1.68	1.23
FLETE MARITIMO + 40%	1.41	1.69	1.11	1.64	1.19
COSTOS DE EXPORTACION+10%	1.51	1.79	1.23	1.73	1.33
COSTOS DE EXPORTACION+20%	1.49	1.76	1.22	1.72	1.31
COSTOS DE EXPORTACION+30%	1.47	1.73	1.21	1.70	1.30
COSTOS DE EXPORTACION+40%	1.46	1.71	1.19	1.67	1.28
FLETE TERRESTRE + 10%	1.53	1.80	1.24	1.77	1.33
FLETE TERRESTRE + 20%	1.52	1.79	1.25	1.76	1.32
FLETE TERRESTRE + 30%	1.51	1.78	1.20	1.74	1.31
FLETE TERRESTRE + 40%	1.50	1.77	1.22	1.73	1.30
COSTOS PROCESO + 10%	1.42	1.15	1.15	1.65	1.25
COSTOS PROCESO + 20%	1.32	1.07	1.07	1.54	1.16
COSTOS PROCESO + 30%	1.24	1.00	0.00	1.44	1.09
COSTOS PROCESO + 40%	1.16	0.94	0.94	1.36	1.02

CUADRO 50. Análisis de sensibilidad para cinco productos industrializados de chirimoyas de exportación vía aérea (Relación Beneficio/Costo).

	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
PRECIO DE VENTA -10%	0.71	0.95	0.38	0.88	0.34
PRECIO DE VENTA -20%	0.48	0.68	0.19	0.61	0.12
PRECIO DE VENTA -30%	0.25	0.41	- 0.01	0.35	- 0.10
COMISIONES EN DESTINO+10%	0.91	1.17	0.55	1.10	0.52
COMISIONES EN DESTINO+20%	0.87	1.13	0.52	1.06	0.49
COMISIONES EN DESTINO+30%	0.83	1.09	0.49	1.02	0.46
FLETE AEREO + 10%	0.84	1.11	0.47	1.03	0.49
FLETE AEREO + 20%	0.74	1.00	0.36	0.92	0.30
COSTOS DE EXPORTACION+10%	0.93	1.20	0.58	1.13	0.55
COSTOS DE EXPORTACION+20%	0.92	1.19	0.57	1.12	0.55
COSTOS DE EXPORTACION+30%	0.92	1.17	0.57	1.11	0.55
COSTOS DE EXPORTACION+40%	0.91	1.16	0.57	1.09	0.54
FLETE TERRESTRE + 10%	0.93	1.21	0.58	1.13	0.55
FLETE TERRESTRE + 20%	0.93	1.20	0.58	1.13	0.55
FLETE TERRESTRE + 30%	0.92	1.19	0.46	1.12	0.54
FLETE TERRESTRE + 40%	0.92	1.18	0.57	1.11	0.54
COSTOS PROCESO + 10%	0.87	1.12	0.54	1.06	0.51
COSTOS PROCESO + 20%	0.86	1.04	0.50	0.98	0.48

En primer lugar se varió el precio a que puede optar la fruta en sus distintas presentaciones en el mercado externo. Se observó el efecto que podrían tener bajas porcentuales, en los precios del mercado de destino sobre la relación Beneficio/Costo de cada opción planteada.

Se pudo determinar que la magnitud de variación ocurrida en el precio es menor a la variación que sufre la relación Beneficio/Costo con ese cambio, lo que demarca la necesidad de presentar productos de óptima calidad que justifiquen cualquier proceso a realizar. Esta situación fue válida para todos los tratamientos.

En el caso en que se disminuyó el ingreso en un 10% y 20%, se produce una relación desfavorable para el tratamiento correspondiente a fruta entera gasificada y "cuartos" en atmósfera modificada (Cuadro 49).

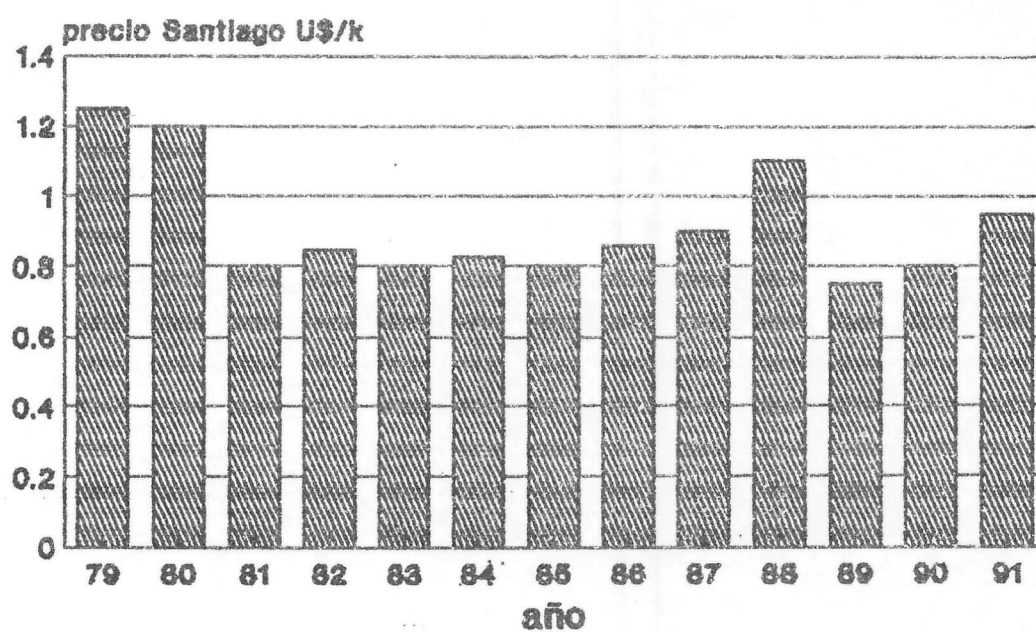
También se consideraron en este análisis, los costos de producción, visualizando su efecto tanto en forma total, como de aquellos items más significativos. Al incrementarse los costos de producción, disminuye la relación Beneficio/Costo, no obstante esto ocurre en una magnitud menor, que el efecto ocasionado por la variación de precios. Todos los tratamientos, pueden soportar hasta un 20% de aumento en los costos totales, excepto la alternativa para fruta entera en atmósfera modificada (Cuadro 49).

En relación al incremento de algunos de los items del proceso productivo, se puede afirmar que ante cualquier incremento de éstos, la viabilidad económica de las alternativas en estudio no se afectó mayormente. Para el análisis de algunos items importantes sobre el resultado económico final, se utilizó la mano de obra, materiales de embalaje y transporte marítimo o aéreo.

Como resultado de la estructura de costos es posible determinar que de no mediar otros niveles de ingresos de mayor envergadura, el transporte aéreo no sería aconsejable, a no ser la existencia de alguna situación coyuntural que lo permita (Cuadro 50).

En definitiva, más que el aumento de los costos totales, o de los factores productivos, son las modificaciones que pudieran ocurrir sobre el Ingreso los que afectarían la estabilidad del proyecto.

En relación al valor de la materia prima utilizada en los diferentes procesos de industrialización, se actualizaron los precios transados en los mercados mayoristas de Santiago de los últimos 13 años (Figura 33). De esta serie de datos se obtuvo un valor promedio de U\$0,89/kg correspondiente a fruta de 1a. categoría.



Fuente: MINISTERIO DE AGRICULTURA

FIGURA 33. Precios de chirimoyas transadas en mercado mayorista de Santiago

Para efecto del presente estudio, se utilizó fruta de 2a. y 3a. categoría, a las cuales se les calculó el precio a base de considerar un 65% y 55% respectivamente del valor promedio de la fruta de primera, obteniéndose los valores de US\$0,58 y US\$0,50 por Kilo para cada categoría.

Para considerar el valor real del Kg de fruta a procesar, debió asumirse que existe un rendimiento industrial, el cual se estableció en 70% para "pulpas", 75% para "cuartos" y 100% para "fruta entera". Se utilizó en el presente estudio fruta de 2a.categoría para las presentaciones de "cuartos" y "fruta entera"; y fruta de 3a.categoría para "pulpas".

En relación a esto el precio máximo que la industria podría pagar por la materia prima, serían los siguientes:

- Pulpa de chirimoya en atmósfera modificada con CO2 y N2	US\$ 1,13/kg
- "Cuartos" de chirimoya congelados	US\$ 1,44/kg
- "Cuartos" de chirimoya gasificados con CO2 y N2	US\$ 0,85/kg
- Pulpa de chirimoya congelada	US\$ 0,72/kg
- Chirimoya entera presentada en envase con modificación de atmósfera	US\$ 1,12/kg

Estos valores máximos posibles de pagar corresponden cuando el proceso de exportación se realiza por vía marítima y se asegura una relación Beneficio/Costo mínima de 1,15.

Cuando se utiliza vía aérea como transporte, ninguna alternativa logra superar esta cifra, de ahí que no se consideró ningún aumento en el precio de la materia prima utilizada para este caso.

Respecto del precio de venta a que podría aspirar la fruta procesada en los mercados externos, se analizaron diversas tendencias de precios FOB alcanzados por:

- Otras frutas procesadas alternativas como mora y frutillas congeladas (Figura 34);
- Pulpas y conservas de frutas (Figura 35) y,
- Un valor referencial obtenido por una pequeña exportación de pulpa de chirimoyas congeladas realizadas en 1988 a Japón, con un valor promedio de US\$1,69/kg. (*)

(*) ZUNIGA, V. Ministerio de Agricultura, División de Estudios y Presupuesto. Comunicación personal. Dic, 1991

Además se consideraron informes de la Empresa Agrocomercial Quillota Ltda. (PROPAL), comercializadora de importantes volúmenes de chirimoya en Chile, sobre el interés que existe de algunos recibidores en el extranjero (Japón, Canadá y U.S.A.) para comprar pulpa de chirimoya a precios que podrían variar de US\$1,70 a US\$2,5/kilo FOB.

De acuerdo con la información descrita y considerando el valor agregado al producto, su presentación, calidad sensorial y costos de producción se estimaron los siguientes Precios de venta para cada producto:

	/-----\
	Precio de Venta US\$/kg
Pulpa de chirimoya en atmósfera modificada con CO2 y N2	US\$ 2,88/Kg
"Cuartos" de chirimoya congelados	US\$ 3,22/Kg
"Cuartos" de chirimoya gasificados	US\$ 2,28/Kg
Pulpa de chirimoya congelada	US\$ 3,04/Kg
Chirimoya entera presentada en envase con modificación de atmósfera	US\$ 2,12/Kg
	/-----\

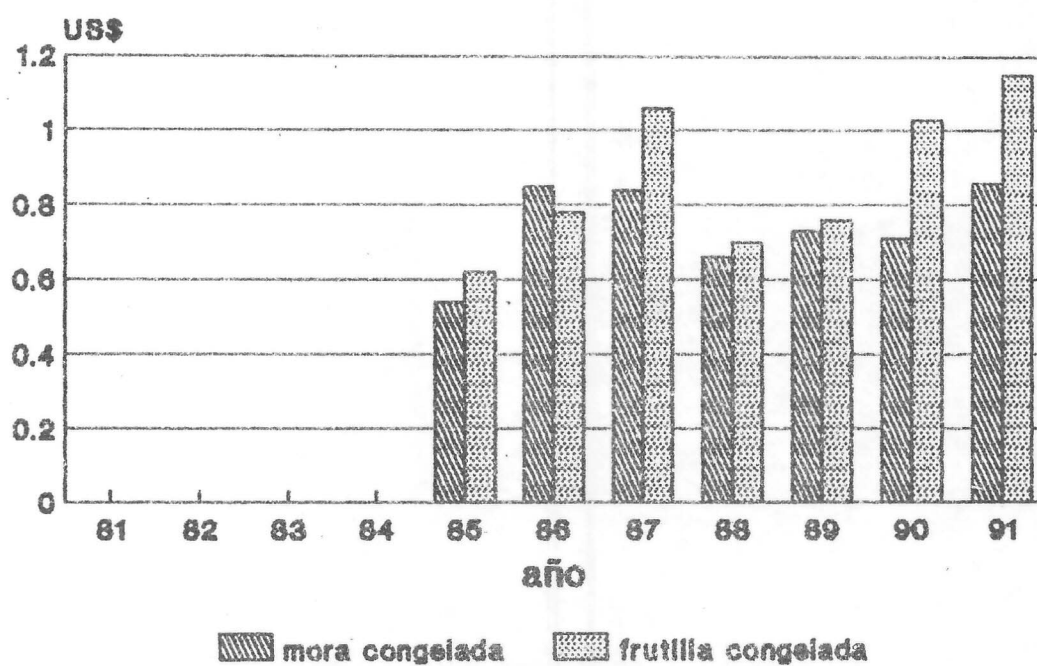
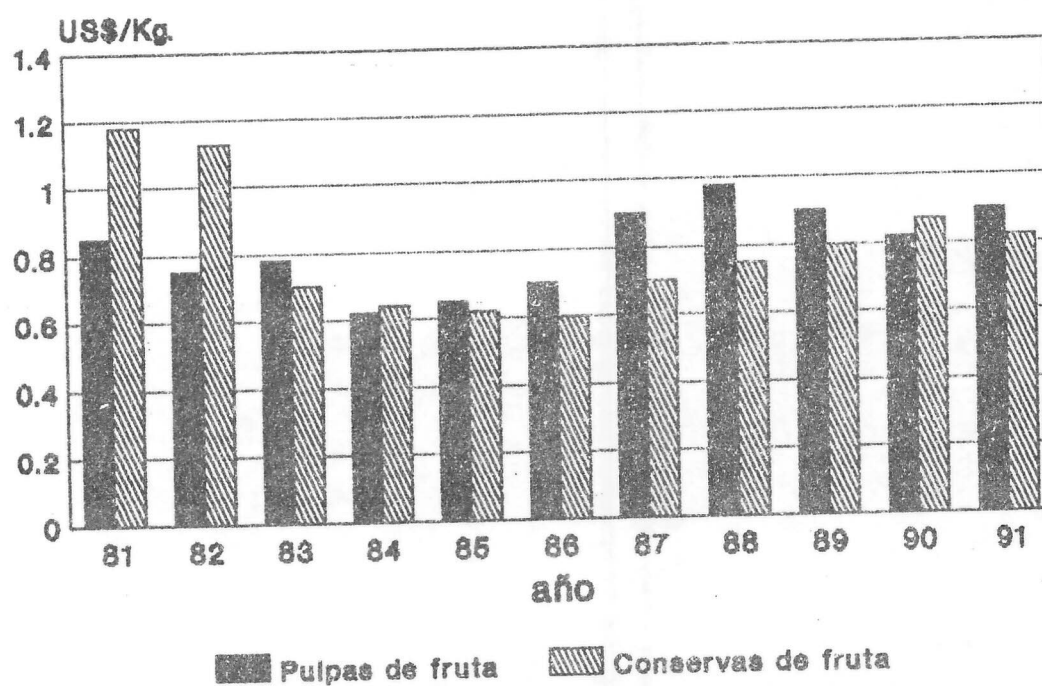


FIGURA 34. Precio FOB por kilo de pulpa congelada de mora y frutilla en diferentes años.



Fuente: BANCO CENTRAL

FIGURA 35. Precios FOB por kilo de pulpa de fruta y conserva de frutas.

CUADRO 51. Valores del proceso de exportación para cinco productos industrializados de chirimoyas, utilizando flete marítimo. (US\$/caja 5 kilos).

ALTERNATIVAS DE PROCESO	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
1.PRECIO DE VENTA	14.40	16.10	11.40	15.20	10.61
2.MARGEN MAYORISTA	1.15	1.29	0.91	1.22	0.85
3.PRECIO EX DOCK	13.25	14.81	10.49	13.98	9.76
4.COM. RECIBIDOR	1.06	1.18	0.84	1.12	0.78
5.PTO. DESTINO	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
6.FLETE MARITIMO	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
7.SEGURO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
8.PRECIO FOB	10.15	11.59	7.61	10.82	6.94
9.COM.EXPORTADORA	0.81	0.93	0.61	0.87	0.56
10.PTO. EMBARQUE	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
11.FLETE TERRESTRE	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
12.COSTOS GENERALES	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
13.COSTO FRUTA	3.25	3.62	3.62	3.25	2.90
14.SERVICIO FRIO	0.07	0.09	0.07	0.09	0.07
15.MAT. DE EMBALAJE	0.74	0.74	0.74	0.88	0.78
16.PROCESO INDUSTRI.	0.03	0.05	0.04	0.12	0.05
17.MANO DE OBRA	0.30	0.24	0.24	0.30	0.14
18.MAT.QUIMICOS	0.74	0.85	0.12	0.74	0.00
19.CONTROL DE CALIDAD	0.04	0.04	0.04	0.02	0.04
20.SAG	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
21.SALDO NETO	3.55	5.21	1.51	4.74	1.78
22.COSTO TOTAL	6.60	6.38	6.10	6.08	5.16
23.RELACION B/C	1.54	1.82	1.25	1.78	1.34

Costo total E (9+10+11...20)

Saldo Neto = FOB Chile - Costo total

CUADRO 52. Relación Beneficio/Costo para cinco alternativas de industrialización en chirimoya, utilizando flete aéreo (US\$/caja 5 kilos).

ALTERNATIVAS DE PROCESO	PULPA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	"CUARTOS" DE CHIRIMOYA CONGELADOS	"CUARTOS" EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2	PULPA DE CHIRIMOYA CONGELADA	FRUTA ENTERA EN ATMOSFERA MODIFICADA CON CO2 Y N2
1.PRECIO DE VENTA	14.48	16.18	11.48	15.28	18.61
2.MARGEN MAYORISTA	1.15	1.29	0.91	1.22	0.85
3.PRECIO EX DOCK	13.25	14.81	10.49	13.98	9.76
4.COM. RECIBIDOR	1.86	1.18	0.84	1.12	0.78
5.PTO. DESTINO	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
6.FLETE AEREO	5.38	5.38	5.38	5.38	5.38
7.SEGURO	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
8.PRECIO FOB	5.89	7.33	3.35	6.57	2.68
9.COM.EXPORTADORA	0.47	0.59	0.27	0.53	0.21
10.PTO. EMBARQUE	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
11.FLETE TERRESTRE	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
12.COSTOS GENERALES	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
13.COSTO FRUTA	3.25	3.62	3.62	3.25	2.98
14.SERVICIO FRIO	0.87	0.89	0.87	0.89	0.87
15.MAT. DE ENBALAJE	0.74	0.74	0.74	0.88	0.78
16.PROCESO INDUSTRI.	0.83	0.85	0.84	0.12	0.85
17.MANO DE OBRA	0.38	0.24	0.24	0.38	0.14
18.MAT.QUIMICOS	0.74	0.84	0.83	0.74	0.88
19.CONTROL DE CALIDAD	0.84	0.84	0.84	0.82	0.84
20.SAG	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
21.SALDO NETO	-0.37	1.38	-2.32	0.82	-2.13
22.COSTO TOTAL	6.26	6.83	5.67	5.75	4.81
23.RELACION B/C	0.94	1.22	0.59	1.14	0.56

Costo total = E (9+10+11+....20)

Saldo Neto = FOB Chile - Costo Total

V. CONCLUSIONES

1. INDICES DE MADUREZ

- Durante el crecimiento y desarrollo de frutos de chirimoyo cv. Concha Lisa, aumenta el contenido de sólidos solubles, reduciéndose la acidez titulable.

- Frutos de chirimoyo cv. Concha Lisa durante su crecimiento en el árbol, presentan en el tejido del epicarpio una tendencia al aumento del contenido proteico y de las actividades enzimáticas de peroxidasa, polifenoloxidasas y catalasa, hasta los 202 días después de polinización. Posteriormente dicha tendencia disminuye gradualmente al acercarse la madurez.

- Las variaciones de las actividades enzimáticas ocurren entre los 170 y 202 días después de polinización, justo antes de que la fruta manifieste el cambio en la coloración de su pilosidad (M1), lo que corroboraría su condición de índice adecuado para una cosecha temprana.

- Los índices de cosecha basados en los cambios de la pilosidad del fruto (M1), color de la epidermis (M2) y soltura de semilla (M3), se comportan como índices individuales, consecutivos y relacionados claramente con la madurez de los frutos.

- El patrón de crecimiento determinado para el cultivar Concha Lisa se ajusta a una curva de tipo doble sigmoidea, con 3 etapas bien definidas.

- La actividad de la peroxidasa resulta ser promisorio como indicador de la inducción del proceso de madurez en frutos de chirimoyo cv. Concha Lisa.

- Chirimoyas cv. Concha Lisa, cosechadas con 3 índices de madurez (cambio en la pilosidad, color y soltura de semilla) enceradas y cubiertas con film de cloruro de polivinilo (PVC) mantienen una condición de madurez firme (23-24 lb de presión) hasta por 30 días de almacenaje refrigerado. Estos mismos frutos al dejarlos madurar a temperatura ambiente alcanzan el ablandamiento y los niveles de sólidos solubles adecuados para su consumo.

- Chirimoyas cv. Concha Lisa enceradas y cubiertas por un film de PVC, independientemente de su madurez a cosecha, presentan bajos niveles de pérdidas de humedad tanto en el almacenaje refrigerado (30 días) como en la madurez de consumo.

- El uso de cera y film de cloruro de polivinilo permite retener el color de piel y el de pulpa en frutos de chirimoyas cv. Concha

Lisa cosechados con 3 índices de madurez (cambio en pilosidad, cambio de color y soltura de semilla) hasta por 7 días a temperatura ambiente, luego de permanecer 30 días en almacenaje refrigerado.

- Chirimoyas cultivar Concha Lisa, cosechadas con cambio de color en la epidermis (M2) y mantenidas hasta por 7 días a temperatura ambiente luego de 25 días de almacenaje refrigerado, logran un buen nivel de sabor, dulzor y textura para su consumo.

2. FACTORES DE PRECOSECHA

- Dosis creciente de fertilización nitrogenada en huertos de chirimoya cv. Concha Lisa, reducen la resistencia de la pulpa a la presión, los sólidos solubles, el sabor y dulzor, de los frutos en almacenaje refrigerado.

- La pérdida de humedad en frutos de chirimoyo cv. Concha Lisa, cubiertos con film de cloruro de polivinilo y provenientes de árboles con distinto nivel de fertilización nitrogenada durante 33 días en refrigeración, depende directamente del período de almacenaje.

- Frutos de chirimoya cv. Concha Lisa, cubiertos por un film de cloruro de polivinilo y provenientes de árboles fertilizados con dosis de 3,7 kg de N/árbol y menores, son altamente preferidos en términos de sabor y dulzor cuando estos alcanzan madurez de consumo.

- Frutos de chirimoyo cv. Concha Lisa, provenientes de árboles fertilizados con dosis mayores que 3,7 kg de nitrógeno por árbol, manifestaron una disminución en el contenido de sólidos solubles, firmeza de pulpa, y un mayor nivel de pH y acidez titulable. Los frutos provenientes de árboles fertilizados con dosis de 3,7 kg de Nitrógeno por árbol, y menores, alcanzaron excelentes características organolépticas, detectándose una alta aceptación por los jueces en términos de sabor, dulzor y textura.

- No existe una influencia en la calidad final de los frutos atribuible al vigor de la ramilla a que le dió origen.

3. INDUSTRIALIZACION

a. Congelado

Pulpa

- La formulación de pulpa congelada de chirimoyas cv. Local Serena permite su preservación por periodos de 6 meses, manteniendo sus condiciones organolépticas sin mayor variación.

Otras presentaciones

- El proceso de congelación afecta, para todos los cultivares analizados, la textura del producto descongelado en todas sus presentaciones "cuartos", "rodela", "octavos", "cubos".

- La velocidad de congelación de chirimoya cv. Bronceada es levemente mayor para la presentación "rodela" que para "cuartos".

- "Cuartos" de chirimoya congelada cv. Bronceada, utilizando como medios de cobertura naranja y papaya, evidencian una buena aceptabilidad general y especialmente en sabor y color hasta por 3 meses de almacenaje.

- El medio de cobertura utilizado (naranja y papaya) ejerce un efecto homogenizador sobre las variables físico-químicas y sensoriales de chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

- "Octavos" de chirimoyas cv. Bronceada congeladas con menor grado de ablandamiento (5-6 lb de resistencia de la pulpa a la presión) y cosechados con índice de madurez soltura de semillas, presentan una marcada preferencia en relación a textura durante 3 meses de almacenaje.

- El uso de pectina en concentraciones de 1% no favorecen la textura de "octavos" de chirimoyas congeladas cv. Bronceada.

- "Cubos" de chirimoyas congelados, utilizando frutos del cv. Local Serena con índice de madurez cambio de color de epidermis, tuvieron buenas características de sabor, textura y dulzor hasta por 3 meses de almacenaje.

- "Cubos" de chirimoyas descongelados, de los cv. Bronceada y Concha lisa, ambos de la localidad de Quillota, alcanzan menores niveles de sólidos solubles que los cultivares Local Serena y Clavo provenientes de la localidad de La Serena, durante todo el periodo de almacenaje (3 meses).

- El nivel de antioxidantes utilizados en "cuartos", "octavos" y "cubos" de chirimoyas congeladas, en todos los cultivares estudiados, controlan el pardeamiento enzimático hasta por 3 meses de almacenaje, manteniendo en los productos su color blanco característico.

- En general todos los productos congelados presentaron una calidad microbiológica óptima para su consumo.

b. Semiprocesado

Pulpa

- Pulpa de chirimoya del cv. Local Serena, con y sin pasteurización y envasadas al vacío, mantienen buenas condiciones para su consumo hasta por 8 semanas de almacenaje a 0°C. Este producto al ser almacenado directamente a temperatura ambiente, logra conservarse sin alteraciones sólo por 4 días.

- Adición de azúcar a pulpa de chirimoya cv. Concha Lisa afecta el color produciendo su oscurecimiento.

Otras presentaciones

- Chirimoyas de los cultivares Local Serena y Bronceada procesadas en forma de "cuartos", son factibles de ser conservadas mediante modificación de atmósfera por periodos de hasta 75 días a 0°C en bolsas de polietileno extruido, manteniendo buenas características de calidad para su consumo.

- El grado de ablandamiento de las chirimoyas cultivar Local Serena no incide en las características de textura, dulzor y sabor de los "cuartos" almacenados en bolsas de polietileno extruido con modificación de su atmósfera interna, en tanto que en el cultivar Bronceada, estas características se ven incrementadas con un grado mayor de ablandamiento inicial (3-4 lb).

- Frutos de chirimoya cv. Concha lisa trozados en "cuartos", utilizando jugo de papayas como medio de cobertura y sometidos a una gasificación de 100% de N₂ 80% N₂ + 20% CO₂ ó 90% N₂ + 10% CO₂, experimentan un alza constante en los sólidos solubles al ser almacenados a 0°C hasta por 90 días. Esta alza es significativamente mayor con la gasificación de 80% N₂ + 20% CO₂ e independiente del grado de ablandamiento de la fruta.

- El medio de cobertura jugo de papaya, ejerce el mejor efecto sobre las variables sólidos solubles, apariencia externa, color de

pulpa, aroma, dulzor, sabor y preferencia general de "cuartos" de chirimoyas cv. Concha lisa envasadas en bolsas de polietileno extruidos y almacenadas a 0°C por 90 días.

- "Cuartos" de chirimoya cv. Concha lisa envasados en polietileno extruidos con mezclas de N₂ y CO₂ y jugo de papaya o de naranja como medio de cobertura después de 90 días de almacenaje a 0°C, presentaron una buena condición de consumo en términos de calidad microbiológica.

- El periodo de almacenaje refrigerado y el nivel de gasificación en el interior de las bolsas afecta la evolución de madurez en los frutos enteros de chirimoya cv. Bronceada independientemente de la madurez con que se inició el proceso.

- Frutos enteros de chirimoya cv. Bronceada almacenadas en bolsas de polietileno extruido con 80% N₂ + 20% CO₂ y 4-5 lb de presión, mantienen una buena condición organoléptica hasta por 45 días en almacenaje a 6°C.

- Concentraciones superiores a 20% de CO₂ afectan el sabor de los frutos enteros de chirimoya cv. Bronceada sometidos a modificación atmosférica en bolsas de polietileno extruido en ambiente refrigerado (6°C), generando en ellos un sabor picante.

- Frutos enteros de chirimoya cv. Bronceada, almacenados en bolsas de polietileno extruido con modificación atmosférica, demoran en alcanzar la madurez de consumo independientemente del nivel de gasificación utilizado.

4. ANALISIS ECONOMICO

- En todas las alternativas de industrialización resulta más conveniente el uso de la vía marítima, frente a la opción aérea.

- El uso de la alternativa aérea es económicamente factible, sólo para la formulación correspondiente a fruta congelada presentada en forma de "cuartos".

- El mayor ingreso obtenido y a la vez que la mejor relación Beneficio/Costo, lo presenta el producto congelado en forma de "cuartos".

- El precio de venta, tiene una alta incidencia sobre el resultado económico del proceso a todos los productos industrializados o semiprocesados que fueron evaluados económicamente.

- La mayor incidencia en la relación Beneficio/Costo la tuvo el precio. Tanto los costos y flete terrestre, implican sólo

modificaciones leves sobre el parámetro de evaluación económica utilizado.

- Los costos derivados del proceso de industrialización, dentro de los costos totales representan la mayor incidencia sobre la relación Beneficio/Costo.

GENERALES Y RECOMENDACIONES

1. INDICES DE MADUREZ

- De acuerdo a los antecedentes acopiados en el presente estudio, se puede concluir que definitivamente el índice de cambio en el color de las pilosidades o tricomas en chirimoyas cv. Bronceada y Concha lisa, corresponde a un índice de madurez temprano y constituye el primer cambio visible que refleja la actividad bioquímica y fisiológica de un fruto que inicia su evolución a madurez de consumo (madurez fisiológica).

- Este índice no alcanza niveles organolépticos como los índices de ocurrencia posterior (cambio color de la epidermis y soltura de semilla), siendo más susceptible a periodos prolongados de almacenaje. Por ello se recomienda sólo para efectos de lograr mejores precios a través de una cosecha temprana.

- El cambio fisiológico de un fruto en el árbol desde el primer nivel de madurez hasta la soltura de semilla es en forma paulatina, por lo que se concluye que la cosecha se puede manejar a lo largo de ese periodo, dependiendo de los objetivos propuestos para esa producción.

- El índice de madurez de cambio de coloración de la pilosidad, por presentar un comportamiento diferente a los dos restantes, sería conveniente intensificar su estudio con miras a lograr su mejor manejo en postcosecha como producto fresco e industrializado.

2. FACTORES DE PRECOSECHA

- De los antecedentes del estudio se puede concluir que las características organolépticas y la conservación de frutos de chirimoyas en almacenaje, se ven favorecidos por niveles bajos de fertilización nitrogenada inferiores a los actualmente usados. En virtud de esta situación sería recomendable continuar esta línea a

fin de obtener un patrón de fertilización que permita un ahorro en los costos compatibilizando el rendimiento con una mejor calidad y conservación de la fruta en postcosecha.

De igual manera sería conveniente ampliar estos estudios a otros factores que probablemente tendrían incidencia en postcosecha como son por ejemplo: efecto de la exposición del fruto en el árbol, tipos de suelo, efecto y uso del agua de riego entre otros.

3. INDUSTRIALIZACION

- Los resultados del presente estudio permitieron determinar que existe un efecto de la materia prima utilizada sobre la calidad del producto industrializado en todas sus formas.

- En relación con los productos congelados estudiados, se puede concluir que esta técnica es adecuada para la conservación de chirimoyas logrando una buena calidad del producto final hasta por tres meses. No obstante, esta técnica afecta principalmente el nivel de textura del producto congelado, por lo que sería recomendable realizar un estudio morfológico para determinar la incidencia de la forma celular sobre este problema.

- La formulación de fruta semiprocada permitió obtener resultados muy promisorios, logrando conservar fruta con adecuada textura, color y sabor, hasta por 90 días en almacenaje con modificación atmosférica a 0°C. Sin embargo, sería conveniente que paralelo a una experiencia semicomercial, se pudiesen estudiar más a fondo los niveles óptimos de gasificación tipos de bolsas o envases y algunas condiciones de almacenaje como sería la temperatura.

VI. LITERATURA CITADA

- ABASCAL, V. 1974. Registro de especies y variedades frutales. 2a. Parte Santiago, Ministerio de Agricultura, SAG. 20 p.
- _____. 1985. Catálogo de variedades de especies frutales. Santiago, INIA. 199 p.
- ABUFON, J. 1985. Efecto de aditivos, mondado y tiempo de almacenaje en la calidad de la pulpa y rodela congeladas de chirimoya (Annona cherimola Mill) cv. Bronceada y Concha Lisa. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 104 p.
- _____. y OLAETA, J.A. 1986. Congelado de chirimoya: Pulpa. Alimentos 2(2):27-33
- ACHONDO, J. 1990. Principios básicos y equipos de congelación. Informativo Agroeconómico 7(2):49-59 p.
- ALESSANDRINI, G. 1991. Efecto de diferentes niveles de anhídrido carbónico y nitrógeno sobre la calidad de cuartos de chirimoya (Annona cherimola Mill) cv. Local Serena, en almacenaje refrigerado. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 84 p.
- BACIGALUPO, E. 1978. Efecto de diferentes condiciones vegetativas sobre el nivel y variaciones estacionales de nitrógeno y carbohidratos en chirimoyos. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 45 p.
- BADILLA, A. 1983. Antecedentes sobre pardeamiento enzimático en materias primas y productos de la agroindustria. Tesis Ing. Ali. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso. 186 p.
- BENAVIDES, A. 1991. Efecto de la cera y film de cloruro de polivinilo (P.V.C.) sobre el control de la falsa araña

- roja de la vid (Brevipalpus chilensis Baker) al estado de huevo y conservación de frutos de chirimoya cv. Concha Lisa. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 119 p.
- BERG, L. 1961. Changes in pH of some frozen foods during storage. Food Technology 15:434.
- BRAVERMAN, J. 1980. Introducción a la Bioquímica de Alimentos. 3a. Ed. Barcelona, Omega. 355 p.
- BREWO CHILE. 1990. Representantes máquinas envasadoras MULTIVAC.
- BRODY, A. 1985. Controlled atmosphere Bakery Products Packaging. Cereal Food World 5(30):352.
- BROUGHTON, W.; GUAT, T. 1979. Storage conditions and ripening of the custard apple (Annona squamosa L.). Scientia Horticulturæ 10:73-82.
- BROWN, B., WONG, L. GEORGE, A. and NISSEN, R. 1988. Comparative studies on the post-harvest physiology of the fruit from different species of Annona (Custard apple). Journal of Horticultural Science 63(3):521-528
- BROWN, M. 1976. Frozen fruits and vegetables: their chemistry, physics and criobiology. In: Advances in food research N225:131-231.
- CHAMPAGNOL, F. 1978. Aspect physiologiques de la qualite de la vendage. Le Progrès Agricole et Viticole. 95 (9):266-275
- CHEFTEL, J. y CHEFTEL, H. 1977. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol.2 Zaragoza, Acribia. 396 p.
- CORDOVA, V. 1961. La chirimoya. Agricultura Tropical (Colombia). 17(11):647-664

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION-UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. 1986. Monografías hortícolas: tomate, arveja, brocoli y zanahoria. CORFO-UC. 99 p.

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1987. Sistemas de conservación para exportación de hortalizas frescas. Santiago, CORFO. 150 p.

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1987-1988. Introducción de especies y variedades frutícolas - I Región. Santiago, CORFO. 208 p.

———. 1989. Situación y cultivo del chirimoyo, lúcumo y papayo en Chile. Santiago, CORFO. 62 p.

COVARRUBIAS, C. y CAMPOS, A. 1990. Chirimoyas: un frutal en expansión. Investigación y Progreso Agropecuario. La Platina N°59:6-15

COVIAN, R. 1989. Influencia de los crioprotectores sobre la textura y otros parámetros de calidad en chirimoyas sometidas al proceso de congelación. Tesis Ing.Ali.Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso. 126 p.

DAWES, S. 1985. Cherimoya-subtropical fruit with potencial. an. IRNZ. Inst.of Hor. N°13.

DE LA ROCHA, G. 1967. Cultivo de la chirimoya y resultados experimentales alcanzados. Perú. Ministerio de Agricultura. Centro Regional de Ayuda Técnica. 20 p.

DIAZ, L. 1991. La chirimoya (Annona cherimola Mill). Pasado, presente y futuro de esta fruta exótica. Alimentos 3(16):48-62

DILLEY, D. 1970. Enzymes. In: HULME, A.C. (ed). the biochemistry of fruits and their products. A.R.C. Food Research Institute, Norwich, England. pp 179-207.

DINAMARCA, A. 1991. Uso de ésteres de sacarosa como retardadores de maduración en peras y ciruelas. Informativo Agroeconómico 5(8):65

DONDERO, M., BADILLA, A. y GARRIDO, F. 1985. Antecedentes sobre pardeamiento enzimático en los alimentos. Alimentos 2(10):32-38

EMBETON, T.; JONES, W.; KERPATRICK, J. and GREGGOYALLEN, D. 1958. Influencing of sampling date season and fertilization on macronutrients in Fuerte Avocado leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72:309-320.

EVERETT, P. 1952. The cherimoya, a delicious dessert fruit. New Zealand. Journal of Agriculture 84:168

F.A.O. 1989. El mercado mundial de productos hortofrutícolas tropicales. Dirección de productos básicos y comercio. Desarrollo económico y social. Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma N°76:1-25.

FLORES, M. 1991. Efecto de dos estados de ablandamiento y dos presentaciones (rodajas y cuartos) en un medio de cobertura de jugo de naranja, sobre la calidad y estabilidad en el almacenaje de la fruta congelada de chirimoya cv. Bronceada. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 94 p.

FONDO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS-UNIVERSIDAD CATOLICA DE ALPARAISO. 1988. Estudio de Técnicas de conservación y comercialización de chirimoyas para exportación. FIA-UCV. 242 p.

FUNDACION CHILE. 1990/1991. Manual del exportador Hortofrutícola. Santiago, Fundación Chile. 379 p.

_____. 1991. Operativo e ingeniería: almacenaje en atmósfera controlada. Informativo Agroeconómico 5(8):39-46

- FURIA, T. 1972. Sequestrants in foods. In: Handbook of food aditives. C.R.C. Press, U.S.A.
- FUSTER, C. y PRESTAMO, G. 1982. Efecto de diversos tratamientos sobre la calidad del fresón congelado. Cambios de textura, antocianina y ácido ascórbico. Comunicaciones de la XIX Reunión Bienal Real Sociedad Española de Química. pp 43-44
- GALAN, V. 1990. Situación de los frutales tropicales en Canarias al comienzo de los años 90. Agrícola Vergel 9(99):177-180.
- GARCIA, E. 1956. Cherimoya. Pem.Est.Exp.Agr. de La Molina. 26 p. (Circular N°17).
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1987. Cultivo del chirimoyo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 46 p.
- GUILLOT, M. et AGULHON, R. 1976. Les problèmes poses par la pourriture grise. Vignes et Vins N° 254:16-17.
- HARD, N. y SALUNKHEE, D. 1975. Symposium post-harvest Biology and handling of fruit and vegetable. Copyright, AVI. Publ.Co.
- HARDENBURG, R. 1971. Effect of in-package enviroment on keeping quality of fruits and vegetables. HortScience 6(3):198-201.
- HARGOUS, P. 1955. Cultivo y plagas del chirimoyo en Chile. Tesis Ing.Agr. Santiago, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 67 p.
- HERMANN, K. 1977. Alimentos congelados, tecnología y comercialización. Zaragoza, Acribia. 285 p.
- HERRERA, D. 1988. Determinación de las curvas de crecimiento y verificación de un índice de cosecha en chirimoya (Annona cherimola Mill) para los cultivares Concha Lisa y Bronceada en la zona de Coquimbo. Tesis Ing.Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 85 p.

- HULME, A.C. 1970. The biochemistry of fruits and their products. Volume 1. 601 p.
- ILLANES, A., ZURIGA, M. y JASME, M. 1990. Estudio de la potencialidad de indicadores enzimáticos en el proceso de maduración de la chirimoya.
- INDURA. 1987. Manual de gases. Indura, Santiago, Chile. Indura. 132 p.
- JAMIESON, W. 1980. Use of hypobaric conditions for refrigerated storage of meats, fruits and vegetables. Food Technology (34):64.
- KASAHARA, I. y SIELFELD, N. 1987. Frutales menores: alternativas para la industrialización de algunas especies. El Campesino. Agosto: 60-80.
- KASAHARA, I. y JIMENEZ, G. 1990. Comportamiento de la textura de chirimoya (Annona cherimola Mill) al proceso de congelación. Alimentos 6(15):9-16
- KRAMER-GREBE. 1991. Representantes máquinas envasadoras COMPACK.
- KRARUP, H. 1985. Uso de atmósfera modificada en hortalizas. El Campesino 38 (2):20-27
- KOSIYACHINDA, S. and YOUNG, R. 1975. Ethylene production in relation to the initiation of respiratory climacteric in fruit. Plant and cell Physiology 16(4):595-602.
- LEE, L. and CHAPMAN, J. 1988. Yield and fruit quality response of Ellendale mandarins to different nitrogen and potassium fertiliser rates. Australian nitrogen Journal of experiment Agriculture. 28:148-151.
- MACCHIAVELLO, L. 1988. Diagnóstico de la situación actual del mercado de la chirimoya (Annona cherimola Mill) y determinación de la relación beneficio/costo de técnicas de postcosecha. Tesis Ing.Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 175 p.

- MAGDAHL, C. 1989. Efecto de la defoliación anticipada sobre la brotación y floración en frutos de chirimoya (Annona cherimola Mill) cv. Concha Lisa y efectividad de algunos productos como defoliantes. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99 p.
- MARTINEZ, M., SANCHEZ DE MEDINA, L., FANS, M. y GIL, A. 1988. Chirimoya (Annona cherimola Mill) polyphenoloxidase: Monophenolase and dehidrowy-phenolase activities. J. Food Sci. 4(53):11-91-1194
- MATOO, A.; MURATA, T.; PANTASTICO, E.; CHACHIN, K.; OGHATA, K. y PHAN, C. 1979. Cambios químicos durante la maduración y senescencia. In: Fisiología de la post-recolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. México, C.E.C.S.A. pp. 129-156.
- MAYER, A. and HAREL, E. 1979. Polyphenoloxidases in plants Phytochemistry 1 (18): 193-215.
- MERINO, D. 1990. Las frutas exóticas en los mercados internacionales. Agrícola Vergel 9(99):147-152.
- MITCHELL, F. 1982. Problemas de deterioro en la fruta. In: Curso intensivo sobre tecnología de postcosecha de fruta. Santiago, Fundación Chile. Tomo I. pp 52-75.
- NOGUEIRA, J. 1990. Atmósferas base Nitrógeno-Dióxido de carbono para la conservación de productos alimentarios. división gases. INDURA - Santiago. 6 p.
- OLAETA, J.A. 1988. Industrialización. In: Curso Producción de Chirimoyas. Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso-ASOPROEX.
- PABS, H., LEDL, F. and BELITZ, H. 1985. Bitter compounds obtained by heating sucrose, maltose and proline. Ztschr. Lebensm. Unters. Forsch. 15(18) 386-390.

- PAL, D. y SELVARAJ, Y. 1987. Biochemistry of papaya (Carica papaya L.) fruit ripening: changes in RNA, DNA, protein and enzymes of mitochondrial, carbohydrate respiratory and phosphate metabolism. *Journal of Horticultura Science* 62(1): 117-124.
- PAULL, R. 1982. Postharvest variation in composition of soursop (Annona muricata L.) fruit in relation to respiration and ethylene production. *J. amer.Soc.Hort.Sci.* 107 (4):582-585.
- PAVEZ, M. 1985. Respuesta a la polinización artificial y determinación de cambios físicos y químicos del fruto de chirimoyo en distintos cultivares de la zona de La Cruz. Tesis Ing.Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 110 p.
- PENNACCHIOTTI, M. y SCHMIDT-HEBBEL. 1979. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias químicas y Farmacológicas. 45 p.
- PENNACCHIOTTI, I. 1988. El ácido ascórbico en la nutrición y en la tecnología de los alimentos. *Alimentos* 6(13):56-57
- PEREZ DE ARCE, A. 1982. Análisis de la estructura comercial y perspectivas de la chirimoya (Annona cherimola Mill) en Chile. Tesis Ing.Agr. Santiago, Universidad de Chile, Escuela de Agronomía. 74 p.
- PIFFERI, P., BALDASSART, L. and CULTRERN, R. 1974. Inhibition by carbowylic acids of an o-diphenoloxidase from Prunus avium fruits. *J.Sci.Food Agric.* (24):263.
- PLANK, R. 1980. El empleo del frío en la industria de la alimentación. Barcelona, Revert. 805 p.
- PLATA, M., SANCHEZ DE MEDINA, L., MARTINEZ-CAYUELA, M., FANS, M., GIL, A. 1987. Modificaciones en la textura, el contenido proteico y las actividades polifenoloxidasas y peroxidasas

de chirimoya, inducidas por el almacenamiento de atmósfera hipobárica o en presencia de sulfito. Rev. Agroquim. Tecnol. Alim. 27 (2):215-224.

POTTER, N. 1983. La ciencia de los alimentos. México, Centro Regional de ayuda técnica. AID. 749 p.

PRIESTLEY, C. 1970. Second long Ashton Symposium. Physiology of tree crops. 113-125.

REGINATO, G. 1980. Comportamiento de chirimoya (Annona cherimola Mill) en frío. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 86 p.

———, y LIZANA, A. 1980. Comportamiento de chirimoya (Annona cherimola Mill). cv. Concha Lisa en almacenaje refrigerado. Simiente 50 (3-4): 138-145.

RIVEROS, G. 1991. Influencia de dos estados de ablandamiento y dos formas de presentación (cuartos y rodelas), sobre la calidad y estabilidad en almacenaje de la fruta congelada de chirimoya cv. Bronceada. Tesis Ing., Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 82 p.

SANCHEZ DE MEDINA, L., PLATA, M., MARTINEZ-CAYUELA, M., FAUS, M. y GIL, A. 1986. Cambios en la actividad polifenoloxidasas, peroxidasa, catalasa y fosfatasa ácida de chirimoya durante la maduración.

SAAVEDRA, E. 1977. Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination a factor on fruit set of cherimoya. HortScience 2(12): 117-118

SANCHEZ, F. 1987. Tecnología postcosecha de aguacate (palta) y chirimoya. In: Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina FAO-FIAT-PANIS. PP 151-155

SCHMIDT HEBBEL, H. 1981. Ciencia y tecnología de los alimentos. Santiago. Universitaria 265 p.

- SCHMIDT-HEBBEL, H. y PENNACHIOTTI. 1982. Las enzimas en los alimentos. Santiago, Fundación Chile. 93 p.
- SCOTT, D. 1975. Oxidoreductases. In: REED, G. ed. Enzymes in food processing. New York. Academic Press. pp. 222-252
- SHARON-RABER and VARDIA KAHN. 1983. Avocado mesocarp; Browning potential, carotenoid content, polyphenol oxidase, catalase and peroxidase activities: Comparison between six avocado cultivars. *Journal of Food Science* 48:1874
- SMITH, P. and REUTHER, W. 1954. Fruit nutrition. Chap. 6. Somerset Press, Somerville. 907 p.
- SILLIKER, J. and WOLFE, S. 1980. Microbiological safety considerations in controlled atmospheres storage of meats. *Food Technology* 3(34):59
- SPURR, A. 1970. Morphological changes in ripening fruit. *Hortscience* 5(1):33-35
- TAMARO, D. 1981. Tratado de fruticultura. Barcelona, Gini. 939 p.
- THOMPSON, C. 1990. Efecto de la aplicación de cera y aceite en frutos de chirimoyo (Annona cherimola Mill) cv. Concha Lisa sobre el control de la falsa araña de la vid (Brevipalpus chilensis Baker) y evaluación del comportamiento de la fruta en postcosecha. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 92 p.
- ULRICH, R. 1970. Organic acids. En Hulme A.C. (ed). The biochemistry of fruit in Florida. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:181-187
- ULRICH, R. 1974. Structure microscopique des produits végétaux congelés: Interet pratique. en *Etudes récentes sur les propriétés thermophysiques des aliments.* pp 221-228
- UNDURRAGA, P. y HIDALGO, M.A. 1988. Cosecha y postcosecha. In: Curso Producción de chirimoyas. Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso-ASOPROEX.

- UNDURRAGA, P. 1989. El cultivo de la chirimoya (Annona cherimola Mill) en Chile. In: Producción, transformación y comercialización de frutas tropicales. III Reunión técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de frutas tropicales. pp 73-87
- WILLS, R., POI, A. and GREENFIELD, H. 1984. Postharvest changes in fruit composition of Annona atemoya during ripening and effects of storage temperature on ripening. Hortscience 19(1): 96-97
- WILLS, R.; WIMALASIRI, P. and SCOTT, K. 1984. Postharvest changes in fruit composition of Annona atemoya during ripening and effects of storage temperatures on ripening. Hortscience 19(1): 96-97.
- WOLFE, S. 1980. Use of CO and CO₂ enriched atmospheres for meats, fish and produce. Food Technology 3(34):55
- WYLLIE, S.; COOK, D.; BROPHY, J. and RICHTER, K. 1987. Volatile flavor components of Annona atemoya (custard apple). Journal of Agricultural and Food Chemistry 35(5): 768-770.
- ZEMEL, E., SIMS, C. y MARSHALL, M. 1990. Low pH inactivation of polyphenoloxidase in apple juice. J.Food Sci. 2(55):562-563.
- ZUNIGA, G. 1977. Segundo simposio sobre manejo, calidad y fisiología de postcosecha de frutas. Publicaciones miscelaneas agrícolas Nº 12. Universidad de Chile. San Felipe, Chile.

GLUSARIO

Pardeamiento	Reacción de oscurecimiento de la fruta producida por enzimas.
Medio de cobertura	Líquido con trozos de fruta en base a naranja y/o papaya utilizados en formulaciones de chirimoya.
Epicarpio	Capa externa de la pared del ovario que posteriormente constituye la pared del fruto.
Mesocarpio	Capa intermedia que constituye la pared del ovario cuando éste se transforma en fruto.
Tricomas	Apéndices epidérmicos de formas, estructuras y funciones diversas
Guayacol	Producto químico utilizado para medir actividad enzimática.
Absorbancia	Cantidad de luz que absorbe un líquido.
Madurez de consumo	Estado de ablandamiento en el cual la fruta logra su máxima calidad de consumo
Antioxidante	Aditivo utilizado para detener reacciones de oxidación y oscurecimiento de los frutos
Fungistáticos	Aditivo utilizado para detener la acción de hongos y levaduras
Pasteurización	Tratamiento térmico corto dirigido a inactivar enzimas y el desarrollo de microorganismos patógenos
Envasado al vacío	Sistema de envasado en el cual se le ha eliminado gran parte del aire dentro del envase.
Mondado	Eliminación de la piel de los frutos.
Panelista	Persona que emite un juicio sobre la calidad sensorial del producto

Coliformes	Microorganismos que indican contaminación fecal del producto
Semiprocesados	Conservación de frutas a temperaturas de refrigeración utilizando como medios coadyuvantes para lograrlo
N ₂	Nitrógeno
CO ₂	Anhidrido carbónico
Abscisión	Momento en que el fruto se desprende del árbol en forma natural
Clorofila	Pigmento natural de color verde.

ANEXOS ECONOMICOS

ALGUNOS CALCULOS DE COSTOS PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

I. COSTOS DE MATERIALES QUIMICOS

A. Pulpa en atmósfera modificada con CO2 y N2

25 gr de ácido Ascórbico	= US\$	0,67
25 gr de ácido Cítrico	= US\$	0,07
Costo por caja 5 kg	= US\$	0,74

Kg Acido Ascórbico = US\$ 26,86

Kg Acido Cítrico = US\$ 2,71

B. "Cuartos " de chirimoya congelados

Azúcar 1 kg	= US\$	0,63
Acido Cítrico 60 gr	= US\$	0,16
Acido Ascórbico 40 gr	= US\$	1,07
Benzoato de Sodio 10 gr	= US\$	0,03
Costo total 40 cj	= US\$	1,90
Costo/caja 5 kg	= US\$	0,05

Lt de solución antioxidante cubren 200 kg de fruta procesada equivalentes a 40 cajas.

C. "Cuartos" en atmósfera modificada con CO2 y N2

Azúcar 1 kg	= US\$	0,63
Acido Cítrico 60 gr	= US\$	0,16
Acido Ascórbico 40 gr	= US\$	1,07
Benzoato de Sodio 10 gr	= US\$	0,03
Líquido cobertura	= US\$	2,98
Costo total 40 cajas	= US\$	4,88
Costo/caja 5 kg	= US\$	0,12

10 lt de solución cubren 40 cajas

D. Pulpa de chirimoya congelada

Acido Ascórbico 25 gr	= US\$	0,67
Acido Cítrico 25 gr	= US\$	0,07
Costo total/caja 5 kg	= US\$	0,74

II. COSTO PROCESO INDUSTRIAL

A. Pulpa en atmósfera modificada con CO₂ y N₂

Valor m ³ mezcla CO ₂ +N ₂	= US\$	2,95
Valor caja 5 kg	= US\$	0,03

Cada bolsa tiene 500 gr y se llenan 91 cajas con 1 m³.

B. "Cuartos" de chirimoya congelados

Entrar a cámara	= US\$	2,65
Salida cámara	= US\$	1,05
Uso túnel 10 hr (US\$2,47/hr)	= US\$	2,47
Mano de obra	= US\$	1,91
Uso planta	= US\$	0,98
Limpieza planta	= US\$	1,95
Puesta en servicio	= US\$	9,10
Costo Total/1900 kg	= US\$	20,11
Costo Total/caja 5 kg	= US\$	0,05

C. "Cuartos" en atmósfera modificada con CO₂ y N₂

Valor 1 m ³	= US\$	2,95
Valor caja 5 kg	= US\$	0,04

Se ocupa un volumen 0,8 lt por bolsa. Por lo que con 1 m³ de mezcla se llenan 83 cajas.

D. Pulpa de chirimoya congelado

Entrar a cámara	= US\$	2,65
Salida cámara	= US\$	1,05
Uso túnel 36 hr (US\$2,47/hr)	= US\$	88,92
Mano de Obra	= US\$	11,47
Uso planta	= US\$	35,10
Limpieza planta	= US\$	1,95
Puesta en servicio	= US\$	9,10
Costo Total/6500 kg	= US\$	150,24
Costo Total/ caja 5 kg	= US\$	0,12

E. Fruta entera en atmósfera modificada con CO2 y N2

Valor 1 m3	= US\$	2,95
Valor/caja 5 kg	= US\$	0,05

Una fruta, ocupa un volumen aproximado de 400 cc lo que implica un volumen de mezcla de 1,1 lt/bolsa. Con 1 m3 se llenan 63 cajas.

III. COSTOS TRANSPORTE

A. Transporte marítimo

Tonelada métrica	= US\$	208
Valor caja 5 kg	= US\$	1,04

Destino U.S.A.. Nave Reefer

B. Transporte aéreo

Valor / kg	= US\$	1,06
Valor caja 5 kg	= US\$	5,3

Destino U.S.A. Contenedor tipo LD-2

IV. MATERIALES DE EMBALAJE

A. Pulpa en atmósfera modificada con CO2 y N2

Caja	= US\$	0,45
Bolsas	= US\$	0,03
Carton corrugado	= US\$	0,26
Total (caja 5 kg)	= US\$	0,74

B. "Cuartos" de chirimoya congelados

Caja	= US\$	0,45
Bolsas	= US\$	0,03
Cartón corrugado	= US\$	0,26
Total (caja 5 kg)	= US\$	0,74

C. "Cuartos" en atmósfera modificada con CO2 y N2

Caja	= US\$	0,45
Bolsas	= US\$	0,03
Carton corrugado	= US\$	0,26
Total (caja 5 kg)	= US\$	0,74

D. Pulpa de chirimoya congelada

Valor	= US\$	1,6
Valor 5 kg	= US\$	0,08

Tambor de 100 lt de carton.

E. Fruta entera en atmósfera modificada con CO2 y N2

Caja	= US\$	0,47
Bolsa	= US\$	0,04
Carton corrugado	= US\$	0,27
Total (caja 5 kg)	= US\$	0,78

ANEXO FOTOGRAFIAS

1. INDICES DE MADUREZ
2. FACTORES DE PRECOSECHA
3. INDUSTRIALIZACION

1. INDICES DE MADUREZ

- FOTO 1 : Frutos de chirimoya cv. Concha Lisa cosechados con el índice cambio de color de la epidermis (M2) y encerados. Los frutos están acondicionados en bandejas de polietileno expandido y envueltos con film de cloruro de polivinilo (25 días almacenaje refrigerado).
- FOTO 2 : Frutos encerados de chirimoya cv. Concha Lisa cosechados con índice de pilosidad (M1) a los 20 días de almacenaje refrigerado.
- FOTO 3 : Frutos de chirimoya cv. Concha Lisa cosechados con índice soltura de semilla (M3) encerados y cubiertos con film de cloruro de polivinilo a los 25 días de almacenaje refrigerado.

1



2

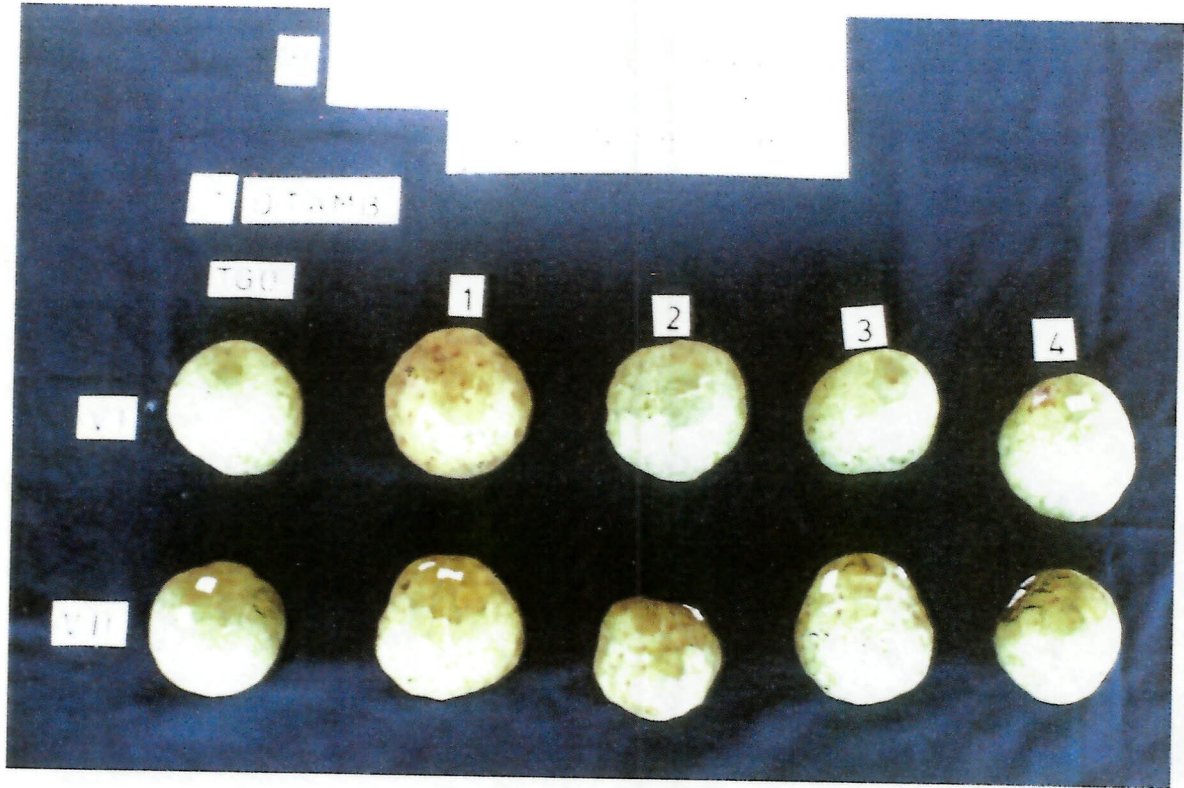




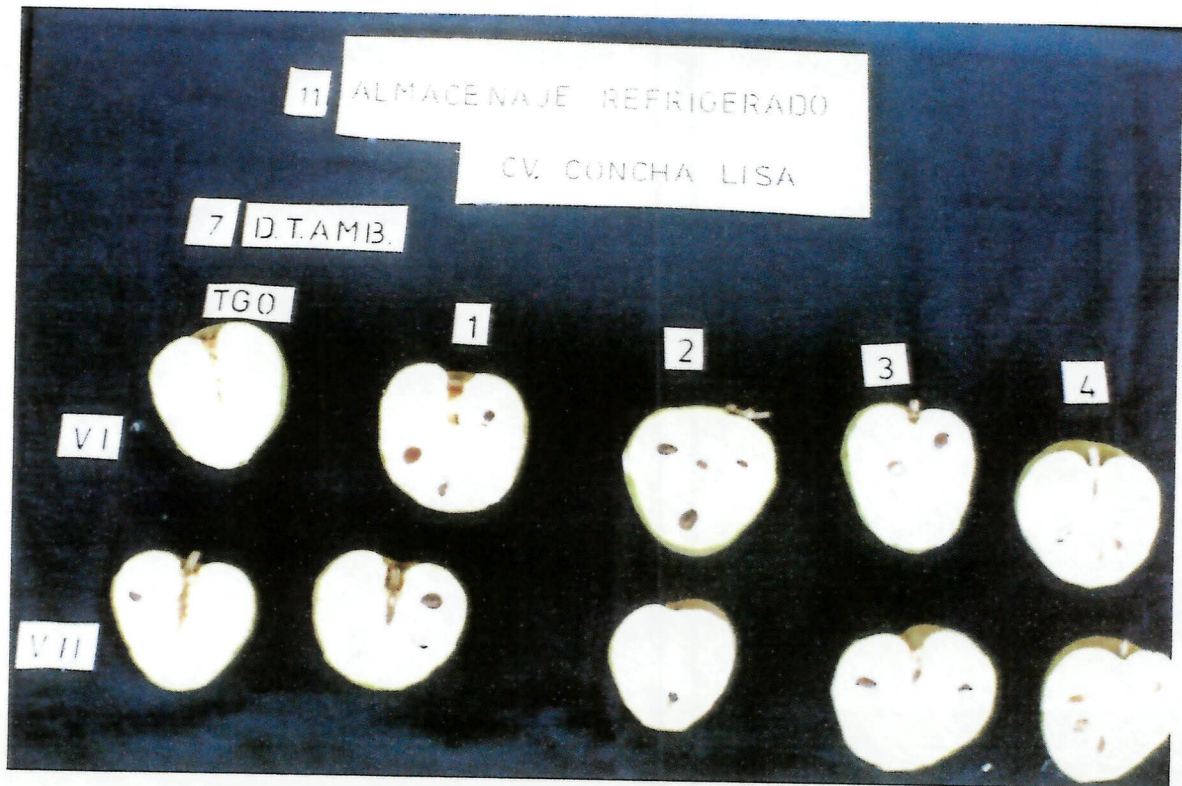
2. FACTORES DE PRECOSECHA

- FOTO 1 : Apariencia externa de chirimoyas cv. Concha Lisa cosechados con índice (M2) y provenientes de árboles sometidos a 5 niveles de fertilización nitrogenada a los 7 días de temperatura ambiente tras 11 días de refrigeración.
- FOTO 2 : Apariencia interna de chirimoyas cv. Concha Lisa a los 7 días de permanencia a temperatura ambiente tras 11 días de refrigeración.
- FOTO 3 : Apariencia externa de chirimoyas cv. Concha Lisa cosechadas con índice M2 provenientes de árboles sometidos a 5 niveles de fertilización nitrogenada a los 6 días de temperatura ambiente tras 22 de refrigeración.
- FOTO 4 : Apariencia interna de chirimoyas cv. Concha Lisa a los 6 días de permanencia a temperatura ambiente tras 22 días de refrigeración.
- FOTO 5 y 6 : Frutos de chirimoya cv. Concha Lisa provenientes de ramillas vigorosas y árboles fertilizados con dosis testigo (D3) a los 7 y 6 días a temperatura ambiente luego de 11 y 22 días de almacenaje refrigerado.

1



2



3



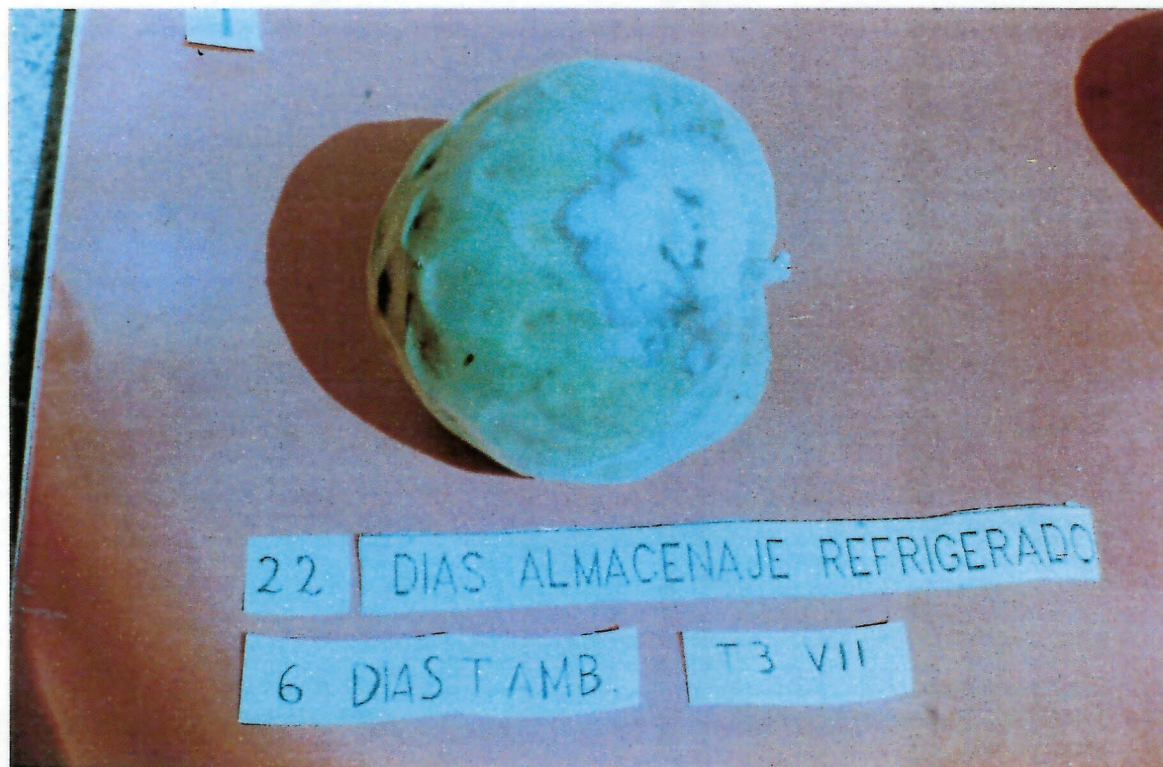
4



5



6



3. INDUSTRIALIZACION (1era. Etapa)

- FOTO 1 : Chirimoyas cv. Local Serena trozadas y congeladas con trozos y jugo de naranja como medio de cobertura.
- FOTO 2 : Chirimoyas cv. Local Serena trozadas y congeladas con trozos de naranja y almíbar como medio de cobertura.
- FOTO 3 : Chirimoyas cv. Local Serena trozadas y congeladas con trozos de papaya y jugo de naranja como medio de cobertura.
- FOTO 4 : Chirimoyas cv. Local Serena trozadas y congeladas con trozos de papaya y almíbar como medio de cobertura.
- FOTO 5 : Cuartos de chirimoya congelados cv. Local Serena con trozos de naranja y almíbar como medio de cobertura.
- FOTO 6 y 7 : Pulpa de chirimoya congelada cv. Local Serena almacenada por 4 meses.
- FOTO 8 : Pulpa de chirimoya refrigerada cv. Concha Lisa sometida a vacío.
- FOTO 9 : Pulpa de chirimoya sin antioxidantes Local Serena sometida a vacío y almacenada en ambiente refrigerado por 53 días sin homogeneizar.
- FOTO 10 : Pulpa de chirimoya cv. Concha Lisa, sin antioxidantes sometida a vacío y almacenada en ambiente refrigerado por 53 días y homogeneizada.

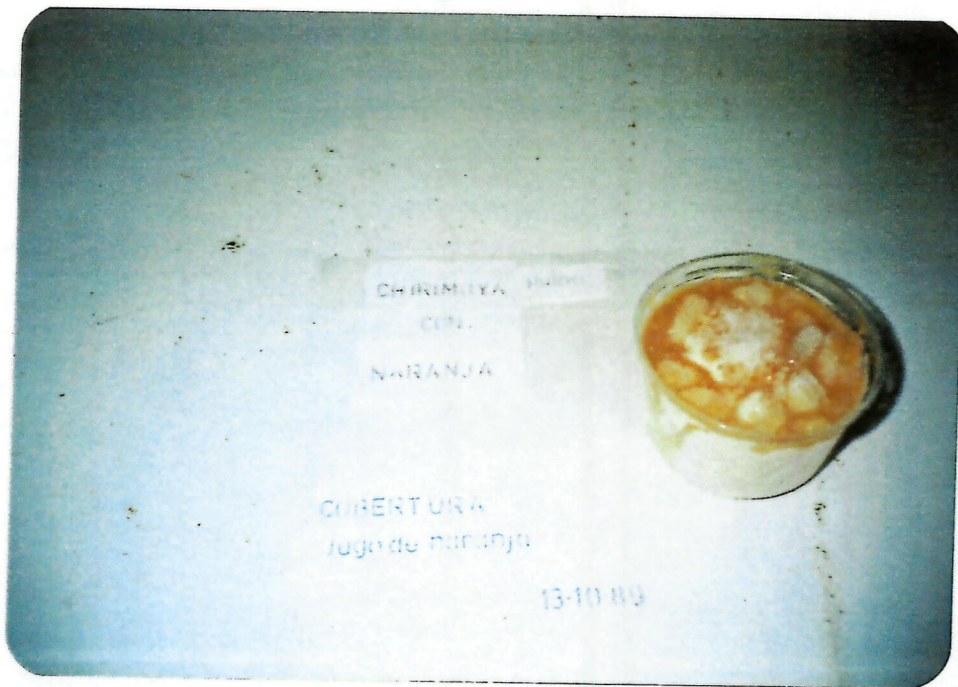
- FOTO 11 : Pulpa de chirimoya cv. Local Serena
pasteurizada a 60°C por 5 minutos.
- FOTO 12 : Pulpa de chirimoya cv. Local Serena
pasteurizada a 60°C por 5 minutos y
sometida a la adición de azúcares.
- FOTO 13 : Pulpa de chirimoya pasteurizada con y sin
adición de azúcar sellada al vacío y
almacenada en refrigeración.
- FOTO 14 : Pulpa de chirimoya cv. Local Serena con
adición de azúcar (70gB). (Producto de
humedad intermedia).

2da. Etapa

- FOTO 15 : Máquina envasadora al vacío modelo Compact.
- FOTO 16 : Máquina envasadora al vacío modelo Multivac
A - 300.
- FOTO 17 : Cuartos de chirimoya cv. Bronceada (5-6lb)
sometidos a atmósfera modificada, con 3
niveles de gasificación y almacenados a 0°C
por 30 días.
- FOTO 18 : Cuartos de chirimoya cv. Bronceada (5-6lb)
sometidos a atmósfera modificada, con 3
niveles de gasificación y almacenados a 0°C
por 45 días.
- FOTO 19 : Cuartos de chirimoya cv. Bronceada (5-6lb)
sometidos a atmósfera modificada, con 3
niveles de gasificación y almacenados a 0°C
por 75 días.

- FOTO 20 y 21 : Cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa con diferentes presiones y trozos de papaya en almíbar sometidos a atmósfera modificada y después de 15 días de almacenaje a 0°C.
- FOTO 22 y 23 : Cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa con diferentes presiones y jugo de naranja, sometidos a atmósfera modificada después de 15 días de almacenaje a 0°C.
- FOTO 24 y 25 : Cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa con jugo de naranja y papaya en almíbar, sometidos a atmósfera modificada, después de 75 días en refrigeración a 0°C.
- FOTO 26 y 27 : Cuartos de chirimoya cv. Concha Lisa con jugo de naranja y papaya en almíbar, sometidos a atmósfera modificada, después de 90 días en refrigeración a 0°C.
- FOTO 28 y 29 : Apariencia externa de frutos de chirimoya cv. Bronceada (4-5lb) sometidos a 80% N₂, 20% CO₂ tras 30 días de almacenaje a 6°C.
- FOTO 30 : Apariencia interna de frutos de chirimoya cv. Bronceada (4-5lb) sometidos a 80% N₂; 20% CO₂ tras 30 días de almacenaje a 6°C.
- FOTO 31 : Apariencia externa de frutos de chirimoya cv. Bronceada (4-5lb) sometidos a 70% N₂; 30% a 6°C.

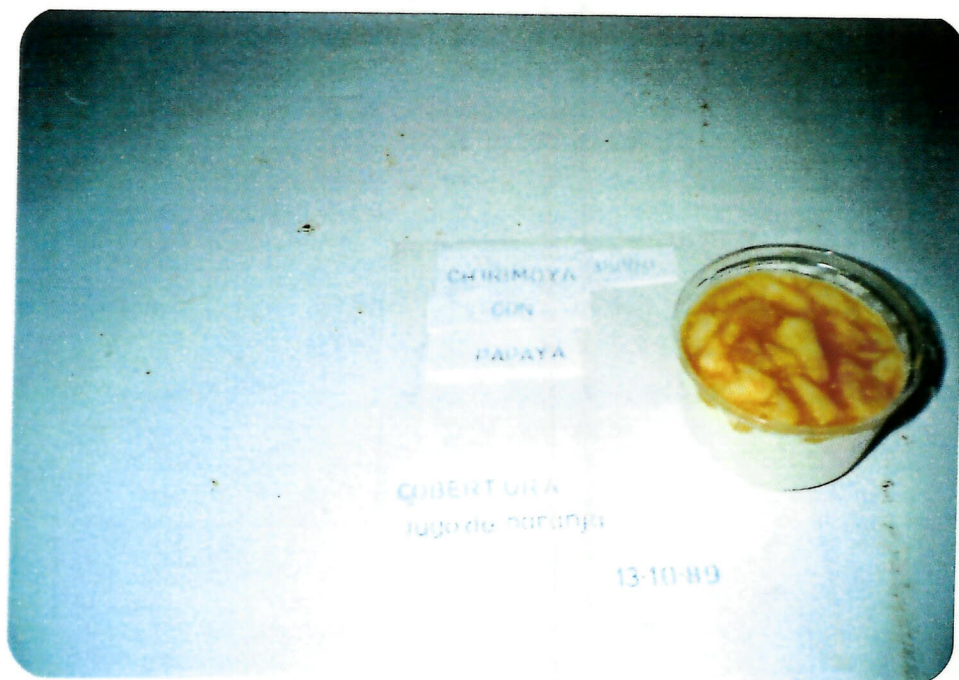
1



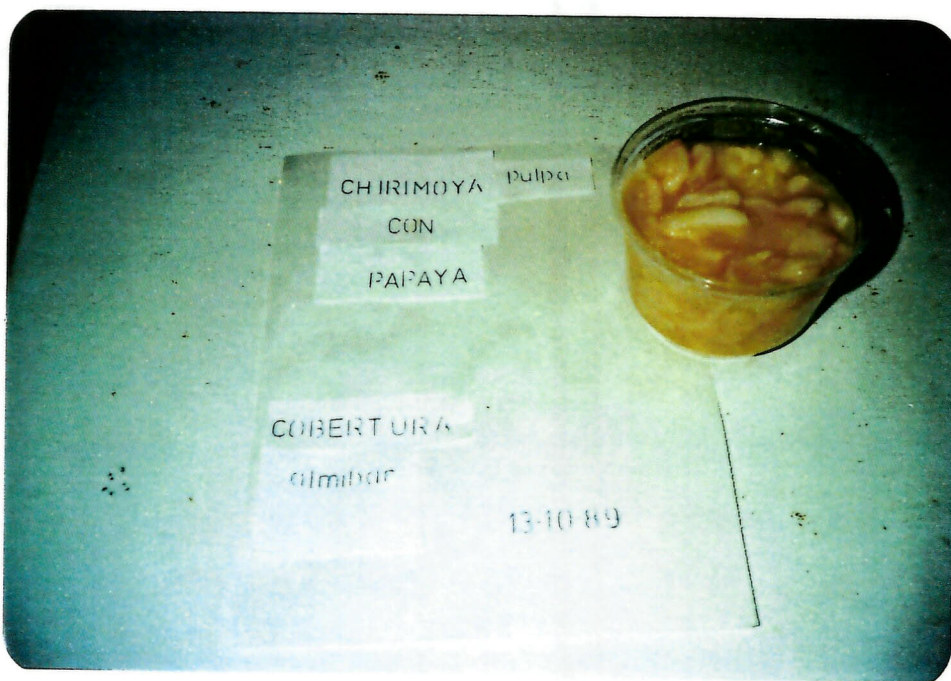
2



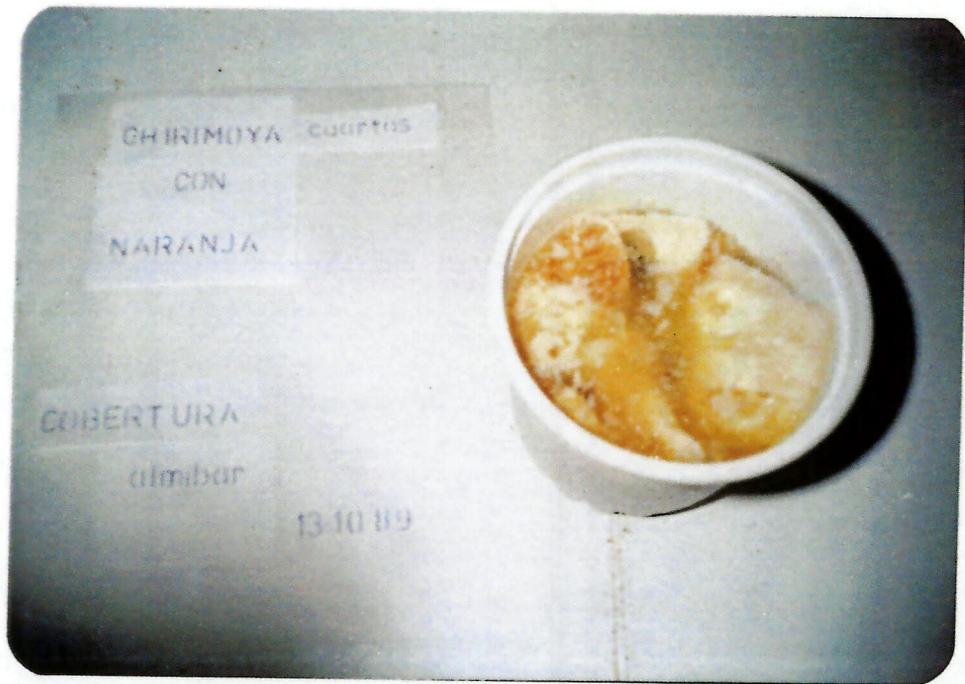
3



4



5



6



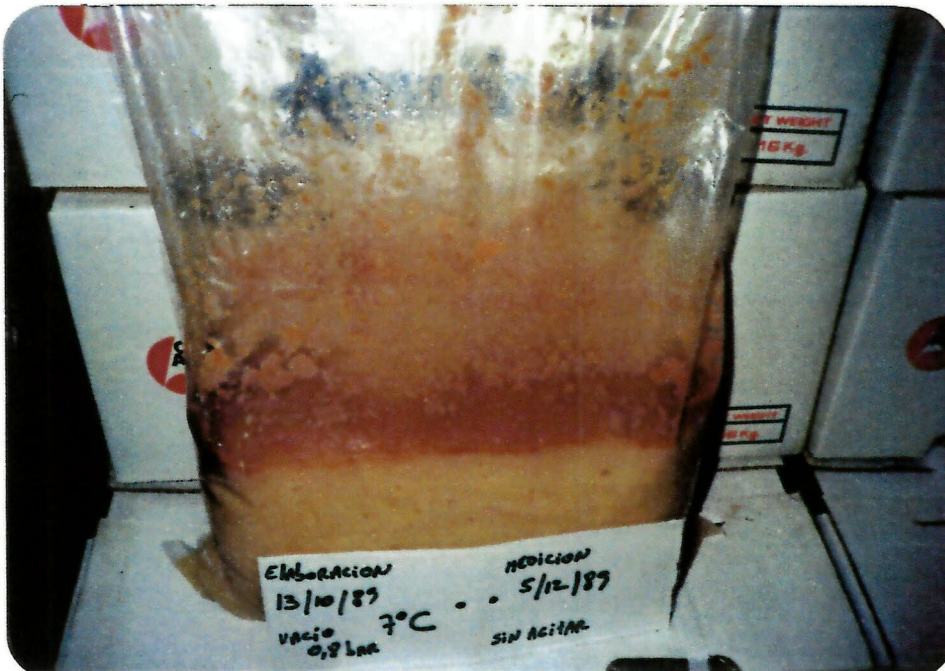
7



8



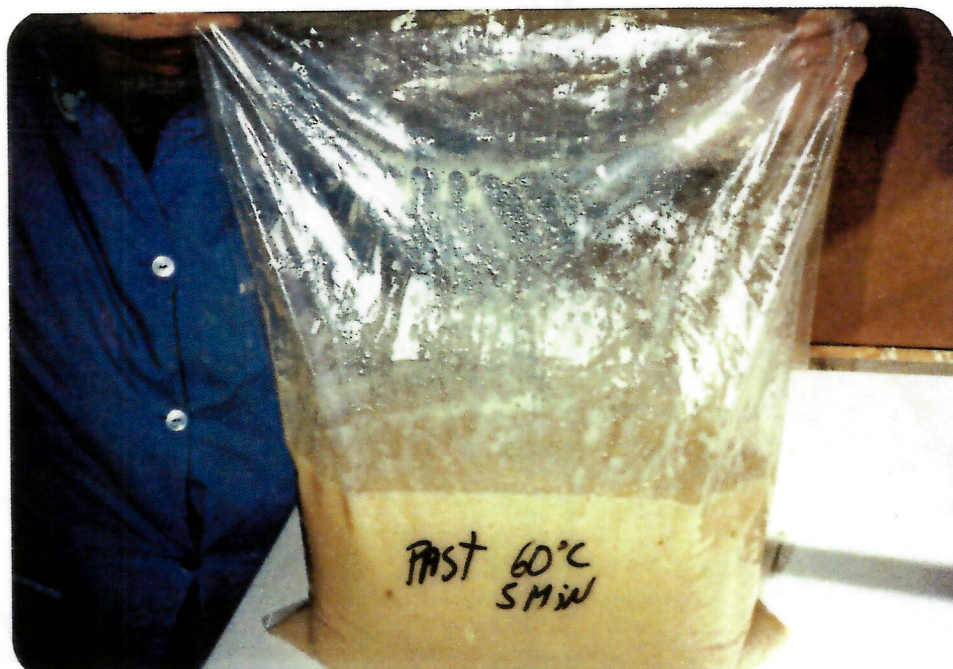
9



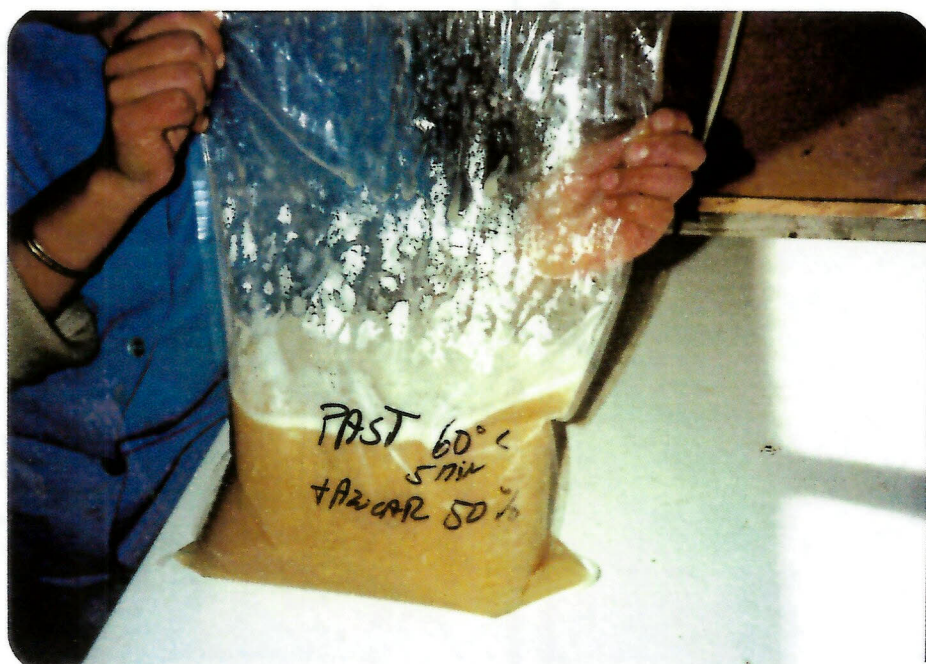
10



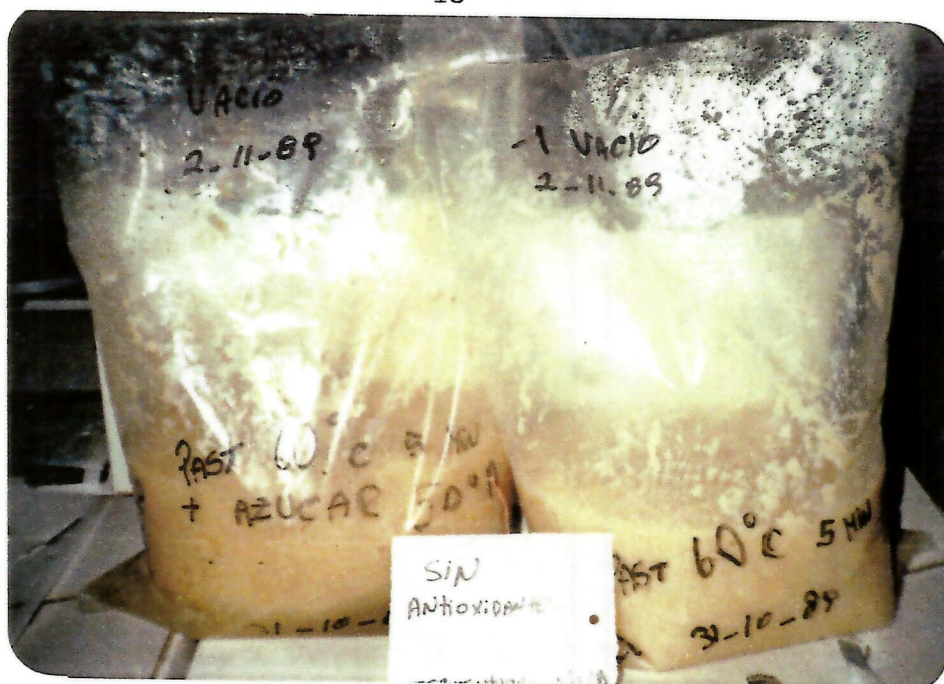
11



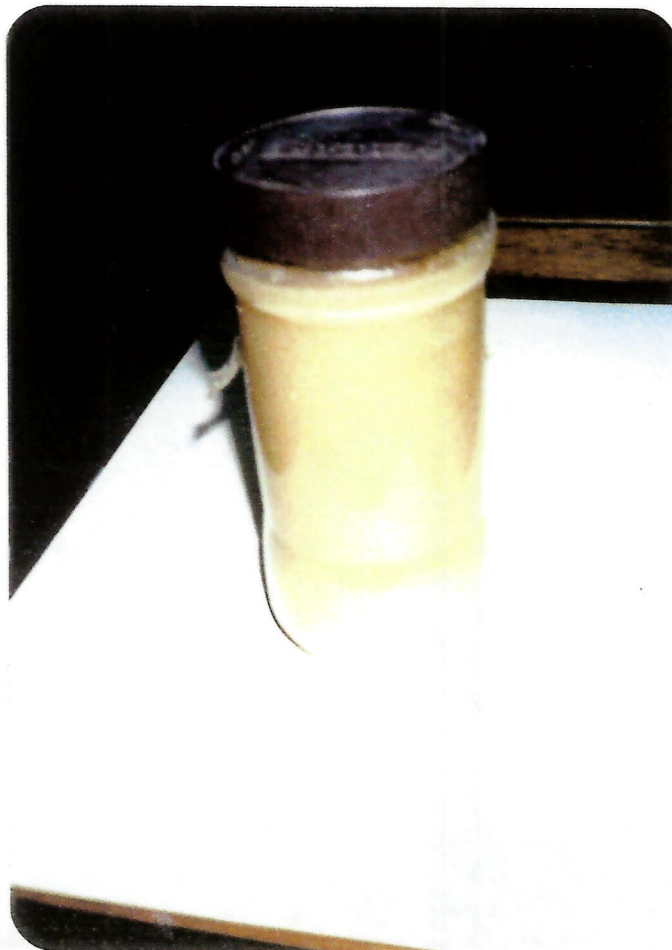
12



13

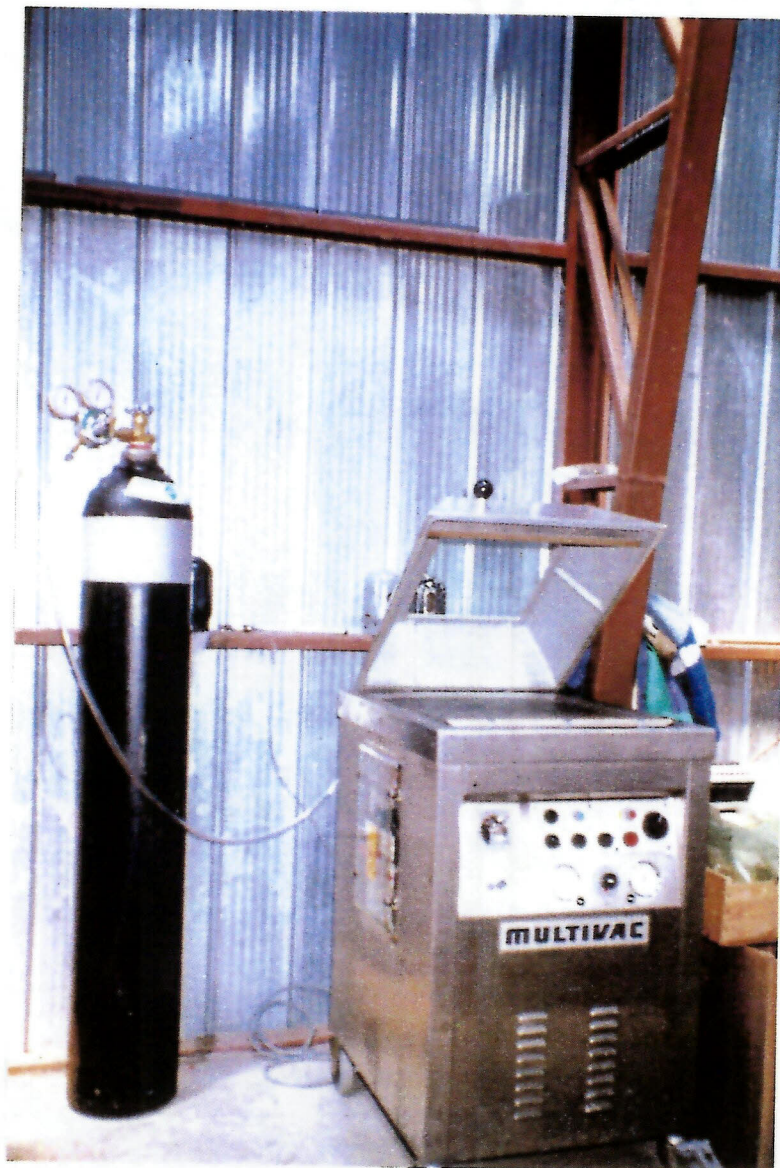


14





15

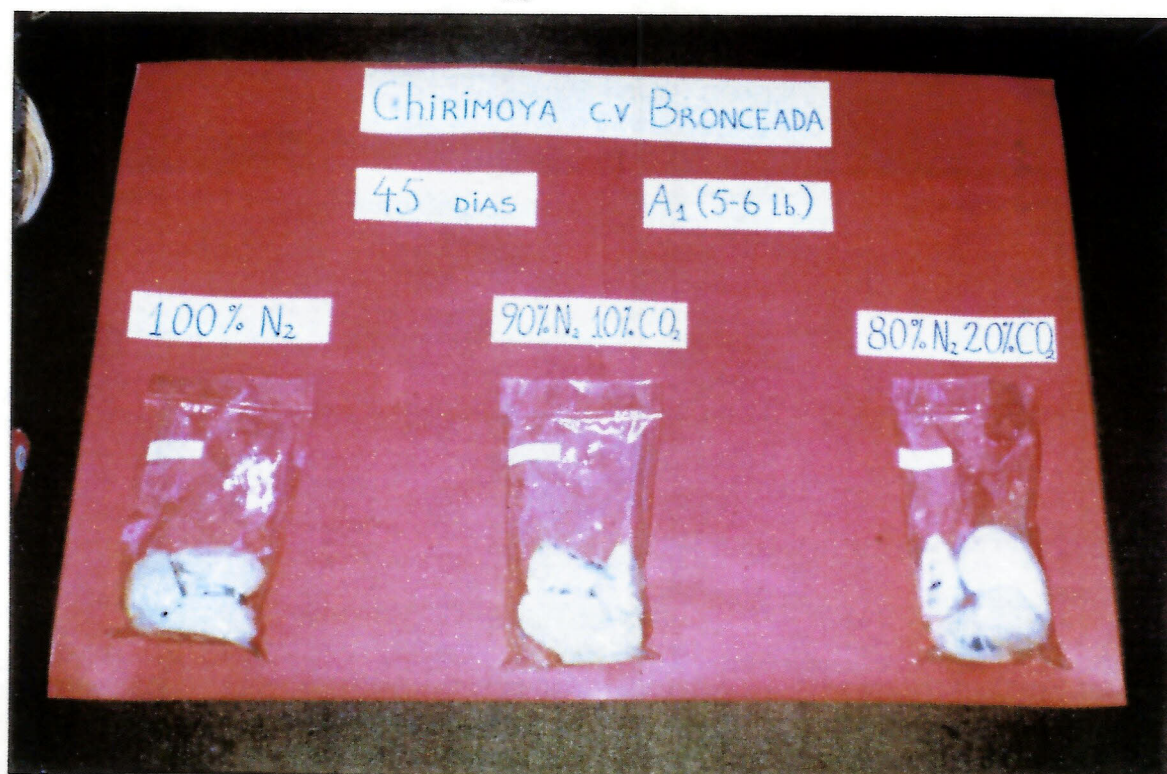


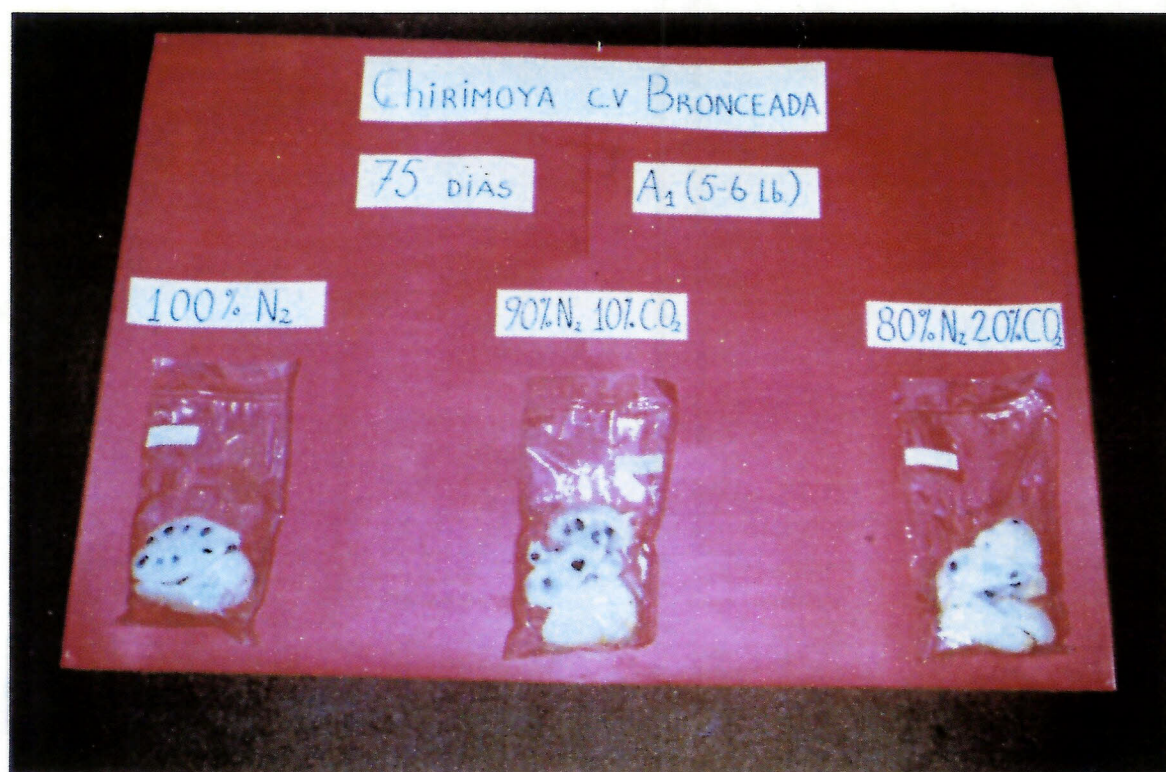
16

17



18







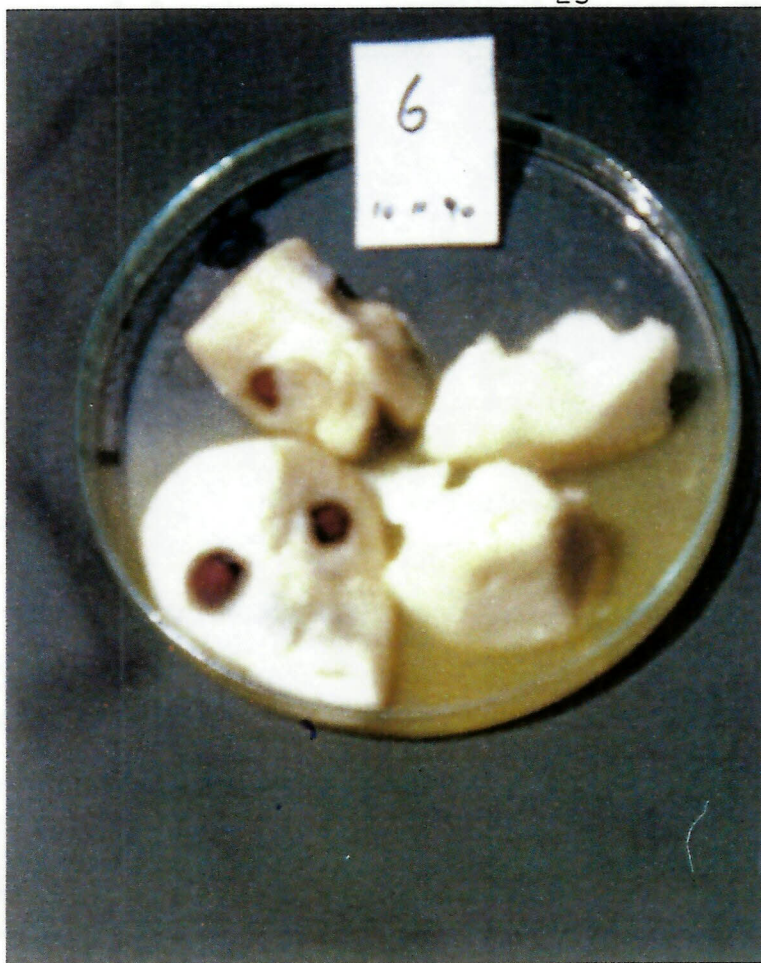
20



21



22



23

24



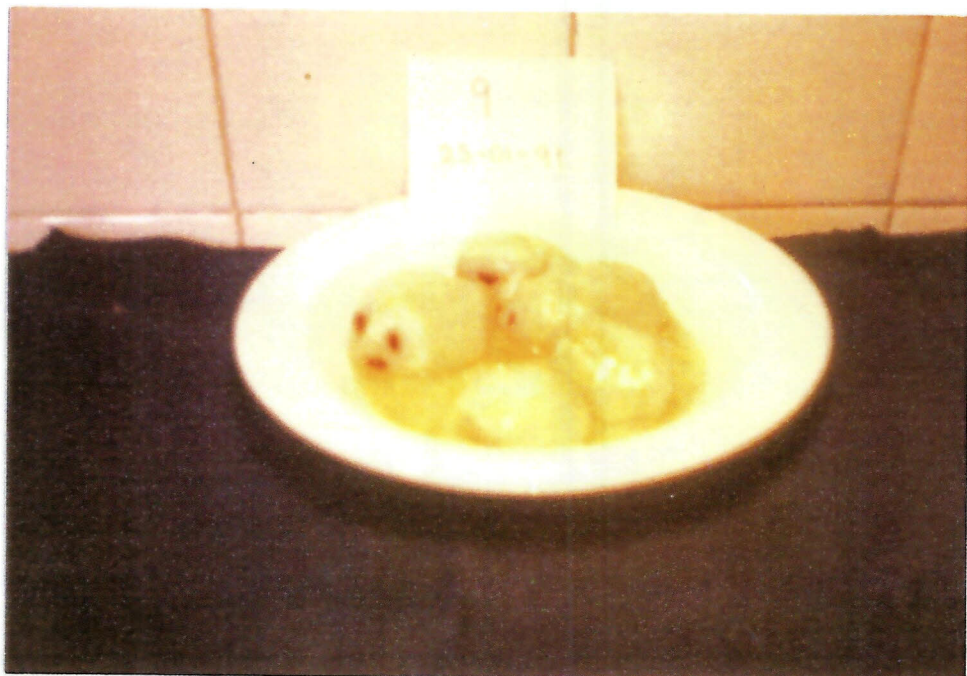
25



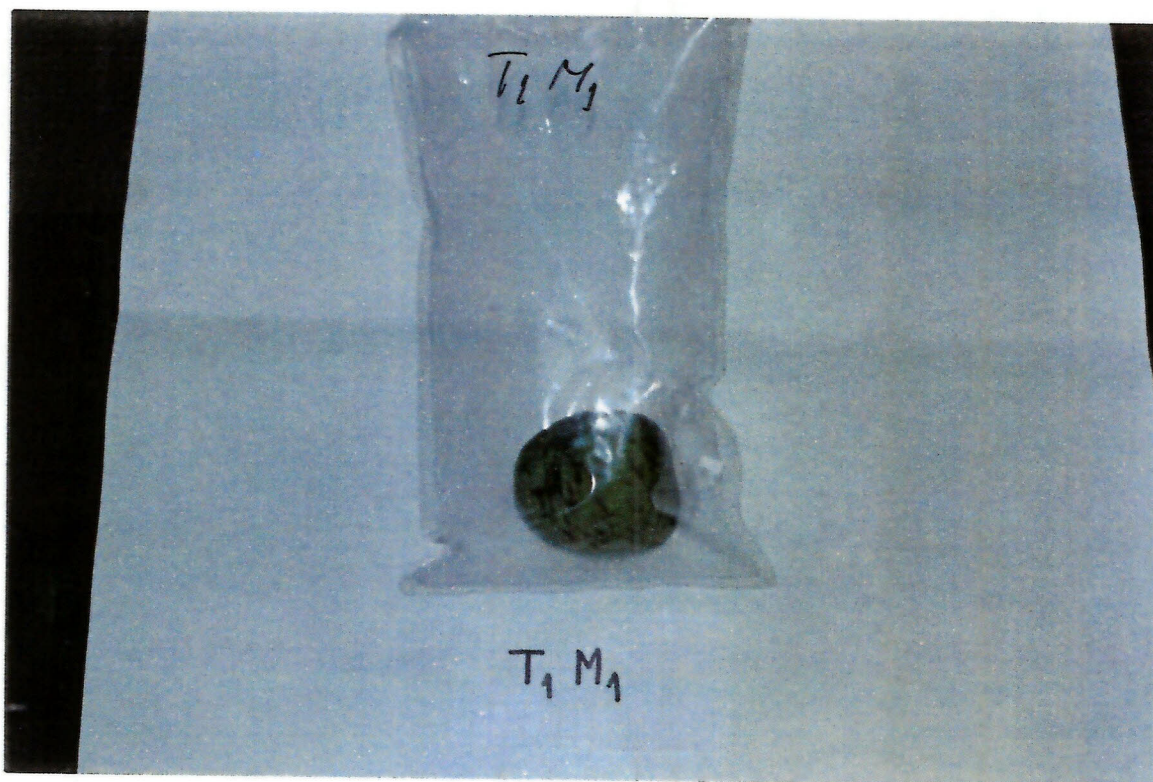
26



27



28



29



30



31

