



PROYECTO IQ-CV-077

“Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación”

INFORME FINAL

Marzo 14 del 2001 – Diciembre 31 del 2003

INSTITUCIÓN EJECUTORA

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias I N I A P
Estación Experimental Santa Catalina
Departamento de Nutrición y Calidad

INSTITUCIÓN COLABORADORA

Centro Internacional de Investigación Agro-alimentario para
el Desarrollo, Departamento de Frutas y Producciones
Hortícola
Convenio CITA (Costa Rica)/ CIRAD – FLHOR (Francia)



1. Resumen Ejecutivo del Proyecto

IQ-CV-077

“Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación”.

Institución base: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, Ecuador)

Institución colaboradora: Centro Internacional de Investigación Agro-alimentario para el Desarrollo, Departamento de Frutas y Producciones Hortícola (CIRAD-FLHOR, Francia)

En el Ecuador, el futuro de la producción de frutas percederas como chirimoya, guayaba y mango, así como de otras frutas de interés comercial, está basado en el desarrollo de agroindustrias de primera transformación, las cuales desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico de los países tropicales y andinos.

El objetivo general es contribuir al desarrollo sostenible del sector frutícola del país, mediante la oferta y aplicación de nuevas alternativas tecnológicas de transformación y conservación, atendiendo los parámetros de calidad del mercado nacional e internacional.

Los objetivos específicos que se plantearon fueron los siguientes:

1. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de cremogenados¹ de: chirimoya, guayaba y mango.
2. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente de: chirimoya, guayaba y mango.
3. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de jugos clarificados y la factibilidad de desarrollar otros elaborados.



Se justificó su ejecución, mediante el planteamiento al mejoramiento de los siguientes aspectos: el uso de materias primas perecibles y/o disponibles en exceso en determinadas épocas del año, o que no puedan ingresar a los mercados nacionales e internacionales, para la obtención de nuevos productos.

Se tiene caracterizada física-químicamente las pulpas, se extrajo y se realizó la caracterización química de la pared celular y la pectina soluble en agua de las cuatro frutas en estudio, lo que permitió seleccionar de mejor manera el tipo de preparación enzimática comercial para usar en función del efecto tecnológico que se esperaba para cada objetivo del proyecto.

¹ Cremogenados: Es la pulpa homogenizada con la adición de ciertos porcentajes de piel u otra parte de la fruta.

Quedo demostrado el interés de introducir parte del exocarpio en las pulpas de guayaba y mango, y el tallo vegetativo en chirimoya, para aumentar la calidad y elaborar nuevos productos, como son los cremogenados de fruta, con lo cual se aumenta rendimiento, se da consistencia a las pulpas que tienden a desfasarse, mejora el color. En las preparaciones enzimáticas seleccionadas (Rapidasse Carrot, Rapidasse Pomaliq, Tropical Cloud) fueron caracterizadas sus principales actividades enzimáticas, y se definieron la relación dosis/tiempo de hidrólisis enzimático, para obtener cremogenados con características reológicas dadas y pulpas con diferente grado de viscosidad y consistencia en función de los usos o productos finales a obtener.

Se recomienda utilizar el cóctel Rapidasse Carrot para las pulpas de chirimoya (ecotipo Lisa mejorada) y Rapidasse Pomaliq para las variedades de mango (Tommy Atkins y Kent), para la guayaba (eotipo pulpa rosada) es necesario continuar con la investigación, seleccionando otros cócteles comerciales que tengan las actividades enzimáticas deseadas para el sustrato sobre el que van a actuar, para lo cual se deberá considerar los resultados obtenidos en la caracterización química de la pared celular.

Las pulpas tratadas con preparaciones enzimáticas y en las que se logro el mayor porcentaje de solubilización, fueron utilizadas para elaborar los jugos clarificados, sea por centrifugación o por microfiltración tangencial. Los rendimientos fueron del 68% para mango Kent, 36% para mango Tommy Atkins, sin un proceso de tamizaje previo a la micro filtración. Para las pulpas de chirimoya y guayaba se realizo un tamizaje previo habiéndose obtenido rendimientos de jugo clarificado a pulpa enzimada de 56% y 57%, respectivamente. Se probó la factibilidad de desarrollar otros productos: rodajas de mango en su propio jugo, concentrados clarificados de frutas, bebidas alcohólicas, compotas.

Se realizo un análisis económico para presentaciones de 500 gramos, para los cremogenados y las pulpas tratadas enzimáticamente a diferentes grados de viscosidad para las cuatro frutas investigadas. Adicionalmente se tiene un estudio completo sobre la rentabilidad para una planta procesadora de fruta a escala industrial, en este estudio se alterna mango y guayaba.

Los resultados se han difundido participando en reuniones con los productores de chirimoya en la provincia de Pichincha, guayaba en la zona productora de la provincia de Pastaza y el mango a través de la Fundación Mango Ecuador en la provincia del Guayas, se realizo un diagnóstico inicial a los productores de estas zonas y en los muestreos de fruta se ha aprovechado para divulgar las experiencias adquiridas. Se organizo un seminario sobre las tecnologías agroindustriales para procesamiento de frutas en las ciudades de Quito y Guayaquil con la participación de representantes de las industrias y centros de educación superior, y se ha participado en entrevistas con prensa hablada y escrita.

La experiencia y los resultados obtenidos, nos han permitido incursionar en nuevas propuestas de investigación, estableciéndose alianzas entre empresas procesadoras, corporaciones y compañías dedicadas al mercadeo y transferencia de resultados a los productores, además de la relación con investigadores nacionales e internacionales para el desarrollo de nuevos proyectos con alternativas para comercializar fruta en fresco y procesadas, donde los estudios de mercado (local e internacional) son de fundamental importancia, así como el fortalecimiento de la capacidad de innovación de los actores en los diferentes eslabones de las diferentes cadenas agroalimentarias.

2. Identificación del proyecto

Código

IQ-CV-077

Título

Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación.

Rubro y Área temática

Rubros: Chirimoya, guayaba y mango.

Área temática: Agroindustria (transformación y valor agregado).

Fecha de inicio y terminación

Marzo 14 del 2001 - Diciembre 31 del 2003.

Institución Ejecutora

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Institución Colaboradora Internacional

Centro Internacional de Investigación Agro-alimentario para el Desarrollo, Departamento de Frutas y Producciones Hortícola (CIRAD-FLHOR).

Investigador Principal

Ing. Quím. Ms. Beatriz Brito Grandes

Investigadores Colaboradores

Ing. Ph.D. Fabrice Vaillant

Quím. Ms. Susana Espín

Ing. Alim. MSc. Nelly Lara

Ing. Agr. MSc. Alfonso Valarezo

Asistentes de Investigación (AI) y Becarios (B)

Ing. Alim. Patricio Pérez (AI)

Ing. Quím. Marisol Rodríguez (B, AI)

Dr. Quím. Iván Samaniego (B, AI)

Ing. Ind. Berenice Pontón (B)

Lcda. Quím. María Isabel Jaramillo (B)

3. Cuadro de contenido

1. Resumen Ejecutivo del Proyecto.....	2
2. Identificación del proyecto.....	4
3. Cuadro de contenido	5
3.1. Índices.....	6
4. Justificación del Proyecto.....	9
5. Objetivos de la Investigación.....	11
6. Actividades desarrolladas	12
6.1. Reuniones de seguimiento y evaluación.....	12
6.2. Misiones técnicas del representante de la institución colaboradora en el exterior.	12
6.3. Caracterización del Grupo Meta	12
6.4. Seleccionar y caracterizar físico y químicamente la materia prima.....	13
6.5. Extracción y caracterización química de la pared celular (MIAA) y la pectina soluble en agua (PSA) de las frutas en estudio	13
6.6. Determinación de monosacáridos por cromatografía en fase gaseosa.....	14
6.7. Tecnología para la obtención de cremogenados	14
6.8. Tecnología para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente.....	15
6.9. Evaluar económicamente las tecnologías.....	16
6.10. Tecnología para la obtención de jugos clarificados enzimáticamente.....	17
6.11. Obtención de otros elaborados	17
6.12. Actividades de difusión.	17
6.13. Participación en eventos de capacitación y visitas técnicas, de los miembros del equipo de trabajo	18
7. Resultados obtenidos	20
7.1. Caracterización físico-química de las frutas en estudio. Extracción y caracterización química de la pared celular y pectina soluble en agua.....	20
7.2. Tecnología para la obtención de cremogenados de chirimoya, guayaba y mango.....	26
7.3. Tecnología para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente de chirimoya, guayaba y mango.....	30
7.4. Rentabilidad para la industrialización de una planta exportadora de mango en estado natural.	35
7.5. Tecnologías para la obtención de jugos clarificados enzimáticamente y otros elaborados que se obtengan para las cuatro frutas en estudio.....	37

8. Situación Inicial del Grupo Meta (antes del proyecto) y Situación Actual (al final del proyecto).	50
9. Estimación de efectos e impactos.	52
10. Productos del proyecto.	53
11. Logros adicionales.	55
12. Limitaciones en el desarrollo del proyecto y soluciones.	56
13. Conclusiones y Recomendaciones.	57
14. Lecciones aprendidas.	58
15. Revisión bibliográfica.	58
16. Anexos.	63
17. Fecha y firma del investigador principal	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Caracterización física de chirimoya (<i>Annona cherimola</i> mill), ecotipo lisa mejorada; guayaba (<i>Psidium guajava</i> l), ecotipo pulpa rosada y mango (<i>Mangífera indica</i>) de las variedades Tommy Atkins y Kent.....	63
Cuadro 2. Fraccionamiento cuantitativo de una variedad de guayaba y chirimoya, y dos variedades de mango de exportación.	63
Cuadro 3. Caracterización física-química de chirimoya (<i>Annona cherimola</i> mill), ecotipo lisa mejorada; guayaba (<i>Psidium guajava</i> l), ecotipo pulpa rosada y mango (<i>Mangífera indica</i>) de las variedades Tommy Atkins y Kent.....	20
Cuadro 4. Rendimientos de fruta a: pulpa, pared celular bruta (MIA), pared celular purificada (MIAA) y pectina soluble en agua (PSA) de: chirimoya ecotipo lisa mejorada, guayaba ecotipo pulpa rosada y mango de las variedades Tommy Atkins Kent.	64
Cuadro 5. Análisis del grado de esterificación de la pectina soluble en agua (PSA) de chirimoya, ecotipo lisa mejorada, guayaba, ecotipo rosada y mango, variedad Tommy Atkins y Kent.	25
Cuadro 6. Resultados de monosacáridos en MIAA, PSA, Hemicelulosa, Celulosa Y Sobrenadante de la Enzimación de la MIAA (SEM)	65
Cuadro 7. Hidrólisis enzimática y su efecto en la solubilización de los polisacáridos de los cremogenados en cuatro frutas.	28
Cuadro 8. Análisis de la actividad endoglucanasa (Cx) y pectin-liasa (Pl), en los cócteles enzimáticos Rapidasse carrot cloud, Rapidasse pomaliq y Tropical cloud.	68
Cuadro 9. Efecto de tres cócteles enzimáticos comerciales sobre el porcentaje de solubilización de la pared celular purificada chirimoya, guayaba y mango.	31
Cuadro 10. Tratamiento enzimático sobre las pulpas de chirimoya ecotipo Lisa mejorada, guayaba ecotipo Pulpa rosada, mango de las variedades Tommy Atkins y Kent	31
Cuadro 11. Efecto del tratamiento enzimático sobre la viscosidad de los sobrenadantes de las pulpas de las cuatro frutas en estudio.....	33
Cuadro 12. Destino de las exportaciones ecuatorianas de pulpa de mango	36
Cuadro 13. Evaluación y rentabilidad del proyecto.....	37
Cuadro 14. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de mango variedad Kent.	39
Cuadro 15. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de mango variedad Tommy Atkins.	41
Cuadro 16. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de chirimoya ecotipo Lisa mejorada	43
Cuadro 17. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de guayaba ecotipo Pulpa Rosada.	47
Cuadro 18. Rendimiento del concentrado clarificado para las cuatro frutas en estudio...	49

INDICE FIGURAS

Figura 1. Composición física-química de la chirimoya ecotipo Lisa Mejorada.....	21
Figura 2. Composición física-química de la pulpa de guayaba ecotipo Pulpa Rosada...	21
Figura 3. Composición física-química de la pulpa con piel de la guayaba ecotipo Pulpa Rosada	22
Figura 4. Composición física-química de la pulpa de mango variedad Tommy Atkins....	22
Figura 5. Composición física-química de la pulpa de mango variedad Kent	23
Figura 6. Composición física-química de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins	23
Figura 7. Composición físico química de la cáscara de mango, variedad Kent.	24
Figura No. 8. Comparación de rendimientos de monosacáridos presentes en la MIAA y en los sobrenadantes provenientes de la enzimación de la pared celular purificada de Chirimoya ecotipo Lisa Mejorada, Guayaba ecotipo Pulpa Rosada, Mango variedad Kent y Mango variedad Tommy Atkins.....	25
Figura 9. Efecto de las preparaciones enzimáticas comerciales sobre las pulpas de: chirimoya ecotipo Lisa mejorada, guayaba ecotipo Rosada y mango de las variedades Tommy Atkins y Kent.	33
Figura 10. Viscosidad Cinemática en los sobrenadantes de las pulpas de chirimoya, guayaba y mango, por efecto del tratamiento enzimático	34
Figura 11. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de mango variedad Kent	36
Figura 12. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración.	37
Figura 13. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de mango variedad Tommy Atkins	38
Figura 14. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración.	39
Figura 15. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de chirimoya ecotipo Lisa mejorada.	40
Figura 16. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración.	41
Figura 17. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Pulpa Rosada	43
Figura 18. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Pulpa Rosada.	44
Figura 19. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración en una muestra de guayaba sin tamizar.	45
Figura 20. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración en una muestra de guayaba tamizada.	45

4. Justificación del Proyecto

En el Ecuador, así como en otros países latinoamericanos, se ha incrementado el desarrollo agroindustrial, alcanzando mayores niveles de investigación y difusión. Los cambios en los hábitos de consumo, el almacenamiento y procesamiento, paralelo al desarrollo de la ciencia y de la tecnología, han contribuido a que exista un mayor interés en los caracteres de calidad y en dar mayor valor agregado a los diferentes productos agropecuarios. Las frutas tropicales y andinas, tienen un elevado potencial para la aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales, como la obtención de jugos que tienen una aceptación creciente en el mercado nacional e internacional.

El sector frutícola es de importancia para la diversidad de la producción rural, con ventajas competitivas y con alto potencial para el desarrollo económico de nuestro país, como lo confirma el alto consumo local de productos procesados a partir de frutas, así como la creciente demanda internacional de elaborados derivados de “frutas exóticas”. En 1999, la actividad frutícola representó para las exportaciones del país 68.185 t como materia prima, exceptuando al banano, y 23.076 t como jugos, disponiendo de un mercado abierto en varios países como: Estados Unidos, Australia, España, Francia, Holanda, Nueva Zelanda, Costa Rica, Chile, Colombia, Perú. Sin embargo, es necesario fortalecer este potencial mediante el desarrollo y validación de tecnologías adaptadas a las características socioeconómicas del grupo meta, ya que en muchos casos, para ellos, el mercado fresco resulta ser la única alternativa, aunque no la más conveniente para sus producciones frutícolas.

El panorama de los productos frutícolas procesados es igualmente favorable. En 1999 el comercio mundial de productos hortofrutícolas participó con el 51,3% del comercio total de este sector y creció a una tasa anual promedio de 4,3% entre 1990 y 1999. Los índices de comercialización de los productos frutícolas transformados a nivel mundial han venido creciendo y la agroindustria de primera transformación para las frutas, desempeña un papel esencial en el desarrollo económico de los países tropicales.

En el país, el futuro de la producción de frutas percederas como chirimoya, guayaba y mango, así como de otras frutas de interés comercial, está basado en el desarrollo de agroindustrias de primera transformación como: cremogenados², pulpas tratadas enzimáticamente, entre otras, con mejores oportunidades en el mercado internacional. Con ésta investigación se espera colaborar en la solución a los excedentes de fruta que en determinadas épocas del año no se pueden comercializar, teniendo materia prima conservada y productos transformados estables.

Los productores/ras frutícolas, exportadores/ras así como los industriales, beneficiarios/as de este proyecto o Grupo Meta, detectan las demandas de productos y sus derivados mediante Internet o asisten a la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI), a la Corporación Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales (PROEXANT) o a la Federación Ecuatoriana de Exportadores (FEDEXPOR). Además, la idea de este proyecto fue asimilar el ejemplo de las cooperativas de productores/ras de frutas de España que se dedican a la agroindustria de primera transformación y la venta en común, cubriendo la demanda existente y obtienen mayor valor agregado de su

² Cremogenados: Es la pulpa homogenizada con la adición de ciertos porcentajes de piel u otra parte de la fruta.

producción; así tenemos que la empresa Cremofruit, creada en 1997 en Murcia-España, fabrica cremogenados de albaricoque, ciruela y melocotón, un producto que tiene demanda pero que carecía de proveedores, esta es una empresa de los agricultores que llegó a cubrir un vacío existente en el mercado.

La chirimoya, la guayaba y el mango fueron seleccionadas como las frutas con las cuales se desarrolló la presente investigación, debido a sus características de sabor, aroma y color, además de la similitud en las características reológicas que presentan sus pulpas para la transformación. Son frutas que siempre tendrán problemas para ser exportadas como materia prima debido a las exigencias de las normas fitosanitarias de los diferentes países, las cuales son muy rígidas referente a alimentos naturales. La participación de los productos a base de frutas aumenta cada vez en los alimentos, muchos sectores tales como el de los productos lácteos, bebidas sin alcohol o con alcohol están buscando nuevos sabores, el mango y la guayaba ya tienen una demanda muy grande a nivel internacional, encontrando que la chirimoya tiene un fuerte potencial debido principalmente a su color, excepto para la guanábana que es de la misma familia, no existen prácticamente jugos blancos, pudiendo ser incluida entre otros, en los elaborados lácteos.

El carácter perecedero de las frutas frescas es la base de la industria de conservas de vegetales, la cual ha desarrollado una extensa gama de productos manufacturados (i.e. jugos, almíbares, mermeladas, etc.) a fin de satisfacer las diversas necesidades de mercado. En este sentido, el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a la industria agroalimentaria ha permitido la búsqueda de nuevas formas de consumo de los productos derivados de las frutas, lo que puede suponer no solo la ampliación de las cuotas de mercado de las industrias conserveras, sino también la adaptación y/o reconversión de éste sector industrial con el desarrollo implícito de las regiones donde se ubican los centros de producción y/o manufacturación de los productos.

La agroindustria de primera transformación de productos perecederos, como es el caso de las frutas, desempeña un papel esencial en el desarrollo económico de los países andinos. El aporte a este sector de nuevas tecnologías apropiadas, como las que se plantean en este proyecto, permitirá a corto plazo: optimizar el aprovechamiento de materia prima, la disminución de las pérdidas poscosecha, la utilización a futuro de nuevos rubros frutícolas, el mejoramiento de la calidad, otorgar mayor valor agregado al producto primario, mayor oferta de productos procesados, probabilidades de mayores ingresos económicos para los y las integrantes del grupo meta con lo cual se elevaría los niveles de vida y tecnológicos, así como su competitividad en el mercado globalizado.

En síntesis esta propuesta justificó su ejecución, por el uso de materias primas perecibles y disponibles en exceso en determinadas épocas del año o que no pueden comercializarse como fruta fresca en los mercados nacionales e internacionales, para la obtención de nuevos productos (i.e. en el año 1999 el 40% de la producción de mango fue rechazo que no pudo ser exportada). También se tiene el desarrollo de alternativas tecnológicas para la obtención de cremogenados y/o pulpas tratadas enzimáticamente (materias primas de primera transformación) y jugos clarificados enzimáticamente, y la funcionalidad de obtener otros elaborados y/o derivados.

La aplicación de enzimas a la manufacturación de frutas tropicales es un tema objeto de investigación, que suscita un enorme interés tanto científico como técnico. El tratamiento de las frutas con enzimas glicohidrolíticas (pectinasas y celulasas) permite la degradación

del material vegetal, facilita e incrementa los rendimientos tecnológicos en las pulpas y los jugos de dichas frutas durante los procesos de extracción, realizando considerablemente la calidad de los productos procesados. Este hecho hace que, en los países industrializados las enzimas sean consideradas como un auxiliar tecnológico indispensable en los procesos industriales de elaboración de jugos, purés, concentrados, etc. de frutas, puesto que para la mayoría de las frutas tropicales ningún equipo específico para el despulpamiento de la fruta ha sido desarrollado, sino que son adaptaciones, el uso de enzimas representa en este proyecto una alternativa económicamente viable. Las investigaciones sobre el uso de enzimas aplicado a nuestras frutas son pocas y consideran solamente la selección de preparaciones comerciales sin profundizar la relación espectro enzimático, características de la materia prima y efecto tecnológico, así tenemos a manera de ejemplo, las investigaciones realizadas para la guayaba, mango y banano. Esta tecnología aplicada a las frutas locales, permite seleccionar y formular de manera específica complejos enzimáticos realmente apropiados para la agroindustria.

Para garantizar un adecuado manejo técnico-científico del proyecto se conformo el siguiente Grupo de Referencia encargado del monitoreo del Proyecto durante su ejecución: Un representante del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Escuela Politécnica Nacional. Un representante de la Cooperativa Agrícola Doña Ana de la provincia de Pichincha, productores de fruta entre las cuales se encuentra la chirimoya. Una representante de la Fundación Mango Ecuador, que agrupa alrededor de 52 productores/as, exportadores/as e industriales en la provincia del Guayas, con 10.000 ha de las variedades de exportación, representando aproximadamente el 95% de la superficie cosechada en el país. Un representante de la Empresa Ecuatorian Natural Fruit Pulp. Un representante del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria por su papel normativo. Un representante del Grupo de Asistencia Técnica del PROMSA.

5. Objetivos de la Investigación

General:

Contribuir al desarrollo sostenible del sector frutícola en el Ecuador, mediante la oferta y aplicación de nuevas alternativas tecnológicas de transformación y conservación, atendiendo los parámetros de calidad del mercado nacional e internacional.

Específicos:

1. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de cremogenados de: chirimoya, guayaba y mango.
2. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente, de: chirimoya, guayaba y mango.
3. Desarrollar y aplicar tecnologías para la obtención de jugos clarificados y la factibilidad de desarrollar otros elaborados.

6. Actividades desarrolladas

6.1. Reuniones de seguimiento y evaluación

El 3 de abril del 2001, en el aula de clases de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se realizó una reunión inicial (Ex ante) del proyecto, asistiendo todo el personal involucrado en la ejecución y evaluación, estableciéndose las relaciones de trabajo que existirían entre los diferentes actores del proyecto, con el fin de iniciar su ejecución.

El 4 de abril del 2002 y el 9 de mayo del 2003, en el aula de clases # 3 del edificio del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en la ciudad de Quito, se realizaron las reuniones de presentación de resultados del primer y segundo año de ejecución del proyecto. Adicionalmente el Oficial de Proyectos de la Unidad Ejecutora del Fondo Competitivo ha realizado visitas de evaluación y seguimiento.

6.2. Misiones técnicas del representante de la institución colaboradora en el exterior

Se realizaron seis misiones técnicas del Dr. Fabrice Vaillant durante las siguientes fechas: 2 al 6 de abril del 2001, 26 de noviembre al 4 de diciembre del 2001, 31 de julio al 2 de agosto del 2002, 28 de noviembre al 2 de diciembre del 2002, 7 al 20 de septiembre del 2003 y del 13 al 16 de diciembre del 2003, con el propósito de analizar los resultados obtenidos, orientar los trabajos a seguir, preparar artículos científicos, asistir en reuniones con representantes del Grupo Meta y participar en seminarios de difusión.

6.3. Caracterización del Grupo Meta

Se ha realizado un Diagnóstico de Línea Base para el proyecto, actividad que se realizó durante los meses de mayo a noviembre del 2001, con el objeto de realizar una caracterización del Grupo Meta, definiendo a los beneficiarios/as más representativos/as para el proyecto, de los cuales se ha obtenido la información más relevante que servirá para la evaluación del impacto que a futuro tengan los resultados que se generen en el proyecto. Esta actividad se ha realizado sobre una población representativa y ajustada a un presupuesto limitado para la misma.

Se seleccionó las zonas más representativas para chirimoya, guayaba y mango de exportación, desde el punto de vista de mayor producción en el país, identificándose a las provincias de Pichincha (Guayllabamba, Puéllaro), Tungurahua y Pastaza (Baños, Pastaza, Mera, Santa Clara) y Guayas (Guayaquil, Balzar, Pedro Carbo, Isidro Ayora, Palestina, Daule) respectivamente. El diagnóstico se lo realizó a través de entrevistas personales, utilizándose formulario validado, que permitió recoger la información en diferentes aspectos, con relación a cada cultivo, posteriormente se realizaron las visitas a los productores y en el caso del mango a las plantas de tratamiento.

Esta actividad fue coordinada a través de la responsable del proyecto con el Departamento de Planificación y Economía Agrícola de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, se contó con la colaboración del representante de la Cooperativa Agrícola Doña Ana y el Ing. Mario Mateus para el rubro chirimoya; el Ing. Laureano Martínez, Agente de TTA-PROMSA para el rubro guayaba; y para el rubro mango de la Directora Técnica de la Fundación Mango Ecuador, así como del Ing. Alfonso Valarezo.

6.4. Seleccionar y caracterizar físico y químicamente la materia prima

Como materia prima para la investigación, se seleccionó: las variedades de mango de exportación Tommy Atkins y Kent, ya que según estimaciones de la Fundación Mango Ecuador, actualmente en la provincia del Guayas, existen alrededor de 10.000 ha sembradas, de las cuales el 57% corresponden a la variedad Tommy Atkins, siguiéndole en importancia la variedad Kent. Una variedad de chirimoya conocida como “lisa mejorada” de las zonas productoras de Guayllabamba y Puéllaro, en la provincia de Pichincha. Y una variedad de guayaba de pulpa rosada, de las zonas productoras de Santa Clara, Mera, Pastaza y Baños, en las provincias de Pastaza y Tungurahua.

Los productores de chirimoya a la medida de sus posibilidades colaboraron con la entrega de fruta para el proyecto. La Fundación Mango Ecuador, de igual manera proporcionó la fruta que se ha utilizado en la investigación. La fruta es tratada, conservada en refrigeración y congelación, de acuerdo a los requerimientos de los ensayos.

Es importante realizar esta caracterización inicial, con el fin de conocer el grado de madurez y la calidad de la fruta con la cual se está realizando la investigación. La caracterización física y química, se realizó en los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina, utilizándose metodologías estandarizadas. Los parámetros que se determinaron fueron: Determinaciones físicas: peso, largo, diámetro, relación L/D, firmeza de pulpa o fruta. Determinaciones fisicoquímicas: pH, acidez titulable, humedad, materia seca, sólidos solubles. Determinaciones químicas: azúcares totales, azúcares reductores, vitamina C, taninos.

6.5. Extracción y caracterización química de la pared celular (MIAA) y la pectina soluble en agua (PSA) de las frutas en estudio

La fruta esta compuesta de pared celular y solutos en solución, los fragmentos de la pared celular son los responsables de las propiedades reológicas de las pulpas o purés, de ahí la importancia de su caracterización, ya que el conocer su estructura, permite establecer cuales de los polisacáridos ocasionan problemas tecnológicos (viscosidad, consistencia y sólidos en suspensión, principalmente) y describir la relación entre ellos.

La caracterización de la pared celular de las frutas y el efecto de las enzimas sobre las mismas, nos proporciona mucha información sobre los problemas tecnológicos a resolver, en cada uno de los resultados del proyecto. Se ha investigado en siete muestras correspondiente a pulpa de chirimoya (ecotipo lisa mejorada), guayaba (ecotipo rosada) con y sin piel, dos variedades de mango (Tommy Atkins y Kent) y las cáscaras o pieles de estas dos variedades de mango.

Las muestras utilizadas para la extracción de la pared celular en cada una de las frutas se realizo en las siguientes partes: en la chirimoya se utilizó la pulpa incluido el tallo central, para la guayaba se utilizo la pulpa y la muestra entera (sin semillas), para el mango se empleó la pulpa y la cáscara por separado.

Se realizó a las muestras lavados sucesivos con etanol al 80% en caliente, hasta que la prueba cualitativa de presencia de azúcares sea negativa, luego se liofilizó obteniéndose la pared celular sin purificar (MIA), en la muestra liofilizada se procedió a realizar lavados continuos con agua con el fin de extraer la pectina soluble en agua (PSA). En caso de que

el contenido de proteína y almidón sea superior al 5% en la MIA, es necesario realizar una proteólisis y amilólisis, con el fin de purificar la pared celular. Se presentan los resultados obtenidos en la pared celular purificada (MIAA) y la pectina soluble en agua (PSA).

6.6. Determinación de monosacáridos por cromatografía en fase gaseosa

La estandarización de la técnica por cromatografía en fase gaseosa para la determinación de monosacáridos, cuya importancia radica en el conocimiento de este tipo de azúcares como complemento a la caracterización química, principalmente, en la pared celular de las frutas. Este es un parámetro que ayuda en la selección de la preparación enzimática comercial que se utiliza como auxiliar tecnológico para el procesamiento agroindustrial. Este tema fue desarrollado como investigación de una tesis de Licenciatura en Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

El estudio se llevó a cabo en dos etapas. En la primera se estandarizó el método de análisis a través de la optimización las condiciones analíticas e instrumentales, para lo cual se consideraron los siguientes parámetros:

- ✓ Límite de detección (“Cantidad Mínima Detectable - LOD”).
- ✓ Límite de cuantificación (“Cantidad mínima cuantificable - LOQ”).
- ✓ Linealidad y Rango lineal.
- ✓ Precisión: Repetibilidad. Reproducibilidad.
- ✓ Exactitud.

En la segunda etapa se determinó el contenido de monosacáridos en las muestras correspondientes a las paredes celulares purificadas (MIAA), sobrenadantes resultantes de los mejores procesos de enzimación (SEM), como parámetro de evaluación de la eficiencia de los tratamientos enzimáticos empleados. Para el análisis estadístico, los tratamientos constituyeron la combinación de los factores: Tipo de Fruta, Tipo de Producto sometido a hidrólisis y tipo de ácido empleado en la hidrólisis de los productos. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar en arreglo factorial A x B x C (4 x 2 x 2) con tres replicas.

Adicionalmente se analizó este tipo de azúcares en la pectina soluble en agua y fracciones de celulosa, hemicelulosa obtenidas a partir de la MIAA.

6.7. Tecnología para la obtención de cremogenados

La obtención de cremogenados de chirimoya, guayaba y mango fue desarrollado como tema de investigación de una tesis de Ingeniería Química de la Escuela Politécnica del Chimborazo.

La fruta que se utilizó fue proporcionada por: la Fundación Mango Ecuador, en la provincia del Guayas, muestreos que se realizaron en las plantas de tratamiento del mango de exportación; la chirimoya y guayaba se muestrearon en las zonas productoras de la provincia de Pichincha y Pastaza, respectivamente.

El procesamiento para obtener los cremogenados de las diferentes frutas comprende las siguientes etapas: Selección, lavado y pesado las frutas. Despulpado. Desintegración. Escaldado y enfriamiento. Homogenización con o sin enzimación. Pasteurización. Envasado. Almacenamiento. La determinación del porcentaje de cáscara que se puede

incorporar al cremogenado de mango y guayaba, en chirimoya se homogenizó la pulpa incluyendo el endocarpio y el tallo vegetativo; se lo obtuvo de las pruebas sensoriales realizadas a catadores no entrenados, habiéndose medido los atributos de color, apariencia, olor y sabor.

Tomando como base los resultados obtenidos de la caracterización química de la pared celular de la fruta se seleccionó el mejor cóctel enzimático comercial de acuerdo al efecto tecnológico que se desea obtener para estos productos.

Para establecer el tiempo de vida útil, los productos se almacenaron durante 30 días a tres temperaturas: 0 ± 2 °C, 18 ± 2 °C y 36 ± 2 °C, habiéndose aplicado un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 3x4 con dos replicas. Para evaluar la calidad en los productos recién elaborados y almacenados se realizaron las siguientes determinaciones: acidez titulable, pH, vitamina C, sólidos solubles, azúcares totales y un control microbiológico.

Se realizó un análisis económico para establecer el punto de equilibrio, para presentaciones de 500 gramos en los diferentes productos de las cuatro frutas.

6.8. Tecnología para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente

Este resultado se llevó a cabo como investigación de una tesis de pregrado en Química de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Se ha realizado la evaluación y selección de la fruta en su estado de madurez comestible, de esta materia prima se obtuvo la pulpa y se extrajo la pared celular purificada (MIAA). La investigación se dividió en dos fases.

En la primera fase se realizó el tratamiento enzimático sobre las paredes celulares purificadas de las cuatro frutas en estudio, con el objeto de optimizar el uso de las tres preparaciones enzimáticas comerciales: Rapidasse Carrot Cloud (*Aspergillus niger*), Rapidasse Pomaliq 2F (*Aspergillus Níger* y *Trichoderma longibrachiatum*) y Tropical Cloud (*Aspergillus niger*), ajustándose a las concentraciones utilizadas por la industria, para lo cual se diseñó un plan de experiencias esférico con dos puntos centrales, utilizando concentraciones que van desde los 50 a 500 ppm y temperaturas de incubación que varían entre 30 a 60 °C, manteniendo el tiempo incubación constante a 90 minutos.

Aplicando la matriz de experiencia superficial para la optimización de la acción de los cócteles enzimáticos sobre las paredes celulares purificadas (MIAA) de las frutas en estudio se estableció el mejor cóctel y las condiciones óptimas de concentración y temperatura a las cuales se produce el porcentaje de solubilización más alto sobre cada pared celular, el cual se obtiene del análisis del contenido de azúcares totales y ácido galacturónico en los sobrenadantes resultantes de la enzimación. Adicionalmente se controló la viscosidad de las pulpas y en los sobrenadantes (jugos) obtenidos luego de un proceso de centrifugación.

En la segunda fase se realizó el estudio del tiempo de vida útil de estas pulpas, utilizándose los mejores resultados de los tratamientos en la primera fase. Se empleó un diseño experimental en la conservación de las pulpas tratadas enzimáticamente, las cuales se almacenaron durante 30 días a tres temperaturas: refrigeración (0 ± 2 °C), ambiente (18 ± 2 °C) y extrema (36 ± 2 °C).

Los tratamientos constituyeron la combinación de los factores: mejores tratamientos, temperatura y tiempo. Se aplicó un diseño en bloques completamente al azar en arreglo factorial 4 x 5 x 3 con dos réplicas. Para evaluar la calidad de las pulpas tratadas enzimáticamente se realizaron las siguientes determinaciones: Sólidos Solubles (°Brix), Vitamina C (mg ácido ascórbico/100g), control microbiológico al inicio y final del almacenamiento, porcentaje de solubilización, viscosidad cinemática en los sobrenadantes de la solubilización.

Se realizó un análisis económico para establecer el punto de equilibrio, para presentaciones de 500 gramos en los diferentes productos de las cuatro frutas.

6.9. Evaluar económicamente las tecnologías

Este resultado se llevó a cabo como tesis de pregrado de la Facultad de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Se escogió una de las plantas ecuatorianas exportadoras de mango en estado natural con el fin de estudiar la factibilidad de su ampliación, sirviendo como base para la realización del estudio. Para el arranque del proyecto, Guayaquil contaba con cinco plantas de tratamiento hidrotérmico: Bresson, Terelsa, Agriproduc, Durexporta y Natrade; actualmente existe una nueva planta denominada Cormal, todas ellas dedicadas a la exportación de fruta sin valor agregado.

El objetivo de esta actividad es buscar la rentabilidad de una planta exportadora de frutas en estado natural con base en la elaboración de materias primas de primera transformación; utilizando las tecnologías desarrolladas y adaptadas en este proyecto, lo cual permitiría a mediano plazo optimizar el aprovechamiento de materia prima, disminuir las pérdidas poscosecha, mejorar la calidad, otorgar mayor valor agregado al producto primario bajo los requerimientos HACCP.

Para desarrollar el trabajo, se realizó una investigación la cual involucra una serie de estudios para mango y como fruta alternativa la guayaba, siendo los siguientes:

- Estudio de mercado: para analizar si los productos a elaborar son atractivos en el mercado internacional y de esta manera determinar la demanda para el proyecto.
- Estudio técnico: en el cual se definirán los procesos, sistemas de manejo y almacenamiento de materiales y el diseño de la planta de procesamiento.
- Estudio organizacional: para definir una estructura organizacional adecuada a la nueva planta.
- Estudio legal: para establecer los lineamientos que debe cumplir la empresa en la parte laboral y tributaria.
- Estudio financiero: para determinar si el proyecto es viable y puede ser implementado.

6.10. Tecnología para la obtención de jugos clarificados enzimáticamente

Se utilizó la centrifugación y la microfiltración como tecnologías para la obtención de los jugos clarificados, habiéndose utilizado los mejores resultados que se obtuvieron para el resultado de la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente.

Se realizó una enzimación previa de los jugos pulposos a 45°C y con una concentración de la preparación enzimática comercial de 500 ppm por un tiempo de 90 minutos con el cóctel enzimático Rapidasse Pomaliq 2F para las pulpas de chirimoya y mango y con el cóctel Rapidasse Carrot para la pulpa de guayaba, utilizándose un reactor independiente de la unidad de microfiltración; la centrifugación se llevó a cabo durante 15 minutos a 3.000 rpm.

Posterior al tratamiento enzimático se realizó la filtración en una unidad piloto de Microfiltración Tangencial, que contiene en su interior una membrana cerámica 200 nm de diámetro de poro y con una superficie de membrana de 0.2 m² (Tipo P 1940 PL, marca SCT, Membralox), durante el proceso de filtración se determinó el flujo y el rendimiento del permeado obtenido. Además se estableció el pH, Color, °Brix, Vitamina C y la Viscosidad cinemática del permeado (jugo clarificado), adicionalmente se tomaron muestras del retenido habiéndose controlado el porcentaje de Sólidos Insolubles, pH, °Brix.

Los ensayos en el equipo piloto de Microfiltración Tangencial se realizaron en modo concentración a una presión de 1.8 bares y una temperatura de 40°C extrayendo constantemente el permeado y se estableció el flujo del mismo en función del tiempo, determinando el volumen de filtrado obtenido durante 15 segundos, cada cierto intervalo de tiempo durante todo el proceso. Se estableció el factor de reducción volumétrico (FRV) durante el proceso que se define por la siguiente ecuación:

$$FRV = V_j / (V_j - V_p)$$

Donde:

V_j = Volumen total de jugo alimentado

V_p = Volumen total del permeado recolectado

6.11. Obtención de otros elaborados

Se utilizó la fruta, el jugo clarificado y el retenido obtenido en el proceso de microfiltración para realizar ensayos para la obtención de diferentes productos, como son: rodajas de mango en su propio jugo (100 % fruta), licor a partir de los jugos clarificados de las cuatro frutas, concentrados clarificados de 60 °Brix, compotas a partir de los retenidos. El retenido obtenido en el proceso de microfiltración, viene a ser un concentrado de carotenoides para el caso del mango.

6.12. Actividades de difusión.

En el Manual de Proyectos de Investigación y Alianzas Estratégicas de la UEFC-PROMSA, página 49, mencionan al proyecto como ejemplo auténtico de cómo conformar un grupo de referencia.

El 5 de mayo del 2001, salió editada en la Sección Agromar del Diario El Comercio una nota de prensa sobre el proyecto, a pesar de haber indicado en la entrevista y enviado toda la información, no editaron la fuente de financiamiento de la investigación.

El 30 de agosto del 2002 se realizó una entrevista en Radio Sucesos al Investigador Principal del proyecto, sobre el valor nutritivo, la postcosecha y procesamiento de las frutas, aprovechándose esta oportunidad para difundir los resultados del proyecto.

Del 27 al 29 de noviembre del 2002, en la ciudad de Ambato se realizó el VII Congreso Nacional de Ciencias, habiéndose participado en calidad de expositoras las Ing. Beatriz Brito y Marisol Rodríguez, con los siguientes trabajos:

- Caracterización Físico Química y constituyentes de la pared celular de la guayaba (*Psidium guajava* L.) ecotipo rosado.
- Caracterización Físico Química y constituyentes de la pared celular de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) ecotipo lisa mejorada.
- Caracterización Físico Química de la pulpa y pared celular del mango (*Mangifera Indica*) variedades Tommy Atkins y Kent.

El 15 y 17 de septiembre del 2003, en las ciudades de Quito y Guayaquil se llevaron a cabo el Seminario “Tecnologías agroindustriales para el procesamiento de frutas”, donde participaron investigadores, industriales y productores de fruta. El programa contó como expositores al Dr. Fabrice Vaillant, Ing. Beatriz Brito y la Srta. Berenice Pontón, habiéndose realizado una presentación del proyecto, una disertación sobre las tendencias tecnológicas actuales para el procesamiento agroindustrial de las frutas, se expusieron los resultados del proyecto, así como la rentabilidad de una planta procesadora de frutas. Esta actividad vendría a reemplazar los talleres de difusión anual planificados en el proyecto.

El proyecto y los resultados se han difundido participando en reuniones con los productores, durante las encuestas que se realizaron para el diagnóstico inicial en las zonas productoras y en los muestreos de la fruta, donde se ha aprovechado para divulgar las experiencias adquiridas.

6.13. Participación en eventos de capacitación y visitas técnicas, de los miembros del equipo de trabajo

- Beatriz Brito. Pasantía técnica en el Laboratorio de Biocatálisis del Convenio Universidad del Valle/CIRAD-FLHOR. 14 mayo -8 junio 2001. Cali, Colombia.
- Marisol Rodríguez. Taller teórico-práctico: Determinación de azúcares por cromatografía líquida de alta resolución. 17-18 mayo 2001. INIAP-EESC, Ecuador.
- Beatriz Brito, Marisol Rodríguez. I Congreso Iberoamericano y IX Jornadas Ecuatorianas de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 11-13 julio 2001. Quito, Ecuador.
- Beatriz Brito, Patricio Pérez. Taller Nuevos aportes para el manejo de proyectos y alianzas. UEFC-NRI. 29-30 noviembre 2001. Riobamba, Ecuador.
- Marisol Rodríguez. I Jornada Científica Internacional de la Empresa Purifluidos. 30 noviembre - 1 diciembre 2001. Quito, Ecuador.
- Patricio Pérez. Curso Estadística Aplicada. INIAP-CIM-GTZ. EESC Julio 2001-Febrero 2002. INIAP-EESC, Ecuador.

- Patricio Pérez. Curso Agricultura, Certificación y Mercados Orgánicos de Exportación. EESC 16 mayo 2002. INIAP-EESC, Ecuador.
- Beatriz Brito, Alfonso Valarezo, Taller Nuevos aportes para el manejo de proyectos y alianzas. UEFC-NRI. Guayaquil 29-30 mayo 2002.
- Marisol Rodríguez, María Isabel Jaramillo, Iván Samaniego. Curso Manejo del programa estadístico MSTAT. 30 abril – 3 mayo 2002. INIAP- EESC, Ecuador.
- María Isabel Jaramillo. Curso de Capacitación en Buenas Prácticas de Laboratorio, GLP, Módulo 2: Validación de Métodos Analíticos y Taller Práctico. Purifluidos Cia. Ltda. 30 de septiembre 2002. Quito, Ecuador.
- Beatriz Brito. Curso Internacional Producción, Postcosecha y Comercialización de Frutas. MASHAV-CINADCO. 9 octubre – 6 noviembre 2002. Shefayim, Israel.
- María Isabel Jaramillo. Curso de Diseño Experimental. Proyecto INIAP-PROMSA AQ-CV-012. Septiembre – Noviembre 2002. INIAP-EESC, Ecuador.
- Berenice Pontón, Patricio Pérez. Segundo Simposio Internacional de Ingenierías en Ciencias de la Producción. ESPOL. 6–8 noviembre 2002. Guayaquil, Ecuador.
- Beatriz Brito. Conferencia Oportunidades para la exportación de frutas y hortalizas al mercado europeo. 14 Noviembre 2002. Quito, Ecuador.
- Beatriz Brito, Marisol Rodríguez, Iván Samaniego. VII Congreso Nacional de Ciencias. COMCIEC–SENACYT–FUNDACYT. 27–29 noviembre 2002. Ambato, Ecuador.
- Beatriz Brito. Curso Regional de postgrado teórico-práctico. Solid Phase Biotechnology of proteins: basic principles and applications. EPN-CIRAD-IPICS-PROMSA. 17-21 febrero 2003. Quito, Ecuador.
- Susana Espín. Seminario Desarrollo y Validación de Métodos Cromatográficos GC y HPLC. American Chemical Society (ACS). Cartagena, Colombia 20 – 21 febrero 2003.
- Beatriz Brito, Iván Samaniego. I Curso Internacional: Industrialización de productos agrícolas y su comercialización. 12-13 mayo 2003. Quito, Ecuador.
- Beatriz Brito. Pasantía técnica en el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos, bajo el Convenio CITA-UCR/CIRAD- FLHOR. 19 mayo -13 junio 2003. San José, Costa Rica.

7. Resultados obtenidos

7.1. Caracterización físico-química de las frutas en estudio. Extracción y caracterización química de la pared celular y pectina soluble en agua.

Para el desarrollo de las investigaciones, primero se realizó muestreos sobre lotes de frutas, que fueron homogenizados para la caracterización de la materia prima (chirimoya, guayaba y mango) que se utiliza en el desarrollo de la investigación, a través del análisis físico que comprende las siguientes determinaciones: peso, largo, diámetro, relación largo/diámetro, firmeza. Los resultados de la caracterización física se reportan en el cuadro 1 y en el cuadro 2 se resume el fraccionamiento cuantitativo para cada una de las cuatro frutas que se estudio, los cuales se encuentran en el Anexo 1.

Dentro de la caracterización química se realizaron los siguientes análisis: humedad, materia seca, cenizas, vitamina C, acidez titulable, pH, taninos, sólidos solubles, azúcares totales y reductores, los resultados se reportan en el cuadro 3. Estos contenidos son muy importantes dentro del estudio que se realizó, tomando en cuenta que las enzimas actúan sobre la materia seca que es donde esta involucrada la pared celular, trabajando al pH de cada una de las frutas y como producto de la degradación enzimática se obtienen azúcares.

Cuadro 3. Caracterización química de chirimoya (*Annona cherimola* mill), ecotipo lisa mejorada; guayaba (*Psidium guajava* l), ecotipo pulpa rosada y mango (*Mangífera indica*) de las variedades Tommy Atkins y Kent

FRUTA	Chirimoya ecotipo L. Mejorada (pulpa)	Guayaba ecotipo P. Rosada (entera)	Guayaba ecotipo P. Rosada (pulpa)	Mango variedad T. Atkins (pulpa)	Mango variedad Kent (pulpa)	Mango variedad T. Atkins (cáscara)	Mango variedad Kent (cáscara)
ANÁLISIS							
Mat. Seca (%)*	22.49 ± 1.04	23.16 ± 0.35	19.67 ± 0.30	17.43 ± 0.17	21.20 ± 0.18	20.38 ± 0.5	24.51 ± 0.20
Cenizas (%)*	0.87 ± 0.06	0.70 ± 0.03	0.86 ± 0.03	0.35 ± 0.01	0.39 ± 0.01	0.72 ± 0.03	0.86 ± 0.02
pH*	4.64 ± 0.01	3.95 ± 0.01	3.87 ± 0.00	3.49 ± 0.1	4.72 ± 0.01	4.63 ± 0.00	4.33 ± 0.00
Ac. T (% ác. Cítrico)*	0.33 ± 0.01	0.76 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.43 ± 0.01	0.12 ± 0.00	0.46 ± 0.01	0.75 ± 0.01
Vitam. C (mg/100g)*	61.48 ± 2.29	177.77 ± 13.2	177.8 ± 13.2	23.09 ± 1.16	49.71 ± 0.80	48.67 ± 0.63	63.01 ± 1.75
Taninos (mg/100g)*	4.41 ± 0.46	3.87 ± 0.16	5.41 ± 0.04	0.48 ± 0.02	0.40 ± 0.01	3.60 ± 0.03	4.32 ± 0.02
S. Solubles (°Brix)*	21.06 ± 1.95	10.07 ± 1.04	10.10 ± 1.04	14.01 ± 1.30	18.12 ± 1.90	8.00 ± 0.90	6.00 ± 0.60
Azúc. Total (%)*	18.38 ± 1.41	4.37 ± 0.07	4.85 ± 0.12	14.07 ± 1.81	18.69 ± 0.88	10.93 ± 0.17	15.11 ± 0.82
Azúc. Red. (%)*	16.89 ± 0.52	3.86 ± 0.03	3.88 ± 0.17	3.07 ± 0.23	4.87 ± 0.05	4.58 ± 0.13	4.92 ± 0.08

* en base fresca ± desviación estándar de 3 repeticiones

Generalmente la composición polimérica de la pared celular no es estándar para todas las frutas, casi todos los modelos sugieren microfibrillas celulósicas incrustadas en una matriz polisacárida no celulítica y proteína. Un buen conocimiento de la composición en las frutas permite establecer cuales de los polisacáridos ocasionan los problemas tecnológicos y describir la relación entre ellos. Esto conlleva a establecer una estrategia de ataque enzimático sobre los enlaces de los diferentes polisacáridos presentes.

En la figura 1, se presenta los resultados de los principales constituyentes de la pulpa de chirimoya, así como la caracterización de la pared celular, la cual se presenta con un alto contenido, donde destaca la lignina con un mayor valor.

En las figura 2 y 3, se presentan los resultados de los principales constituyentes de la guayaba sin y con piel, así como la caracterización de la pared celular. El ecotipo de pulpa rosada presenta un alto contenido de semillas, así como alto contenido de paredes celulares y lignina. Al analizar la guayaba con cáscara, se comprobó que presenta el mismo contenido el exocarpio y el endocarpio.

En la figura 4 y 5, se presentan los resultados de los principales constituyentes de la pulpa del mango variedades Tommy Atkins y Kent, así como la caracterización de la pared celular, respectivamente. Se puede observar que la variedad Tommy Atkins presenta más contenido de pared celular y lignina que la variedad Kent, lo cual le da una mayor firmeza. En su lugar Kent presenta un mayor potencial para hacer jugos fluidos.

En la figura 6 y 7, se presentan los resultados de los principales constituyentes de la cáscara del mango variedades Tommy Atkins y Kent, así como la caracterización de la pared celular, respectivamente. Las cáscaras de las dos variedades de mango presentan alto contenido de pared celular y pectina, así tenemos que Tommy Atkins tiene 6% de pectina en base fresca (25% base seca) y Kent un 2% de pectina en base fresca (9% base seca).

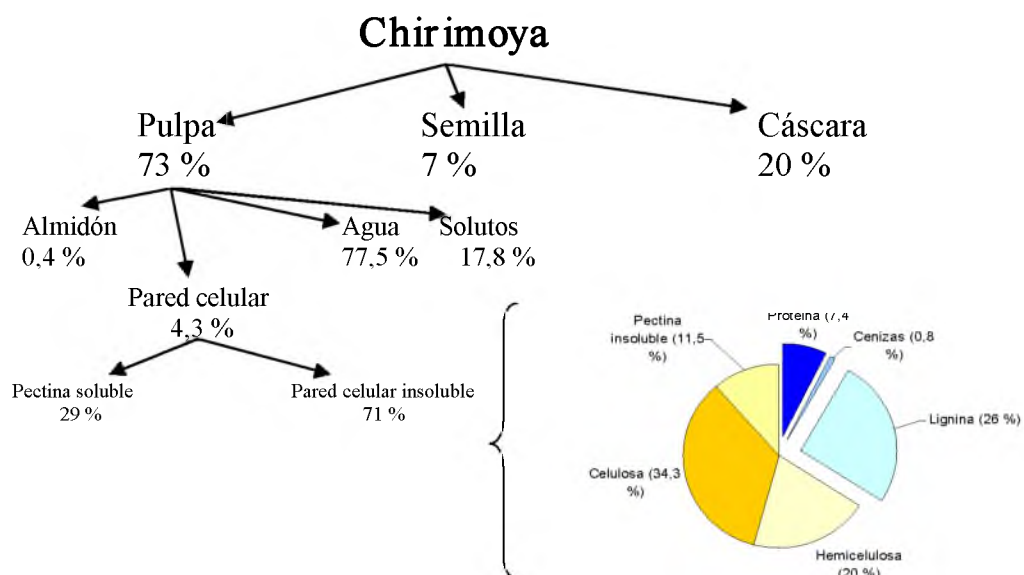


Figura 1. Composición física-química de la chirimoya ecotipo Lisa Mejorada

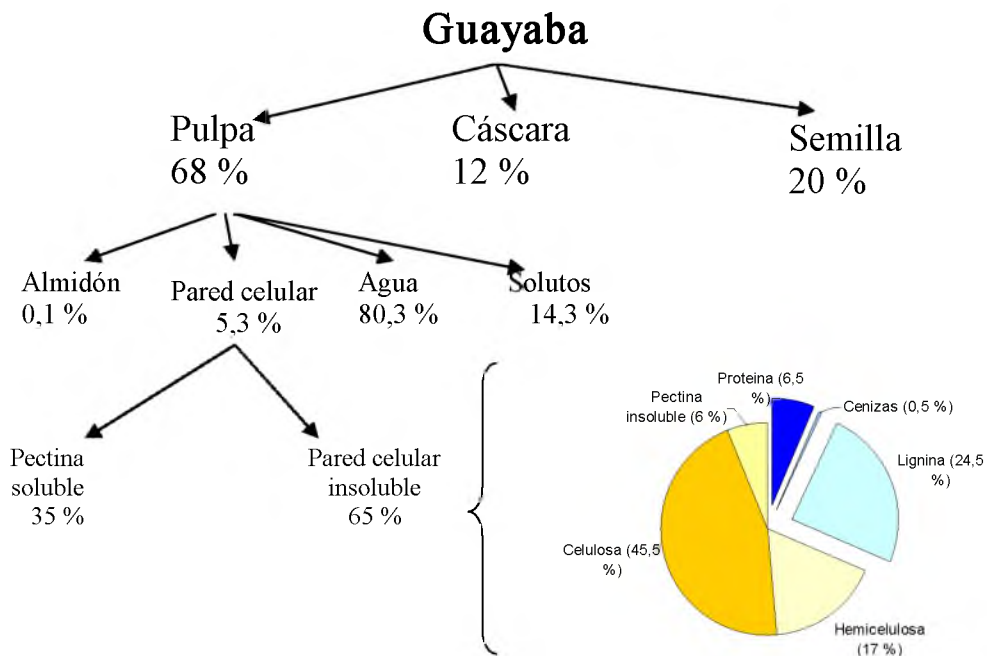


Figura 2. Composición física-química de la pulpa de guayaba ecotipo Pulpa Rosada

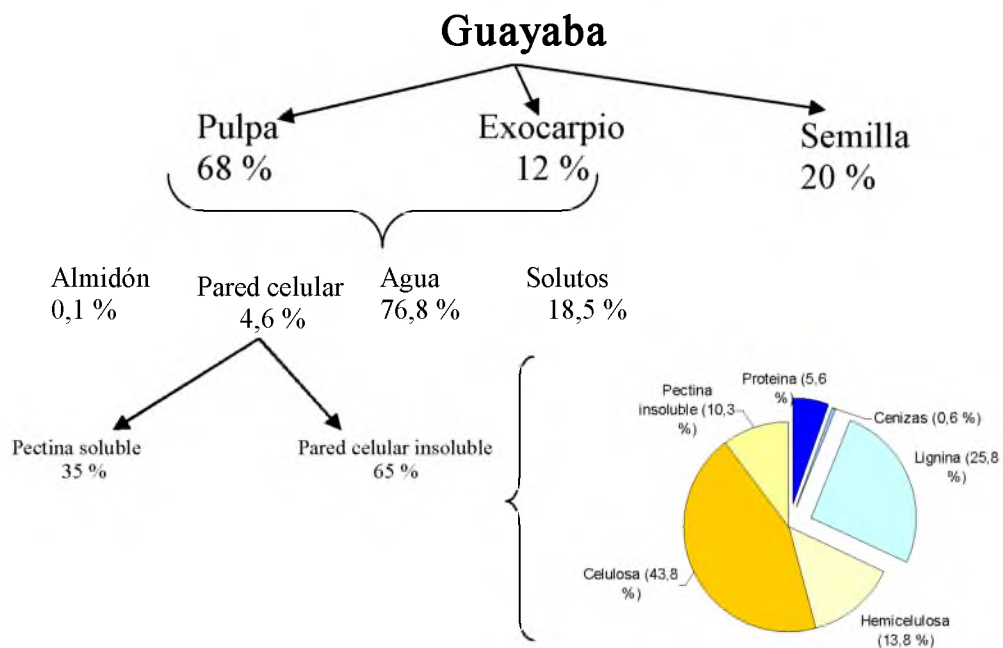


Figura 3. Composición física-química de la pulpa con piel de la guayaba ecotipo Pulpa Rosada

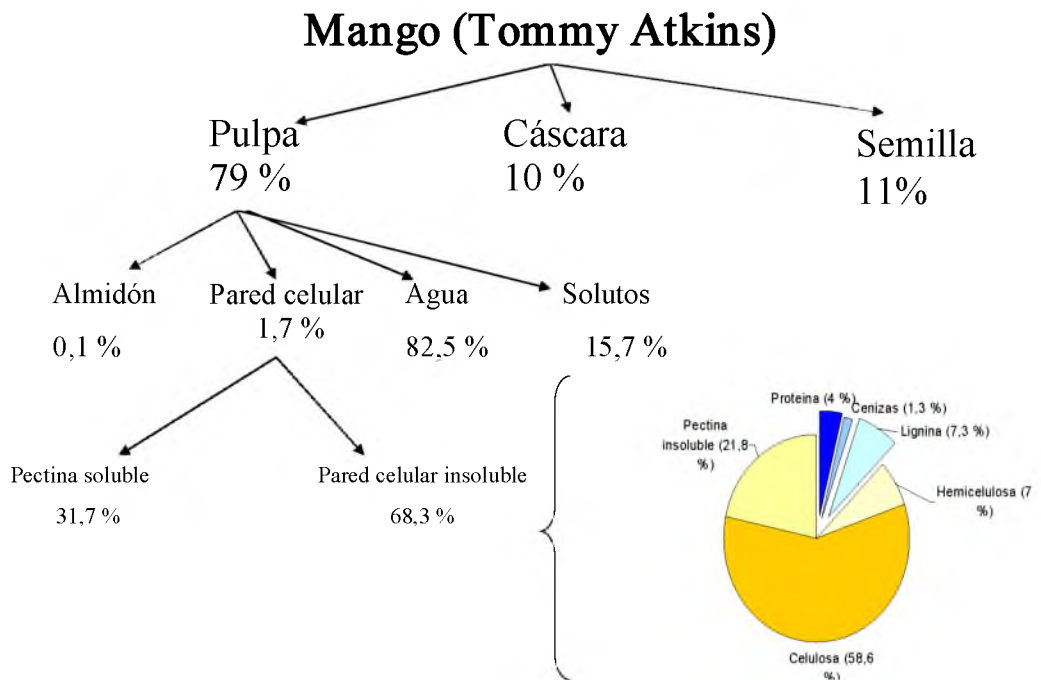


Figura 4. Composición física-química de la pulpa de mango variedad Tommy Atkins

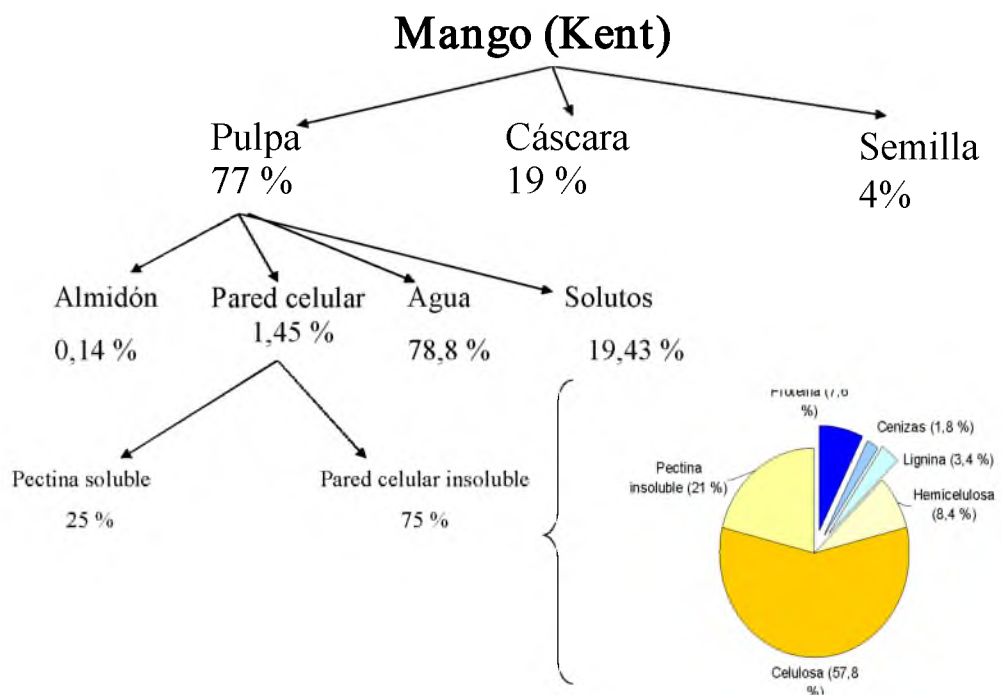


Figura 5. Composición física-química de la pulpa de mango variedad Kent

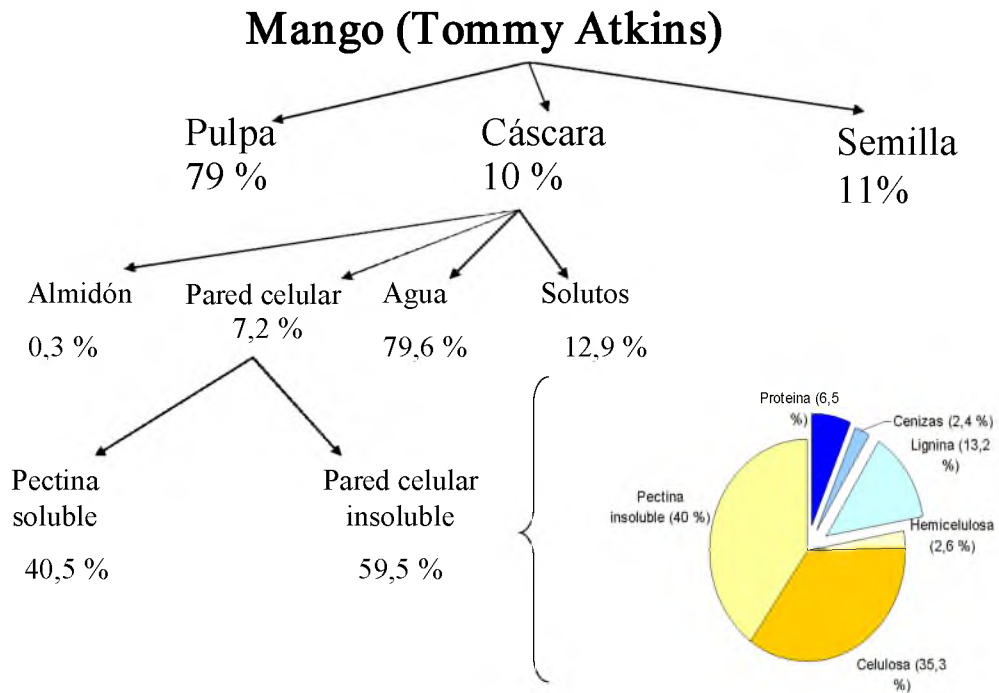


Figura 6. Composición físico-química de la cáscara de mango variedad Tommy Atkins

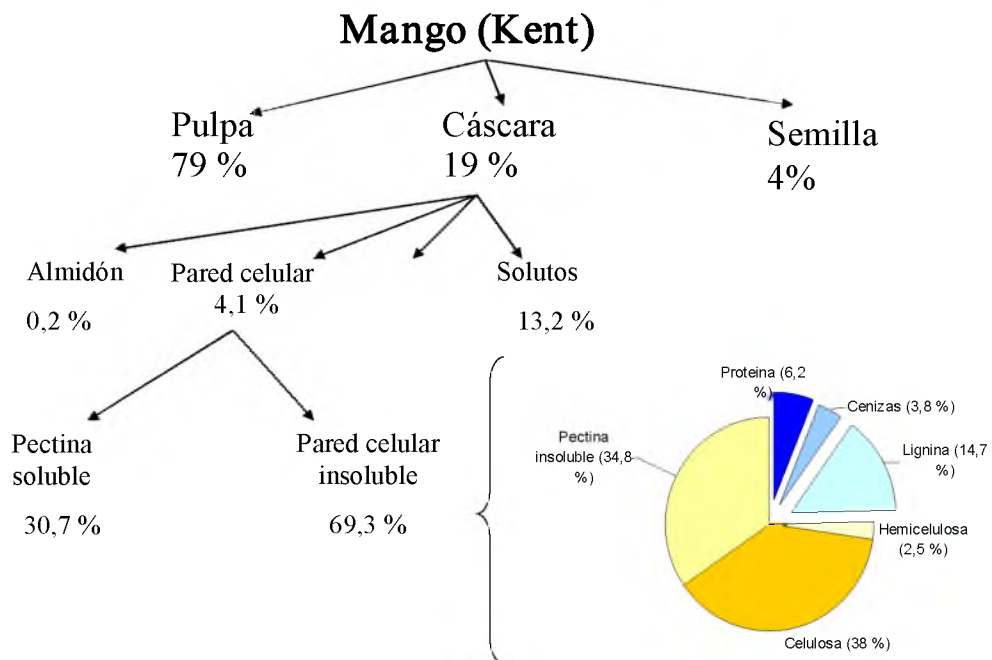


Figura 7. Composición físico química de la cáscara de mango, variedad Kent.

Los rendimientos obtenidos en la extracción de la pared celular bruta (MIA), pared celular purificada (MIAA) y la pectina soluble en agua (PSA) a partir de la pulpa de cada una de las frutas en estudio se presentan en el cuadro 4 del Anexo 1.

Para el análisis de la pectina soluble en agua se determino la concentración de metanol, ácido galacturónico, valores con los cuales se calculo el Grado de Esterificación de las pectinas. Los resultados del análisis de la pectina soluble en agua de las frutas en estudio se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis del grado de esterificación de la pectina soluble en agua (PSA) de chirimoya, ecotipo lisa mejorada, guayaba, ecotipo rosada y mango, variedad Tommy Atkins y Kent.

PSA	AGU ($\mu\text{mol} / \text{mg Pect.}$)	METANOL ($\mu\text{mol} / \text{mg Pect.}$)	° EST. %
Chirimoya(Lisa Mejorada)*	1,73	2,05	84,41
Guayaba (Rosada)**	1,55	2,18	71,04
Mango (Tommy Atkins)*	2,38	3,06	77,84
Mango (Kent)*	1,68	2,73	61,41

* pulpa

** entera

Comparando los resultados, se puede señalar que las cuatro frutas en estudio presentan un grado de esterificación superior al 50%, por lo cual se las clasifica como pectinas altamente metiladas de acuerdo a la categorización presentada en la revisión bibliográfica. El conocimiento del grado de esterificación de las pectinas permite utilizarlas en diferentes procesos de producción dentro de la industria agro-alimentaria de acuerdo a sus propiedades fisico-químicas.

Para completar la caracterización química de la pared celular, pectina soluble en agua, así como la hemicelulosa y celulosa extraída de la MIAA, se estandarizo el método de análisis para los monosacáridos por cromatografía en fase gaseosa, a través de la optimización de las condiciones analíticas e instrumentales. Los resultados de la composición de monosacáridos se presentan en el Cuadro 6 del Anexo 1.

Este método cromatográfico es apropiado y óptimo para la determinación de monosacáridos en muestras de paredes celulares purificadas de fruta, por la eficiencia de la separación y la resolución de los picos de los componentes encontrados en las muestras. Se reporta los siguientes parámetros: límites de detección entre 3 y 9 mg/l, límites de cuantificación entre 9 y 30 mg/l, coeficientes de variación como indicativos de precisión con valores menores al 2%, rangos lineales entre 0 y 5000 mg/l y porcentajes de recuperación entre 98 y 112%. Resultados que se puede ver mas en detalle en la tesis que se presenta como producto de este proyecto.

La fracción de monosacáridos constituye aproximadamente el 50% de la pared celular del mango Kent, 45% del mango Tommy Atkins, 48% de la chirimoya y 44% de la guayaba. Un análisis comparativo de los monosacáridos presentes en la pared celular (MIAA) y los sobrenadantes de la enzimación de la pared celular (SEM) se presenta en la Figura 8.

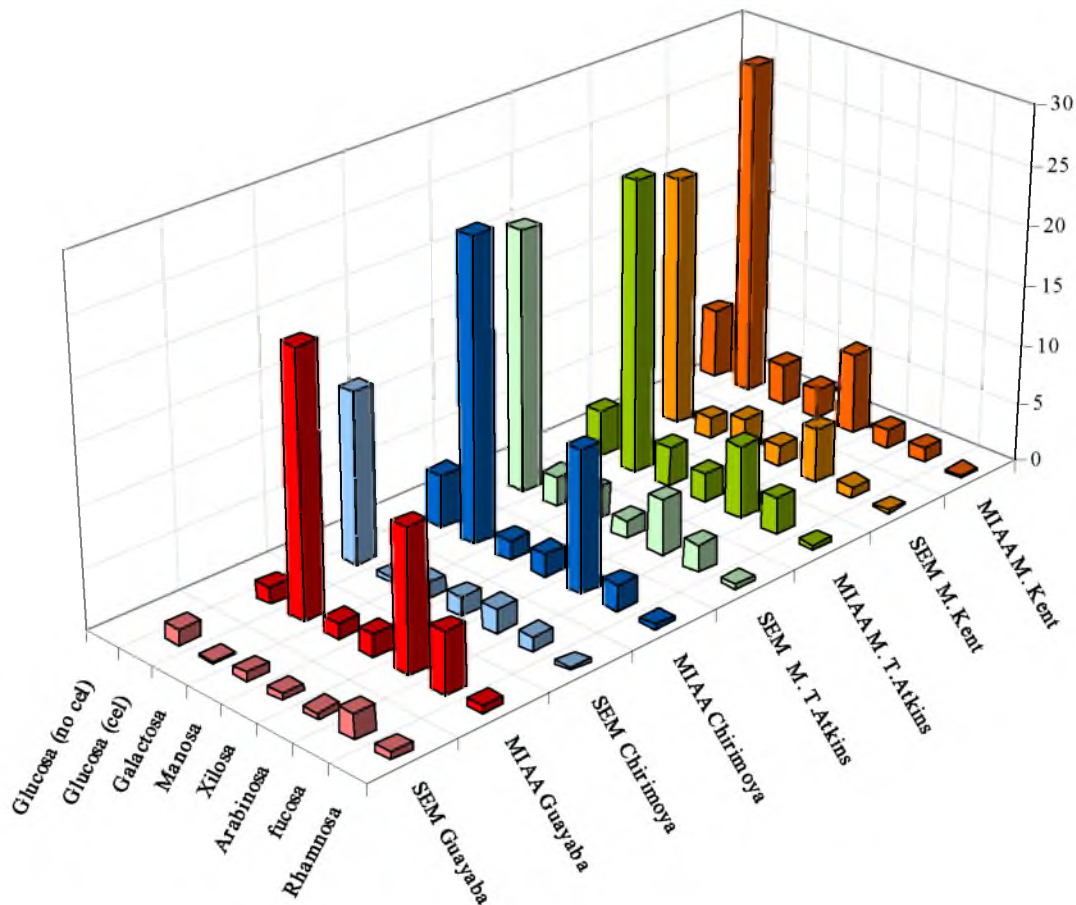


Figura No. 8. Comparación de rendimientos de monosacáridos presentes en la MIAA y en los sobrenadantes provenientes de la enzimación de la pared celular purificada de Chirimoya ecotipo Lisa Mejorada, Guayaba ecotipo Pulpa Rosada, Mango variedad Kent y Mango variedad Tommy Atkins.

7.2. Tecnología para la obtención de cremogenados de chirimoya, guayaba y mango.

El procesamiento para la elaboración de los cremogenados de las frutas en estudio se detalla a continuación:

- **Selección, lavado y pesado.**- Las frutas en el grado de madurez comestible fueron seleccionadas, lavadas y pesadas.
- **Despulpado.**- La fruta se pela manualmente con un cuchillo de acero inoxidable. En el caso del mango se procede a separar pulpa, cáscara y semillas. Para la guayaba se separan las semillas de la pulpa. En la chirimoya se separa la cáscara obteniendo la pulpa incluida el endocarpio y el tallo vegetativo.

Variable de Proceso: Las variables de proceso para esta etapa son: el *tiempo* con una duración de una hora para despulpar 50 Kg de fruta y el *rendimiento* que está en un rango de 75 - 85 % para los cuatro cremogenados.

- **Desintegración.-** Dependiendo de la fruta con la que se este elaborando el cremogenado, se procede a desintegrar la parte correspondiente.

Variable de Proceso: En esta etapa la variable de proceso es el *tiempo* con una duración de 10 minutos para el proceso de elaboración de los cremogenados de guayaba y mango.

- **Escaldado y enfriamiento.-** Esta operación se realiza únicamente en la chirimoya con el objeto de inactivar las enzimas causantes del pardeamiento enzimático (polifenoloxidasas), utilizando vapor fluente, luego se enfría a temperatura ambiente.

Variable de Proceso: Para esta etapa la variable de proceso es el *tiempo* con una duración de 10 minutos.

- **Homogenización sin enzimación.-** En el mango a la pulpa previamente pesada se incorpora un porcentaje de cáscara. En guayaba se pesa la pulpa con toda la cáscara, para posteriormente homogenizar. Y en chirimoya se homogeniza la pulpa incluyendo el endocarpio y el tallo vegetativo.

La determinación del porcentaje de cáscara que se puede incorporar al cremogenado de mango y guayaba se lo obtuvo de las pruebas sensoriales realizadas a catadores no entrenados, habiéndose medido los atributos de color, apariencia, olor y sabor

- **Homogenización con enzimación.-** Puede utilizarse preparaciones enzimáticas comerciales, como auxiliar tecnológico en el proceso de desintegración y solubilización de las cáscaras o pieles de la fruta.

Con base a los resultados obtenidos de la caracterización química de la pared celular de la fruta se selecciona el mejor cóctel enzimático comercial de acuerdo al efecto tecnológico que se desea obtener.

Variable de Proceso: Para esta etapa es el *tiempo* con una duración de 10 minutos para los cuatro cremogenados.

- **Pasteurización.-** El producto se somete a un tratamiento térmico, posteriormente se enfría hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Variables de Proceso. En esta etapa las variables son: el *tiempo* con una duración de 30 minutos y la *temperatura* que es 75 °C para todos los cremogenados.

- **Envasado.-** Se utiliza fundas asépticas para alimentos, de polietileno con cierre hermético, asegurándonos un doble sellado utilizando un equipo destinado para este uso.

Variable de Proceso. En esta etapa la variable es el *tiempo* que se necesita para sellar una funda (aproximadamente 3 segundos).

- **Almacenamiento.-** Las muestras se almacenaron durante 30 días a tres temperaturas. En una cámara de frío para la temperatura de refrigeración, en un

cuarto para la temperatura ambiente promedio y una estufa para la temperatura extrema.

VARIABLES DE PROCESO: Para esta etapa las variables son: el *tiempo* (0, 7, 14, 21 y 30 días) y la *temperatura* ($0 \pm 2^\circ\text{C}$, $18 \pm 2^\circ\text{C}$, $36 \pm 2^\circ\text{C}$) para todos los cremogenados.

En la caracterización química de las paredes celulares de las cuatro frutas se obtuvo un alto contenido de celulosa, habiéndose seleccionado la preparación enzimática comercial Rapidasa Carrot para degradar este polisacárido. Las enzimas se realizaron en cremogenados de chirimoya, guayaba y mango de las variedades Tommy Atkins y Kent, utilizando 10 Unidades Internacionales (UI) de esta preparación enzimática, que tiene alta actividad celulítica (Cx) y baja actividad Pectin Liasa (PL).

Usando Rapidasa Carrot se obtuvo el máximo efecto de solubilización para mango Kent a los 22 minutos (57 % de solubilización), para mango Tommy Atkins el tiempo máximo es a los 60 minutos (44 % de solubilización), para chirimoya ecotipo lisa mejorada el tiempo máximo se alcanza a los 60 minutos (30% de solubilización) y para guayaba ecotipo pulpa rosada el tiempo máximo es 60 minutos (5% de solubilización).

Para determinar el efecto de las enzimas sobre los polisacáridos insolubles del material parietal de cada una de las frutas, se midió el porcentaje de liquefacción a cuatro intervalos de tiempo, durante una hora de incubación a 30°C . Con el fin de obtener el porcentaje de solubilización en cada uno de los cremogenados y así relacionar el efecto de las enzimas sobre la calidad de este producto.

Mediante los rendimientos obtenidos de MIA a pulpa se determinaron las unidades internacionales (UI) de cada cremogenado, las cuales nos permiten calcular el volumen final de cóctel enzimático a añadir que se obtiene de la siguiente fórmula:

$$(CP * Cx * V)_{\text{cóctel}} = (UI)_{\text{cremogenado}}$$

Donde:

CP = concentración de proteína en el cóctel enzimático (mg/ml)

Cx = Actividad Cx (UI/mg)

V = volumen de cóctel a añadir (ml)

UI = unidades internacionales de cremogenado

El porcentaje no solubilizado se calcula pesando el residuo de la enzimación a diferentes tiempos y relacionando éste valor con el resultado al tiempo cero (sin enzima). Los resultados se presentan en el cuadro 7.

Tomando en cuenta que el propósito de la enzimación es hidrolizar hasta un 20 % de la pared celular, de acuerdo al efecto tecnológico que se desea obtener en los cremogenados de fruta, el cual es la obtención de un producto lo mas entero posible, se han determinado los tiempos óptimos de degradación. Para chirimoya el tiempo de enzimación aproximado es 10 minutos, para mango Tommy Atkins el tiempo aproximado es de 8 minutos y para mango Kent el tiempo aproximado es 5 minutos. En el caso de guayaba solo se alcanza a solubilizar el 5% de cremogenado por lo que no se consigue el efecto deseado con este cóctel enzimático y la elaboración del mismo se realiza sin enzimación, parámetros que se han considerado al realizar el análisis económico para cada fruta.

Cuadro 7. Hidrólisis enzimática y su efecto en la solubilización de los polisacáridos de los cremogenados en cuatro frutas

CHIRIMOYA ECOTIPO LISA MEJORADA			
Min. enzimac.	No solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto cóctel enzimático (%)
0	99.78	0.22	0
15	74.64	25.36	25.14
30	73.96	26.04	25.82
45	72.67	27.33	27.11
60	69.08	30.92	30.70
GUAYABA ECOTIPO PULPA ROSADA			
Tiempo de enzimación	No solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	79.10	20.90	0
15	76.84	23.16	2.26
30	76.36	23.64	2.74
45	75.40	24.60	3.70
60	74.32	25.68	4.78
MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS			
Tiempo de enzimación	No solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	74.15	25.85	0
15	37.97	62.03	36.18
30	34.00	66.00	40.15
45	31.01	68.99	43.14
60	30.75	69.25	43.40
MANGO VARIEDAD KENT			
Tiempo de enzimación	No solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	95.83	4.17	0
15	43.28	56.72	52.55
30	42.12	57.88	53.71
45	41.64	58.36	41.64
60	39.73	60.27	39.73

La temperatura más adecuada para almacenarlos es 0 ± 2 °C; ya que la acidez, pH y °Brix no varían considerablemente y la degradación de la vitamina C es menor; los valores de los coeficientes de la ecuación de Arrhenius y de la energía de activación para la cinética de la vitamina C en los productos permitieron establecer el intervalo de degradación del ácido ascórbico total es de 15 a 35 KJ/g.mol.

En la evaluación sensorial se potenció el atributo sabor dentro de las cuatro características evaluadas para el cremogenado, obteniéndose los mejores resultados de aceptabilidad cuando se adicionó 5% de cáscara para el mango variedad Tommy Atkins y 9% para el mango variedad Kent. Así tenemos que para chirimoya el rendimiento calculado del cremogenado sube ligeramente con la adición del tallo vegetativo a la pulpa. Para guayaba se obtuvo un rendimiento calculado de 80.52%. Para el mango variedades Tommy Atkins y Kent, el rendimiento en cremogenado es la suma de los porcentajes de pulpa con 5.08 % y 9.38 % de cáscara, que corresponde a 83.87% y 86.39%, respectivamente.

Los resultados obtenidos por el panel de catadores no entrenados, al evaluar las muestras de guayaba con su piel (cremogenado) no mostraron diferencia significativa pudiendo incorporarse toda la cáscara de esta fruta, la cual representa un 9 – 14 % en el peso total de la misma.

Para las variedades de mango los tratamientos constituyeron el Tratamiento uno (concentración 25%), se añade de cada fruta la cuarta parte de su cáscara y toda la pulpa. Para el tratamiento Tratamiento dos (concentración 50%), se añade de cada fruta la mitad de cáscara y toda la pulpa. Para el tratamiento Tratamiento tres (concentración 75%), se añade de cada fruta las tres cuartas partes de cáscara y toda la pulpa. Y para el tratamiento Tratamiento cuatro (concentración 100%), se añade de cada fruta toda la cáscara y toda la pulpa. El tratamiento testigo (Tratamiento cinco) correspondió únicamente la pulpa de esta fruta. Se evaluaron los atributos de: color, apariencia, olor y sabor, utilizándose una escala de uno a cuatro con un panel cuatro catadores no entrenados. El análisis de varianza ($\alpha = 0.05$) sobre todos los atributos sensoriales que se evaluaron, mostraron que los tratamientos son significativos

El análisis económico realizado para una presentación de 500 gramos de cremogenado, fue el siguiente: el cremogenado de guayaba tiene un costo de producción menor (0.35 USD), seguido de mango Kent (1.17 USD), luego mango Tommy Atkins (1.43 USD) y siendo mayor para la chirimoya (1.67 USD). Se logró obtener cremogenados de las cuatro frutas, de buena calidad, pues el proceso desarrollado constituye una alternativa tecnológica y comercial que permitirá alcanzar un potencial agroindustrial.

Toda la información estadística, análisis económico, así como los diagramas de flujo para la elaboración de los cremogenados se presentan en la tesis de grado.



7.3. Tecnología para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente de chirimoya, guayaba y mango.

En los cócteles enzimáticos se procedió a realizar una caracterización preliminar, para lo cual se estudia la concentración de azúcares totales, ácido galacturónico, proteína y las principales actividades enzimáticas, como la actividad 1-4 β -endoglucanasa (Cx) y pectin-lasa (PL), se presenta en el Cuadro 8 del Anexo 1.

El análisis de la cinética de hidrólisis se realizó utilizando el cóctel Rapidasse Carrot Cloud sobre las paredes celulares purificadas de chirimoya ecotipo lisa mejorada, guayaba ecotipo rosada y mango de las variedades Tommy Atkins y Kent, para lo cual se elaboro curvas de concentración del cóctel enzimático versus porcentaje de solubilización de la pared celular, a una temperatura de incubación de 30°C y un tiempo de 60 minutos.

Las enzimas se realizaron utilizando una concentración inicial de 25 UI de Cx, posteriormente se procedió a duplicar y triplicar esta concentración hasta que el porcentaje de AGU y AZT producidos sea constante, utilizando las actividades enzimáticas determinadas en la caracterización de los cócteles se calcula el volumen de cóctel a añadir mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{UI}{CP * Cx} * 1000$$

En donde:

V = Volumen de cóctel a añadir (μ l)

UI = Unidades internacionales de Cx de referencia

CP = Concentración de proteína en el cóctel enzimático (mg/ml)

Cx = Actividad Cx del cóctel enzimático en UI Cx / mg de proteína

Se tiene un estudio completo sobre el efecto de la cinética de hidrólisis en función de la actividad Cx y PL sobre las paredes celulares de las cuatro frutas, los cuales se presentan en la tesis de grado respectiva.

Se tomo como base este estudio preliminar y se procedió a realizar el tratamiento enzimático sobre las paredes celulares purificadas se realizó aplicando la matriz superficial de experiencia, para lo cual se incubo las diferentes paredes celulares purificadas con los cócteles enzimáticos diluidos en buffer al pH de las frutas, posteriormente se procede a inactivar las enzimas mediante un proceso de pasteurización. Las condiciones óptimas a las cuales se producen el mayor porcentaje de solubilización son a una temperatura de 45°C y una concentración del cóctel de 500 ppm.

Los resultados obtenidos para la acción de los tres cócteles enzimáticos sobre las paredes celulares de las cuatro frutas se presentan en el Cuadro 9.

En el tratamiento enzimático sobre la pulpa de cada una de las frutas en estudio, se determinó el porcentaje de solubilización y la viscosidad, los resultados se exponen en el Cuadro 10 y 11

Cuadro 9. Efecto de tres cócteles enzimáticos comerciales sobre el porcentaje de solubilización de la pared celular purificada chirimoya, guayaba y mango.

Pared Celular Purificada (MIAA)	Cócteles enzimáticos comerciales		
	Rapidasse Pomaliq	Rapidasse Carrot	Tropical Cloud
Chirimoya pulpa ecotipo lisa mejorada	26%	23%	16%
Guayaba entera ecotipo rosada	11%	13%	8%
Mango pulpa var. Tommy Atkins	61%	56%	28%
Mango pulpa var. Kent	62%	48%	31%

Cuadro 10. Tratamiento enzimático sobre las pulpas de chirimoya ecotipo Lisa mejorada, guayaba ecotipo Pulpa rosada, mango variedades Tommy Atkins y Kent

CHIRIMOYA ECOTIPO LISA MEJORADA CÓCTEL RAPIDASSE POMALIQ			
Tiempo Enzimación (min)	No Solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	99,96	0,04	39,61
90	60,35	39,65	
GUAYABA ECOTIPO ROSADA CÓCTEL RAPIDASSE CARROT CLOUD			
Tiempo Enzimación (min)	No Solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	85,06	14,94	23,34
90	61,72	38,28	
MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS CÓCTEL RAPIDASSE POMALIQ			
Tiempo Enzimación (min)	No Solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	93,05	6,95	52,08
90	40,97	59,03	
MANGO VARIEDAD KENT CÓCTEL RAPIDASSE POMALIQ			
Tiempo Enzimación (min)	No Solubilizado (%)	Solubilizado (%)	Efecto del cóctel enzimático (%)
0	87,05	12,95	55,69
90	31,36	68,64	

Cuadro 11. Efecto del tratamiento enzimático sobre la viscosidad de los sobrenadantes de las pulpas de las cuatro frutas en estudio.

MUESTRA PULPA	CÓCTEL	VISCOSIDAD INICIAL (t ₀) ¹ (cst)	VISCOSIDAD FINAL (t ₉₀) ² (cst)	REDUCCIÓN VISCOSIDAD (%)
Chirimoya*	R. Pomaliq	2,22	1,67	24,64
Guayaba**	R. Carrot	1,83	1,55	15,18
M. Tommy Atkins*	R. Pomaliq	1,53	0,99	34,98
M. Kent*	R. Pomaliq	1,40	0,81	41,76

* pulpa

1. Sin tratamiento enzimático

* pulpa y cáscara

2. Con tratamiento enzimático

Las enzimas se realizaron en las pulpas de chirimoya, guayaba y mango, utilizando los mejores tratamientos obtenidos en la primera fase. Procediéndose a realizar la incubación en la pulpa de chirimoya con la preparación enzimática Rapidasse Pomaliq, en la pulpa de guayaba con Rapidasse Carrot y en la pulpa de mango de las variedades Tommy Atkins y Kent con Rapidasse Pomaliq, a una temperatura de 45 °C por 90 minutos y una concentración para cada cóctel de 500 ppm.

Para determinar el efecto de las enzimas sobre la pulpa de las frutas en estudio, se midió el porcentaje de solubilización, centrifugando a 3000 rpm durante 15 minutos, la cantidad no solubilizada se calcula pesando el residuo de la enzimación y relacionando éste valor con el obtenido al tiempo cero (sin enzimación).

En la Figura 9, se puede apreciar el efecto de las diferentes preparaciones enzimáticas comerciales sobre las pulpas de las frutas. Para el mango variedad Kent se encontró el porcentaje de solubilización más alto con un 55%, el mango variedad Tommy Atkins presenta una solubilización del 52%, en la chirimoya ecotipo Lisa Mejorada se observa una solubilización del 39% y la guayaba ecotipo pulpa rosada presenta el porcentaje de solubilización más bajo con un 23%.

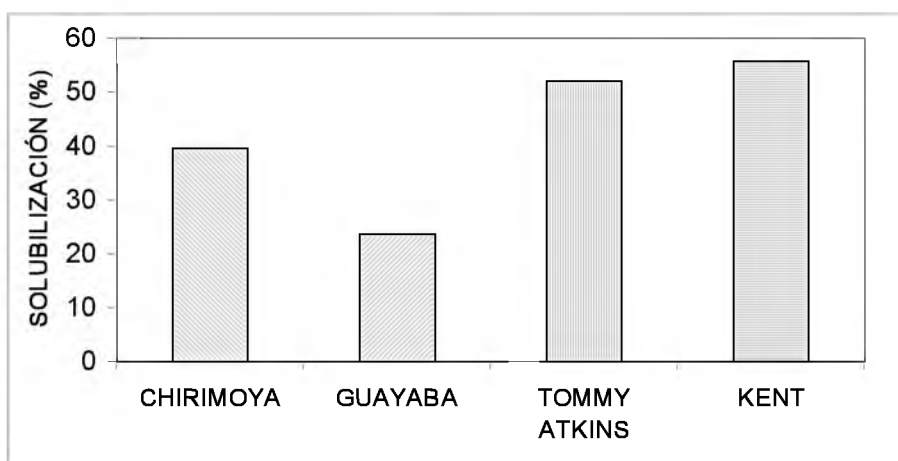


Figura 9. Efecto de las preparaciones enzimáticas comerciales sobre las pulpas de: chirimoya ecotipo Lisa mejorada, guayaba ecotipo Rosada y mango de las variedades Tommy Atkins y Kent.

Adicionalmente, para establecer el efecto de los cócteles enzimáticos sobre la pulpa de las frutas, se determinó la viscosidad cinemática en los sobrenadantes o jugos obtenidos luego del proceso de centrifugación en las pulpas sin tratamiento enzimático (t_0 minutos) y luego de la enzimación (t_{90} minutos). Para lo cual se utilizó un viscosímetro de vidrio Cannon-Frenske, los resultados se presentan en la Figura 10.

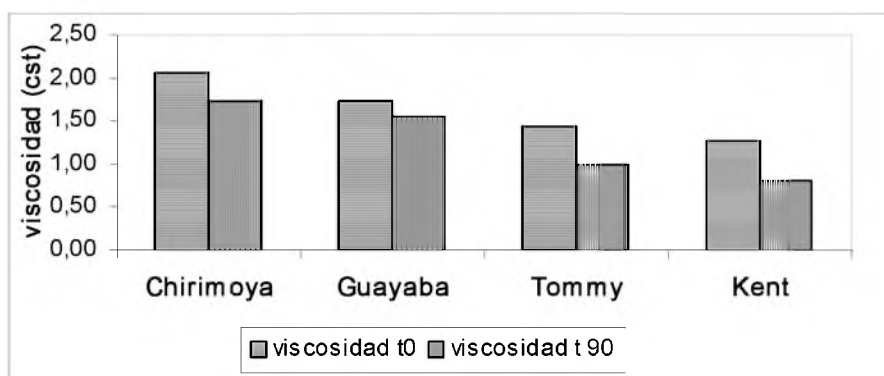


Figura 10. Viscosidad Cinemática en los sobrenadantes de las pulpas de chirimoya, guayaba y mango, por efecto del tratamiento enzimático

La viscosidad del mango variedad Kent se redujo en un 47%, para el mango variedad Tommy Atkins se obtuvo 43%. En la chirimoya ecotipo Lisa Mejorada se observa una reducción de la viscosidad del 31%. La guayaba ecotipo pulpa rosada presenta el porcentaje de reducción de la viscosidad en un 19%, siendo el más bajo de las cuatro frutas en estudio. La temperatura más adecuada para prolongar la vida de anaquel de las pulpas tratadas enzimáticamente de las frutas en estudio es a 0 ± 2 °C; pues el contenido de sólidos solubles tiende a mantenerse durante el almacenamiento, además existe menor degradación de la vitamina C.

En el análisis económico realizado para una presentación de 500 gramos de pulpa tratada enzimáticamente, la guayaba tiene un costo de producción de 0.44 USD, mango Tommy Atkins 0.81 USD, mango Kent 0.82 USD y chirimoya 1.17 USD.



7.4. Rentabilidad para la industrialización de una planta exportadora de mango en estado natural.

Se analizó, entre cinco plantas de tratamiento de mango, la que según ciertos criterios de selección -área del terreno, área de construcción, posibilidades de ampliación, capacidad de procesamiento y capacidad instalada-, cumplía con las expectativas del proyecto, siendo escogida la planta Agriproduc, la misma que sirvió de base para la elaboración del estudio.

Agriproduc es una de las plantas exportadoras más reconocidas a nivel nacional. Se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, y está considerada como la planta más grande del país, tanto por su infraestructura, equipos y capacidad de producción.

Del total de su producción, el 70% se destina a la exportación, y el restante se descarta del proceso por no cumplir con las especificaciones requeridas para ser exportada como fruta natural. Parte de este rechazo es destinado para consumo local; otro, a la venta a plantas procesadoras de frutas, y el restante se desperdicia porque no es utilizado para otros fines, surtiendo así, la necesidad de aprovechar este descarte para darle valor agregado al producto, el cual serviría como materia prima de primera transformación para las plantas demandantes; es por ello que, para efectos del proyecto, se utilizó el mango producto del descarte de la planta Agriproduc, con el fin de darle valor agregado al mismo.

El mango, al ser una fruta estacionaria, tiene un período de producción de 4 meses, el cual inicia a mediados de octubre con la variedad Tommy Atkins, finalizando a inicios de febrero con la variedad Kent, siendo estas dos variedades muy apetecidas a nivel mundial y además las de mayor producción en nuestro país, las mismas que fueron escogidas para efectos del proyecto, el cual busca su viabilidad, pudiendo ser un fuerte potencial alternar el proceso con otra fruta que pueda suplir las necesidades en la época en que no se dé el rubro mango.

La fruta escogida para ser utilizada en el proceso los meses restantes, según el estudio de mercado realizado, indica que la guayaba también es una fruta muy apetecida en el mercado mundial debido a sus características y fuerte poder vitamínico, siendo los productos a elaborar en el proyecto, de tres clases: pulpa, pulpa con tratamiento enzimático y cremogenado.

La cantidad de pulpa de mango a ofrecer es de 576 t y la cantidad de pulpa de guayaba a ofrecer es de 1.728 t. El costo por tonelada de pulpa es de USD 560. Las cualidades del producto terminado y los volúmenes de comercialización facilitarán el mercadeo de los productos estudiados en este proyecto (pulpas y cremogenados de mango y/o guayaba), ya que existe una continua demanda del mercado externo, en base a un producto de calidad.

En un estudio realizado por la CORPEI en el año 1.999, señala que el comportamiento de los europeos frente a las frutas en general es muy variado, consumiendo en mayor proporción los del norte que los del sur. Francia y en menor proporción España, son más receptivos a jugos de frutas tropicales. El consumo de las pulpas tiene una gran demanda en forma de granel concentrado. La India así como muchos países de Europa, Australia, Medio Oriente, etc, está interesada en la importación de las pulpas o purés en granel para utilizarlos en mezcla de jugos, refrescos y bebidas de frutas, helados, yogurt, preparación de pasteles, salsas, pickles y alimentos para bebés. Los mercados principales son Estados Unidos, la Unión Europea y el Medio Oriente.

Las pulpas así como otros derivados continúan siendo negociados internacionalmente, principalmente en forma de granel, para ser utilizados como materia prima por varias industrias. Esto es ventajoso para nuestro proyecto ya que se intentaría competir en el mercado mundial con esta clase de elaborados.

En el año 2.000, el comportamiento del mercado de frutas procesadas a nivel mundial colocó a los concentrados y pulpas con un volumen de comercialización del 28% del mercado de las frutas procesadas. Durante 1.994, las exportaciones ecuatorianas de jugo estuvieron dirigidas a los mercados de la Unión Europea y a los Estados Unidos. Las exportaciones indicadas como jugo de mango registran exportaciones en 1.994 de 49 t y en 1.995 (hasta junio) con 149 t; el destino principal fue Países Bajos y EE.UU con un volumen de 48 t.

Entre 1.995 y 1.996, el valor de las exportaciones ecuatorianas de pulpa de mango presentó una caída debido a la presencia del fenómeno del niño. Sin embargo, el crecimiento del mercado de pulpas de mango ha ido en aumento debido a la evolución y desarrollo en la comercialización del producto en el mercado mundial. De acuerdo a los datos estadísticos proporcionados por la Empresa de Manifiestos de la ciudad de Guayaquil, la demanda de pulpa de mango de 13 -18 ° Brix para Ecuador fue en el año 2.000 de 122,41 t para el 2.001 de 550,43 t mientras que para el año 2.002 fue 1.504,66 t; es decir que del año 2.000 al 2.002, el consumo de pulpas de mango se incrementó en más del 1.100%, como se indica en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Destino de las exportaciones Ecuatorianas de pulpa de mango (t)

Nº	Países	2 000	2 001	2 002	Acumulado	% Participación
1	Chile	18,34	91,40	18,760	128,498	5,9
2	Holanda	47,86	0	225,830	273,692	12,6
3	Guatemala	19,60	18,04	74,040	111,683	5,1
4	EEUU	4,93	62,87	110,240	178,035	8,2
5	España	31,67	289,10	458,970	779,741	35,8
6	Japón	0	1,11	42,271	43,376	2,0
7	Jamaica	0	34,82	37,300	72,123	3,3
8	Perú	0	18,16	0	18,161	0,8
9	Nueva Zelanda	0	34,94	35,810	70,743	3,2
10	Canadá	0	0	0,700	0,696	0,0
11	Arabia Saudita	0	0	53,210	53,212	2,4
12	Rusia	0	0	165,570	165,571	7,6
13	Rep.Dominicana	0	0	18,350	18,349	0,8
14	Israel	0	0	115,770	115,768	5,3
15	Alemania	0	0	147,840	147,840	6,8
TOTAL		122,41	550,43	1504,660	2 177,490	100,0

Fuente: Empresa de Manifiestos

La obtención de la rentabilidad se realizó mediante la evaluación financiera que se utilizará y la obtención de la rentabilidad tanto para el proyecto como para el accionista. Para la evaluación del proyecto se utilizó el criterio del valor actual neto y el criterio de la tasa interna de retorno. El primero plantea que el proyecto debe ponerse en marcha si su

valor actual neto o VAN es igual o superior a cero, siendo el VAN la diferencia entre todos sus ingresos y egresos.

El criterio de la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de la tasa única de rendimiento por período, lo que hace que la totalidad de los beneficios actualizados sean exactamente iguales a los desembolsos expresados. Si esta tasa es superior a la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) el proyecto se debe aceptar caso contrario es rechazado. La TMAR para este proyecto se la establecerá en 18% debido al riesgo país para el establecimiento de este tipo de negocio, producto de las variaciones de precios internacionales del producto terminado en el mercado externo y de la inestabilidad económica y política del Ecuador. Entonces aplicando estos criterios de evaluación financiera se obtiene los resultados del Cuadro 13, mostrados a continuación.

Cuadro 13. Evaluación y rentabilidad del proyecto.

Criterio de evaluación	Flujo del Proyecto	Flujo del Accionista
TIR	126,64%	115,63%
VAN	\$ 2.775,16 (miles)	\$ 2.633,81 (miles)
TMAR	18%	18%

La tasa interna de retorno que brinda el proyecto es superior a la tasa mínima atractiva de retorno brindada por los bancos. El valor actual neto resulta positivo, lo cual constituye otra herramienta financiera que demuestra la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Su éxito estará vinculado con la experiencia de los inversionistas, quienes deberán de atender todo el proceso productivo y de comercialización.

Por las razones expuestas anteriormente, y que se encuentran en mayor detalle en la tesis de la ESPOL (entregada como producto), el proyecto es viable comercial, técnica, legal y financieramente. Con este tipo de proyectos, se puede fortalecer no sólo el área netamente industrial, sino también el área agrícola, ya que al proveernos de frutas tropicales para la elaboración de materias primas de primera transformación, se desarrollan otros sectores de la economía un poco decaídos.

7.5. Tecnologías para la obtención de jugos clarificados enzimáticamente y otros elaborados que se obtengan para las cuatro frutas en estudio.

La obtención de los jugos clarificados se realizó de la misma forma que en los resultados anteriores, para cada una de las frutas en estudio.

Mango variedad Kent.

En la figura 11, se puede establecer que en los 10 primeros minutos del proceso de microfiltración el flujo de permeado disminuye rápidamente, posteriormente existe una tendencia a incrementarse el flujo esto se debe fundamentalmente a que la velocidad de acción de las enzimas es mayor a la velocidad de colmatación de la membrana. A partir de los 35 minutos la disminución del flujo de permeado es menor y toma ya una tendencia a ser constante hasta el final del proceso.

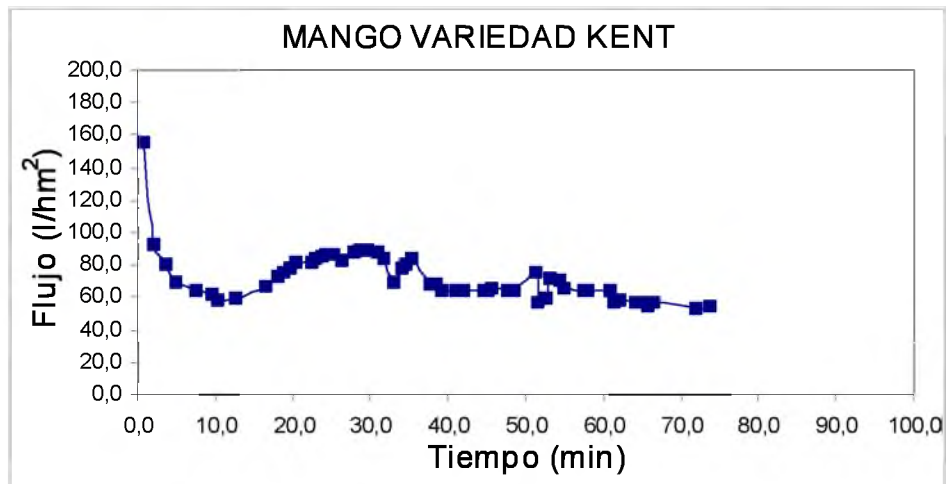


Figura 11. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de mango variedad Kent

El flujo inicial obtenido para el mango variedad Kent es de 155 l/hm^2 (litro/hora metro cuadrado), produciéndose una disminución paulatina del mismo durante el proceso de microfiltración hasta estabilizarse en 50 l/hm^2 , obteniéndose un factor de reducción volumétrica de 3.10 y estableciéndose que el flujo global de el equipo de microfiltración tangencial utilizado es de 113 l/hm^2 obteniéndose un rendimiento en jugo clarificado del 67.74% con respecto al jugo inicial de mango variedad Kent.

En la figura 12, se representa la variación del porcentaje de sólidos insolubles en suspensión en función del tiempo de microfiltración, en donde podemos observar que al inicio del proceso se produce un descenso de los sólidos insolubles en suspensión (SIS) debido al proceso de tratamiento enzimático al que se somete la pulpa antes de ingresar al proceso de microfiltración, posteriormente se observa la tendencia a incrementarse el porcentaje de SIS, debido al proceso de concentración al que se somete el jugo.

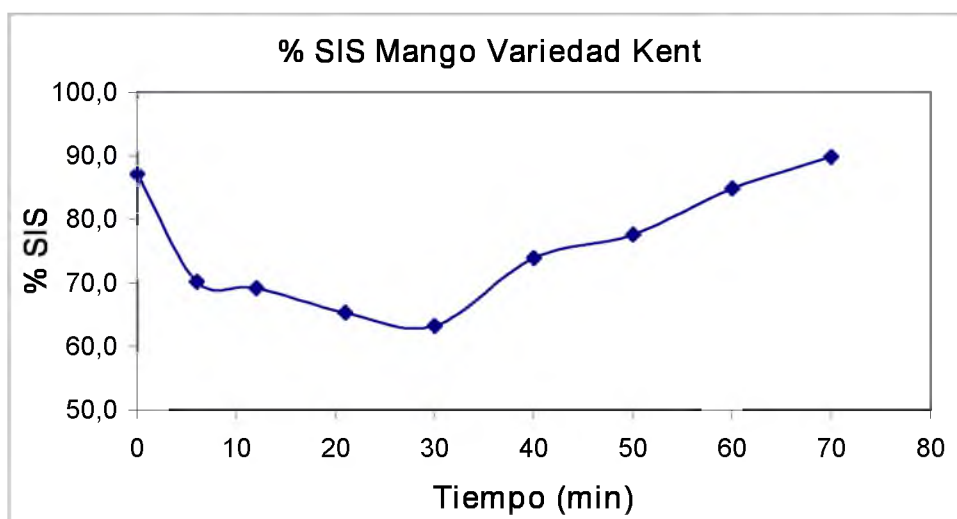
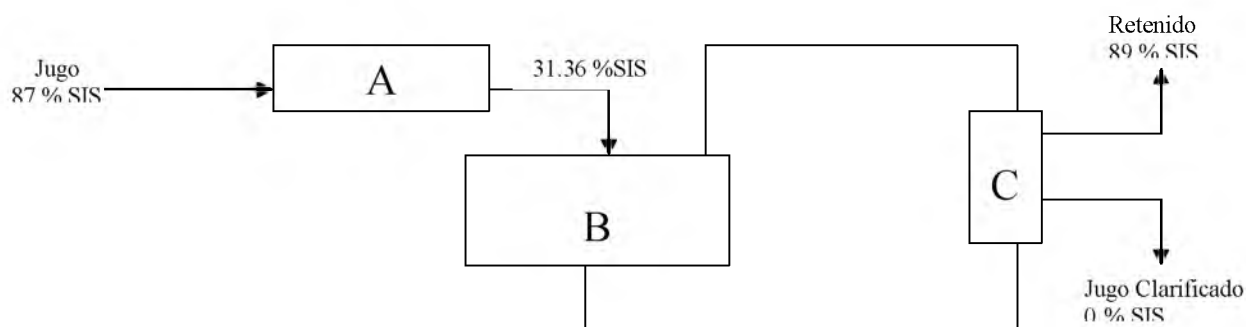


Figura 12. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en suspensión en función del tiempo de microfiltración.

El resumen del proceso para la obtención de los jugos clarificados se presenta a continuación.



En donde:

A = Reactor (Enzimación)

B = Tanque de recepción del jugo enzimado

C = Filtro (Membrana de Microfiltración)

Se observa el proceso general para la obtención del jugo clarificado y la reducción de los sólidos insolubles del jugo inicial después del tratamiento enzimático del 87% al 31.36% de SIS, incrementándose este porcentaje al producirse la extracción continua del permeado llegando a obtener un porcentaje del 89 % SIS en el retenido o jugo pulposo final.

En el Cuadro 14, se presenta los resultados de la caracterización físico-química de los jugos clarificados obtenidos, para lo cual se analizó el pH, °Brix, Vitamina C y la viscosidad cinemática en el jugo inicial, jugo enzimado y en el jugo retenido.

Cuadro 14. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de mango variedad Kent.

Parámetros	Jugo Fresco	Jugo Permeado	Jugo Retenido
pH	4,72	3,70	3,69
Sólidos Solubles (° Brix)	18,12	16,19	16,52
Vitamina C (mg/100g)	49,71	15,52	13,75
Viscosidad cinemática (cst)	ND	1,16	ND

ND = No determinado

Con base a los resultados se puede establecer que en los cuatro jugos no existe una mayor variación en el pH manteniéndose este en valores de 3,7 a 4,7 durante todo el proceso, de igual forma los ° Brix se mantienen en valores de 16-18 ° Brix. La Vitamina C tiende a disminuir.

Mango variedad Tommy Atkins

En la figura 13, se presenta la variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de mango variedad Tommy Atkins:

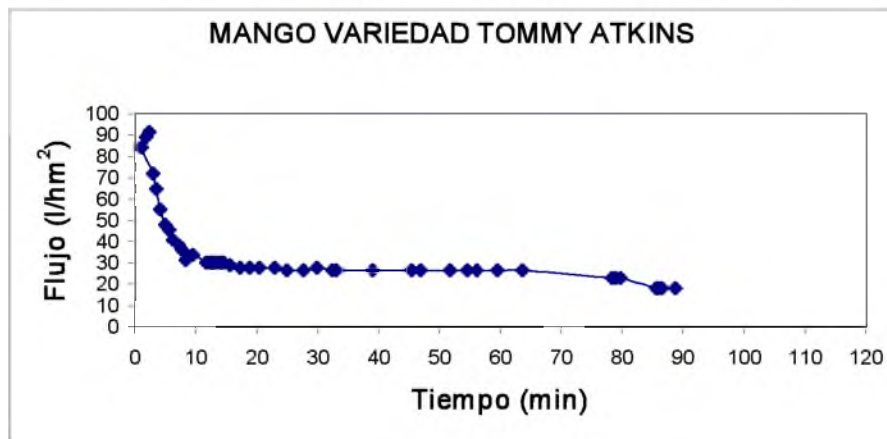


Figura 13. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de mango variedad Tommy Atkins

Se puede establecer que durante los 10 primeros minutos del proceso de microfiltración el flujo de permeado disminuye drásticamente obteniéndose un comportamiento similar al producido con mango variedad Kent, posteriormente existe una tendencia a estabilizarse el flujo. A partir de los 65 minutos la disminución del flujo de permeado es mínima presentándose ya una tendencia a ser constante hasta el final del proceso de filtración.

El flujo inicial obtenido para el mango variedad Tommy Atkins es de 91.2 l/hm², produciéndose una disminución paulatina del mismo durante el proceso de microfiltración hasta estabilizarse en 18 l/hm², obteniéndose un factor de reducción volumétrico de 1.55 y estableciéndose que el flujo global de el equipo de microfiltración tangencial utilizado es de 30 l/hm² obteniéndose un rendimiento en jugo clarificado del 35.48 % con respecto al jugo crudo de mango variedad Tommy Atkins.

En la figura 14, se representa la variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración, en donde podemos observar que al inicio del proceso se produce un descenso de los SIS debido al proceso de tratamiento enzimático al que se somete la pulpa antes de ingresar al proceso de microfiltración, posteriormente la tendencia es a incrementar el porcentaje de SIS, debido al proceso de concentración del jugo a medida que se extrae la mayor cantidad de permeado.

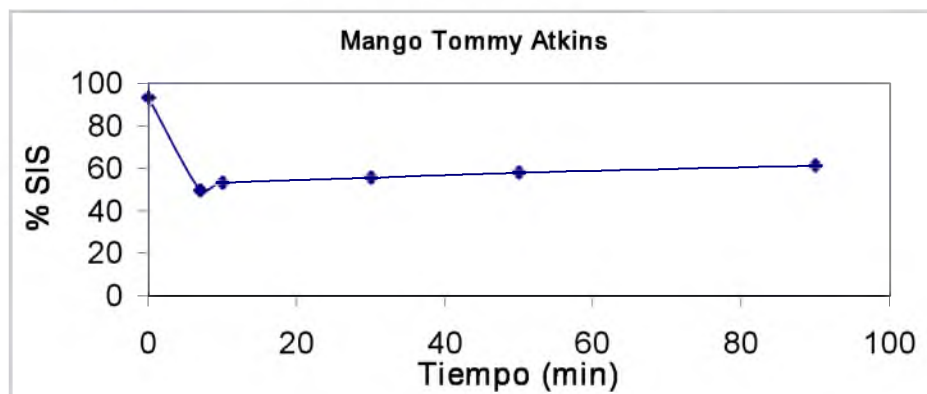
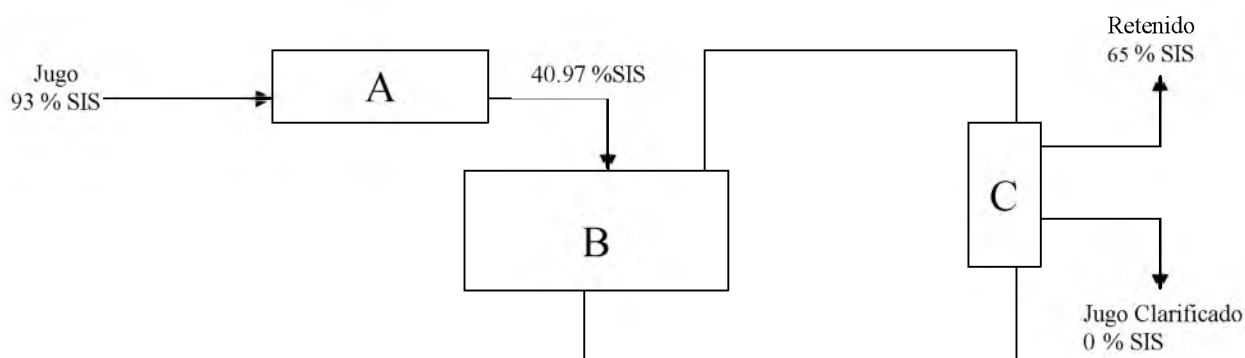


Figura 14. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración.

El resumen del proceso para la obtención de los jugos clarificados se presenta a continuación.



En donde:

A = Reactor (Enzimación)

B = Tanque de recepción del jugo enzimado

C = Filtro (Membrana de Microfiltración)

Se observa el proceso general para la obtención de el jugo clarificado y la reducción de los sólidos insolubles del jugo inicial después del tratamiento enzimático del 93% al 40.97% de SIS, incrementándose este porcentaje al producirse la extracción continua del permeado llegando a obtener un porcentaje del 65 % SIS en el retenido o jugo pulposo final.

En el cuadro 15, se presenta los resultados de la caracterización de los jugos clarificados obtenidos, para lo cual se analizó el pH, °Brix, Vitamina C y la viscosidad cinemática en el jugo inicial, jugo enzimado y en el jugo retenido.

Cuadro 15. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de mango variedad Tommy Atkins.

Parámetros	Jugo Fresco	Jugo Permeado	Jugo Retenido
pH	3,49	3,58	3,57
Sólidos Solubles (°Brix)	14,01	14,28	14,4
Vitamina C (mg/100g)	23,09	12,02	9.60
Viscosidad (cst)	ND	1,20	ND

ND = No determinado

Con base a los resultados se puede establecer que en los cuatro jugos no existe una mayor variación en el pH manteniéndose este en valores de 3,49 a 3.5 durante todo el proceso, de igual forma los ° Brix se mantienen, la Vitamina C tiende a disminuir durante el proceso de microfiltración.

Chirimoya ecotipo Lisa mejorada

En la figura 15 se representa la variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de chirimoya ecotipo Lisa Mejorada. Para el caso de la muestra de chirimoya se realizó un tamizado del jugo enzimado con la finalidad de eliminar las células piedras que posee la pulpa de esta fruta previo al ingreso a la unidad de microfiltración.

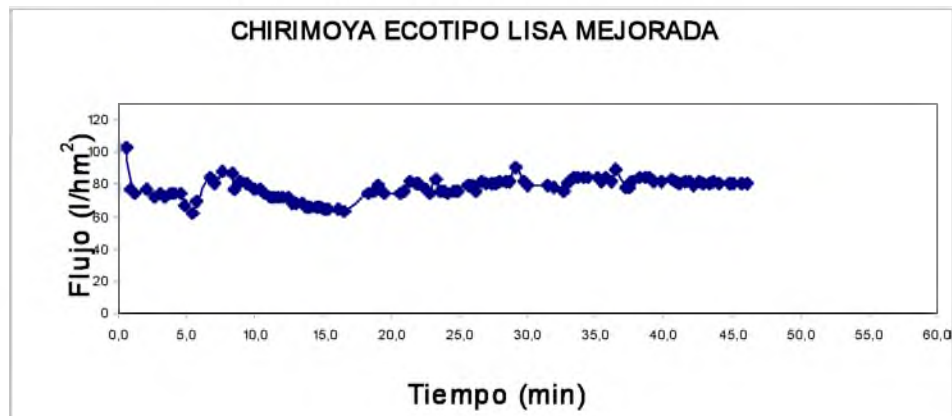


Figura 15. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de chirimoya ecotipo Lisa mejorada.

Se puede establecer que durante los 10 primeros minutos del proceso de microfiltración se produce una mayor reducción del flujo de permeado, posteriormente existe una tendencia a incrementarse el flujo debido a que la velocidad de enzimación es superior a la velocidad de colmatación de la membrana. A partir de los 20 minutos la disminución del flujo de permeado es mínima presentándose ya una tendencia a ser constante hasta el final del proceso de filtración.

El flujo inicial obtenido para la chirimoya ecotipo Lisa Mejorada es de 103 l/hm², produciéndose una disminución progresiva del mismo durante el proceso de microfiltración hasta estabilizarse en 80 l/hm², obteniéndose un factor de reducción volumétrico de 2.28 y estableciéndose que el flujo global de el equipo de microfiltración tangencial utilizado es de 91.38 l/hm² obteniéndose un rendimiento en jugo clarificado del 56.14 % con respecto al jugo crudo de chirimoya ecotipo Lisa Mejorada.

En la figura 16, se representa la variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración, en donde podemos observar que al inicio de l proceso se produce un descenso de los sólidos insolubles en suspensión debido al proceso de tratamiento enzimático al que se somete la pulpa antes de ingresar al proceso de microfiltración, posteriormente se observa la tendencia a incrementarse el porcentaje de SIS, debido al proceso de concentración del jugo.

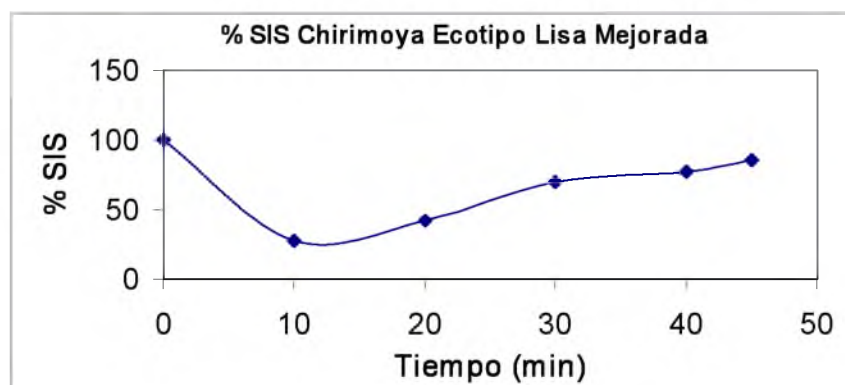
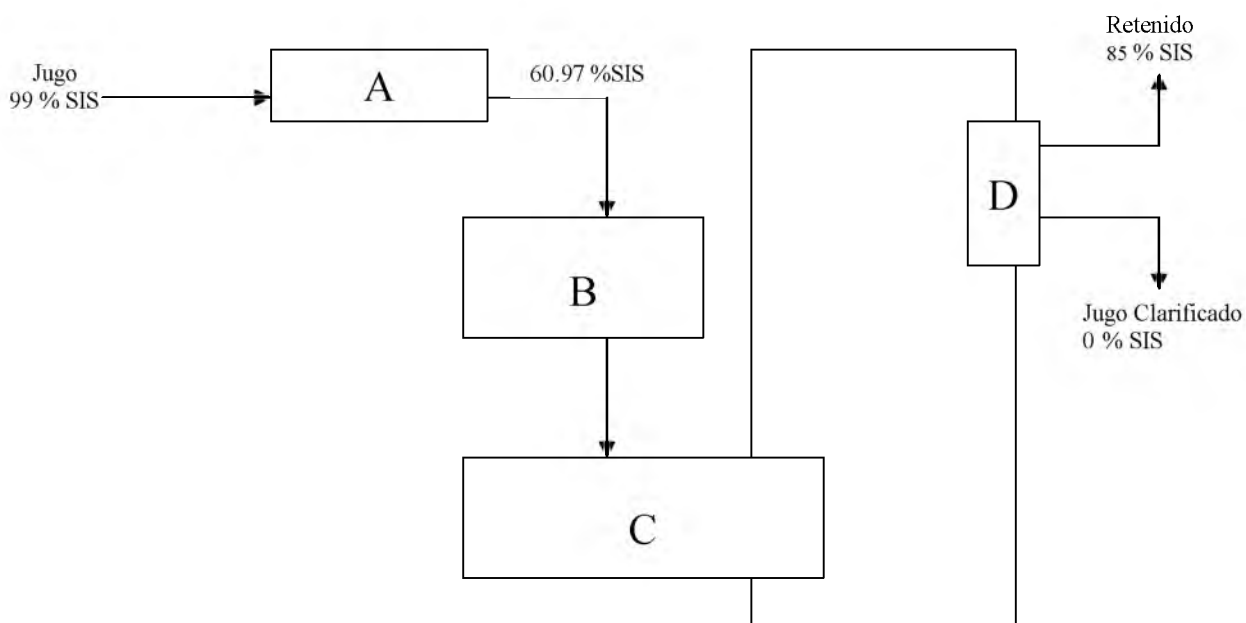


Figura 16. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración.

El resumen del proceso para la obtención de los jugos clarificados se presenta a continuación:



En donde:

- A = Reactor (Enzimación)
- B = Tamiz (Tela muselina)
- C = Tanque de recepción del jugo enzimado
- D = Filtro (Membrana de Microfiltración)

Se observa el proceso general para la obtención de el jugo clarificado y la reducción de los sólidos insolubles del jugo inicial después del tratamiento enzimático del 99% al 60% de SIS, incrementándose este porcentaje al producirse la extracción continua del permeado llegando a obtener un porcentaje del 85 % SIS en el retenido o jugo pulposo final.

En el cuadro 16, se presenta los resultados de la caracterización de los jugos clarificados obtenidos, para lo cual se analizó el pH, °Brix, Vitamina C y la viscosidad cinemática en el jugo inicial, jugo enzimado y en el jugo retenido.

Cuadro 16. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de chirimoya ecotipo Lisa mejorada

Parámetros Físicos/nutricionales	Jugo Fresco	Jugo Permeado	Jugo Retenido
pH	4,64	4,05	4,17
Sólidos Solubles (° Brix)	21,06	21,60	21,62
Vitamina C (mg/100g)	61,48	32,67	24,52
Viscosidad (cst)	ND	1,48	ND

ND= No determinado

Con base a los resultados se puede establecer que en los cuatro jugos no existe una mayor variación en el pH ni de los Sólidos Solubles, la vitamina C disminuye.

Guayaba ecotipo rosada.

Para el jugo de guayaba se realizó el proceso de microfiltración tangencial en una muestra sin tamizar y en otra muestra tamizada a través de tela muselina con la finalidad de eliminar las células y partículas que posee la pulpa de esta fruta.

En la figura 17, se representa la variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Rosada. Sin un proceso de tamizado previo.

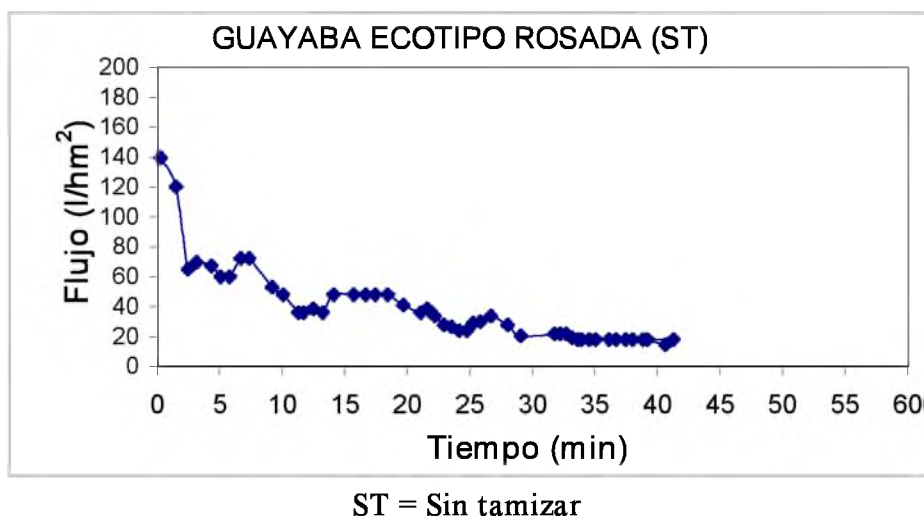


Figura 17. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Pulpa Rosada

Se puede establecer que durante los 10 primeros minutos del proceso de microfiltración el flujo de permeado disminuye drásticamente, posteriormente existe una tendencia a incrementarse el flujo debido a que la velocidad de enzimación es superior a la velocidad de colmatación de la membrana. A partir de los 25 minutos la disminución del flujo de permeado es mínima presentándose ya una tendencia a ser constante hasta el final del proceso de filtración.

En la muestra de guayaba sin tamizar al iniciar la microfiltración, el flujo obtenido es de 139.2 l/hm², produciéndose una disminución del mismo durante el proceso de microfiltración hasta estabilizarse en 18 l/hm², obteniéndose un factor de reducción volumétrico de 1.51 y alcanzando un flujo global de el equipo de microfiltración tangencial utilizado de 45.16 l/hm² obteniéndose un rendimiento en jugo clarificado del 33.78 % .

En la figura 18, se representa la variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Rosada. con un proceso previo de tamizado a través de tela muselina.

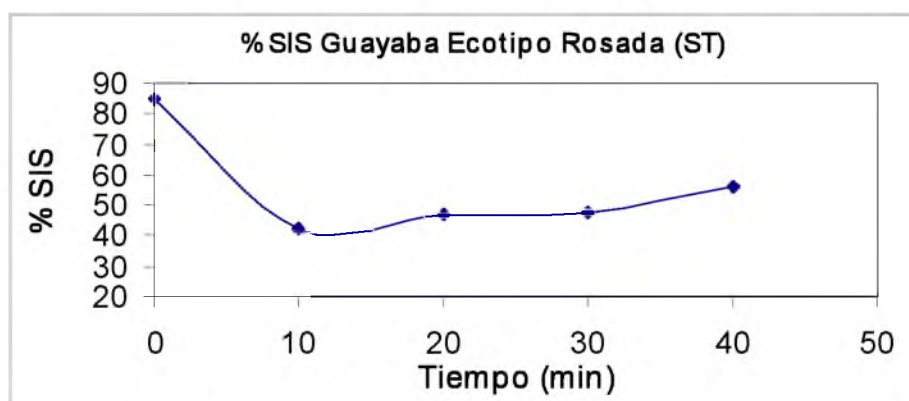


Figura 18. Variación del flujo del permeado en función del tiempo para el jugo de guayaba ecotipo Pulpa Rosada.

Se puede apreciar que el flujo disminuye en forma constante a medida que el proceso de filtración avanza, y no se llega a obtener una tendencia constante puesto que no se tuvo la cantidad suficiente de jugo para alimentar el equipo.

En el caso de la muestra de jugo de guayaba tamizada previamente a través de tela muselina, el flujo inicial obtenido es de 117.6 l/hm² el cual disminuye con el tiempo de microfiltración hasta tener una tendencia constante a 57.6 l/hm², observando que en esta muestra la reducción del flujo es menor debido a que existe menos sólidos en suspensión y por lo cual se produce una menor colmatación de la membrana, el factor de reducción volumétrica es de 2.30, que es mayor obtenido en muestra sin tamizar permitiendo obtener mayor rendimiento puesto que el flujo global del equipo es de 88,94 l/hm², alcanzándose un rendimiento de jugo clarificado de 56.52%.

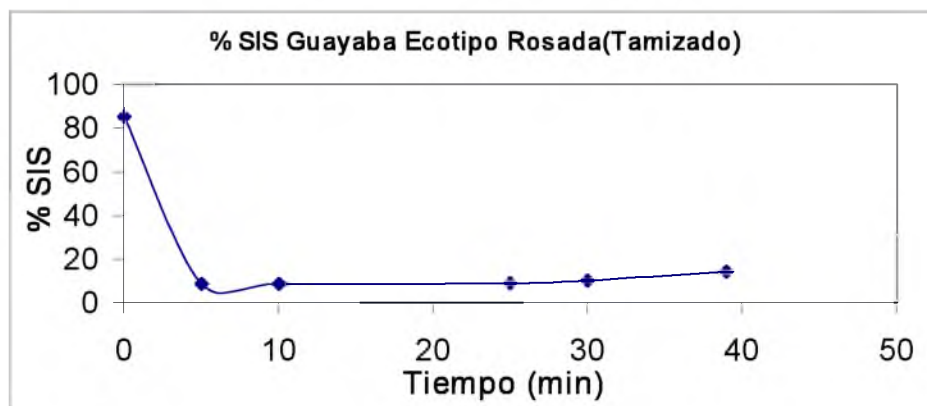
En la figura 19, se representa la variación del porcentaje de SIS en función del tiempo de microfiltración en una muestra sin tamizar, en donde podemos observar que al inicio del proceso se produce un descenso de los SIS debido al proceso de tratamiento enzimático al que se somete la pulpa antes de ingresar al proceso de microfiltración, posteriormente se observa la tendencia a incrementarse el porcentaje de SIS, debido al proceso de concentración del jugo a medida que se extrae la mayor cantidad de permeado.



ST = Sin Tamizar

Figura 19. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración en una muestra de guayaba sin tamizar.

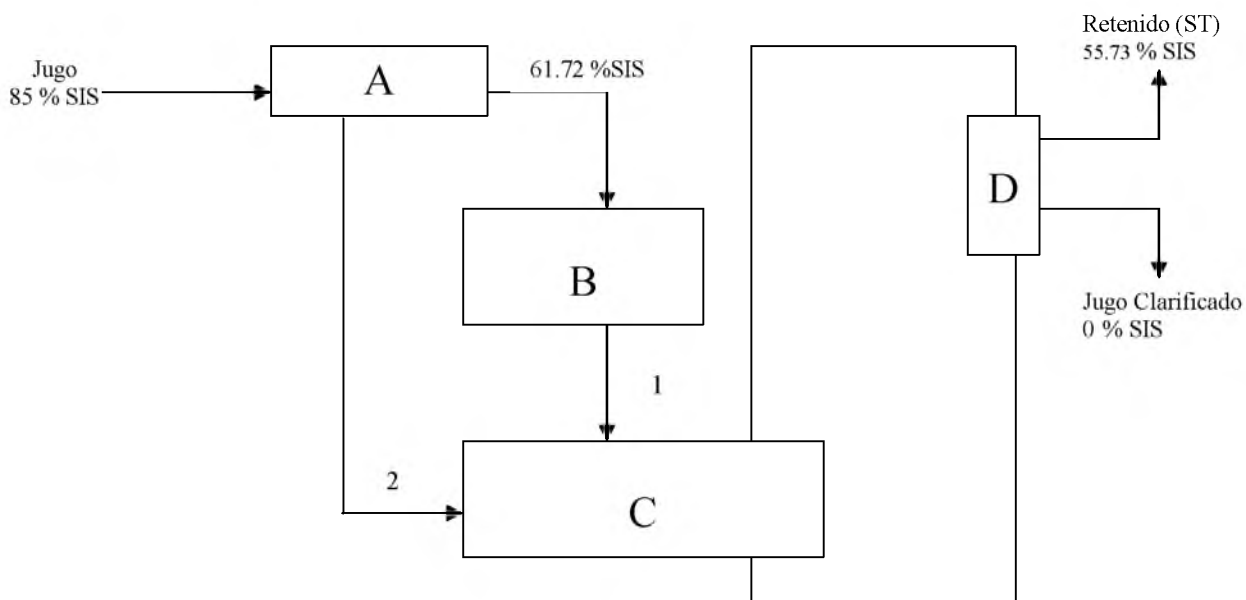
En la figura 20, se presenta la variación del porcentaje de Sólidos insolubles en función del tiempo de filtración en el jugo de Guayaba con un proceso de tamizado previo, observándose un contenido de sólidos insolubles bajo debido fundamentalmente a que la mayoría de estos es separado en la tela muselina, partiendo de un valor de 8% posterior a al tamizado y el tratamiento enzimático, incrementando ese porcentaje hasta un 13% de SIS, debido al proceso de microfiltración.



T = Tamizado

Figura 20. Variación del porcentaje de sólidos insolubles en función del tiempo de microfiltración en una muestra de guayaba tamizada.

El resumen del proceso para la obtención de los jugos clarificados de guayaba se presenta a continuación.



En donde:

A = Reactor (Enzimación)

B = Tamiz (Tela muselina)

C = Tanque de recepción del jugo enzimado

D = Filtro (Membrana de Microfiltración)

1 = Jugo Tamizado

2 = Jugo sin Tamizar

ST = Sin Tamizar

Se observa el proceso general para la obtención del jugo clarificado, en dos procesos, el uno sin tamizar y el otro con un proceso de tamizado previo a la filtración. La reducción de los sólidos insolubles del jugo inicial después del tratamiento enzimático del 99% al 60% de SIS, incrementándose este porcentaje al producirse la extracción continua del permeado llegando a obtener un porcentaje del 85 % SIS en el retenido o jugo pulposo final.

En el cuadro 17, se presenta los resultados de la caracterización de los jugos clarificados obtenidos, para lo cual se analizó el pH, °Brix, Vitamina C y la viscosidad cinemática en el jugo inicial, jugo enzimado y en el jugo retenido.

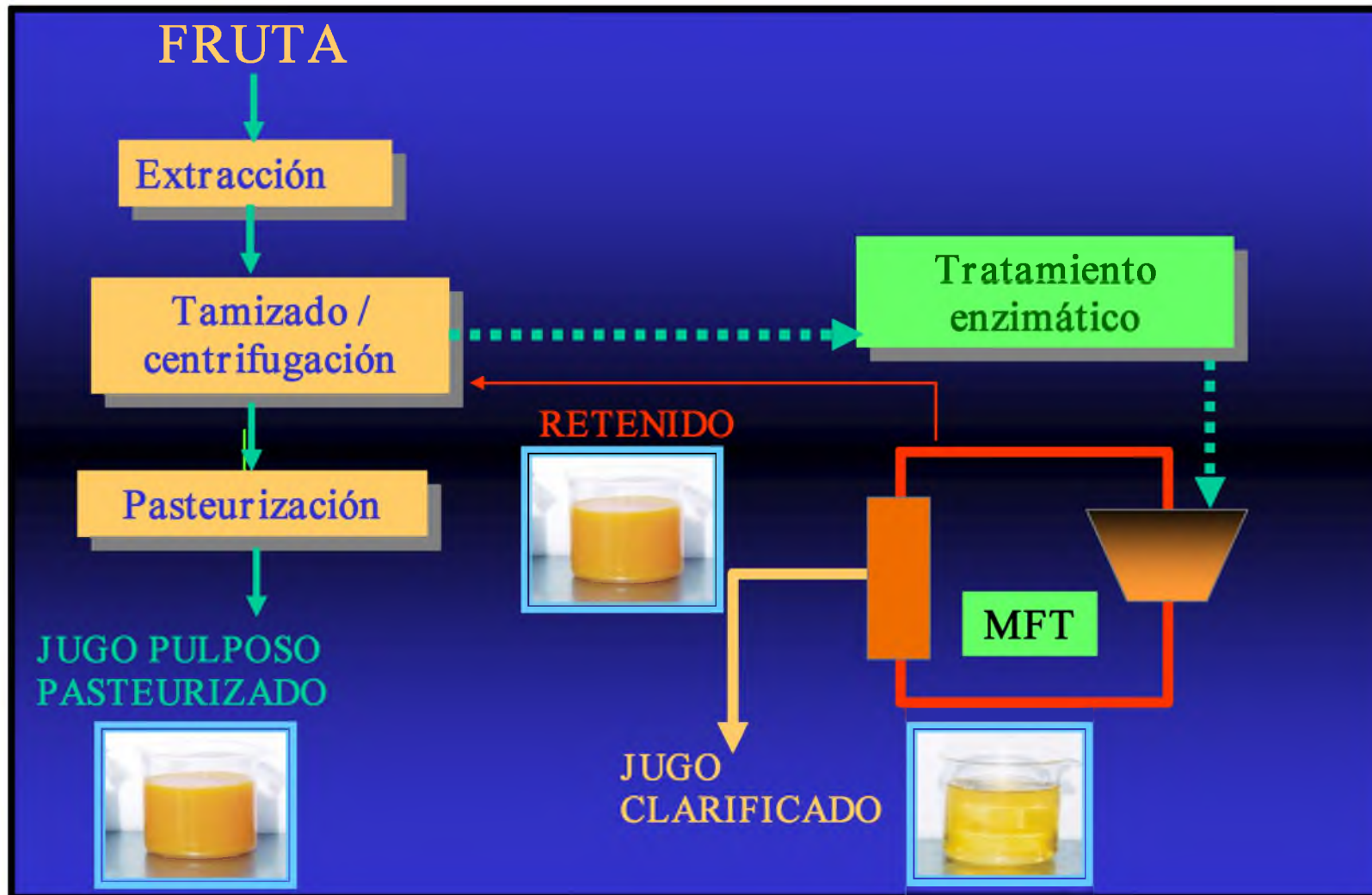
Cuadro 17. Caracterización físico-química de los jugos clarificados de guayaba ecotipo Pulpa Rosada.

Parámetros	Jugo Fresco	Jugo Permeado	Jugo Retenido
pH	3,95	3,70	3,81
Sólidos Solubles (° Brix)	10,07	7,20	8,27
Vitamina C (mg/100g)	177,77	41,78	41.95
Viscosidad cinemática (cst)	ND	0,94	ND

ND= No determinado

En la caracterización de los jugos obtenidos, se puede observar que no existe una variación grande en lo que se refiere al pH, los cuales se mantienen en un rango de 3.7-3.9, los sólidos solubles tienden a disminuir al igual que la vitamina C.

ESQUEMA DEL PROCESO DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL



Obtención de otros elaborados para las cuatro frutas en estudio.

Los resultados que se han obtenido son preliminares, debido a que en esta fase de la investigación se alcanzó a realizar la factibilidad de obtenerlos.

Rodajas de mango en su propio jugo: se tiene presentaciones de 500 gramos de rodajas de mango de la variedad Tommy Atkins en dos estados de madurez (50 y 75% viraje de color de cubrimiento de verde a rojo), no se ha probado con la variedad Kent debido a que la cosecha es a mediados de diciembre. La conserva se probó con jugos clarificados de las dos variedades, encontrándonos al momento en la fase de vida de anaquel.

Concentrados clarificados de frutas: partiendo de los jugos clarificados se procedió a concentrar en un rotavapor (40 °C) hasta 60 °Brix. Este producto tendría aceptación para endulzar en forma natural té y otro tipo de bebidas, por ejemplo en Europa esta de moda el té frío de melocotón. Los rendimientos de jugo a concentrado se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Rendimiento del concentrado clarificado a jugo clarificado para las cuatro frutas en estudio.

Concentrado Clarificado	Rendimiento (%)	Sólidos Solubles (°Brix)	
		Jugo	Concentrado
Chirimoya ecotipo Lisa Mejorada	27.6	23	60
Guayaba ecotipo Pulpa Rosada	9	8.4	60
Mango variedad Tommy Atkins	18	14.4	60
Mango variedad Kent	22.05	16.8	60

Bebidas alcohólicas: partiendo de los jugos clarificados se procedió a adicionar alcohol potable hasta obtener una bebida de 10 a 12 de grado alcohólico, en las degustaciones realizadas el orden de aceptabilidad fue: mango Kent, mango Tommy Atkins, chirimoya y guayaba.

Compotas: los retenidos obtenidos en el proceso de microfiltración se concentraron con calor directo hasta obtener una consistencia propia de este producto, habiéndose obtenido los siguientes rendimientos de compota a partir del retenido: chirimoya 91%, mango Kent 60%, mango Tommy Atkins 40% y la guayaba 23%. Es importante destacar que mango Kent empieza un proceso de pardeamiento lo que no sucede con Tommy Atkins. El producto obtenido para guayaba, se lo realizó con adición de sacarosa al 7%.

Concentrado de carotenoides: estudios recientes indican que la luteína, un carotenoide muy importante para la visión y que actúa como filtro solar y como potente antioxidante, se encuentra en mayor contenido en el mango, y que el retenido obtenido en la microfiltración sería un concentrado de este producto.

8. Situación Inicial del Grupo Meta (antes del proyecto) y Situación Actual (al final del proyecto).

Las frutas tropicales y andinas son de diversa naturaleza e importancia. Se los cultiva en diferentes épocas y regiones del país, por lo que se realizaron diagnósticos independientes para cada uno de ellos. Previo a la ejecución de los mismos, se identificaron las principales zonas productoras del país. Para mango se realizó en la provincia del Guayas, guayaba en las provincias de Tungurahua y Pastaza y el de chirimoya en la provincia de Pichincha. También se realizó un diagnóstico a las plantas de tratamiento del mango, localizadas en la Provincia del Guayas. Los principales resultados se resumen a continuación:

Mango: El mango para exportación es una actividad importante dentro del sector agropecuario del Ecuador, como generador de divisas, por cuanto es un rubro destinado al mercado exterior, y por otro lado a la creación de plazas de trabajo. Este rubro al igual que otras actividades productivas también presenta problemas, como es el caso de los precios bajos del producto, principalmente en las épocas de mayor producción, especialmente en el mes de diciembre. Adicional a este problema se suma el hecho de que el producto destinado al mercado externo, en un 69% es entregado a consignatarios para su comercialización, en tanto que el 31% restante comercializa directamente. Según el conocimiento de los productores, los destinos de las exportaciones son: Estados Unidos de Norteamérica 68%, Europa 29% y Canadá 3%.

La producción del mango se da en un período relativamente corto (octubre a enero). Sin embargo, a corto y mediano plazo presentará un crecimiento sostenido, tal hecho se desprende por que el 67% del área sembrada visitada, las plantas están en una edad comprendida entre 4 a 7 años, 28% de 8 a 10 años, 2% son mayores de 10 años y el 3% menores a tres años. Este hecho ocurre, porque el mango alcanza su máximo rendimiento a partir del octavo año.

Entre las plantaciones visitadas, la superficie cultivada con mango fue de 2.357 ha (según la División de Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2000 la estimación de la superficie cosechada para mango fue de 10.449 ha), de las cuales el 53% están manejadas con alta tecnología, el 36% con media y el 11% con baja tecnología, cabe indicar que la Fundación Mango Ecuador tiene clasificada a las plantaciones por el nivel de tecnología que utilizan, es decir esta información fue proporcionada y no se presenta como un resultado del diagnóstico. El rendimiento en las plantaciones de mango es variable, oscilando desde 2.50 hasta 13, con un promedio de 7.27 t/ha. Esto es efecto de las diferentes edades de las plantaciones y al tipo de manejo que se da a las mismas, según el nivel tecnológico aplicado; en el nivel tecnológico alto el rendimiento promedio alcanza las 8.73 t/ha, en el medio 7 t/ha y en el bajo 6.50 t/ha.

Las variedades más sembradas es Tommy Atkins con 53% (al momento es del 57%), siguiéndole en orden de importancia Haden con 18% (al momento es del 21%), Kent con 17% (en la actualidad bajo al 14%) y Edward 6% (en la actualidad bajo al 3%); en menores cantidades, también se siembran las variedades Keitt, Van Dike, Spling Felds y Ataulfo.

Para asegurar un mejor futuro para este sector, se deben encontrar nuevas estrategias de comercialización que aseguren mejores precios del producto. Otra opción puede ser la transformación en productos o subproductos industriales. Esto motivará a los productores a

dar un mejor manejo a sus plantaciones, lo cual les permitirá incrementar la productividad del mango y competir dentro del mercado mundial.

Plantas de Tratamiento de Mango: Cuando se realizó el diagnóstico existían cinco plantas en el país, Bresson S.A., Terel S.A., Natrade, Agriproduct S.A. y Durexporta, habiendo empezado a trabajar desde agosto del 2003 la planta Cormal; el rubro principal al cual dan el servicio y por el cual fueron establecidas, es el mango, sin embargo, aunque en cantidades inferiores, también brindan prestación a otros rubros como: limón, malanga, plátano y banano.

El 40% de los entrevistados, manifestaron que las plantas de tratamiento que ellos llevan la gerencia, utilizan en su totalidad la capacidad instalada de la misma, en tanto que el 60% indicaron no utilizar toda la capacidad instalada de la planta, y en promedio señalaron utilizar el 85%. Todas las plantas clasifican el producto previo a su procesamiento. Los calibres más usuales para este proceso son cajas de 4.2 Kg. con el siguiente número de mangos, los de 8-12 para el 68%, 6-7 y 13-18 el 16% para cada uno.

Las plantas dan tratamiento a algunas variedades de mango, previo a su exportación, entre estas se destacan por su volumen de procesamiento promedio: Tommy Atkins 49 %, Haden 22 %, Kent 19 % y Keitt con el 10%.

Como se conoce, la producción de mango en el país se da en un período corto (octubre a enero) y según la información de los productores, en el corto plazo la producción se incrementará ostensiblemente, lo cual podría traer consigo dificultades en el momento de brindar el servicio, ya que aparentemente queda muy poca capacidad instalada sin utilizar, esto estará correlacionado con el destino de exportación de la fruta, para lo que se debería considerar estrategias, como la de incrementar la capacidad existente o en su defecto, buscar otros mercados que no requieran el tratamiento térmico para el control de la mosca de la fruta.

Guayaba: En las zonas visitadas, la guayaba es una fruta nativa, por lo que no se la puede considerar como un cultivo establecido, razón por lo cual, no es considerado como el cultivo principal dentro de sus sistemas de producción. Sin embargo, la guayaba se constituye en una importante fuente de ingresos para las familias, y para algunas de escasos recursos, se convierte en la principal fuente, ya que no invierten ningún capital y obtienen ingresos. La producción de guayaba en las áreas visitadas es durante todo el año, la mayor producción se concentra entre los meses de octubre a enero. En las propiedades visitadas el número de árboles de guayaba va desde 4 hasta 1000, los rendimientos promedio es de 2.93 cajas por árbol, las mismas que tienen un peso aproximado de 15 Kg.

Los problemas actuales de la producción del cultivo de guayaba son principalmente, de carácter fitosanitarios, tales como el “tizón” o negreamiento del fruto, gusano del fruto, gusano en el tallo, secamiento de plantas y fruto. La guayaba es una fruta de alta perecibilidad. Sería importante, que las diferentes instituciones y organizaciones de Investigación & Desarrollo, generen y/o promuevan el uso de tecnologías agroindustriales, que permitan diversificar el uso y consumo de la guayaba. Esto motivará a los productores a dar un mejor manejo al cultivo, y así no dependerán exclusivamente de una demanda para la elaboración de dulces y mermeladas.

Chirimoya: Para varios de los productores de la zona, la chirimoya es considerada como el cultivo principal dentro de sus sistemas de producción, pero, lamentablemente no le brindan mayor atención al cultivo. En las zonas visitadas, la producción de chirimoya es durante todo el año, aunque la mayor producción se concentra entre los meses de noviembre a enero.

En las propiedades visitadas, el número de árboles de chirimoya fluctúa entre 30 y 800, con un rendimiento promedio de 2.1 sacos por árbol, cada saco según el tamaño de la fruta y de acuerdo con la información proporcionada varía entre 150 a 300 unidades. Los problemas actuales de la producción del cultivo de chirimoya, son diversos, pero entre los más importantes se señalan los siguientes: negreamiento del fruto, presencia de minador y mosca de la fruta, algunas enfermedades y demasiadas plantas viejas.

El 91% la fruta es vendida a comerciantes acopiadores que recorren las zonas productoras; apenas el 9% vende su producción directamente, ya que mencionaron lograr mejores precios de venta, con esta práctica. De acuerdo al conocimiento de los entrevistados, el mercado de destino de la fruta es Guayllabamba, Quito y Riobamba.

Para incrementar la producción de este cultivo, las instituciones y organizaciones que trabajan en el sector agropecuario, debería buscar mecanismos que permitan trabajar con la chirimoya en las zonas de producción, ya que se observó que los principales problemas son de carácter agronómico.

En el caso de los industriales la situación tecnológica se tuvo que conocer cuando se presentaron los resultados en dos seminarios realizados en septiembre del 2003 en las ciudades de Quito y Guayaquil, donde acudieron representantes de las principales industrias del Ecuador, ya que es un sector que solo acude o muestra su interés cuando se le presentan resultados novedosos.

9. Estimación de efectos e impactos.

Se demuestra claramente que para sentar las bases de un desarrollo sostenible de la fruticultura en el país, es necesaria la diversificación de alternativas comerciales. Es necesario además organizar la producción y la comercialización en fresco, en corto y mediano plazo ofrecer la posibilidad de transformar parte de la producción altamente perecedera, en un producto alimentario intermedio y final estable, que permita alcanzar mercados lejanos presentes y futuros.

El desarrollo de alternativas tecnológicas y comerciales basada en el potencial agroindustrial de las frutas, como las investigadas en este proyecto, servirá de base para investigar y aplicar en otros materiales de características similares. El uso de los excedentes de producción o que no puedan comercializarse en fresco, los cuales con frecuencia se deterioran en las fincas de los productores, permite tener una mayor opción en el mercado nacional e internacional, mediante la optimización del uso de las frutas a través de materias primas transformadas y elaborados con características de calidad.

A nivel institucional se han fortalecido los nexos con otras entidades y grupos beneficiarios, lo cual ha generado en un conocimiento científico del grupo de investigadores participantes que ha permitido ampliar la capacidad de acceder a nuevas

fuentes de financiamiento, la participación en otros proyectos de interés nacional e internacional, así como la experiencia adquirida para la gerencia de proyectos.

El proyecto planteó el aprovechamiento del potencial productivo actual de las frutas, generando tecnologías de transformación que llevaría a la utilización de los excedentes que en determinadas épocas del año no puedan ser colocadas en el mercado nacional o internacional, como es el caso del mango de exportación, apoyando el aprovechamiento de frutas muy perecibles o susceptibles al ataque de plagas que afectan su calidad, perdiendo su competencia en el mercado como producto fresco, contribuyendo de esta manera a disminuir las pérdidas post cosecha de estos rubros.

La aplicación de la tecnología enzimática para la obtención de los productos obtenidos en este proyecto va a ser asimilada por la empresa privada, tal es el caso de la Empresa Exofrut de la ciudad de Guayaquil, quienes tienen interés en que se le transfiera la tecnología, de igual manera los técnicos de otras industrias que participaron en los seminarios de difusión, mediante comunicaciones directas con el investigador principal del proyecto muestran su preocupación y desean utilizar las enzimas como auxiliares en el procesamiento para la obtención de sus productos.

La tecnología planteada permite también disminuir el consumo energético, preservando en un alto grado las características físicas químicas, sensoriales y por tanto nutricionales que poseen las frutas frescas, es importante recalcar que la utilización de enzimas a nivel industrial no causa efectos nocivos para la salud humana.

Los desechos que se originen de la adopción de las tecnologías generadas en este proyecto serán básicamente residuos orgánicos (fibrosos) utilizables como componentes de sustratos para la producción de humus por lombricultura y otros tipos de abonos naturales, para uso en las plantaciones de frutas.

La evaluación ambiental que se realizó con base a la Lista de Verificación I “General” del Manual de Evaluación Ambiental de los Proyectos del Fondo Competitivo para la Investigación y Educación Agropecuarias del PROMSA, demostró que no existen causas determinantes de impactos ambientales negativos derivados de la obtención de los productos obtenidos, ya sea durante la investigación o durante la etapa de adopción y uso de las tecnologías.

10. Productos del proyecto.

Cuatro tesis de pregrado: entregados dos originales y dos borradores a la UEFC.

ESPOCH-Ingeniería Química. Sra. Marisol Rodríguez. “Desarrollo de una alternativa tecnológica para la obtención de cremogenados de chirimoya, guayaba y mango”. 2002

ESPOCH-Ciencias Químicas. Sr. Iván Samaniego. “Desarrollo de una alternativa tecnológica para la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente de chirimoya, guayaba y mango”. 2003

ESPOL-Ingeniería Industrial. Srta. Berenice Pontón. “Rentabilidad para la industrialización de una planta exportadora de mango en estado natural”. 2003.

PUCE-Ciencias Químicas. Srta. María Isabel Jaramillo. “Determinación de monosacáridos por Cromatografía en fase gaseosa para caracterizar la pared celular de las frutas”. 2003.

Una memoria impresa: entregada a los productores y a la UEFC.

Diagnóstico de Línea Base del Proyecto IQ-CV-077. 2002

Una memoria de seminario en versión electrónica (CD).

Seminario “Tecnologías agroindustriales para procesamiento de frutas”, realizado en Quito y Guayaquil el 15 y 17 de septiembre 2003. Para ser entregado a los asistentes, para constancia se adjunta firmas de los participantes.

Tres resúmenes científicos publicados a nivel nacional: Se anexa al informe.

Presentados y publicados en el VII Congreso Nacional de Ciencias.

Tres publicaciones científicas para ser enviadas a revistas especializadas a nivel internacional: Se entregó el día de la evaluación final del proyecto, los cuales están en fase de revisión.

Una publicación para la revista CICYT de la ESPOL.

Resumen de la tesis de grado de la Srta. Berenice Pontón.

Tres pósteres del proyecto.

Se entregó un borrador tamaño oficio, los cuales se encuentran exhibiéndose en el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP.

Publicación en un diario a nivel nacional.

Sección Agromar, Diario El Comercio. Mayo 5 del 2001.

Información relacionada al tema de las investigaciones del proyecto.

Durante los tres años se ha bajado del internet bibliografía, la cual se encuentra impresa y en archivos computarizados.

Tres resultados para el proyecto.

Cumplidos los tres productos ofrecidos para las cuatro frutas: cremogenados, pulpas con tratamiento enzimático y jugos clarificados.

Logros obtenidos en el plan de difusión.

Mientras se realizaban las encuestas a los productores de mango, chirimoya y guayaba, se dio a conocer al proyecto y los resultados para los cuales se estaba trabajando, de igual manera se ha participado en reuniones con los productores/as e industriales. Además, los resultados se han difundido a través de los representantes de las asociaciones de productores/as de chirimoya, guayaba y mango, del Agente de Asistencia Técnica del PROMSA para la zona central de la sierra, los cuales forman parte del Grupo de Referencia.

A través de entrevistas en la sección Agromar del Diario el Comercio y en la Radio Sucesos, se aprovechó la oportunidad para dar a conocer los trabajos y resultados que se estaban generando. Se han emitido cuatro tesis de pre grado de tres centros de estudios superior. Se ha participado en eventos y reuniones nacionales (Congreso de Ciencias-Ambato, 2002) e internacionales (Curso Internacional de frutas-Israel, 2002), principalmente, que ha servido para inter-relacionarse con investigadores del área científica.

Se realizó dos seminarios con la participación de industriales o personal técnico de las principales industrias del Ecuador, representantes de centros de estudio superior, donde se presentaron los resultados que se habían obtenido para cada uno de los tres objetivos específicos planteados en este proyecto, así como el socio internacional del CIRAD-FLHOR presentó una panorámica actualizada de las tecnologías agroindustriales que se están utilizando en el procesamiento de las frutas. A los asistentes al seminario se está haciendo la entrega de un CD con las memorias del mismo.

Se considera que la entrega de nuevas alternativas tecnológicas para el mercado de consumidores de frutas y sus derivados, son factores que también marcarán a futuro el ritmo de la difusión de los resultados de este Proyecto.

11. Logros adicionales.

Proyectos generados.

Propuesta FONTAGRO: La experiencia adquirida por el investigador principal, así como la oportunidad que se ha tenido a través del presupuesto asignado, permitió participar en un curso internacional en Israel, habiéndose trabajado como proyecto final del curso una propuesta, es así como al momento se tiene un proyecto aprobado por FONTAGRO

Título: Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo postcosecha de productos exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva (*Physalis peruviana L.*), granadilla (*Passiflora ligularis L.*), babaco (*Carica pentágona Heilb*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea (Cav) Sendt*).

Período de ejecución: 2004 - 2007

Investigador principal: Ing. MSc. Hugo Reinel García Bernal. CORPOICA, Colombia.

Coordinador Colombia: Ing. MSc. Cristina García. CORPOICA. Colombia.

Coordinador Ecuador: Ing. Ms. Beatriz Brito. INIAP. Ecuador.

Instituciones Ejecutoras:

Colombia:

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA: Programa Nacional de Investigación en Procesos Agroindustriales, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, Ecorregión Andina.

Ecuador:

- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Departamento de Nutrición y Calidad y Programa Nacional de Fruticultura.
- Agroalfapecuaria Cia, Compañía encargada de transferir tecnología agropecuaria.
- PROEXANT, Promoción de exportaciones agrícolas no tradicionales.

CGIAR :

- CIAT: Proyecto de Agro empresas Rurales.
- CIRAD FLHOR: Centro Internacional de Investigación Agro-Alimentario para el Desarrollo - Departamento de frutas y producciones hortícola.

Proyectos Regionales de Cooperación:

- PROCINDINO :

Propuesta Cadena Agroalimentaria Mango: La transferencia de los resultados obtenidos para el rubro mango, así como nuevas investigaciones, se están viendo plasmadas en un proyecto macro para la cadena agroalimentaria de mango en el país, que es coordinado por el ISNAR de Holanda, siendo responsable de la propuesta relacionada al eslabón “procesamiento” de esta cadena. A continuación se presenta un resumen de la propuesta que se encuentra en su fase de elaboración.

Título: Promoviendo la Innovación en el Procesamiento de Mango mediante la Validación y Aplicación de Tecnologías de Punta

Una alianza entre empresas procesadoras, investigadores nacionales e internacionales, Fundación Mango Ecuador y CORPEI.

12. Limitaciones en el desarrollo del proyecto y soluciones.

Las limitaciones que se han dado en el desarrollo del proyecto han estado relacionadas al manejo contable y administrativo, ya que el investigador principal tiene que dedicarle mucho de su tiempo a este tipo de trabajos, quitándole espacio a la parte científica, se soluciono contratando a tiempo completo a un investigador asistente que colabore directamente en todas las responsabilidades técnico-administrativas para con el proyecto.

La importación de equipos y reactivos implica trámites muy largos que retrasan el cumplimiento de actividades programadas, se soluciono en parte aprovechando los viajes de colegas.

Como contraparte del INIAP se contaba para los trabajos experimentales con un viscosímetro rotacional tipo Brookfield, el cual fue ingresado en el tercer trimestre del año 2003 y su uso estuvo limitado por desperfectos que vinieron en el mismo desde la fábrica.

El uso del internet en el sitio del trabajo para la búsqueda de información así como para comunicarse con el socio internacional ha sido un limitante, el cual se ha solucionado utilizando el contrato del internet que mantiene el investigador principal, debido a la posibilidad de que se reponga el gasto ocasionado.

13. Conclusiones y Recomendaciones.

Se caracterizaron las paredes celulares de las frutas seleccionadas, lo que permitió seleccionar mejor el tipo de preparación enzimática comercial a usar en función del efecto tecnológico esperado.

Quedo demostrado el interés de introducir parte del exocarpio en las pulpas para aumentar la calidad y elaborar nuevos productos, como son los cremogenados de frutas, con lo cual se aumenta el rendimiento en pulpa, se da consistencia a las pulpas que tienden a desfasearse, aumenta el color de las pulpas.

Se definió la relación entre dosis / tiempo de hidrólisis enzimática para obtener cremogenados con características reológicas dadas y pulpas de diferentes viscosidades y consistencias en función de los usos para las dos variedades de mango

Se recomienda utilizar las preparaciones enzimáticas Rapidasse Carrot o Rapidasse Pomaliq, para las pulpas de chirimoya ecotipo Lisa Mejorada y mango variedades Tommy Atkins y Kent, pues se obtiene un efecto similar en la solubilización de sus paredes celulares.

Con las preparaciones enzimáticas investigadas no se ha logrado solubilizar la pulpa hasta valores económicamente rentables, para el ecotipo de guayaba de pulpa Rosada, recomendándose continuar con la investigación, seleccionando otros cócteles comerciales, considerando los resultados obtenidos en la caracterización química de la pared celular de esta fruta.

El proceso para la obtención de las pulpas tratadas enzimáticamente en sus etapas de homogenización, pasteurización y envasado debe realizarse utilizando vacío, para evitar problemas de pardeamiento, sobre todo en chirimoya, como lo hacen para la obtención de puré de banano.

Los resultados obtenidos en la obtención de pulpas tratadas enzimáticamente con el mayor grado de solubilidad, sirvió para elaborar los jugos clarificados, sea por centrifugación a las condiciones que utiliza la industria o con tecnología avanzada como es el caso de la microfiltración tangencial.

De los tres resultados ofertados, se probó la factibilidad de desarrollar otros productos, debiéndose continuar los trabajos para concretar la viabilidad económica.

Se recomienda el uso de la cromatografía de gases en la determinación de monosacáridos en paredes celulares de frutas por la selectividad que esta técnica ofrece frente a la cromatografía líquida de alta eficiencia. El contenido de este tipo de azúcares permite

seleccionar la preparación enzimática comercial de acuerdo al efecto tecnológico que se desee obtener en los productos.

El Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP cuenta con experiencia para el control de calidad de preparaciones o cócteles enzimáticos con actividades enzimáticas selectivas, análisis específicos relacionados al control de calidad y en procesos de frutas, análisis de monosacáridos por cromatografía de gases utilizando columnas capilares.

Se tiene un estudio completo sobre la rentabilidad para una planta procesadora de fruta, realizándose el estudio para mango y guayaba, el que se realizó para la Empresa Agriproduct, que demuestra que el proyecto de ampliación de una planta de tratamiento es viable comercial, técnica, legal y financieramente.

Hay que promover el establecimiento regional de agroindustrias para la transformación de la guayaba, mango y otras frutas tropicales, por lo menos en su primer proceso de obtención de pulpa para su venta a la industria fresquera, láctea, de jaleas y otros dulces, con el objeto de generar más oportunidades de empleo y participar en los mercados con un mayor valor agregado.

Para este tipo de elaborados es conveniente trabajar con buenas prácticas de manufactura para obtener un producto de mejor calidad y que pueda competir tanto en el mercado nacional como internacional.

14. Lecciones aprendidas.

Experiencia en la coordinación del manejo de personal, financiero y administrativo, para un cumplimiento en las actividades de investigación.

Mayor inter-relación con otras instituciones a nivel nacional e internacional.

Son de importancia las actividades de difusión, por la relación con productores e industriales, aunque la exigencia por resultados es mayor.

15. Revisión bibliográfica.

1. ALBERSHEIM, P. (1978). Concerning the structure and biosynthesis of the primary cell walls of plants. In Intern. Rev. Chem. Biochem. Carbohydr. II, Manners D.J. (Ed.), University Park Press, Baltimore, 16: 127-150.
2. ALVARADO, J. D. (1996). Principios de Ingeniería Aplicada a Alimentos. Quito: División de Artes Gráficas, Quito. p.p. 86 – 95.
3. ARTHEY D., Ashurst P. (1997). Procesado de Frutas. Zaragoza, España: Acribia, p.p. 147-148.
4. ASPINALL, G.O. (1980). Chemistry of cell wall polysaccharides. In The biochemistry of plants, Vol. 3, Preiss J. (Ed.) Academic Press, New-York, pp. 473-500.

5. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Estadísticas del Departamento de Comercio Exterior. 1995 – 200; Información sobre exportaciones de frutas. Quito: Banco Central Ecuador. 20 p.
6. BARON, A. et THIBAUT, J.F. (1985). Les enzymes pectolytiques. In Hydrolases et Dépolymérasés. Enzymes d'Intérêt Industriel, Mouranche A. et Costes C. (Eds.), Gauthier Villars, Paris, pp.143-164.
7. BARRETT, A.J. et NORTHCOPE, D.H. (1965). Apple fruit pectic substances. *Biochem. J.*, 94: 617-627.
8. BAUER, W.D., TALMADGE, K.W., KEEGSTRA, K., et ALBERSHEIM, P. (1973). The structure of plant cell walls. Part II: the hemicellulose of the walls of suspension-cultured sycamore cells. *Plant Physiol.*, 51: 174-187.
9. CATESSON, A.M. (1980). Les tissus végétatifs. Ultrastructure, biogénèse. In Les Polymères Pariétaux et Alimentaires non Azotés, Costes C. et Monties B. (Eds.) Gauthier Villars, Paris, pp. 1-29.
10. CHANDLER, W. (1962). Frutales de Hoja Perenne.- México. pp 35-37
11. CHICO, M.; GUERRERO, M. (1979). Estudio sobre métodos de conservación de babaco, guayaba y manzana y su aprovechamiento. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Tesis de Grado. 190 p.
12. CHOLOTE, N.; QUITO, C. (1999). Estudio de la vida útil de la pulpa de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) minimamente procesada. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. 200 p.
13. CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO. C. A. F. (1992). Cultivo de Mango (*Mangifera indica* L).- Quito. pp. 3-8.
14. CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO. C. A. F.(1992). Cultivo de la Guayaba (*Psidium guayaba* L).- Quito. pp. 3-5.
15. COUGHLAN, M.P. (1991). Mechanisms of cellulose degradation by fungi and bacteria, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 32: 77-100.
16. COULTATE, T. P. (1984). Alimentos. Química de sus componentes.- Zaragoza, España: Acribia. pp. 25 – 27; 31 – 32; 36 – 39.
17. DARVILL, A.G., Mc NEIL, M., et ALBERSHEIM, P.(1978). Structure of plant cell walls. Part VIII: a new pectic polysaccharide. *Plant Physiol.*, 62: 418-422.
18. DE VRIES, J.A., ROMBOOTS, E.M., VORAGEN, A.G.J-, et PILNIK, W. (1982). Enzymic degradation de apple pectins. *Carbohydr. Polymers*, 2: 25-33.

19. DE VRIES, J.A., VORAGEN, A.G.J., ROMBOUITS, F.M., et PILNIK, W. (1981). Extraction and purification of pectins from alcohol insoluble solids from ripe and unripe apples. *Carbohydr. Polymers*, 1: 117-127.
20. DHINGRA, M.K., GUPTA, O.P., et CHUNDAWAT, B.S. (1983). Studies on pectin yield and quality of some guava cultivars in relation to cropping season and fruit maturity. *J. Food Sci. Technol.*, 20:10-13
21. DOBOIS, M.; HAMILTON, J.K.; REPUS P. A.; SMITH F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* pp 28-300- 356
22. DOWES.(1992). *Lost Crops of the Incas.*- Citado por M. Vietmayer. Ed. Academia press. p.p 229-239
23. ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). (1996). *Encuesta Nacional de Superficies y Producción Agropecuaria de 1995.* Quito: INEC. 20 p.
24. ECUADOR. SISTEMA ESTADÍSTICO AGROPECUARIO NACIONAL. (1990 – 1995). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria por muestreo de áreas.* Ecuador: Talleres gráficas INEC. pp. 43-167.
25. FELLOWS, P.(1994). *Tecnología del Procesado de los Alimentos.* Zaragoza– España: Acribia. p.p. 275-285; 342-347.
26. GRUDA, Z. POSTOLSKY, J. (1988). *Tecnología de la congelación de los alimentos.* Zaragoza: Acribia. p.p. 275 - 285; 342 – 347
27. HODSWORTH, S. D.(1988). *Conservación de frutas y hortalizas.* Zaragoza– España: Acribia. 179 p.
28. HOLM, J. H. BJORCK, N. G. *Asp. Starch* 38 (1986). Nr. 7, S. 224 – 226
29. INIAP – PROMSA. Informe primer año del proyecto IQ-CV-077 2002. “Aplicación de nuevas tecnologías Agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas de exportación”. Quito, Ecuador. 20 p.
30. INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRÍO (IIF). (1990). *Alimentos Congelados.*- Trad. por: León Villanúa. Ed. Acribia, Zaragoza. 184 p.
31. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 2002. *Diagnóstico de línea base del Proyecto Aplicación de nuevas tecnologías agropecuarias para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación (IQ – CV – 077).* Quito – Ecuador. 37 p.
32. JAMES, N.; JAMICK, J. *Métodos genotécnicos en frutales.* pp. 374 - 383
33. JANSER, E.- (1997). *Fruit Processing. Enzyme Applications for Tropical Fruit and Citrus.* p.p. 2 – 8.

34. KILARA A. (1982). *Boces Biochemistry. Enzymes and their Uses in the Processed Apple Industry: A Review.* Station Experiment Agricultural University. Park. P.A. U.S.A. pp.35-36.
35. MADRID, A. (2001). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias.- 3^{ra} Ed.,* Madrid, España: Mundi - Prensa. pág. 72 - 73; 314 – 315; 341 – 345.
36. MAFART, P. (1994), *Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol. I. Procesos físicos de conservación.* Zaragoza: Acribia. p.p. 81 – 164.
37. MARCELIN O. (1992). *Caracterisation des Polysaccharides Parietaux de la Goyave. (Psidium guajava l). Application a L'obtention de nouveaux types de purees par voie enzymatique.* L'Universite Montpellier II. 200 p.
38. Mc. NEIL, M., DARVILL, A.G., FRY, SC., et ALBERSHEIM, P. (1984). *Structure and function of the primary cell walls of plants.* Ann. Rev. Biochem., 53: 625-653.
39. METHODS OF ANÁLISIS OF THE ASSOCIATION OF OFICIAL AGRICULTHURAL CHEMISTS. (1965). Ed. Board. 10^{ma}. Ed. pp. 139.
40. MINISTERIO DE AGRICULTUTA Y GANADERÍA (MAG). (2001). *Direcciones Provinciales. Estimación de la superficie cosechada, producción, rendimiento de los cultivos en 1997.* Ed. DIA – División de Estadísticas, Quito. 20 p.
41. MITCHELL, G. A.; VILVOORDE. *Starch* 42 (1990). Nr. 4, S. 131 - 134
42. *NORMAS DE CALIDAD DE CONSERVAS VEGETALES.* Orden de Presidencia de Gobierno Español de 22 Noviembre 1985. B.O.E. 287 – 288 y 289.
43. ODIER, E. et ROUAU, X. (1985). *Les cellulases et les enzymes dépolymérisation de la lignine.* In *Hydrolases et Dépolmérases. Enzymes d'Interet Industriel*, Mouranche A. et Costes C. (Eds.), Gauthier Villars, Paris, pp. 199-237.
44. *OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS.* AOAC. (1984), 14073, 260 - 271
45. OLLE D. 1997. *Caractérisation des Polysaccharides et des composés Aromatiques de différents cultivars de Mangue (Mangifera indica l). Devenir de ces Constituants lors de la Préparation de Concentrés Aromatiques Pulpeux.* Université de Paris VII. 167 p.
46. *PERIÓDICO LA VERDAD. Sección El Campo.*(1997) Página 3, Murcia – España.
47. PILNIK, W. (1982). *Enzymes in the beverage industry.* In *Utilization des Enzymes en Technologie Alimentaire*, Lavoisier, Paris, pp. 425-450.
48. PILNIK, W; VORAGEN, A. G. (1991). *Fruit Processing. Effect of Enzyme Treatment on the Quality of Processed Fruit and Vegetables.* P.p. 125 – 129
49. POTTER, Norman. N. (1973). *Ciencia de los Alimentos.- The Avi Publishing Company, Inc.- U.S.A.* 250 p.
50. RED, Gerald. (1975). *Enzymes in Food Processing.* U.S.A Academic Press. pp 54–17.

51. REXOVA-BENKOVA, L. et MARKOVIC, O. (1976). Pectic enzymes. *Adv. Carbohydr. Chem. Biochem.*, 33: 323-385.
52. ROLAND, J.C. (1980). Visualisation des polysaccharides au niveau ultrastructural. In *Les Polymères Végétaux-Polymères Pariétaux et Alimentaires non Azotéz.* Costes C. et Monties B. (Eds.), Gauthier Villars, Paris, pp. 30-45.
53. SALUNKHE, D. K.; KADAM, S. S. (1995). *Handbook of Fruit Science And Technology.* - Editorial Board. 1995.- New York (Basel – Hong Kong), Madison Avenue. p.p. 123 – 158; 377 – 384; 419 – 429.
54. SAULNIER, L. et THIBAUT, J.F. (1987^a). Enzymic degradation of isolated pectic substances and cell wall from the pulp of grape berries. *Carbohydr. Polymers*, 7: 345-360.
55. SHEWFELT, R. L. Sources of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farm to the consumer. *Journal of Food Quality.* pp. 37-54
56. SINGH I., MAYER D., LOZANO Y. (1999). Physico-Chemical. Changes during enzymatic liquefaction of Mango pulp (cv. Keitt). *Food Technological Institute.* 24. p.p. 75-84.
57. SREENATH, H.K., NANJUNDASWAMY, A.M., et SREEKANTIAH, K.R. (1987). Effect of various cellulases and pectinases on viscosity reduction of mango pulp. *J. Food Sci.*, 52: 230-231
58. VAILLANT F., MILLAN P., REYNES M. (1998). Fruits: Caracterisation préliminaire des polysaccharides pariétaux de la pulpe de corossol et étude de leur dégradation enzymatique. CIRAD-FLHOR. Paris, France. pp.257-270.
59. VAN HOUDENHOVEN, F.E.A. (1975). *Estudies on pectin-lyase.* Thesis, Agricultural University of Wageningen (Pays-Bas).
60. VORAGEN, A.G.J., HEUTINK, R., et PILNIK, W. (1980). Solubilization of apple cell walls with polisaccharide degrading enzymes. *J. Appl, Biochem.*, 2: 452-468.
61. VORAGEN, A.G.J., KRIST, R., HEUTINK, R., ETPULNIK, W. (1979). Apple cell wall digestion by polysaccharide degrading enzymes. *Proc. Intern. Congr. on engin. and Food*, Linko P. (Ed.), Vol. 2. pp. 264-274.
62. VORAGEN, A.G.J., SCHOLS, H.A.I., ET PILNIK, W. (1985). Enzymic lysis of pectic substances in cell walls: some implications for fruit juice technology. *ACS Symposium series: Chemistry and Fuction of Pectins*, pp. 230-247.
63. WARD, O.P. (1984). *Hydrolytic Industrial Chemicals.* Biochemical National Institute for Higher Education. Dublin, Ireland. pag. 819 – 833.
64. YÚFERA, Primo.(1987). *Química Agrícola III.- Ed. Alhambra, 1^{ra}. Ed. España.* pp. 240 – 288.

16. Anexos.

ANEXO 1

Cuadro 1. Caracterización física de chirimoya (*Annona cherimola* mill), ecotipo lisa mejorada; guayaba (*Psidium guajava* l), ecotipo pulpa rosada y mango (*Mangífera indica*) de las variedades Tommy Atkins y Kent

FRUTA	Peso g.	Largo cm.	Diámetro cm.	Relación L / D	Firmeza Kg - f
Chirimoya* ecotipo Lisa Mejorada	238.17 ± 97.36	8.37 ± 1.46	8.16 ± 1.04	1.03 ± 0.17	2.47 ± 0.80
Guayaba** ecotipo Pulpa Rosada	57.29 ± 23.76	4.96 ± 0.85	4.44 ± 0.65	1.11 ± 0.08	2.03 ± 0.80
Mango *** variedad Tommy Atkins	324.70 ± 150.52	9.86 ± 1.82	7.85 ± 0.97	1.25 ± 0.10	2.88 ± 0.79
Mango **** variedad Kent	437.09 ± 101.54	10.63 ± 1.06	9.11 ± 0.69	1.17 ± 0.06	2.38 ± 0.89

- * en base fresca ± desviación estándar de 39 repeticiones
- ** en base fresca ± desviación estándar de 147 repeticiones
- *** en base fresca ± desviación estándar de 57 repeticiones
- **** en base fresca ± desviación estándar de 43 repeticiones

Cuadro 2. Fraccionamiento cuantitativo de una variedad de guayaba y chirimoya, y dos variedades de mango de exportación.

Cultivar - Variedad	Tamaño	Fruta Entera %	Cáscara %	Semilla %	Tallo Central %	Pulpa %
Chirimoya Lisa mejorada (n=12)	Grande	100	19.72	8.05	0.51	71.72
Chirimoya Lisa mejorada (n= 21)	Mediano	100	20.92	5.66	0.61	72.82
Chirimoya Lisa mejorada (n= 5)	Pequeño	100	20.45	5.77	0.57	73.21
Guayaba Rosada (n= 6)	Grande	100	9.38	14.49	-	76.13
Guayaba Rosada (n=6)	Mediano	100	12.63	19.94	-	67.43
Guayaba Rosada (n=6)	Pequeño	100	14.87	24.01	-	61.12
Mango Tommy Atkins (n=6)	Mediano	100	10.16	11.05	-	78.79
Mango Kent (n=6)	Mediano	100	18.76	4.23	-	77.01

Cuadro 4. Rendimientos de fruta a: pulpa, pared celular bruta (MIA), pared celular purificada (MIAA) y pectina soluble en agua (PSA) de: chirimoya ecotipo lisa mejorada, guayaba ecotipo pulpa rosada y mango de las variedades Tommy Atkins Kent.

FRUTA	PULPA A FRUTA %	MIAA A PULPA %	MIAA A MIA %	PSA A MIA %
Guayaba pulpa	13,42	6,74	66,49	15,48
Guayaba pulpa y cáscara	17,41*	5,74	82,05	10,75
Chirimoya pulpa	16,42**	5,04	41,71	23,21
Mango Kent pulpa	16,33	1,74	43,64	28,80
Mango Tommy Atkins pulpa	11,42	2,11	45,83	23,20

* rendimiento de fruta a pulpa con cáscara

** incluido el tallo vegetativo

Cuadro 6. Resultados de monosacáridos en MIAA, PSA, Hemicelulosa, Celulosa Y Sobrenadante de la Enzimación de la MIAA (SEM)

Chirimoya ecotipo Lisa mejorada

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,35 ± 0,001	0,48 ± 0,01	2,13 ± 0,020	11,78 ± 0,073	1,94 ± 0,037	1,60 ± 0,003	25,31 ± 0,460	4,44 ± 0,060
PSA (% p/p muestra)	1,04 ± 0,007	0,25 ± 0,009	9,75 ± 0,095	2,40 ± 0,020	0,92 ± 0,009	3,99 ± 0,024	1,51 ± 0,026	6,04 ± 0,035
Hemicelulosa (µg/g)					105 ± 0,71	148 ± 28,28	10 ± 7,07	194 ± 4,95
Celulosa (µg/g)					129 ± 9,90	67 ± 27,58	4 ± 00	409 ± 27,58
Sobrenadante enzimación * (% p/v)	0,19 ± 0,008	0,35 ± 0,004	1,19 ± 0,008	2,05 ± 0,034	1,55 ± 0,039	1,26 ± 0,032	0,37 ± 0,105	14,34 ± 380

*Condiciones enzimación: Rapidasse Pomaliq, 500 ppm, 45 °C, 90 min

Guayaba ecotipo Pulpa rosada

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,60 ± 0,000	0,24 ± 0,000	5,02 ± 0,036	11,81 ± 0,066	1,89 ± 0,065	1,32 ± 0,017	21,98 ± 0,007	1,39 ± 0,012
PSA (% p/p muestra)	1,03 ± 0,017	0,36 ± 0,009	6,38 ± 0,049	4,84 ± 0,085	0,99 ± 0,008	2,41 ± 0,009	8,97 ± 0,120	1,75 ± 0,007
Hemicelulosa (µg/g)					105 ± 0,71	148 ± 28,28	31 ± 21,210	194 ± 4,95
Celulosa (µg/g)							17 ± 1,414	571 ± 26,87
Sobrenadante enzimación * (% p/v)	0,57 ± 0,006	0,07 ± 0,002	2,03 ± 0,022	0,56 ± 0,010	0,54 ± 0,008	0,75 ± 0,006	0,100 ± 0,040	1,33 ± 0,023

* Condiciones enzimación: Rapidasse Carrot, 500 ppm, 45 °C, 90 min

Mango variedad Tommy Atkins (pulpa)

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,43 ± 0,030	1,10 ± 0,000	3,01 ± 0,022	6,06 ± 0,064	2,37 ± 0,031	3,28 ± 0,110	24,59 ± 0,071	3,93 ± 0,028
PSA (% p/p muestra)	0,81 ± 0,003	0,61 ± 0,012	6,88 ± 0,097	3,76 ± 0,040	0,82 ± 0,010	3,76 ± 0,040	3,17 ± 0,195	5,83 ± 0,131
Hemicelulosa (µg/g)			126 ± 14,85		384 ± 9,90	394 ± 4,24	145 ± 6,36	635 ± 26,16
Celulosa (µg/g)					165 ± 8,49		11 ± 0,701	384 ± 14,14
Sobrenadante enzimación * (% p/v)	0,34 ± 0,010	1,00 ± 0,010	2,26 ± 0,031	4,63 ± 0,095	1,51 ± 0,003	2,73 ± 0,034	2,54 ± 0,240	21,98 ± 0,040

* Condiciones enzimación: Rapidasse Pomaliq, 500 ppm, 45 °C, 90 min

Mango variedad Kent (Pulpa)

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,19 ± 0,006	1,26 ± 0,028	1,57 ± 0,042	6,79 ± 0,221	2,61 ± 0,026	3,49 ± 0,001	28,21 ± 0,361	5,83 ± 0,016
PSA (% p/p muestra)	0,62 ± 0,012	0,38 ± 0,008	3,16 ± 0,037	2,54 ± 0,028	0,80 ± 0,016	2,82 ± 0,022	1,05 ± 0,023	2,34 ± 0,037
Hemicelulosa (µg/g)	256 ± 21,21		184 ± 0,010	105 ± 0,020	311 ± 0,010	484 ± 24,75	68 ± 108,19	862 ± 51,62
Celulosa (µg/g)					216 ± 12,02		158 ± 10,61	437 ± 9,19
Sobrenadante enzimación * (% p/v)	0,21 ± 0,008	0,89 ± 0,012	0,88 ± 0,017	4,57 ± 0,055	1,78 ± 0,028	2,74 ± 0,026	1,63 ± 0,170	21,06 ± 0,101

* Condiciones enzimación: Rapidasse Pomaliq, 500 ppm, 45 °C, 90min

Mango Tommy Atkins (Càscara)

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,82 ± 0,003	0,62 ± 0,004	5,55 ± 0,051	2,65 ± 0,043	1,44 ± 0,021	3,17 ± 0,037	12,50 ± 0,310	2,54 ± 0,51
PSA (% p/p muestra)	1,64 ± 0,021	0,14 ± 0,003	14,62 ± 0,230	0,74 ± 0,003	0,38 ± 0,034	26,11±0,038	0,060 ± 0,010	0,65 ± 0,015
Hemicelulosa (µg/g)			317 ± 7,78		238 ± 31,82	889 ± 14,14	6 ± 1,16	656 ± 44,55
Celulosa (µg/g)					133 ± 7,78	129 ± 0,71	10 ± 1,414	329 ± 41,01

Mango variedad Kent (Càscara)

MUESTRA	AZÚCARES							
	Rhamnosa	Fucosa	Arabinosa	Xylosa	Manosa	Galactosa	Glucosa	
							Celulósica	No celulósica
MIAA (% p/p muestra)	0,67 ± 0,012	0,68 ± 0,006	4,43 ± 0,035	2,85 ± 0,014	2,47 ± 0,015	3,35 ± 0,032	15,24 ± 0,122	2,45 ± 0,56
PSA (% p/p muestra)	1,18 ± 0,008	0,22 ± 0,007	5,94 ± 0,044	1,12 ± 0,010	0,70 ± 0,012	22,50±0,298	2,11 ± 0,015	1,04 ± 0,007
Hemicelulosa (µg/g)	1057± 14,85		101 ± 21,92	152 ± 46,67	302 ± 3,54	213 ± 10,61	225 ± 61,52	437 ± 48,79
Celulosa (µg/g)						52 ± 8,49	6 ± 7,07	155 ± 13,44

Cuadro 8. Análisis de la actividad endoglucanasa (Cx) y pectin-liasa (Pl), en los cócteles enzimáticos Rapidasse carrot cloud, Rapidasse pomaliq y Tropical cloud.

CÓCTEL	PROTEÍNA (mg /ml)	ACT. Cx (UI /mg)	ACT. PL (UI /mg)
R. Carrot Cloud	86,95	7,50	0,58
R. Pomaliq	94,15	5,30	0,49
Tropical Cloud	81,70	0,91	0,22

ANEXO 2

Reconocimientos

Al Ing. Laureano Martínez, Agente de TTA-PROMSA por su asistencia técnica en el rubro guayaba; y para el rubro mango a la Fundación Mango Ecuador, en la persona de la Ing. Carmen Almeida.

Al Ing. Luis Fernando Rodríguez – Director de la Estación Experimental Santa Catalina, a la Ing. Elena Villarés, Dr. Armando Rubio, Econ. Luis Mendoza, Ing. Marcelo Racines y Sra. Mariana Navarrete, por su colaboración y ayuda incondicional.

17. Fecha y firma del investigador principal

Sra. Ing. Beatriz Brito Grandes
Quito, 11 de diciembre del 2003 (Primero Borrador)
Quito, 20 de febrero de 2004