

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA



INVESTIGACION DE OPORTUNIDADES DE INDUSTRIALIZACION DEL PLATANO Y PROCESAMIENTO DE LA PULPA PARA LA OBTENCION DE PURE

T E S I S

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO QUIMICO

ROSA BENJAMINA HERRERA BONILLA
CARMEN ALEJANDRINA LOCK GAVIRIA

PROMOCION 1979 - 2

Lima - Perú
1984

D E D I C A T O R I A

Con cariño y agradecimiento

a nuestros padres

Agosto, 1984

**"INVESTIGACION DE OPORTUNIDADES DE INDUSTRIALIZACION
DEL PLATANO Y PROCESAMIENTO DE LA PULPA
PARA LA OBTENCION DE PURE"**

P R E S E N T A C I O N

Por ser los frutales cultivos perennes de alta capitalización, necesitar fuertes inversiones iniciales y ser de elevados costos anuales de mantenimiento, necesitan de una atención especial para ser rentables. La fruticultura, por su alto rendimiento económico, ha probado tener éxito en terrenos ganados para la agricultura, como en el caso de las irrigaciones.

Del total de la producción en 1980, el 72.23% corresponde al plátano, naranja, vid, limón y manzana; - mientras que el 27.77% a las otras 51 especies aproximadamente.

No obstante, que el país ofrece condiciones ecológicas aparentes para la producción de una gran diversidad de frutas, la reducción de áreas y producción - se debe a una serie de factores: Reforma agraria, la NO realización de Programas de Investigación acordes con las necesidades del país, deficiente proceso de comercialización, expansión urbana y otros de menor importancia.

La presente Tesis ofrece un estudio de investigación de oportunidades de industrialización del plátano, y, la elaboración del puré a partir de la pulpa de dicha fruta, como producto principal.

I N D I C E

| | Pág. |
|---|------|
| I. Introducción y Resumen | 2 |
| I.1. Introducción | 2 |
| I.2. Justificación del tema | 3 |
| I.3. Resumen | 4 |
| | |
| II. Conclusiones | 10 |
| | |
| III. Estudio de Mercado | 15 |
| III.1. Usos y productos del plátano | 15 |
| III.2. Plátano en la industria | 18 |
| III.2.1. Productos para usos alimenticios | 18 |
| III.2.2. Productos para la alimentación animal | 21 |
| III.2.3. Productos para consumo industrial | 22 |
| III.2.4. Otros usos | 23 |
| III.3. Análisis de la demanda | 24 |
| III.3.1. Producción nacional | 25 |
| III.3.2. Importaciones | 26 |
| III.3.3. Exportaciones | 28 |
| III.3.4. Estudio de la oferta y demanda de los productos de plátano | 28 |
| III.3.5. Puré de plátano | 32 |
| III.4. Conclusiones | 35 |
| | |
| IV. Generalidades | 41 |
| IV.1. Estudios botánicos | 41 |
| IV.1.1. Historia del plátano | 41 |
| IV.1.2. Descripción botánica | 41 |
| IV.1.3. Ubicación y factores climáticos | 43 |
| IV.2. Variedades de plátanos | 45 |

| | | |
|---------|--|-----|
| IV.2.1. | Plátanos de cocinar | 45 |
| IV.2.2. | Plátanos de mesa | 46 |
| IV.3. | Características físicas y químicas | 49 |
| IV.3.1. | Características físicas | 50 |
| IV.3.2. | Características químicas | 51 |
| IV.3.3. | Características de la cáscara | 70 |
| IV.3.4. | Caracterización química de la fibra de plátano | 71 |
| IV.3.5. | Respiración del fruto | 71 |
| IV.4. | Antecedentes sobre el procesamiento de la pulpa para la obtención del puré | 72 |
| IV.4.1. | Características y especificaciones | 72 |
| IV.4.2. | Métodos de preservación | 74 |
| IV.4.3. | Oxidación enzimática del puré | 80 |
| IV.4.4. | Oscurecimiento no enzimático | 82 |
| IV.4.5. | Almacenaje del puré con aditivos químicos | 83 |
| V. | Ingeniería del Proyecto | 91 |
| V.1. | Tecnología general | 91 |
| V.1.1. | Respiración del plátano | 91 |
| V.1.2. | Transpiración del plátano | 93 |
| V.1.3. | Proceso de maduración | 93 |
| V.1.4. | Conservación y almacenamiento del plátano | 96 |
| V.1.5. | Técnicas de procesamiento de los diferentes productos | 102 |
| V.2. | Procesamiento de la pulpa | 117 |
| V.2.1. | Descripción del proceso seleccionado | 117 |
| V.2.2. | Trabajo en laboratorio | 120 |
| V.2.3. | Discusión y resultados | 126 |
| V.3. | Planta piloto | 136 |
| V.3.1. | Acondicionamiento del proceso | 136 |
| V.3.2. | FlowSheet del proceso | 137 |

| | |
|---|-----|
| V.3.3. Balance de materia | 137 |
| V.3.4. Selección de equipo | 144 |
| | |
| VI. Tamaño y Localización | 153 |
| VI.1. Oferta de materia prima | 153 |
| VI.2. Localización | 156 |
| VI.2.1. Localización recomendada | 158 |
| VI.3. Tamaño | 158 |
| VI.3.1. Capacidad instalada y capacidad utilizada de una planta piloto | 158 |
| VI.3.2. Area total requerida | 160 |
| | |
| VII. Aspecto Económico | 162 |
| VII.1. Análisis de costos y beneficios | 164 |
| VII.1.1. Inversión | 166 |
| VII.1.2. Ingresos | 167 |
| VII.2. Rentabilidad | 170 |
| VII.3. Conclusiones | 173 |
| | |
| ANEXO I | 174 |
| ANEXO II | 181 |
| BIBLIOGRAFIA | 192 |

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| 1. Comparación del plátano con otras frutas comunes | 16 |
| 2. Resumen de valores standard en la composición de pulpa de plátano comparada con la papa | 17 |
| 3. Producción nacional de conservas | 27 |
| 4. Importaciones de puré de plátano | 33 |
| 5. Valor de las importaciones en la República Federal de Alemania | 36 |
| 6. Valor de las importaciones en Estados Unidos | 36 |
| 7. Valor de las exportaciones de puré de plátano | 37 |
| 8. Transformaciones del contenido de almidón durante la maduración del plátano | 54 |
| 9. Almidón, carbohidratos totales, azúcares reductores y no reductores en la pulpa de plátano | 55 |
| 10. Análisis de algunos constituyentes volátiles de la pulpa de plátano Gros Michel a diferentes estados de madurez | 66 |
| 11. Contenido de vitaminas | 69 |
| 12. Puré aséptico | 75 |
| 13. Puré acidificado | 77 |
| 14. Puré refrigerado | 79 |
| 15. Concentraciones de bisulfito usados en la práctica | 86 |
| 16. Concentraciones de ácido sórbico usados en la práctica | 88 |
| 17. Condiciones de almacenamiento recomendadas y plazo esperado de conservación de la fruta fresca | 98 |
| 18. Rendimientos en la elaboración de puré de plátano de la isla | 128 |

| | Pág. |
|---|------|
| 19. Análisis realizados para el puré de plátano con sorbato, pasteurización y ácido cítrico | 130 |
| 20. Variación de los azúcares reductores en el puré de plátano almacenado a diferentes <u>tem</u> peraturas | 131 |
| 21. Análisis microbiológicos | 132 |
| 22. Resultado del panel de degustación del puré de plátano: | |
| Puré sin sorbato, sin pasteurización | 134 |
| Puré con sorbato, sin pasteurización | 134 |
| Puré con sorbato, con pasteurización | 135 |
| Puré con sorbato, con pasteurización, con ácido cítrico | 135 |
| 23. Flow-Sheet del proceso | 138 |
| 24. Balance de materia | 139 |
| 25. Diagrama de flujo | 140 |
| 26. Controles a realizar | 141 |
| 27. Requerimiento de materia | 145 |
| 28. Intercambiador de calor de superficie raspada | 149 |
| 29. Requerimiento de equipo | 151 |
| 30. Clasificación de plátanos | 155 |
| 31. Macrolocalización de una planta piloto | 159 |
| 32. Demanda captada por el proyecto | 163 |
| 33. Inversión | 166 |
| 34. Ingresos | 168 |
| 35. Flujo neto económico | 169 |
| 36. Valor actual neto | 171 |
| 37. Tasa interna de retorno | 172 |
| <u>ANEXO I</u> | |
| 38. Cuadro de empresas productoras | 175 |
| 39. Cuadro de importaciones | 176 |
| 40. Cuadro de exportaciones | 177 |

| | Pág. |
|--------------------------------------|------|
| 41. Exportaciones de puré de plátano | 178 |
| 42. Hoja de balance de alimentos | 179 |
| 43. Producción de plátano | 180 |

ANEXO II

| | |
|--|-----|
| 44. Resultado de rendimientos de la fruta | 182 |
| 45. Resultado del tratamiento antioxidante de la pulpa de plátano con bisulfito de sodio | 183 |
| 46. Test de degustación | 184 |
| 47. Costo de la materia prima y aditivos | 189 |
| 48. Costo de la mano de obra | 190 |
| 49. Costo de servicios | 190 |
| 50. Costo de maquinaria y equipo | 191 |

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

Y

R E S U M E N

I N T R O D U C C I O N Y R E S U M E N

I.1. INTRODUCCION

Después de los cítricos, el plátano constituye la - especie más importante del comercio internacional - de frutas, ya que reúne dos cualidades importantes para un producto: aroma y sabor, aparte de ser un - alimento altamente energético cuyos hidratos de car - bono son fácilmente asimilables.

En el Perú, la importación de fruta - fresca y procesada en 1977 fue de 1200 TM y según - las estadísticas, la producción de plátano se ha in - crementado entre 1975 y 1979 de 707,720 TM a 794,930 TM, para un área cultivada de 65,655 Hás y un valor bruto en miles de soles de 10'029,645 en 1979. Para el año 1982 se obtiene una producción total pronos - ticada de 908,905 TM. (Fuente: Anuarios Estadísti - cos Agropecuarios - Cultivo transitorio: Plátano. - Años 1975, 1976, 1977, 1978, 1979. Ministerios de Agri - cultura).

La elaboración industrial de frutas es un proceso mediante el cual se trata de conseguir que el alimento retenga, por un largo tiempo y has - ta donde sea posible, todas las propiedades nutriti - vas y organolépticas que dicho producto poseía en - estado fresco. Para conseguir este propósito, el me - tabolismo de los microorganismos y enzimas que tien - den a hacer variar ó a descomponer el producto debe ser detenido.

Dentro de América Latina en lo que con - cierne a frutas tropicales (plátano, mango, papaya, piña), la agroindustria se encuentra más desarrolla

da en Ecuador, Brasil y Centro América, esto es, por la mayor variedad de frutas que producen y por el mayor esfuerzo que han dedicado a la investigación, debido a la necesidad de su explotación a nivel industrial.

Los productos más importantes en el comercio internacional elaborados a partir del plátano son: higos, polvo de plátano, puré y rodajas enlatadas.

El puré de plátano enlatado asépticamente es un producto sin un sabor modificado que ha llenado los requerimientos de los fabricantes con respecto a buena calidad, durabilidad, facilidad de manipulación y economía en el transporte y almacenamiento.

Actualmente el Perú cuenta con instituciones dedicadas a la investigación del procesamiento de frutas tropicales, entre ellas el INDA (Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial - Ministerio de Agricultura) y el Programa Académico de Industrias Alimentarias de la UNA (Universidad Nacional Agraria - La Molina).

I.2. JUSTIFICACION DEL TEMA

Hemos considerado al plátano por ser una fruta que se cosecha durante todo el año y cuyo requerimiento ecológico es adaptable. Además por las diversas variedades con que contamos en el mercado de frutas.

El principal motivo que nos ha impulsado a realizar este estudio, es el de promover la industria alimentaria y fomentar la realización de Programas de Investigación y Promoción - Frutícola en el país, aprovechando la producción de plátano excedente para la comercialización como frutu

ta fresca, que se pierde como consecuencia de la -
falta de industrias, que absorben las frutas dese-
chadas que, a pesar de su buena calidad comestible,
no son buenas para el comercio por no reunir las -
condiciones exigidas por el mercado, creando así -
nuevas fuentes de trabajo calificado y, mejorando
el nivel de vida de los que en ellas trabajan, así
como contribuir al ahorro y al ingreso de divisas -
para el país mediante la exportación de sus produc-
tos frutícolas, y, a incentivar nuevas formas de -
consumo de plátano, buscando las características -
más adecuadas para la elaboración y conservación de
la pulpa, como puré. Ya que éste ha demostrado ser
un producto de comercialización aceptable y de bue-
nas proyecciones.

El puré de plátano en el cam-
po de la panadería es empleado en pies, panes, tor-
tas y waffles. Es usado en heladería y también como
materia prima para la elaboración de alimentos para
bebés, y en la preparación de yoghurt. También es
usado en jugos concentrados congelados y en mezclas
de naranja y plátano, papaya y plátano, los cuales
han demostrado tener buena aceptación.

Y, por último, queremos apro-
vechar el resurgimiento de los diversos productos -
de plátano, a nivel de comercio mundial en la últi-
ma década.

I.3. RESUMEN

El plátano es una fruta de consumo popular cuyo va-
lor alimenticio se basa en su contenido de azúcares.
Aproximadamente la mitad de la producción mundial -
se consume como fruta fresca y ensaladas.

El plátano es un frutal nativo del Asia que

pertenece al género Musa, y cuyo fruto comestible se forma en la yema terminal, como resultado del engrosamiento ovárico con un alto contenido de carbohidratos.

La plantación bananera se desarrolla muy bien en zonas tropicales y sub-tropicales, idealmente donde existen suelos aluviales, de buena permeabilidad y drenaje, y con un pH variable entre 6.0 y 6.5.

Existen diferentes variedades de plátano, entre los de cocinar se tienen: Inguiri ó Dominico, Bellaco ó Hartón, Palillo ó Guayabo; entre los plátanos de mesa tenemos: Seda ó Guayaquil, Cavendish Gigante, Lacatán, Valery, IC2, plátano Manzano, Isla, Morado, Moquicho ó plátano de Oro, Montecristo ó Seda macho y Enano ó Vascón. Siendo los más populares y de mayor producción el Seda e Isla.

El plátano sufre profundas alteraciones en su composición química durante el proceso de maduración, importantes cuando se pretende utilizar para la industrialización. Los cambios físicos se manifiestan en la variación del color de la cáscara, de verde a amarillo, en el aumento de peso, longitud y humedad, y en la variación de la relación pulpa/cáscara.

Por otro lado, son los procesos químicos los que determinan la maduración del plátano, como la transformación del almidón en azúcares, la inactivación de los compuestos de tanino, la desaparición de la acidez, la hidrólisis de la pectina, la aparición de pigmentos colorantes como carotenos (amarillo) y desaparición de la clorofila (verde), elaboración de enzimas, desarrollo de compuestos volátiles, desprendimiento y absorción de etileno.

Entre los productos que se obtienen a partir del plátano se tienen: Higos y chips (chifles), elaborados por desecación de la pulpa entera; polvo de plátano, harina y copos, elaborados por desecación - después de convertirla en pasta fluida; rodajas, com~~o~~ pots y gelatina, obtenidos por conservación en azúcar; puré y néctar, elaborados por conservación de la pulpa con aditivos; vino de plátano y vinagre, por fermentación. Todos los productos señalados son para uso alimenticio.

Entre los productos para consumo industrial - podemos mencionar: Alcohol industrial, almidón, griz de plátano para la obtención de bebidas alcohólicas, glucosa, dextrina, etc.

De los desperdicios y residuos se obtiene forrajes y piensos para uso animal.

Las fibras largas son empleadas en tejidos y saquerías, fabricación de papel; los troncos, como material tanificante.

Los productos más importantes son los higos - secos, PURE, rodajas y polvo de plátano.

Las técnicas de procesamiento de los diferentes productos presentan operaciones en común como: Selección, lavado, pelado; son pasos en la cadena de - eventos el método de preservación, ya sea por adición de un aditivo químico ó escaldado, esterilizado, refrigeración, deshidratación, pulpeado y envasado.

Para obtener un producto de buena calidad es importante contar con una materia prima en estado óptimo, lo que se conseguiría con ambientes apropiados como cámaras de maduración de atmósfera controlada, con tal de lograr un proceso continuo y eficiente.

El puré de plátano es producido pulpeando la fruta pelada y preservando el puré resultante por -

uno de los siguientes métodos: Asépticamente, método en el cuál el puré conseguido es esterilizado por una serie de intercambiadores de calor de superficie raspada, enfriado a 1.6 °C y envasado asépticamente.

Acidificación, donde la fruta escaldada es pulpeada, se adiciona ácido cítrico y azúcar (pH = 4.1 - 4.3), se calienta el puré hasta 99 °C, se llenan y sellan las latas para finalmente enfriarlas.

Refrigeración rápida, el puré inactivado, ya sea por método químico ó por adición del calor, es pasado por un túnel refrigerado a -37 °C. Existe también un método alternativo para preparar puré congelado.

El puré de plátano puede presentar una oxidación que se manifiesta por un oscurecimiento de éste y una variación en el sabor. Esta oxidación puede ser enzimática, en el que tiene lugar la presencia de enzimas y el oxígeno del aire; y, no enzimática, como consecuencia de una compleja serie de reacciones entre los aminoácidos y los azúcares reductores. Con tal de evitar esta oxidación, es que se han desarrollado métodos para preservar el puré. Entre los aditivos químicos más usados se tiene el bisulfito de sodio, ácido cítrico, sorbato de potasio, ácido ascórbico, metabisulfito de potasio, benzoato de sodio.

El trabajo experimental se ha desarrollado con plátano de la isla como materia prima, llevando a cabo las siguientes operaciones: Selección, lavado, pelado, tratamiento antioxidante, escurrido, pulpeado, refinado, acidificación, pasteurización, enfriamiento, adición del aditivo químico, homogenización, llenado y sellado, almacenamiento a dos tempe

aturas diferentes: a temperatura ambiente (28 °C) y temperatura de refrigeración (4 °C).

Por las características ecológicas y por el volumen de producción de fruta fresca, este estudio establece la posibilidad de instalar una planta piloto en el departamento de Tumbes.

Por muchos años Ecuador y Brasil han sido los mayores productores de higos de plátano a escala comercial, también en Africa, la fruta ha sido procesada en cantidades limitadas para propósitos de manufactura. Israel y Estados Unidos han mostrado interés en la producción de copos. Por otro lado, la United Fruit Company desarrolló la producción de rodajas de plátano en jarabe ácido de azúcar, siendo los principales consumidores Inglaterra y Estados Unidos.

En cuanto a la producción de chips, Estados Unidos y Canadá han consumido cantidades limitadas; el puré de plátano producido por los diferentes métodos tiene entre sus principales consumidores a Estados Unidos y la República Federal Alemana, así como Japón e Inglaterra. Siendo los principales productores los países centroamericanos, Ecuador y Brasil. Es este producto el más prometedor y de mayor importancia comercial dentro de todos los beneficios industriales derivados.

Y, los demás productos tienen poca importancia comercial por el momento.

C A P I T U L O I I

C O N C L U S I O N E S

C O N C L U S I O N E S

1. La base en la preparación de alimentos, es el procesamiento en sí, éste debe llevarse a cabo de manera que se desarrollen ó retengan las cualidades de color, - sabor, textura y valor alimenticio al grado máximo. Esto quiere decir, de manera general, que la acción de las enzim_{as} debe controlarse, que el contacto con el aire debe ser tan breve como sea posible y que las temperaturas - elevadas empleadas durante el proceso deben durar el menor tiempo posible, sin menoscabar los resultados que de ben lograrse.

2. En el Perú la variedad más comercial y popular, con un volumen de producción de 60 a 80%, es el plátano de seda ó Guayaquil, seguido por el plátano de la isla.

3. Los principales productos de plátano dentro del comercio internacional son los higos y el puré.

4. A pesar de la investigación sobre métodos para obtener productos de plátano aceptables, ninguno de - ellos puede compararse en sabor ó características con la fruta fresca, disponible a precios razonables durante to do el año en muchos países con clima tropical.

5. Los principales mercados para los productos industrializados de plátano son: Alemania Federal, Suiza, Francia y Estados Unidos, el cuál utiliza el puré enlatá do ó congelado, principalmente en la manufactura de alimentos para bebés.

6. Desafortunadamente, los datos estadísticos relacionados con la producción y comercio de productos de - plátano son muy fragmentarios y, a menudo desactualizados, por lo que es difícil fijar el verdadero potencial de los varios productos dentro del comercio internacio-

nal.

7. El mercado internacional se ha tornado competitivo en los últimos años, esto debido a, que el volumen de la oferta se viene incrementando como resultado de la incorporación de nuevas áreas de este frutal en relación a una demanda internacional que tiende a estabilizarse.

8. Las principales reacciones desarrolladas durante la maduración del plátano son: disminución de taninos y ácidos orgánicos, transformación del almidón en azúcares, elaboración de pigmentos carotenoides, elaboración de enzimas y desarrollo de sustancias volátiles características. Estas reacciones deben considerarse cuando se pretende usar la fruta para su industrialización.

9. El acidulante y el preservativo a emplear se seleccionan mediante un panel de degustación. El ácido cítrico es el más usado debido a su sabor, solubilidad y características de manipulación y almacenaje, costos y carácter antioxidante. El sorbato de potasio es menos detectable, por evaluación sensorial, que el benzoato de sodio.

10. Se hacen de tiempo en tiempo intentos por desarrollar nuevos procesos industriales en el campo de las frutas. Sin embargo, los plátanos, cuando se procesan, son extremadamente susceptibles a la deteriorización del sabor y decoloración, esto es un serio obstáculo para el desarrollo comercial de la mayoría de productos de plátano procesados. El puré obtenido con plátano de la isla presenta en líneas generales, aceptabilidad y buen comportamiento.

11. El puré de plátano es un producto que ha ido incrementando su importancia en las últimas décadas. Se produce pulpeando la fruta madura y pelada, y preservando el puré por cualquiera de los siguientes métodos: a) Enlatado aséptico, b) Acidificación, y c) Congelamiento.

12. La inmersión de los plátanos en una solución de bisulfito y la adición del ácido cítrico son necesarias para prevenir el oscurecimiento enzimático y no enzimático del puré.

13. Para la mejor calidad y conservación del puré cumplen papel importante el pH y la temperatura de pasteurización.

14. Para el análisis sensorial se empleó el método de ordenación (preferencia) dando como resultado que el mejor puré, obtenido a partir de plátano de la isla, era aquel en que se usó ácido cítrico, bisulfito de sodio, sorbato de potasio y pasteurización.

15. Para la elaboración del puré se empleará plátano maduro, pretendiendo dar uso a aquel volumen de producción desechado por falta de infraestructura adecuada.

16. Comparando los resultados obtenidos con estudios realizados con plátano de seda, observamos la similitud entre ambos, lo que favorece la ubicación de una planta piloto en el norte del país, donde la variedad más abundante es el plátano de seda. Se escogió Tumbes por su mayor producción y ubicación fronteriza.

17. La capacidad de producción de la planta piloto es de 4 toneladas de puré diarias, considerando la probabilidad de elaborar otros productos, que pueden ser néctares combinados ó simples.

18. El equipo requerido para la planta no es complicado, más bien es práctico y versátil. Países como Estados Unidos, Brasil e Italia se han especializado en la producción de equipos para este tipo de plantas.

19. El proceso debe llevarse a cabo bajo una supervisión técnica, debido particularmente a la necesidad de controlar la maduración de la fruta. Y, se ha encontrado que, generalmente, el proceso es rentable si hay suministro seguro de fruta, próximo a la unidad de pro-

ceso.

20. Es recomendable que los gobiernos adopten políticas y medidas especiales que permitan la instalación, expansión y perfeccionamiento de industrias agropecuarias tales como: exoneraciones fiscales, investigación, capacitación y estímulo a la producción de materia prima de alta calidad.

Recomendaciones

1. Estudiar las posibilidades de recuperar pectina de los efluentes del proceso.

2. Estudio de una cámara de atmósfera controlada para la adecuada maduración de la fruta a ser industrializada.

C A P I T U L O I I I

E S T U D I O

D E

M E R C A D O

ESTUDIO DE MERCADO

III.1. USOS Y PRODUCTOS DEL PLATANO

El plátano es una fruta que se consume de manera limpia, ya que la pulpa es protegida hasta el momento del consumo por una cáscara gruesa fácil de eliminar. Pesa de 100 a 200 gr. según la variedad, y contiene del 60 al 65% de pulpa comestible. Es un alimento rico en azúcares, fácilmente asimilables, es pobre en proteínas y lípidos, y, suministra una gran cantidad de calorías; no es suficiente como base de una alimentación completa ya que sólo representa una pequeña fracción de lo que el organismo necesita.

La comparación con otras frutas más comunes ha sido efectuada por Atwater y Bryant, citados por D. Kervegant (Cuadro III.1.); sólo la uva tiene un mayor valor energético. El plátano tiene tanta vitamina C como la manzana, duplicándose el contenido con la maduración de la fruta.

Los plátanos son para la población de los trópicos lo que las papas para la del norte. En el Cuadro III.2. tenemos un resumen de valores standard en la composición de la pulpa de plátano comparada con la papa.

Aproximadamente la mitad de la producción mundial de plátanos son consumidos como fruta fresca y ensaladas, si se trata de variedades poco azucaradas, se cuecen. Los productos envasados más importantes son: Higos secos, puré, polvo, harina, hojuelas, rodajas enlata

C U A D R O I I I . 1 .

COMPARACION DEL PLATANO CON OTRAS FRUTAS COMUNES

| | Agua % | Proteinas % | Grasas % | Hidratos de Carbono % | Cenizas % | Calorias (100 gr) |
|-----------|-----------|----------------|-------------|--------------------------|--------------|----------------------|
| Mansana | 84.6 | 0.4 | 0.5 | 14.2 | 0.3 | 64 |
| PLATANO | 75.3 | 1.3 | 0.6 | 22.0 | 0.5 | 102 |
| Cereza | 80.0 | 1.0 | 0.8 | 16.7 | 0.6 | 81 |
| Uva | 77.4 | 1.3 | 1.6 | 19.2 | 0.8 | 144 |
| Naranja | 86.9 | 0.8 | 0.2 | 11.6 | 0.4 | 53 |
| Melocotón | 89.4 | 0.7 | 0.1 | 9.4 | 0.5 | 42 |
| Ciruela | 78.4 | 1.0 | 0.1 | 20.1 | 0.5 | 88 |
| Fresa | 90.4 | 1.0 | 0.6 | 7.4 | 0.6 | 40 |

C U A D R O III.2.

RESUMEN DE VALORES STANDARD EN LA COMPOSICION DE PULPA

DE PLATANO COMPARADA CON LA PAPA

| I t e m | Plátanos y Plantainas | Papas |
|-------------------------------|-----------------------|-----------|
| Agua % | 70 | 78 |
| Carbohidratos % | 27 | 19 |
| Fibra cruda % | 0.5 | 0.4 |
| Proteína % | 1.2 | 2.0 |
| Grasa % | 0.3 | 0.1 |
| Cenizas % | 0.9 | 1.0 |
| Calcio ppm. | 80 | 80 - 100 |
| Fósforo ppm. | 290 | 560 |
| Fierro ppm. | 6 | 7 |
| Beta - caroteno ppm. | 2.4 | 13 |
| Tiamina (B ₁) | 0.5 | 1 |
| Riboflavina (B ₂) | 0.5 | 0.3 - 0.4 |
| Niacina | 7 | 12 - 14 |
| Acido ascórbico (C) | 120 | 100 - 170 |
| Energía, cal/100 gr. | 104 | 82 |

FUENTE: Chatfield, 1949, 1954; Watt y Merrill,
1950.

das y compotas. El puré de plátano envasado en latas N°10 ó tanques de 55 galones por el proceso de enlatado aséptico, es un producto nuevo para la industria procesadora de alimentos.

III.2. PLATANO EN LA INDUSTRIA

Los principales productos derivados del beneficio industrial del plátano son los siguientes:

III.2.1. Productos para usos alimenticios.- Según el proceso seguido para su manufactura:

- a) Conservación por desecación.- La conservación de la pulpa una vez desecada ha dado lugar a numerosos estudios y algunas aplicaciones. Para conservar el aroma de la fruta fresca se deseca la pulpa entera ó se reduce primero a pasta - Desecación de la pulpa entera.- Por este proceso se obtienen los higos de plátano, que pueden presentar diversas formas, ya sea la fruta entera, de mitades ó de rodajas secas; éstos consisten de la fruta pelada que ha sido secada cuidadosamente a fin de mantener su forma.

Los chips (chifles) son preparados en muchos países ya sea secando rodajas de plátano verde y friéndolas en aceite comestible para dar un producto similar a las papas fritas, ó simplemente friendo las rodajas delgaditas en aceite comestible sin ningún tratamiento de presecado.

- Desecación después de convertirla en pasta fluida.- Permite obtener polvo, harina y copos.

El polvo de plátano se prepara con

plátanos totalmente maduros. Después de lavarlos y pelarlos se convierten en pasta pasándolos primero por un picador y luego por un molino coloidal. Se añade una solución al 1 ó 2% de metabisulfito de sodio antes de secarlo a fin de mejorar el color del producto final. Es rico en azúcar, contiene pequeñas cantidades de almidón, y, tiene el olor y sabor característico del plátano. Tiene uso limitado como saborizante, principalmente en la industria panadera, en la preparación de rellenos de pasteles y en la preparación de bizcochos de crema, también en la industria de helados. Su uso es extensivo al tratamiento terapéutico de disturbios digestivos. El polvo de plátano es muy higroscópico y susceptible a perder el sabor, a menos que sea envasado en recipientes a prueba de humedad. Además, es susceptible a la infestación por insectos, a no ser que sea procesado y envasado bajo condiciones esmeradamente higiénicas.

La harina de plátano en contraste con el polvo de plátano es preparada secando la fruta verde al sol ó en estufas, por lo que se caracteriza por su alto contenido de almidón, pero contiene poca azúcar, es de color gris y no tiene sabor a plátano. Se usa en la alimentación de los niños y enfermos de los órganos digestivos y se digiere fácilmente, porque posee buenas cualidades digestivas.

Los copos de plátano son pequeñas partículas de plátano deshidratado, de color

paja, que si se preparan correctamente saben como la fruta fresca. La fruta madura es pelada y batida para lograr una pasta cremosa, se bombea a un deshidratador, se saca en forma de película y se rompe para formar los copos. Se comercializa el producto ya sea como saborizante ó cereal para el desayuno.

- b) Conservación en azúcar.- También llamados confituras, entre ellas se distinguen: las rodajas de plátano, que son trozos de fruta enlatadas en jarabe de azúcar. En países como Australia se les ha incorporado a las ensaladas de frutas tropicales envasadas.

La compota de plátano consiste de la pulpa de la fruta completamente disgregada y cocida con una cantidad igual de azúcar.

La gelatina se prepara rasimularmente con plátanos sobremaduros.

- c) Conservación de la pulpa con aditivos.- La conservación de la pulpa sin someterla a desecación es difícil debido a que se oscurece rápidamente por la acción enzimática. Es por ello que el puré de plátano es producido pulpeando la fruta madura pelada y preservando el puré resultante, ya sea por enlatado aséptico, acidificación seguida por enlatado normal, ó congelación rápida.

El puré de plátano es empleado en el campo de la panadería en panes, pies, tortas y waffles. Es usado en heladería y también en alimentos para bebés, y en la preparación de yogurt. También es usado en jugos concentrados congelados y en mezclas de na

ranja-plátano, papaya-plátano, los cuales han demostrado tener buena aceptación.

Néctar de plátano es el nombre dado al producto constituido a partir de la pulpa de plátano finamente dividida y tamizada, a la cual se le ha adicionado azúcar, agua y un ácido orgánico para obtener una bebida agradable (ITINTEC).

- d) Transformación por fermentación.- Se obtiene una bebida semejante a la cerveza llamada pombe (Africa). El vino de plátano se obtiene de frutos excesivamente maduros, con un proceso de todos conocido. En Venezuela se elabora un vino de plátano aceptable pero que al parecer no tiene un sabor característico, al menos no lo suficiente para volverlo éxito comercial.

Para la producción de vinagre se utilizan los frutos excesivamente maduros casi en vías de descomposición, éstos se lavan, se machacan ó presan, se dejan fermentar, se inoculan con la bacteria apropiada y se dejan que formen ácido acético como con las manzanas, uvas ó cualquier otro vinagre de frutas. El producto limpio se decanta y se embotella para la venta. Tiene sabor excelente y puede usarse en vez del vinagre de sidra para elaborar la mayoría de los encurtidos.

III.2.2. Productos para la alimentación animal.- Las cáscaras, tallos ó troncos y hojas verdes se usan como forraje para diversos animales: ganado vacuno, ovino, porcino, etc. Se recomienda mezclarlos en los piensos con maíz. Se debe evitar que las vacas consuman mucho tronco de plátano

ya que comunica un mal sabor a la leche. Por el siguiente análisis se observa la importancia forrajera del tronco de plátano:

| | Tallo ó | | |
|----------------------|-----------|-------|--------------|
| | Pedúnculo | Hojas | Tallo floral |
| Materias azoadas | 2.02 | 8.48 | 8.24 |
| Celulosa bruta | 23.81 | 26.82 | 28.64 |
| Azúcar cristalizable | 4.55 | 2.78 | 2.16 |
| Almidón | 31.15 | 12.21 | 17.09 |
| Materias grasas | 1.91 | 4.13 | 3.63 |
| Cenizas | 12.27 | 13.98 | 16.82 |
| Diversos extractivos | 23.39 | 27.00 | 23.41 |

Es recomendable para el uso forrajero en los lugares donde no hay alfalfa o es escasa, el costo estará dado únicamente por el transporte y el - cortado en fracciones. Se debe evitar la extracción de cantidades importantes de materia vegetal, a no ser que se compense con sportes orgánicos y minerales apropiados.

III.2.3. Productos para consumo industrial.- Los plátanos bien maduros pueden usarse para producir alcohol, pero se debe agregar pulpa para obtener el aroma natural del fruto.

Los desperdicios de plátano pueden transformarse en alcohol industrial: 10.5 l. de alcohol/100 kg de fruta - limpia (E. Bromond). Se obtiene 8.38 l. con 100 kg de pulpa y 4.92 l. con 100 kg de plátano "enano" (Nain) (H. Finck y W. Kleber).

Este alcohol puede mezclarse con la gasolina para motores. Pero el alcohol de cualquier clase es todavía más caro que la gasolina a pesar del alto precio del petróleo. El alcohol anhidro ó absoluto que se -

recomienda para las mezclas con gasolina es más caro que el alcohol común comercial de 95%. Más aún, el alcohol de plátanos generalmente cuesta más que el de caña de azúcar.

El uso de plátanos como fuente de almidón se muestra muy prometedor. El almidón grado comercial es un producto que se emplea mundialmente en grandes cantidades. La misma industria platanera es un usuario de consideración, pues actualmente todo el plátano de exportación se empaqueta en cajas de cartón corrugado que llevan almidón como agente adhesivo. La producción de almidón de los plátanos verdes no es un proceso complicado y el costo de la planta necesaria, aunque elevado, no es prohibitivo.

Los "gritiz" - de plátano son frutos cortados en trozos pequeños, deshidratados, que en base a su composición química servirían como fuente energética en fermentaciones para producción de alcohol y bebidas alcohólicas, producción de glucosa, dextrina, etc.

III.2.4. Otros. - Todos los plátanos poseen largas fibras en sus vainas foliares, de resistencia diversa - según las especies y clones. Sólo la "Musa textilis" (abacá) se explota industrialmente para la producción de cáñamo de Manila, las fibras largas son resistentes e imputrescibles. Se usan para fabricar cordajes para barcos y tienen la ventaja de flotar, también se usan para fabricar saqueros y tejidos. Esta industria es de tradición filipina. Las autoridades norteamericanas - crearon plantaciones de abacá en Centro América, pero la rentabilidad de esta explotación disminu

yó rápidamente y actualmente el cultivo está relativamente abandonado.

Machacando el tronco se puede utilizarlo como cualquier otro material "tanificante" sustituyendo a la corteza de encino ó similares.

Es de importancia su aplicación como recurso potencial para la fabricación de papel, aunque tiene la desventaja de su alto contenido de humedad; su transporte a la fábrica sería ventajosa una vez seco, después de la extracción del jugo, ya que millones de estas plantas son sacrificadas anualmente. En México en una feria nacional (1967) han sido expuestas muestras de papel a base de la corteza de esta planta.

A pesar de las diversas utilizaciones del plátano, como medicina, cosmético y otros, especialmente en los países ecuatoriales, el plátano es sin duda en primer lugar una planta alimenticia.

III.3. ANALISIS DE LA DEMANDA

La cantidad demandada es aquella que los consumidores ó usuarios adquirirán a un determinado precio en un momento dado. Después de los cítricos, el plátano constituye la especie más importante del comercio internacional de frutas, representando el sostén principal de la economía de muchos países. En América Tropical se ha desarrollado la producción de plátano por empresas transnacionales con sus propios mercados y tecnología.

Los principales factores que intervienen en la demanda creciente y constante, tanto en los países desarrollados como en desarrollo son:

- Durabilidad, lo que supera el carácter perecedero del producto. Se puede vender el producto elaborado en la estación en que no hay oferta del producto fresco y se le puede transportar sin riesgo de pérdidas.
- Comodidad, por ser menores los trabajos de limpieza y preparación del producto, es más cómodo para el usuario su transporte.
- Sabor, textura y aspectos nuevos, así como nuevas combinaciones de productos que atraen al consumidor.

Los productos de plátano no se preparan fácilmente, tienen apariencia y sabor diferente al de la fruta fresca, lo que les da poco atractivo para el consumidor. Sus ventas prosperan cuando los plátanos frescos no se consiguen fácilmente y cuando la conservación y forma concentrada son importantes, tal es el caso de los excursionistas. La mayor demanda es por parte de los vegetarianos que buscan variedad dentro de su restringida gama de alimentos.

El éxito de estos productos está limitado por el sabor algo dulce de los alimentos procesados, siendo preferidos los sabores ácidos; los saborizantes pueden dar mejor sabor y a más bajo precio; al no haber un producto sólido de buena calidad, no hay mercado en la fabricación de yoghurt que así lo requiere, y por último, se tiene la facilidad con que se preparan los plátanos frescos.

III.3.1. Producción Nacional. - El plátano se encuentra realmente en las primeras fases de industrialización, y la demanda a nivel nacional es muy reducida, esto es, debido a que en nuestro país dis-

ponemos de la fruta fresca, en sus diferentes variedades, durante todo el año.

En general, todos los datos estadísticos disponibles se encuentran en su mayoría globalizados y/o combinados con otras frutas, por lo que el análisis tiende a ser también bastante generalizado.

Por el Cuadro III.3. podemos observar la producción nacional en un plano comparativo con las otras naciones latinoamericanas, vemos por lo tanto, en forma general que Venezuela y Paraguay nos aventajan en volumen producido.

- Empresas productoras.- Son relativamente pocos los establecimientos dedicados al procesamiento industrial de frutas (Ver Anexo 1), aunque en la última década se está dando mayor impulso al desarrollo de la agroindustria, tanto en investigación como en procesamiento.

Por otro lado, la mayoría de las fábricas se encuentran localizadas en la capital.

III.3.2.Importaciones.- En el Cuadro de Importaciones (Ver Anexo 1) se considera la importación de frutas y sus diferentes productos elaborados a nivel industrial. El volumen de plátano fresco importado de Ecuador, se debe más que nada a un intercambio comercial fronterizo.

En la 5a. Reunión del Grupo Intergubernamental sobre el Banano, al Comité de Problemas de Productos Básicos, se hizo observar que en varios países se realizan estudios sobre la utilización del banano para la alimentación del ganado.

C U A D R O III.3.

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
|--|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| JAMS, MARMALADES AND JELLIES (Thousand TM) | | | | | | | | | | |
| Brazil | - | - | - | 176.3 | 211.2 | - | - | - | - | - |
| Ecuador | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | - | - | - |
| Paraguay | 0.1 | 1.5 | 1.6 | 2.0 | 2.4 | 2.3 | 0.3 | 0.6 | 0.1 | 0.1 |
| PERU | - | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.3 | 1.4 | - | - | - | - |
| Venezuela | 2.2 | 13.2 | 44.4 | - | 3.7 | 4.5 | 4.2 | 4.7 | - | - |
| FRUIT AND VEGETABLE JUICES, CONCENTRATED, FROZEN OR HOT (Thousand TM) | | | | | | | | | | |
| Brazil | - | - | - | - | 137.6 | - | - | - | - | - |
| Paraguay * | 0.5 | 1.0 | 1.7 | 2.9 | 1.1 | 0.8 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
| PERU | - | 2.4 | 2.6 | 2.2 | - | - | - | - | - | - |
| *In thousand Kl. | | | | | | | | | | |
| FRUITS, TINNED OR BOTTLED (Thousand TM) | | | | | | | | | | |
| Bolivia | - | - | 0.3 | 0.3 | 0.6 | - | 0.6 | 0.7 | - | - |
| Colombia | 0.9 | - | 1.1 | 0.8 | 1.9 | - | - | - | - | - |
| Ecuador | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | - | 0.2 | - | - | - | - |
| Paraguay | 0.7 | 1.9 | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 0.7 | - | 0.6 | 0.4 | 0.9 |
| PERU | - | 0.7 | 1.3 | 1.7 | - | - | - | - | - | - |
| Venezuela | - | 3.8 | 3.8 | - | 3.1 | 3.6 | 3.7 | 4.2 | - | - |
| FRUIT, GLACE OR CRISTALLIZED (TM) | | | | | | | | | | |
| Brazil | - | - | - | 1463 | 1418 | - | - | - | - | - |
| PERU | - | 296 | 222 | 475 | - | - | - | - | - | - |

- Negligible or not available.

FUENTE: Yearbook of Industrial Statistics. 1979 Edition, Volume II. Commodity Production Data, 1970 - 1979. UNITED NATIONS.

A este propósito, se está ejecutando un proyecto (Ecuador-Suiza) en el cual la producción excedentaria de bananos se aprovecha por medio de un procedimiento de deshidratación para preparar harina que puede utilizarse como pienso. El informe de esta 5a. Reunión contempla todos los productos elaborados con plátano.

III.3.3. Exportaciones. - En cuanto al comercio exterior del plátano y sus productos, podemos observar claramente la venta de plátano fresco a Chile. También se exportan otros productos, siendo en mayor volumen los jugos y conservas de frutas al natural.

Nuestro país presenta todavía un bajo porcentaje de exportación en lo que se refiere a purés y pastas de frutas en general.

Del Cuadro de Exportaciones (Ver Anexo 1) por otro lado, deducimos que los productos procesados con plátano deberán ser orientados hacia el comercio exterior.

En este sentido nos llevan ventaja Ecuador y Brasil en primer lugar, puesto que tienen más adelantados sus investigaciones en frutas tropicales; Colombia y Venezuela también se encuentran en la competencia dentro del marco agro-industrial.

III.3.4. Estudio de la oferta y demanda de los productos de plátano. - Los higos de plátano tienden a escurecerse y ser pegajosos, su sabor es alterado y menos delicado que el de la fruta fresca.

Actualmente las ventas de estos productos en los países desarrollados están restringidas a las tiendas de alimentos vegetarianos ó alimentos dietéticos. Se usan cantidades limi-

tadas para propósitos de manufactura. Por muchos años, Ecuador y Brasil han sido los mayores productores de higos de plátano a escala comercial en América del Sur. En Africa la fruta ha sido procesada comercialmente en República de Malasia, Liberia, Angola, Camerún y Zaire. Además, ocasionalmente ha habido producción a pequeña escala en otros países productores de plátano.

Se ha tratado de desarrollar la producción comercial de polvo de plátano, pero los productos eran insatisfactorios por su color y sabor.

Recientemente se ha mostrado interés en producir copos de plátano en Israel y Estados Unidos, pero la demanda del producto es muy limitada, su susceptibilidad al deterioro del sabor en almacenamiento y la necesidad de empaarlos en envases a prueba de humedad, han obstaculizado su desarrollo comercial.

Muchos productores han tenido dificultades en producir rodajas de plátano enlatadas de color, sabor y textura satisfactorios, ya que muchos de los aparecidos en el mercado han sido comparados desfavorablemente con la fruta fresca y han tenido dificultades para ser vendidos. Sin embargo, la compañía United Fruit desarrolló la producción de rodajas de plátano en jarabe ácido de azúcar, cuando establecieron su planta procesadora de puré en La Lima, Honduras (1966). El producto era vendido a las industrias de víveres y panadería y se consideraba que, por la conveniencia de su envasado comparado con la fruta fresca, se podría desarrollar gran demanda en Inglaterra y Estados Unidos, por parte de reg

taurantes, hoteles, etc., mientras que en ciertos países continentales se espera que las industrias panaderas sean consumidores importantes de estas rodajas en la producción de ciertos pasteles. Se sabe que el comercio ha llegado a menos de 100 ton/año. Si fuera posible superar los problemas de envasado aséptico, este producto puede aumentar su demanda.

Cantidades limitadas de chips de plátano han sido vendidas como un producto especial en Estados Unidos, pero, a menos que se tenga cuidado en su preparación y envasado, son muy susceptibles a ablandarse ó ranciarse. Además, son más caros que las papas fritas; en el país, especialmente en Piura, se están elaborando "chifles" de plátano (chips) en forma comercial a escala limitada, existiendo cierto consumo local y siendo llevadas a otras localidades. Pero los inconvenientes citados anteriormente limitan bastante la posibilidad de aumentar en forma notable el mercado del producto. Filipinas muestra exportación de chips de plátano en sus estadísticas de comercio, totalizan alrededor de 50ton/año hasta 1972, cuando aumentaron a 150 ton. Estados Unidos tomó casi toda esta exportación, pero se han vendido pequeñas cantidades a otros países asiáticos y Canadá.

Se sabe que en Brasil y otros países se fabrican pequeñas cantidades de compote de plátano para venta local, pero, el producto tiene poca importancia comercial por ser muy dulce y tener sabor deficiente.

El mercado para las bebidas alcohólicas de plátano como cervezas, vinos y licores

es muy pequeño, y en el caso de la cerveza está declinando a favor de los métodos europeos estandarizados. La producción de vinagre de plátano puede representar una valiosa pequeña industria para los países en vías de desarrollo como el nuestro.

Desafortunadamente, la información estadística relacionada con la producción y comercio de los productos de plátano es muy fragmentada y frecuentemente no actualizada, lo que hace difícil tasar la cantidad total de los productos que entran al comercio internacional. Además, los detalles dados para plátanos secos, incluye el de los higos secos, pequeñas cantidades de polvo, harina y posiblemente copos y chips.

III.3.5. Puré de plátano. - El puré de plátano puede ser considerado como un bien intermedio destinado a ser empleado en la producción de alimentos para bebés, harinas lacteadas, néctares, etc.

La producción comercial a gran escala se lleva a cabo por el método de congelamiento rápido en Estados Unidos y México, y en República Dominicana, Honduras y Panamá se produce, por el método de enlatado aséptico.

Puré enlatado asépticamente para exportación se produce en pequeñas cantidades en Brasil, y la posibilidad de ampliar este mercado tiene baja consideración. Se han hecho intentos irregulares para procesar, en pequeña escala, puré de plátano acidificado en países como Australia, Brasil, República Sudafricana, Jamaica y Dominica, pero han tenido dificultades en comercializar exitosamente su producto. Ocasionalmente, algunos países centroamericanos han

Producido pequeños lotes de puré por el método de congelamiento rápido para el mercado de Estados Unidos, mientras que Israel intentó comercializar puré congelado en el pasado.

a) Exportaciones.- En el Cuadro de Exportaciones de Puré de Plátano (Ver Anexo 1), vemos que los principales exportadores se encuentran en América Central; sin embargo, Ecuador y Brasil abastecen a gran parte de la demanda mundial.

b) Importaciones.- Pocos países muestran el puré de plátano como un ítem separado en sus estadísticas de comercio, pero lo incluyen en categorías compuestas con otros purés de frutas, por este motivo, es difícil obtener detalles exactos de las cantidades importadas en la mayoría de los países. De todas maneras, es posible estimarlos en base al origen y valor de las categorías compuestas. Estos estimados, confirmados por las encuestas de comercio, se muestran en el Cuadro de Importaciones de Puré de Plátano (Ver Cuadro III.4.)

- Estados Unidos.- USA ha sido el mayor importador y consumidor de puré de plátano, sin embargo, es difícil obtener información sobre las cantidades de puré consumidas, ya que los procesadores del país han sido una fuente importante de abastecimiento además de las importaciones. Casi el 75% del puré consumido en Estados Unidos es usado en alimentos para bebés, otros usos son: en panadería, incluyendo la producción de pan de plátano, y los productores de esencias; la esencia de plátano se usa en milkshakes y helados.

Los productores de alimen-

C U A D R O III.4.

IMPORTACIONES DE PURE DE PLATANO

| (En toneladas) | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 ⁺ | 1975 ⁺ | 1976 ⁺ | 1977 ⁺ | 1978 ⁺ | 1979 ⁺ |
|----------------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Estados Unidos | 5280 | 6315 | 7246 | 8125 | 7570 | 6056 | 7267 | 9080 | 9483 | 9886 | 9194 |
| Canadá | 540 | 536 | 517 | 419 | 430 | 583 | 612 | 641 | 670 | 698 | ... |
| Alemania Fed. | 1183 | 990 | 1131 | 1408 | 1280 | 1459 | 1565 | 1096 | 1777 | 1882 | 1694 |
| Inglaterra | 461 | 295 | 243 | 378 | 430 | 410 | 426 | 441 | 457 | 472 | ... |
| Francia | 56 | 56 | 218 | 292 | 235 | 320 | 366 | 413 | 459 | 506 | 552 |
| Italia | 112 | 200 | 327 | 219 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Holanda | - | 57 | 50 | 138 | 112 | 152 | 177 | 202 | 228 | ... | ... |
| Bélgica-Lux. | 4 | 16 | 12 | 7 | ... | 5 | - | ... | ... | ... | ... |
| Austria | 35 | 66 | 44 | 40 | 53 | 52 | 53 | 55 | 56 | 58 | 59 |
| España | 19 | 4 | 51 | 63 | 8 | - | 19 | 8 | 7 | - | ... |
| Suiza | 63 | 260 | 171 | 229 | 317 | 328 | 365 | 403 | 441 | 478 | 516 |
| Suecia | 25 | 23 | 34 | 67 | 60 | 51 | 54 | 56 | 60 | 63 | 66 |
| Japón | 65 | 89 | 181 | 273 | 158 | 267 | 308 | 347 | 386 | 425 | 464 |

Notas: ...No disponible -Nada ó insignificante +Datos preliminares

FUENTE: Derivado de Estadísticas de Comercio - 1981.

tos para niños esperan que su uso permanezca en el mismo nivel ó baje ligeramente. La tendencia de la demanda depende de la tasa de natalidad, ya que el mercado de alimentos para bebés se considera totalmente explotado.

- Mercado de Europa Occidental.- Todo el puré consumido en Europa es importado; las ventas de purés de plátano en los mercados europeos son aún más dependientes de la demanda de los productores de alimentos para niños que en los Estados Unidos. El pan de plátano de gran venta en ese país es casi desconocido en Europa, mientras que su uso como saborizante para helados está restringido a Alemania Federal, donde se han reportado como 120 ton/año consumidas en helados (ITC 1974). Se prefieren los saborizantes sintéticos para helados debido a su bajo costo y la calidad de su sabor.

La segunda venta en importancia en Europa Occidental, es en la fabricación de yoghurt. Sin embargo, su uso en éste y otros mercados está limitado por dos factores: primero, el sabor de plátano se ha hecho menos popular; y, segundo, los consumidores prefieren el yoghurt con trozos de frutas en vez del puré (ITC 1974).

Pequeñas cantidades de puré de plátano se usan en la fabricación de ciertas bebidas alcohólicas en Alemania Federal e Italia.

En los alimentos para bebés a base de frutas, el plátano no es el más popular, pero una investigación

entre consumidores muestra un alto nivel de aceptación en términos de apariencia, textura y sabor. Para los fabricantes, su costo es razonablemente competitivo con frutas como albaricoques, peras y duraznos. Sin embargo, el puré de plátano siempre se mezcla con otros ingredientes, principalmente otras frutas y cereales. Es interesante notar, que el puré de plátano deshidratado es preferido al polvo ó a los copos de plátano para usarlos en alimentos para bebés tipo cereal seco. Esto se debe a que los plátanos frescos pueden ser dados a los bebés mayores y se encuentran fácilmente disponibles, son baratos y fáciles de preparar. Esto implica, que es difícil que el consumo de puré de plátano sea incrementalmente a expensas de otras frutas, y que las otras frutas puedan ser fácilmente sustituidas en los alimentos para bebés por el puré de plátano, en caso de que disminuya el abastecimiento ó los precios no sean competitivos.

Actualmente, los productores de alimentos para bebés esperan que la demanda de puré de plátano sea casi paralela a las ventas de estos alimentos.

- c) Precios.- Los precios de puré de plátano a los consumidores son negociados sobre una base individual y dependen del tipo de puré, el tipo de envase y otras consideraciones comerciales.

III.4. CONCLUSIONES

- a) Para alcanzar un nivel eficiente aceptable, las

C U A D R O III.5.

VALOR DE LAS IMPORTACIONES EN LA REPUBLICA
FEDERAL ALEMANA

(Dólares/Ton CIF)

| | |
|-------------------|-----|
| 1967 | 313 |
| 1968 | 343 |
| 1969 | 336 |
| 1970 | 341 |
| 1971 | 375 |
| 1972 | 323 |
| 1973 | 394 |
| 1974 ⁺ | 369 |
| 1975 ⁺ | 373 |
| 1976 ⁺ | 378 |
| 1977 ⁺ | 383 |

⁺Datos preliminares.

FUENTE: Derivado de Informes de Comercio-1979

C U A D R O III.6.

VALOR DE LAS IMPORTACIONES EN ESTADOS UNIDOS

| | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| AÑO | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 |
| (Dólares/Ton CIF) | 343 | 365 | 418 | 458 | 527 |

FUENTE: U.S.General Imports. Bureau of the Census. Años:
1979, 1980, 1981, 1982, 1983.

C U A D R O III.7.

VALOR DE LAS EXPORTACIONES DE PURES DE PLATANO

Dólares/Ton. FOB

| | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rep. Dominicana | 187 | 188 | 192 | - | - | - | - | - | - |
| Honduras | - | - | - | 193 | 197 | 200 | 195 | ... | ... |

Notas: - Nada ó insignificante. ... No disponible.

FUENTE: Derivado de Informes de Comercio, 1974.

agroindustrias requieren una infraestructura socioeconómica que favorezca un clima social y económico estable, propicio a las inversiones. El fomento de las agroindustrias en los países de América Latina, cuyas economías dependen principalmente de las actividades primarias, es una de las condiciones básicas y esenciales para acelerar la evolución económica y social de estos países en vías de desarrollo.

- b) Existen grandes problemas principalmente de financiamiento y comercialización que están frenando un desarrollo más agresivo de la industria procesadora de frutas, por ejemplo, la falta de iniciativa en las inversiones de capital propio, sea privado ó público, que financien nuevas industrias destinadas a este fin; el comercio de fruta fresca que se encuentra en manos de compañías transnacionales que muchas veces frena la industrialización de las mismas por los países productores; y los aranceles altos que existen en los principales países consumidores.
- c) La producción comercial de plátanos para su exportación a los mercados mundiales está concentrada en Centro América, las Antillas, Colombia y Ecuador.
- d) La exportación de concentrados y purés como productos intermedios para la elaboración de néctares, helados, productos de pastelería y otros, es una actividad comercial con perspectivas.
- e) A escala mundial, sólomente el jugo de piña y el puré de plátano se ofrecen en cantidades significativas.

- f) Por el proceso de enlatado aséptico del puré - se obtiene un producto sin un sabor modificado que ha llenado los requerimientos de los procesadores con respecto a buena calidad, durabilidad, facilidad de manipulación y economía en - el transporte y almacenamiento.
- g) Los principales consumidores del puré de pláta no son Inglaterra, Francia, Alemania Federal, Estados Unidos y Japón, países con dificultades para disponer de la fruta fresca.

C A P I T U L O I V

G E N E R A L I D A D E S

GENERALIDADES

IV.1. ESTUDIOS BOTANICOS

IV.1.1. Historia del plátano.- El plátano es un frutal nativo del sudeste asiático, probablemente originado en una región situada entre la India y el este de la Península de Malaya. Las primeras referencias históricas acerca de este frutal datan de - 500 a 600 a.a.C., época en que se menciona su presencia en la India. Pero la fruta sin semilla, tal como es conocida hoy en día, ha sido largamente cultivada y probablemente imposible conocer con certeza el lugar de origen. Sin embargo, es posible que en este país se haya venido utilizando en la alimentación humana desde muchos miles de años antes.

Al continente africano parece que fue introducido por la vía de Madagascar, alrededor de 500 a.d.C. Del Africa oriental el cultivo se extendió hacia la costa occidental a través del trópico central del continente.

El plátano fue introducido alrededor del año 650 d.C. en la región del Mediterráneo. En el Pacífico se difundió a partir de la Polinesia alrededor del año 1000. Los portugueses lo llevaron a las Islas Canarias desde el Occidente Africano, vía Guinea, poco después de - 1042. En 1516, Tomás de Berlanga introdujo un clón no identificado a Santo Domingo, fue la primera de muchas otras introducciones realizadas en años posteriores.

IV.1.2. Descripción botánica.- El plátano pertenece al gé

nero Musa (Familia Musáceas). Del grupo numeroso de especies de Enmusa, Musa Acuminata y Musa Balbisiana, ya sea separadamente ó mediante la formación de híbridos, han dado origen a todos los plátanos partenocárpicos comestibles.

Se compone de un falso tallo herbáceo que dá una sola cosecha y muere, - tiene un diámetro de 0.4m. en la base y una altura de 7.5m., variando según la especie. Este tallo está formado por las bases y vainas de las - hojas superpuestas. Los hijuelos que aparecen - formando la mata ó la descendencia, siguen produciendo por muchos años.

Las hojas en número de 70 a 75 nacen en la parte inferior e interior del - falso tallo, tienen un largo de 2 a 4m. y un ancho variable de 0.5 a 1m.

El verdadero tallo ó "rizoma" se encuentra debajo del suelo, es de forma redondeada, tiene de 70 a 75 yemas, pesa de 15 a 22Kg. y se utiliza para semilla cortándolo en pedazos de 5Kg. que tengan varias yemas.

Las raíces son poco ramificadas, su forma es casi cilíndrica y son de - dos clases: Las de sostén, que crecen verticalmente hasta 1.8m. de profundidad; y, las alimenticias ó superficiales, que crecen en los primeros 0.3 a 0.4m. de la superficie del suelo. Las raíces son de color crema, variando en largo y - diámetro según la naturaleza de los suelos. En - suelos arcillosos, el largo varía de 2 a 3m. y, en los arenosos varía de 6 a 8m., siempre que el suelo esté húmedo. Cuando una de estas raíces se corta ó muere, no se renueva.

El fruto ó racimo se forma en la yema terminal, en la parte superior del rizoma ó base de la planta, siendo llevado hacia arriba a través del centro del falso tallo, aumentando en tamaño conforme progresa en su ascensión hasta que aparece en la punta del tallo.

El fruto se desarrolla partenocárpicamente mediante el aumento en volumen de las paredes de las tres celdas del ovario de las flores pistiladas. La parte comestible - que resulta del engrosamiento ovárico, comprende tejido parenquimatoso con células de alto contenido de carbohidratos. Existen frutos de color - amarillo, rojo bronceado, listados de amarillo y verde, etc.

El tiempo que transcurre entre el nacimiento de un hijuelo y la cosecha - es de 24 meses; con buenas condiciones de luz, - riego, abono, etc. se reduce a 9 meses. El número final de 'manos' del racimo depende del número de hojas sanas que tenía la planta, del riego, temperatura ó cualquier factor que afecte la nutrición durante esos meses. El número de dedos por mano depende del número de manos por racimo. El crecimiento en longitud de los dedos se realiza hasta un mes y medio después que aparece el - racimo. El crecimiento en diámetro ó "engorde" - se produce hasta el momento de la cosecha.

Los primeros clones identificados en América fueron el "Seda" y el "Francés" denominados por Linneo como las especies - *Musa Paradisiaca* y *Musa Sapientum*.

IV.1.3. Ubicación y factores climáticos. - Hay muchos factores que determinan la adecuación de una fruta

para su procesamiento, los siguientes son de principal importancia: Latitud, altitud, cercanía al mar ó lagos, tipo de suelo, lluvias y aguas de irrigación.

La plantación bananera prospera muy bien en zonas tropicales y sub-tropicales con alturas inferiores a 1000 m.s. n.m.; las temperaturas no deben ser menores de 7°C y preferencialmente no menores de 12°C durante un período más ó menos extenso; ni mayores de 35°C, teniendo la mayor parte del tiempo una temperatura media de 24°C. Debajo de 7°C el racimo colgante se hiela y pierde su valor comercial, mientras que en períodos largos a una temperatura debajo de 12°C retrasan el crecimiento y desarrollo, reduciendo así el rendimiento anual, aunque la calidad y el tamaño del fruto no se afectan. Los mejores rendimientos se obtienen cuando las lluvias se distribuyen uniformemente todo el año, alcanzando un total de 2000 a 2500 mm. Para una mayor facilidad y economía en los cultivos y cosechas, el terreno debe ser plano u ondulado, no obstante que los plátanos crecen bien en terrenos inclinados.

El cultivo del plátano ha alcanzado gran difusión en las áreas tropicales del mundo, debido a la facilidad con que se propaga por vía vegetativa y a la amplia aceptación de su fruto, constituyendo un elemento básico en la dieta poblacional. Esta especie frutal se encuentra también difundida aún en zonas áridas, el plátano puede ser cultivado bajo riego abasteciendo de fruta durante casi todo el año. No se debe intentar el cultivo de plátano, sobre

una base comercial, en suelos que carecen de fertilidad ó que son deficientes en su estructura física; las condiciones ideales para el cultivo del plátano se encuentran en suelos aluviales, francos, sueltos, de buena permeabilidad, muy buen drenaje y pH variable entre 6.0 y 6.5.

IV.2. VARIETADES DE PLATANOS

Los cultivares de plátano son mayormente triploides de Musa Acuminata ó híbridos de Musa Acuminata por Musa Balbisiana. Dentro de cada uno de estos cultivares existen varios clones derivados de mutaciones que se han perpetuado en diversas localidades. Según su uso se clasifican en:

IV.2.1. Plátanos de cocinar.- Comprende:

- a) Inguiri ó Dominico.- Son de pulpa blanca ó amarilla muy consistente, por su gran contenido en almidones se consumen sancochados, asados, fritos y como harinas. Son de sección transversal angulosa y los dedos se adelgazan en sus extremos. Es muy cultivado en la selva y en la costa norte del Perú.
- b) Bellaco ó Hartón.- Sus frutos son grandes, 30 cm.; el racimo produce pocos frutos, de 30 a 40. Se cultiva en la costa norte del país.
- c) Palillo ó Guayabo.- Tiene un pseudotallo de color verde uniforme, alcanzando en promedio una altura de 5m. y un diámetro en su base de 28cm. A la madurez comercial el racimo tiene en promedio 80 dedos. El fruto es grande y de sección transversal redondeada, es relativamente grueso y de ápice romo; al madurar la cáscara es de color amarillo y la pulpa de color amarillo naranja.

IV.2.2. Plátanos de mesa.- Comprende:

- a) Seda ó Guayaquil.- Conocido también como Gros Michel, es la variedad más comercial en el país (60-80%). Presenta unseudotallo de color verde con manchas oscuras, alcanzando en promedio una altura de 5m. y un diámetro en su base de 25cm. A la madurez comercial el racimo tiene en promedio 160 dedos, que alcanzan un peso individual de 190gr. El fruto maduro es relativamente largo y delgado, curvado y con el ápice mamelonado, la cáscara es de color amarillo intenso. Se les aprecia por su pulpa suave, de buen sabor, tamaño y calidad. En punto de cosecha resisten al transporte, demoran en madurar y no se desmoronan fácilmente. Se cultiva en Tumbes y Tingo María.
- b) Cavendish Gigante.- Presenta unseudotallo de color verde con manchas oscuras que alcanza una altura de 2.1m. y un diámetro en su base de 20 cm. en promedio. Tiene aproximadamente 170 dedos por racimo con un peso de 180gr. por dedo. A la madurez fisiológica el fruto es de color verde amarillento, de menor longitud y grosor que el de Seda y de ápice romo. Es de rápida sobremaduración en condiciones normales.
- c) Lacatán.- Deseudotallo verde rosado con manchas oscuras, alcanza en promedio una altura de 3.2m. y un diámetro en su base de 23cm. El racimo a la madurez comercial tiene 170 dedos, con un peso de 188gr. por dedo en promedio. El fruto es de color amarillo pálido, muy semejante al de Seda, se diferencia en que presenta el extremo romo y se desmana más rápido.
- d) Valery.- La planta tiene elseudotallo de co-

lor verde con manchas oscuras, su altura es de 2.5m. y el diámetro en su base es de 25cm. en promedio. La formación del racimo es precoz, a la madurez comercial tiene 160 dedos, con un peso individual promedio de 185gr. El fruto es de color amarillo, de longitud similar al de Seda y de ápice romo.

- e) I.C.2.- Cultivar obtenido por trabajos de mejoramiento efectuados en Trinidad. La planta muestra características parecidas al Seda, con un pseudotallo verde rosado con manchas oscuras, una altura de 4m. y un diámetro en su base de 25cm. aproximadamente. El racimo tiene en promedio - 160 dedos con un peso unitario de 150gr. El fruto es de color amarillo y pulpa blanquecina, de longitud inferior, más curvado y de maduración más lenta que el Seda.
- f) Plátano Manzano.- Fruta de tamaño mediano y de aroma parecido al de la manzana. Pulpa suave de sabor dulce y ligeramente ácida, de color blanco cremoso, la superficie de la fruta se agrieta a la madurez y los dedos se desprenden fácilmente. La mano tiene un promedio de 25 dedos.
- g) Isla.- Sigue en importancia al Seda, se cultiva en un 20-30%. Fruta de pulpa algo consistente y muy aromática, de sección transversal angular, se consume bien maduro. Presenta las siguientes variedades:
- Isla Tingo María.- Presenta un pseudotallo verde rosado, alcanza una altura de 2.6m. y un diámetro en su base de 16cm. en promedio. A la madurez comercial el racimo tiene cerca de 10 dedos los mismos que alcanzan un peso individual de 140gr. A la madurez fisiológica el -

fruto adquiere el color amarillo.

- Isla Maleño.- El fruto tiene una forma achata da en relación al anterior. Tiene en promedio 120 dedos por mano, con un peso de 105gr. por dedo.
- Isla Guayaquil.- El fruto se diferencia del - Isla Tingo María por su mayor tamaño y bordes más angulosos. Alcanza una altura de 3.9m., el racimo tiene cerca de 63 dedos con un peso de 170gr. por dedo.
- h) Morado.- De planta grande con tronco y frutos morados; de forma parecida al Palillo ó Guayabo.
- i) Moquicho ó Plátano de Oro.- De tamaño pequeño, de 10 a 12cm., frutos muy dulces y de color amari llo dorado.
- j) Montecristo ó Seda Macho.- Es más pequeño que el Seda, su tronco presenta manchas oscuras y - el extremo del eje del racimo forma una sola - curva (en el Seda es una "S"), sus dedos son - muy parecidos al Seda.
- k) Enano ó Vascón.- Su planta es pequeña de 2-3m. de alto, de hojas anchas, el racimo tiene 12 ma nos con dedos medianos. Maduran muy rápido cuan do están en punto de cosecha.

Las variedades Seda, Lacatán, I.C.2., Inguiri y Pa lillo son más exigentes en calor, por lo cual cre cen bien en el norte y en la selva del Perú. Las va riedades Isla y Vascón son menos exigentes en ca lor, se cultivan en el centro y sur del país, así como en las partes altas de la selva. El Vascón se adapta mejor, por su tamaño pequeño, a las partes altas donde hay vientos.

IV.3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS

Las frutas contienen agua, carbohidratos, ácidos, proteínas, grasas, minerales, sustancias etéreas - reconocidas como sabores, pigmentos, taninos y vitaminas. El agua y los carbohidratos son los principales componentes.

La maduración del plátano consiste en progresivos cambios físicos y químicos, comenzando en un estado "verde" en el cual la fruta es dura, amilácea - ó feculoso y no apetecible (Seelig 1969). Denominase a este período inicial, fase ácida; y dura mientras la corteza permanece verde. En este período - los frutos asimilan y respiran produciendo así sustancias orgánicas, pero la mayor parte de ésta es proporcionada por la savia elaborada por las hojas y por las otras partes verdes de la planta. Así - mismo los frutos aumentan de volumen, se cargan de ácidos orgánicos, de sustancias ténicas y almidón. Conforme la madurez procede la textura de la fruta se hace gradualmente suave, el color cambia de verde a amarillo y se hace dulce y agradable. Durante el proceso se desarrolla el aroma de la fruta madura y se llevan a cabo numerosas reacciones. Llámase a este segundo período, fase azucarada.

En el control de la maduración tiene especial importancia, el cambio en la velocidad de generación calorífica a lo largo del ciclo.

Se ha sugerido la idea de que es necesario la presencia de una auxina para el crecimiento del fruto del plátano; los cambios químicos durante la maduración tienen lugar de un modo análogo a como se - verifican en otros frutos amiláceos, es decir, empiezan en el centro y siguen hacia afuera.

El plátano sufre profundas alteraciones en su compo

posición química durante el proceso de maduración, tanto en el interior como en el exterior de los mismos, importantes cuando se pretende utilizar para la industrialización.

IV.3.1. Características Físicas.- El crecimiento del plátano, representado por cambios en su longitud y en su periferia, es rápido.

a) **Color.**- Físicamente, el plátano presenta un color verde en su etapa inicial, y ya maduro es amarillo.

b) **Peso y longitud.**- El desarrollo del plátano se manifiesta por un incremento en su longitud y en su volumen; durante el crecimiento y desarrollo del fruto el peso aumenta, en la madurez se mantiene un peso constante por 2-4 días, después éste empieza a disminuir acompañado de cambios en el color de la cáscara en la madurez incipiente (Lodh et al 1971). El peso por unidad depende de la variedad de plátano.

c) **Humedad.**- El plátano verde presenta bajo tenor de humedad en la pulpa, para luego aumentar hasta 75% aproximadamente. El promedio de humedad de la fruta varía en un rango de 65.6 - 75.2%, según el tipo, madurez y otros factores.

d) **Relación pulpa/cáscara.**- En las etapas iniciales del desarrollo del fruto el peso de la pulpa es bajo, mientras que el de la cáscara es muy alto. Conforme avanza la madurez el peso de la pulpa aumenta, con una gradual disminución en el peso de la cáscara; esta reducción puede ser debido a la presencia de celulosa y hemicelulosa en la cáscara, la cual en la madurez se convierte en almidón (Simond 1966), y, al paso del agua de la cáscara para la pulpa.

En los plátanos jóvenes la piel puede pesar 5 veces más que la pulpa. La proporción de pulpa aumenta, y, en los frutos que alcanzan su tamaño máximo en el árbol pesa casi el doble que la piel.

Lodh et al (1971) señaló que el plátano "Dwarf Cavendish" después de 15 días de crecimiento, tenía una relación pulpa/cáscara de 0.41; después de 130 días la relación alcanzó a 1.9 debido al cambio en la concentración de azúcar en los dos tejidos. El azúcar aumenta más rápidamente en la pulpa, se desarrolla una presión osmótica, y agua es removida de la piel por la pulpa causando un cambio en la relación pulpa/cáscara.

e) Calor específico.- Hofbauer (1927) encontró que el calor específico de los plátanos es de 0.72 cal/(g)(°C). El Departamento de Investigaciones de la United Fruit Co. indican valores de 0.7720 ± 0.0618 cal/(g)(°C) para el plátano de Jamaica.

f) Viscosidad.- Los parámetros reológicos están íntimamente relacionados con los contenidos de azúcar y almidón.

A diferencia de lo que ocurre con otros frutos, la separación de la planta determina la iniciación de todos los procesos de maduración, como la inactivación de los compuestos de tanino, la transformación del almidón en azúcar, la desaparición de la acidez y la hidrólisis de la pectina, por tanto, el ablandamiento del fruto. Pero cuanto más verde se coseche el fruto, más lentos serán estos procesos.

IV.3.2. Características Químicas.- Los principales com-

puestos químicos desarrollados en el banano son:

a) Hidratos de carbono y azúcares.- Gracias a la fotosíntesis las plantas asimilan carbono para su conversión eventual en almidones y azúcares, proteínas, grasas u otros materiales complejos aprovechados por el hombre como alimento ó con fines industriales. (I.A.Wolff)

El valor comercial y nutritivo del plátano está principalmente en su alto tenor de azúcares, altamente asimilables, que las frutas maduras contienen. Es por tanto un alimento de gran valor energético, además de poseer vitaminas y sales minerales en cantidades apreciables.

En la etapa inicial la concentración de azúcares totales, incluyendo reductores y no reductores, es muy bajo. En el plátano verde es predominante la cantidad de almidón, con cerca del 20%, que durante el proceso de maduración se va convirtiendo paulatinamente en azúcares, principalmente sacarosa, dextrosa y levulosa. La transformación de almidón a azúcares -por acción enzimática- es gradual. Así como dato apreciativo, se tiene cambios del contenido de almidón de un fruto verde a uno bien maduro de 19.5 - 21.5% a sólo 1.0 - 1.5%; y, en cambio, respecto al contenido de azúcar de 0.1 - 2.0% para frutos verdes a 18.5 - 19.0% para frutos bien maduros. Durante la maduración también ocurre una pequeña disminución en el contenido total de carbohidratos debido a la utilización parcial de la glucosa en el proceso de respiración.

En el plátano-

C U A D R O IV.1.

TRANSFORMACIONES DEL CONTENIDO DE ALMIDON
DURANTE LA MADURACION DEL PLATANO

| Estado de la fruta | Humedad % | Reacción del I en solución de agua | Almidón | A z ú c a r e s | |
|------------------------|--------------|--|---------------------|-----------------|-----------------|
| | | | materia fresca % | Totales % | Reductores % |
| Muy verde | 70 | Azul | 24.2 | 0.82 | 0.06 |
| Muy verde | 69 | Azul | 25.0 | 0.80 | 0.05 |
| Verde | 70 | Azul | 21.2 | 2.00 | 0.21 |
| Verde | 70 | Azul | 21.0 | 2.20 | 0.20 |
| Verde un poco amarillo | 72 | Azul | 18.2 | 7.00 | 1.00 |
| Verde un poco amarillo | 71 | Azul | 18.0 | 7.10 | 1.20 |
| Verde amarillo | 72 | Azul | 16.8 | 8.00 | 2.00 |
| Verde amarillo | 72 | Azul | 16.6 | 7.90 | 2.00 |
| Amarillo un poco verde | 72 | Azul débil | 2.0 | 19.01 | 4.28 |
| Amarillo | 73 | Incoloro | 0.0 | 18.00 | 5.00 |
| Amarillo oscuro | 74 | Incoloro | 0.0 | 16.00 | 6.10 |

FUENTE: Boulsis, 1951.

C U A D R O IV.2.

ALMIDON, CARBOHIDRATOS TOTALES, AZUCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES EN

LA PULPA DE PLATANO EXPRESADO COMO PORCENTAJE DE PULPA FRESCA

| V A R I E D A D | Número de días en la cámara de maduración | | | | | | |
|------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 |
| <u>Gros Michel</u> | | | | | | | |
| Almidón | 20.65 | 12.85 | 6.00 | 2.93 | 1.73 | 1.21 | - |
| Azúcares reductores | 0.24 | 2.81 | 7.24 | 10.73 | 12.98 | 15.31 | - |
| Azúcares no reductores | 0.62 | 4.85 | 6.52 | 6.12 | 3.89 | 2.60 | - |
| Total de azúcares | 0.86 | 7.66 | 13.76 | 16.85 | 16.87 | 17.91 | - |
| Carbohidratos totales | 21.51 | 20.49 | 19.76 | 19.78 | 18.60 | 19.12 | - |
| <u>Lacatan</u> | | | | | | | |
| Almidón | 23.23 | 22.82 | 23.02 | 19.32 | 12.25 | 6.63 | 2.87 |
| Azúcares reductores | 0.12 | 0.50 | 0.84 | 2.28 | 5.16 | 8.15 | 9.64 |
| Azúcares no reductores | 0.88 | 1.50 | 2.14 | 2.89 | 7.50 | 10.01 | 10.23 |
| Total de azúcares | 1.00 | 2.00 | 2.98 | 5.17 | 12.66 | 18.16 | 19.87 |
| Carbohidratos totales | 24.23 | 24.82 | 26.00 | 24.49 | 24.91 | 24.79 | 22.74 |

FUENTE: Von Loesecke W. H., Bananas 1950.

no maduro los azúcares predominantes son los reductores (glucosa y fructosa) en una proporción de 8 a 10% en la pulpa, además de la sacarosa, de 10 a 12%, se ha encontrado otros azúcares en menores cantidades. El Cuadro IV.1. presenta valores porcentuales en el contenido de almidón y su transformación durante la maduración del plátano.

El azúcar procede en parte directamente de las hojas, en parte es debido a la sacarificación del almidón y en parte a la descomposición de ácidos orgánicos y sustancias tánicas. La sacarosa derivada del almidón en contacto con la invertina se desdobra en glucosa y levulosa. Como el desdoblamiento resulta incompleto, quedan residuos de sacarosa en la maduración completa.

El calor es el agente que favorece de un modo especial la formación del azúcar, que va aumentando hasta la maduración. La proporción en que se encuentra la glucosa con la sacarosa varía con el estado de madurez del fruto.

Stalton y Von Loesecke (1930) maduraron diferentes variedades de banana bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. Examinando sus resultados presentados en el Cuadro IV.2., se notará que los valores por reducción de azúcar en el caso del "Gros Michel", no concuerda con aquellos de Poland et al (1930), quien descubrió que los azúcares no reductores predominaban. Stalton y Von Loesecke no usaron el método de la A.O.A.C. y es posible que ellos deja-

ron destruir a la invertasa antes de hacer el análisis, Von Loesecke (1950).

La repentina aparición de azúcares sirve como un índice químico de madurez. Cuando los estados de plátano son cosechados y dejados a temperatura ambiente, hay nuevamente un repentino incremento en los azúcares totales causados por los desiguales balances entre la demanda respiracional, reservas suministradas, y producción de nuevos carbohidratos.

Existen dos períodos marcados en el desarrollo del plátano, en el primer período la fruta fija su reserva de almidón a expensas de sus azúcares reductores bajando en consecuencia el azúcar soluble. En el segundo período se forman los azúcares solubles a partir del almidón, formándose en primer lugar la sucrosa, el cual finalmente es hidrolizado a azúcar invertido. Los sólidos solubles aumentan debido a la transformación del almidón en carbohidratos solubles.

- b) Acidos. - Pero no son los azúcares los únicos productos que se forman: una cantidad considerable del material orgánico soluble en alcohol, no es azúcar. Los ácidos, principalmente el málico, del fruto verde puede ser un 0.26% del peso fresco, y aproximadamente 0.19% en el momento de la recolección. Este contenido parece subir un poco, en la época de la respiración crítica.

Los ácidos orgánicos emigran de las hojas a los frutos, pero al parecer cambian su carácter físico modificándose. El plátano verde presenta baja acidez orgánica, además del máli-

co predomina el oxálico. Con la madurez avanzada se observa un gradual incremento en la acidez de la pulpa hasta que el fruto cesa de crecer (Wardlow et al 1939).

Los ácidos orgánicos no volátiles en la maduración de los plátanos ha sido investigado por Wyman y Palmer. La fruta verde contiene cerca de 4.5 meq. de acidez orgánica total por 100gr. de peso fresco. En la fruta madura la acidez total se dobla con aproximadamente 65% de ácido málico, 20% de ácido cítrico y 10% de ácido oxálico, distribuidos entre la cáscara y la pulpa. De estos ácidos, el málico disminuye marcadamente en la etapa de maduración.

La acidez residual en todas las etapas consiste de trazas de ácidos glutérico, quínico, glicérico, glicólico y succínico.

Los ácidos grasos constituyen 0.1 - 0.25% de la pulpa, del cual 50% es ácido palmítico, seguido de los ácidos araquídico, linoleico y oleico.

La acidez titulable de la pulpa alcanza su máximo en ó pronto después de la etapa climática, seguido de una ligera caída con el progreso de la maduración. Este incremento en la acidez puede ser debido a la excesiva biosíntesis del ácido málico en las últimas etapas de la madurez (Wyman y Palmer 1963). El contenido de ácido ascórbico (vitamina C) disminuye durante la maduración siguiendo un patrón irregular (Miller y Bazon 1945). Si en seguida se nota una disminución es debido a las combinaciones que se producen con las bases, formando sales, ó bien a su combustión en contacto con el oxígeno

6 finalmente a reacciones diversas.

Los ácidos desaparecen lentamente y - se desarrollan aromas de los cuales unos son hidrocarburos y otros son éteres. De esto se deduce, que el fruto primero "agrio" por un exceso de ácidos y taninos, con la oxidación de estos cuerpos se dulcifica y adquiere su perfume característico.

- c) Aminoácidos. - Los aminoácidos libres y totales de la pulpa del plátano verde, maduro y sobremaduro, fueron respectivamente: 330.5 y 2657.5, - 567.7 y 3004.3, y, 747.8 y 3512.7mg./100gr. de pulpa fresca.

Yoshioka y Honda (1970) han reportado que la leucina, fenilalanina, lisina y argenina están contenidos predominantemente en los frutos verdes. Durante la maduración del plátano el ácido aspártico, ácido glutámico, leucina e histidina aumentan rápidamente. Steward et al (1960), por otro lado, demostró que la asparagina y glutamina disminuyen, mientras que la histitidina aumenta de 15 a 30% de los alcoholes solubles normales. Estos tres aminoácidos constituyen el 70% de los alcoholes solubles normales de la fruta madura.

- d) Taninos. - El plátano verde presenta una concentración elevada de taninos, de 3 a 4%.

Hay tanino especialmente en los vasos de látex de la piel y cerca de ellos, en la carne inmediatamente bajo la piel, en el eje - central del fruto y en células aisladas de algunos tejidos.

Los taninos son los principales responsables de la astringencia de la fruta no ma-

dura. La mayor parte se hace inactiva gradualmente después de la recolección, a menos que el fruto sea dañado por temperaturas muy bajas ó sea causa de alguna enfermedad.

El tenor de tanino decrece durante el proceso de maduración, de tal modo que en los frutos maduros se encuentra en cantidades menores que el 1%. Esta desaparición parece ser debido a que las sustancias tánicas solubles, se hacen insolubles cristalizando ó también formando conglomeraciones que se depositan sobre las paredes celulares.

Una característica menos satisfactoria de los taninos es su tendencia a cambiarse en sustancias de color oscuro en determinadas condiciones. Este cambio de color suele ir asociado con la aparición de un sabor amargo. Steward et al (1967) ha demostrado la polimerización de taninos durante la maduración.

- e) Enzimas.— Las enzimas son sustancias importantes productoras de proteínas en las frutas, en pequeñas cantidades influyen grandemente en el ritmo de los procesos químicos, pero generalmente son conocidas por las dificultades que causan en la conservación de las frutas. El oscurecimiento de la superficie cortada de la fruta fresca es un proceso enzimático, en que tienen urgencia por lo menos las enzimas, los taninos y el oxígeno. De estudios realizados se sugiere que los principales compuestos controlantes de la actividad enzimática durante la maduración del plátano, pueden ser los taninos de bajo peso molecular. Las enzimas son responsables muchas veces, de la textura y formación de sa-

bores indeseables durante las operaciones industriales.

La enzima polifenoloxidasa tiene relación directa con el oscurecimiento enzimático del plátano durante el procesamiento. Se ha encontrado tanto en la pulpa como en la cáscara del fruto maduro y ha sido extraída con una solución de fosfato buffer conteniendo etilendiaminotetracetato (EDTA). La enzima fue purificada haciéndola precipitar con acetona y una separación por cromatografía en celulosa. La actividad óptima se alcanzó a un pH de 7.0 y con la 3,4 dihidroxifeniletilamina como sustrato.

Estudios electroforéticos mostraron que durante la maduración, por lo menos 7 enzimas han cambiado en actividad y forma molecular. En particular, la glucosa-6-fosfatodehidrogenasa y la enzima málica disminuyen en actividad mientras el glutamatodehidrogenasa aumenta grandemente, especialmente después de la etapa climática.

En la especie *Musa Paradisiaca* se han identificado 3 formas de alfa-glucanfosforilasa, las que difieren en sensibilidad a los extractos fenólicos de la pulpa madura e inmadura. Solamente 2 formas de esta enzima fueron detectadas en la pulpa verde. Existen también variaciones en la actividad de las enzimas comprometidas en el metabolismo de carbohidratos entre las diferentes partes del banano.

Las actividades de la alfa-amilasa y beta-amilasa se determinaron en los períodos pre-climático, climático y post-climático de la fruta. Los análisis demostraron que la ac

tividad de la alfa-amilasa acompañó la elevación del pH. Después de un primer máximo, la actividad de la alfa-amilasa disminuyó y se volvió a elevar después de algunos días. Esa segunda elevación de actividad de la alfa-amilasa fue acompañada de un aumento de actividad de la beta-amilasa. La actividad máxima de la beta-amilasa coincidió con la etapa de maduración considerada óptima desde el punto de vista del consumidor.

f) Sustancias pécticas y celulosa.- La celulosa y la pectina son importantes factores alimenticios por que suministran materiales que dejan gran cantidad de residuos no digeribles, considerados esencialmente para el funcionamiento adecuado del tubo digestivo.

La celulosa aumenta constantemente hasta la maduración, y en la última fase, probablemente una parte se convierte en azúcar.

La pectosa que está asociada a la materia leñosa, por la acción combinada del calor y de los ácidos se reduce en pectina soluble y luego en gelatina vegetal, cuando la pulpa comienza a reblandecerse.

La pulpa del plátano está constituida por un gran número de células muy pequeñas, en un fruto verde cada una de estas células posee paredes rígidas, compuestas principalmente de una sustancia insoluble conocida como protopectina; dentro de las paredes hay numerosos gránulos de almidón. En la maduración, la protopectina es parcialmente rota por enzimas volviéndose en formas solubles de -

pectinas y dando como resultado el ablandamiento de las paredes celulares, por hidrólisis de la pectina; al mismo tiempo el almidón es convertido por enzimas en azúcares solubles, los que se dispersan dentro del contenido interno formando una masa semisólida.

Se han encontrado en plátanos maduros tres fracciones de pectinmetilesterasa (Hultin y Levine 1965). La actividad de estas tres fracciones aumenta con el cambio de color de la piel de verde a amarillo. La única pectinmetilesterasa que presentaba compuesto inhibidor fue la fracción conteniendo leucoantocianina.

Ghos y Sarker (1967) encontraron que conforme aumentan los azúcares reductores, disminuye la pectina en la maduración.

- g) Materias colorantes.- Los frutos contienen dos clases de pigmentos: verde (clorofila) y amarillo (caroteno). El amarillamiento de la cáscara se debe a la formación de pigmentos carotenoides y al desaparecimiento de la clorofila.

Durante el proceso de maduración la clorofila es gradualmente destruida por acción enzimática permitiendo la aparición del caroteno bajo la acción de la luz. Al desaparecer la clorofila cesa la asimilación de carbono, pero continúa activamente la respiración y se consume oxígeno. Las materias colorantes se acumulan por lo general en las células epidérmicas del fruto.

Los carotenoides del plátano, *Musa Cavendishi* (pulpa y cáscara), se in-

vestigaron separadamente, omitiendo la saponificación de modo que se pudieran separar los diferentes ésteres xantófilos. El principal patrón de la pulpa con un bajo contenido de caroteno - (0.8ug/g) fue: 2-caroteno (31%), beta-caroteno (28%) y luteína (33%), la que aparece en partes iguales de diéster, monoéster y libre.

La cáscara con un contenido de carotenos 8 veces mayor tenía un patrón similar al de los cloroplastos, pero, con todos los xantófilos llenos y parcialmente esterificados ó en su forma libre.

Las hojas del plátano - fueron examinadas solamente por sus carotenos - principales. La alta relación alfa-caroteno / beta-caroteno (1:1) varía con el cultivo.

La cáscara constituye un sistema interesante para el estudio de la maduración del fruto; las hojas serían un buen material para seguir la biosíntesis y la significancia fotosintética del alfa-caroteno en cloroplastos.

El plátano maduro contiene pigmentos fluorescentes insolubles en agua - con pesos moleculares mayores que 4000 y espectrofluorescencia similar a la lipofuscina. Los pigmentos no fueron descompuestos por radiación ultravioleta. Las sustancias fluorescentes se incrementaron linealmente en la cáscara y, cuadráticamente en la pulpa durante la maduración. Esto sugirió que las sustancias fluorescentes - son productos de la peroxidación de la lipoproteína de la membrana.

h) Compuestos volátiles. - ¿A qué se debe el sabor

de la fruta? Sin sus aromáticos sabores las frutas son pulpas insípidas. El olor es mucho más complicado que el gusto.

La parte aromática de los sabores de la fruta se debe a la presencia de componentes volátiles químicos (aldehídos y cetonas), y ésteres del ácido acético con los alcoholes metílico, etílico e isoamílico. Los componentes aromáticos son extremadamente sensibles al tratamiento físico y químico, y, pueden perderse ó modificarse como resultado de las operaciones industriales. Los plátanos según sus compuestos de sabores pertenece a los frutos de ésteres alifáticos.

En 1905, los señores F. Rothenbach y L.Eberlein fueron los primeros en aislar e identificar los elementos volátiles de sabor de una fruta. Hallaron isovalerianato amílico en los plátanos, mencionaron la posible presencia de acetato amílico, llamado aceite de plátano. Unos pocos años más tarde, C.Kleber aisló un aceite volátil por destilación al vapor y confirmó la presencia del acetato amílico en el plátano.

Serini (1956) realizó estudios sobre los constituyentes volátiles del plátano, encontró que la cantidad de acetilmetilcarbinol aumenta progresivamente durante el período de maduración.

Mediante la cromatografía líquida en sílice-gel, cromatografía de gases y espectroscopía de masa de los constituyentes volátiles del plátano maduro (Musa Cavendishi) se ha podido identificar 40 ésteres, 17 al

coholes, 7 cetonas y 5 aldehídos, los que sumen tan durante la maduración.

De los estudios de Hulton y Proctor (1961) se tiene que, el 2-hexenal fue el carbonil presente en gran cantidad y alcanzó su máxima concentración en el plátano maduro (todo amarillo), y, mencionan que "es conce bible que el 2-hexenal es producido en un tiempo muy corto de exposición de los tejidos al aire, pero si esto es así, el 2-hexenal podría ser producido en la pulpa de plátano mientras éste se comienza a ingerir. El cambio en conce tración de 2-hexenal en diferentes estados de madurez del banano, indica que si este compuesto, no es un compuesto normal de los tejidos del plátano, por lo menos, el estado de madurez tiene un efecto en la capacidad del tejido para producirlo, y, esta capacidad puede tener un efecto importante en el sabor y aroma del plátano a medida que es ingerido. Se requiere un trabajo adicional para aclarar el método de formación y función de este compuesto en el plátano, y determinar así, su contribución al sabor de la misma." El Cuadro IV.3. muestra algunos resultados de los estudios de Hulton y Proctor.

Mc Carthy et al (1963) relacionó perfiles de sabor de la fruta con patrones de cromatografía gaseosa de volátiles del plátano. Encontró que el sabor característico es debido al acetato amílico, etanoato amílico y propanoato amílico; mientras que el olor es debido al acetato butírico, butanoato propílico, hexylacetato y propanoato amílico. Investigó los cambios en los patrones cromatográficos

C U A D R O I V . 3 .

ANALISIS DE ALGUNOS CONSTITUYENTES VOLATILES

DE LA PULPA DE PLATANO GROS MICHEL

A DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ

| COMPUESTO (mg/100gr.pulpa) | Verde | Medio madura | (1) Madura | Sobre madura |
|-------------------------------|-------|-----------------|---------------|-----------------|
| ácido acético | 0.26 | 0.56 | 0.48 | 1.57 |
| metil alcohol | 2.20 | 18.50 | 1.50 | 5.60 |
| etil alcohol | 1.10 | 0.40 | 0.50 | 22.60 |
| iso-amilalcohol(&) | 0.30 | 0.40 | 0.10 | 5.60 |
| metil acetato | 4.50 | 9.50 | 0.30 | 5.00 |
| etil acetato | 22.40 | 9.50 | 0.00 | 16.90 |
| iso-amilacetato | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 1.20 |
| 2 - hexenal | 2.20 | 4.60 | 7.60 | 1.90 |
| 2 - pentanona | 2.10 | 1.40 | 2.70 | 1.10 |
| 2 - octanona | 0.30 | 0.20 | 0.80 | 0.80 |

(1) En la muestra madura se observó un compuesto carbonil que estuvo presente como trazas y no fue identificado.

(&) Identificación tentativa.

cos y las características del sabor en la maduración de las variedades Gros Michel y Valery.

Issenberg y Wick (1963) reportaron los siguientes compuestos volátiles del plátano, como resultado de un análisis cromatográfico gaseoso del vapor del destilado extraído: 2-pentanona, iso-acetatobutírico, iso-butanol, iso-acetatoamílico, alcohol iso-amílico, trans-2-hexenal, butirato iso-amílico. Wick et al (1966) revisó la naturaleza de los constituyentes volátiles, su producción durante la maduración y su contribución a las cualidades sensoriales.

Los alcoholes volátiles del plátano maduro fueron separados de los otros tipos de constituyentes por cromatografía líquida en sílica-gel. Independiente de la madurez, habían considerables síntesis de alcoholes inherentes a la pulpa de la fruta, especialmente del 3-metilbutano-1-ol y el hexano-1-ol (hexanol). Además estaban presentes el etanol, iso-butanol, butanol, 2-pentanol, 1-heptanol, 2-heptanol, -cis y trans-4-hexan-1-ol y el cis-2-penten-1-ol (tentativo).

El incremento de constituyentes volátiles observado durante el progreso de la maduración y el desarrollo del sabor - sugiere una interrelación fundamental entre estas sustancias y los procesos bioquímicos que ocurren en la fruta.

- i) pH. - El pH de la fruta varía de 5.02 a 5.60 en bananas verdes, y, de 4.20 a 4.75 en la fruta madura, según Harris y Poland (1917), citado por Von Loesecke (1950).

Este relativamente alto pH parecería impedir algún método seguro de enlatado, excepto por el procedimiento de torta, ó por la adición de un ácido para incrementar la concentración de iones hidrógeno. Stalton y Von Loesecke(1930) han demostrado que no hay un cambio significativo en el contenido proteico de los plátanos durante la maduración.

j) Otros compuestos presentes.- El plátano presenta en menores cantidades otras sustancias químicas como:

- Vitaminas.- El plátano contiene las vitaminas A, C y diversas otras del complejo B. Mientras que la vitamina C (presente como ácido ascórbico) disminuye con la maduración, la vitamina A se incrementa de 160 - 200 U.I. para 400 - 500 U.I. por 100gr. de materia seca. El Cuadro IV.4. resume las vitaminas en el plátano.
- Albuminoides.- Los albuminoides emigran constantemente de las hojas y de las ramas hasta el momento de concentrarse en las semillas, en lo sucesivo disminuye.
- Gomas, mucílagos y grasas.- Las gomas, mucílagos y grasas que deben considerarse como materiales de demolición, especialmente de los hidratos de carbono (celulosa, almidón, etc.), aumenta hasta la fase de resblandecimiento de la pulpa. Las grasas se forman en las semillas por transformaciones del almidón.
- Monoaminas.- De un estudio realizado en Malaya se han encontrado contenido de monoaminas en la cáscara y en la pulpa de la fruta. La 5-hidroxitriptamina estaba presente en cantida-

C U A D R O IV.4.

CONTENIDO DE VITAMINAS (ppm pulpa fresca)

| V i t a m i n a | Contenido | Observaciones (Fuente) | Valores standard |
|---------------------------------|-----------|--|------------------|
| Beta-caroteno (A) | 1.5 - 2.0 | Von Loesecke (1950) | 2.4 |
| | 5.0 | Clones de Tanganika, Raymond y Jojo (1940) | - |
| Tiamina (B ₁) | 0.34-0.60 | Von Loesecke (1950) | 0.5 |
| Riboflavina (B ₂) | 0.23-0.87 | Von Loesecke (1950) | 0.5 |
| Piridoxina (B ₆) | 3.2 | Von Loesecke (1950) | - |
| Niacina | 6.1-12.1 | Von Loesecke (1950) | 7 |
| Acido pantoténico | 0.7 | Von Loesecke (1950) | - |
| Inositol | 340 | Von Loesecke (1950) | - |
| Acido fólico (Bc, M) | 0.95 | Von Loesecke (1950) | - |
| Acido ascórbico (C) | 20 - 240 | Av. 100 ppm - Von Loesecke (1950) | 120 |
| | 100 - 340 | Clones de Tanganika, Av. 140 ppm, R. y J. (1940) | - |
| | 10 - 150 | "Banana" - Fixsen y Roscoe (1938) | - |
| | 55-1560 | "Plantain" - Fixsen y Roscoe (1938) | - |
| | 451 | "Plantain" - Banana en 52 ppm en muestra paralela, Piedra (1936) | - |
| Esteroles (D) | 0 | Von Loesecke (1950) | - |
| Tocoferol (E) | Trazas | Von Loesecke (1950) | - |
| Derivados de Nafta quinones (K) | 0 | Von Loesecke (1950) | - |

* Los valores standard de la última columna son promedios de los dados por Watt y Merrill (1950) y Chatfield (1954) como base para cálculos nutricionales. La vitamina A convencionalmente se dá como International Units de 0.6 unidades de beta-caroteno, transformados en ppm.

des de 4 - 140ug/g en la cáscara y 35 - 140ug/g en la pulpa, la cantidad disminuye con la maduración. También habían trazas de dopamina, noradrenalina y adrenalina.

- Sales minerales.- Entre los minerales presentes en la composición química de la fruta se tienen calcio, potasio, fósforo, hierro. Mientras aumentan en cantidad con la madurez, el jugo de la fruta se enriquece de sales minerales y orgánicas, aumentando así su peso específico. Las sales minerales aumentan hasta la completa maduración.

IV.3.3. Características de la Cáscara.- Las cáscaras del plátano en base seca, tienen la siguiente composición: Proteínas - 6.1%, éter extraído - 8.7%, fibra cruda - 10.1%, nitrógeno libre extraído - 63%, azúcar total como invertido - 22%, cenizas totales - 12.1%, calcio - 0.35%, magnesio - 0.23%, - trazas de azufre y sodio, potasio - 5.72%, fósforo - 0.32%, cloro - 0.64%, y, carotenos - 66 ppm. El contenido de humedad de la cáscara fue 83.8%.

Además de considerar a la cáscara como parte de la fruta, se ha llamado a ésta como "la envoltura a prueba de bacterias proporcionada por la naturaleza." Durante las investigaciones se ha encontrado que la cáscara del plátano verde y la pulpa contenían sustancias fungicidas, pero, que la cáscara del plátano maduro y la pulpa del mismo contenían sustancias tanto fungicidas como bactericidas. Los resultados obtenidos indicaron que los antibióticos de la corteza y de la pulpa aparecen durante el proceso de maduración. De significado especial, es el hecho de un factor antibacterial activo en contra

de la bacteria ácida (Myco-bacteria), no aparece hasta que el plátano esté bien maduro. La sustancia antifungal que inhibe el crecimiento del fungi que causa enfermedades, ha sido separado de las fracciones antibacteriales.

IV.3.4. Caracterización Química de la Fibra de Plátano .-

(Musa Sapientum). La fibra de plátano obtenida de las hojas de la vaina ó del pseudotallo de la planta, tenían un contenido de alfa-celulosa de 61.5%, grado de polimerización de la alfa-celulosa = 1300, dimensiones de la fibra: Longitud = 2.5 mm. y ancho = 0.025 mm.

IV.3.5. Respiración del Fruto.-

La respiración es una característica físico-química del plátano, importante por que está ligada al desarrollo del fruto y a su maduración. Los plátanos no sólo desprenden etileno, sino que la absorben, a causa de ello es posible la realización de otras reacciones.

Esta característica será tratada más adelante.

En resumen, los elementos químicos constitutivos del banano son: C, H, N, O, S, K, P, Ca, Mg, Fe. El fósforo influye en el desarrollo y maduración del fruto; el nitrógeno, en la cantidad y color del fruto; el hierro, en la formación de la clorofila; el potasio transforma la clorofila en CO₂ y almidón (celulosa), aumenta la fragancia, sabor y riqueza azucarada de los frutos, anticipa su maduración; el calcio es necesario para la formación y transformación del almidón en sustancias solubles difusibles; y, el agua es el disolvente de los materiales nutritivos.

En cuanto a la composición aproximada de la fruta madura, así como a su valor alimenticio, se tiene: Agua - 75.6%, azúcares totales - 20.4% (dextrosa-4.6%, sucrosa-12.2%, levulosa-3.5%), almidón - 1.2%, fibra

cruda - 0.6%, proteínas - 1.2%, grasas - 0.2%, acidez - 4.1%, pectinas - 0.9%, cenizas - 0.8%, valor energético - 105 calorías; contenido en minerales, expresado en mg. por 100 gr.: Na - 42.0, K - 373.0, Ca - 8.0, Mg - 31.0, Mn - 0.6, Cu - 0.2, Fe - 0.6, P - 28.0, S - 12.0; contenido vitamínico expresado en mg. por 100 gr. de porción comestible: Tiamina - 0.06, riboflavina - 0.40, niacina - 0.70, ácido ascórbico - 13.0. Debemos observar que la composición varía según la variedad, terreno, clima, abono y edad.

Las principales reacciones desarrolladas son: disminución de taninos y ácidos orgánicos, transformación del almidón en azúcares, elaboración de pigmentos carotenoides, elaboración de enzimas y desarrollo de sustancias volátiles características.

IV.4. ANTECEDENTES SOBRE EL PROCESAMIENTO DE LA PULPA PARA LA OBTENCION DE PURE

IV.4.1. Características y Especificaciones.-

- a) Características.- El puré de plátano debe ser hecho a base de frutas sanas y brillantes que hallan alcanzado la madurez óptima (grado 7). Deben ser firmes y libres de enfermedad, moho, podredumbre, daños y marcas en la cáscara. La pulpa obtenida debe ser tamizada a través de refinadores de acero inoxidable no aereados, cuyas perforaciones no sean mayores de 0.06 plg. de diámetro. En ningún momento debe dejarse que el material entre en contacto con superficies de hierro ó cobre. Debe tener el sabor de la fruta fresca libre de malos olores y sabores. La textura debe ser suave y uniforme. El color debe ser crema claro y no debe presentar manchas negras, materiales fibrosos, partículas de cáscara

ra u hojas y otras materias extrañas.

b) Normas Químicas.- Los sólidos totales pueden variar de 23 a 25%. El azúcar (totalmente invertida) debe estar entre 17 - 22%. Debe estar libre de preservativos, sabores añadidos, azúcar, ácidos ó materias colorantes. Debe contener no más de 50 ppm de estaño y 2.5% de almidón. El contenido de ácido expresado como ácido málico variará entre 0.20 y 0.35%. El pH debe estar entre 4.1 y 4.5, debe cumplir las regulaciones de los países importadores sobre sustancias tóxicas. Los residuos de pesticidas agrícolas deben cumplir con los límites de la American Foods and Drugs Association (FDA) y ser mínimos irreducibles.

c) Normas Microbiológicas.- El conteo Howard de mohos no debe ser mayor de 4% campos positivos. Los fragmentos de insectos no deben exceder a 5/200 gr. de material. El puré debe reunir las siguientes especificaciones después de calentarlo a 109°C por 10 minutos:

| | Máximo | Promedio |
|---|---|----------|
| - Thermófilas totales por 10 gr. muestra | 150 | 125 |
| - Flat sorce por 10 gr. muestra | 20 | |
| - Acidez fija | 75 | 50 |
| - Termófilos anaeróbicos | 4 de 6 tubos(+) en sólo 3 de 5 muestras. | |
| - Hidrógeno sulfurado que produce bacterias | Dos colonias por 6 tubos en sólo 2 de 5 muestras. | |

d) Envasado.- El puré debe ser envasado bajo prácticas asépticas apropiadas (según la orden del

comprador), ya sea en tanques de acero con su interior esmaltado, de 55 galones, ó en latas - A10 (3.29 Kg.) laqueadas adecuadamente en toda su superficie interna.

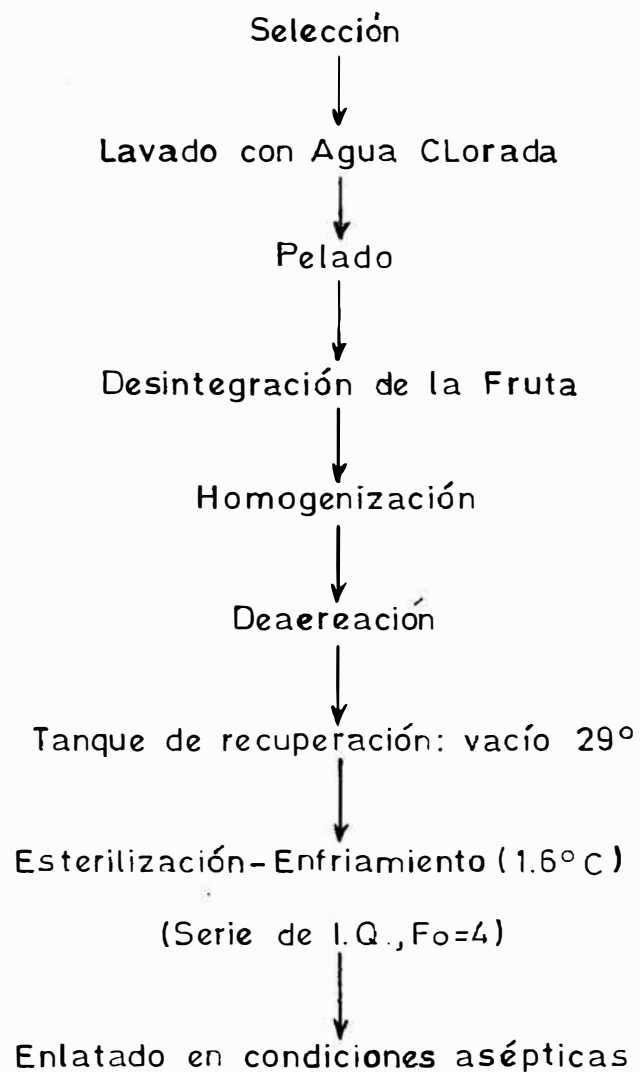
Todos los envases deben ser nuevos, limpios y libres de óxido; y, el interior debe estar libre de soldaduras. Deben ser marcados con un código indicando su fecha de manufactura. Las latas deben empacarse en cajas de fibra de madera de calidad y fuerza adecuada.

IV.4.2. Métodos de preservación.- El puré de plátano es producido pulpeando la fruta pelada y preservando el puré resultante por uno de los siguientes métodos:

a) Envasado aséptico.- La fruta se recoge verde y se madura artificialmente bajo condiciones controladas. El proceso ha sido descrito por Northoutt y Gemmill (1957) y por Lawler (1967).

Cuando ha alcanzado la madurez total, la fruta es trasladada de los cuartos de maduración, es lavada con agua para remover el polvo y residuos, se inspeccionan y se eliminan las frutas inadecuadas. Se hace un posterior lavado con atomizador usando agua clorada. Después de pelarla a mano, la fruta es pasada por una bomba especial que presiona los plátanos a través de una bandeja con agujeros de 1/4 plg. contra una válvula de presión. Luego la pulpa es pasada por un homogenizador seguido por un desereador centrífugo, y finalmente dentro de un tanque de recuperación a un vacío de 29 plg. La eliminación del aire previene del cambio oxidativo de color que tiene lugar. La pulpa deareada y finamente homogenizada es -

PURÉ ASEPTICO



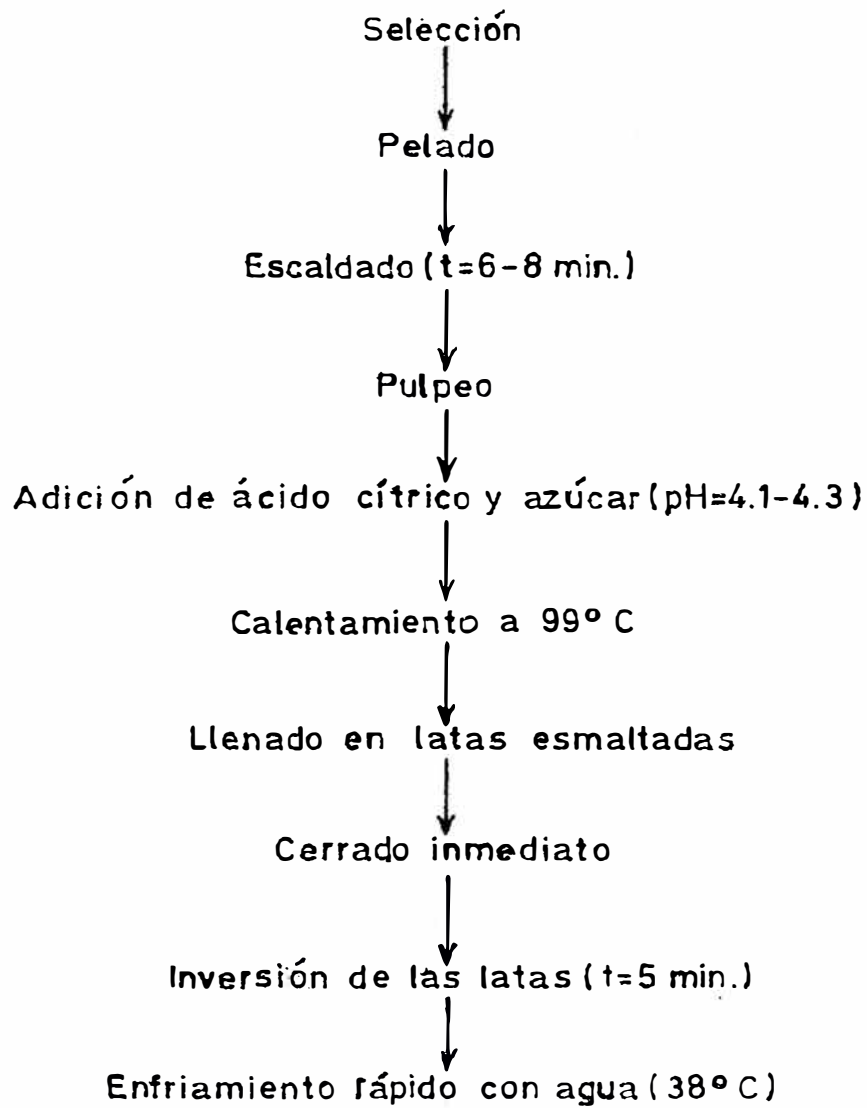
pasada por una serie de intercambiadores de calor de superficie raspada donde es esterilizada a un valor F_0 de 4 y finalmente enfriada a 16°C usando una solución refrigerante de agua-glicol. El puré enfriado es empacado asépticamente en latas esterilizadas con vapor, y cerradas.

También se envasa el puré (usando una técnica especial de llenado al vacío) en balones metálicos forrados de plástico de 55 galones. El procedimiento comercial produce un puré de plátano que retiene el sabor, color y demás características de la fruta fresca por más de un año, cuando se almacena a la temperatura del cuarto.

- b) Acidificación seguida de enlatado normal.- Guyer y Erickson (1954) desarrollaron satisfactoriamente el primer método para procesar un puré de plátano acidificado.

Primero se pela la fruta - poniendo atención en remover toda la cáscara y las partes malogradas que producen oscurecimiento del puré. Las frutas peladas son blanqueadas con vapor ó agua caliente (ó una combinación de ambas) hasta que el centro de la fruta tenga - una temperatura igual a 88°C ; generalmente sucede en 6-8 min. (para fruta mediana). Luego la - fruta es triturada, durante la trituración puede añadirse ácido cítrico y azúcar en cantidades dependientes del análisis de la fruta usada, pero en todos los casos el pH debe bajarse a un valor entre 4.1 y 4.3. Se añade el azúcar para una concentración final de 30 a 35% que cubra - el ligero sabor ácido causado por la acidificación. Luego se calienta el puré a 99°C y se lle

PURE ACIDIFICADO



Nota: Desde el pelado hasta el llenado se debe procesar rápidamente.

nan las latas en caliente, se cierran, se invierten y se mantienen por 5 minutos para esterilizar las tapas; tan pronto como sea posible se enfrían hasta 38°C en agua corriente.

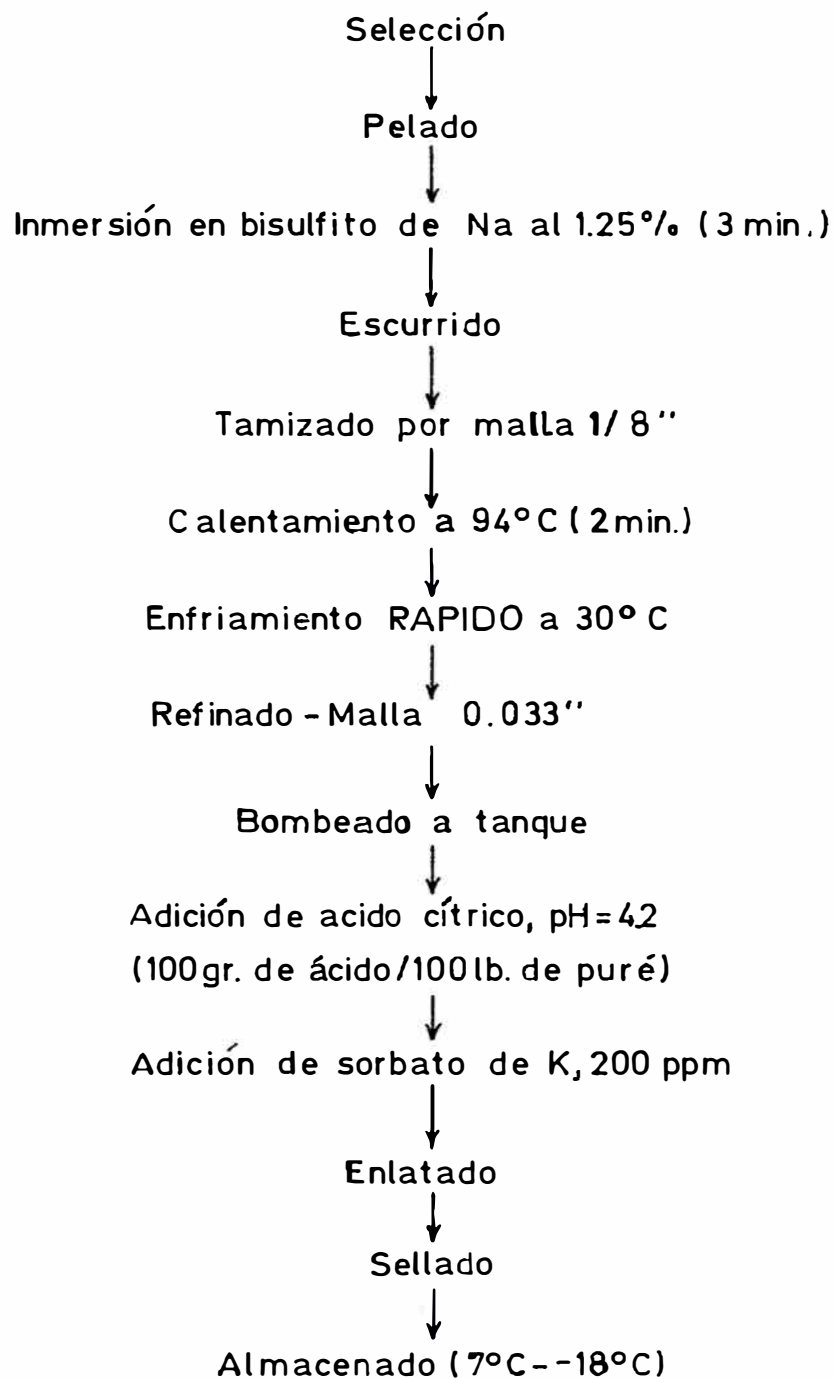
A fin de obtener un producto de alta calidad, la operación total desde el pelado hasta el sellado de las latas, debe hacerse tan rápido como sea posible.

c) Refrigeración rápida. - Las etapas iniciales del proceso de producción de puré por refrigeración rápida son similares a las del puré envasado asépticamente. Después de pasar a través de los intercambiadores de calor, el puré inactivado es llenado en recipientes de fibra de madera de 40 libras, y pasadas por un túnel refrigerado a -37°C .

Se dispone de facilidades para congelar 8 ton. de puré por día en una planta mexicana. En Texas opera una planta similar usando plátanos mexicanos; el producto es congelado de golpe a -35°C y es envasado en recipientes de fibra de madera de 40 libras ó en latas de 30 libras. La capacidad refrigeradora de esta planta es de unas 100 ton./día.

Brekke et al. (1969) y Tonaki et al. (1973) han descrito un método alternativo para preparar puré congelado. Los plátanos son pelados y sumergidos por 3 min. en una solución al 1.25% de bisulfito de sodio. Cumplida la inmersión, se escurre y se pulpea, para luego tamizar el producto a través de una malla de 1/8 plg. para obtener un puré grueso. Este es bombeado a un intercambiador de calor de placas y rápidamente calentado a 94°C dejado por 2

PURE REFRIGERADO



min; mediante un enfriamiento brusco se lleva - el producto a una temperatura de 30°C. Entonces continúa hacia un refinador con 0.033 plg. de - abertura, el cual elimina las semillas y algu - nos materiales fibrosos. Se bombea el puré a un tanque y se le añade ácido cítrico a una veloci - dad de 100 gr./100 libras de puré para llevarlo a un pH de 4.2. También se le añade sorbato de potasio a una concentración de 200 ppm para pre - venir el deterioro por levaduras y mohos.

El puré es llenado en re - cipientes adecuados y almacenados a una tempera - tura de 7°C ó congelados a -18°C. La baja tempe - ratura de almacenamiento es necesaria porque el producto no es estéril microbiológicamente. Sin embargo, el proceso permite preparar una gran - cantidad de puré sólo dos o tres veces al año y tenerlo almacenado hasta necesitarlo.

IV.4.3. Oxidación enzimática del puré. - Un factor de vi - tal importancia en el procesamiento del plátano - es el control del oscurecimiento debido a la pre - sencia de enzimas, las cuales convierten el almi - dón de la fruta verde a azúcar durante el período de maduración.

Los cambios bio - químicos involucrados en el oscurecimiento de la fruta han recibido poco estudio, aunque la eviden - cia de la existencia de un sistema enzimático en el plátano capaz de oxidar sustancias del tipo ca - tecol fue mostrada por Onslow en 1920, citado por Griffiths (1959).

Onslow demostró - que el oscurecimiento enzimático de los tejidos - vegetales en el aire se debía a la presencia de -

derivados del O-dihidroxifenol, tales como el catecol, ácido protocatécnico, ácido cafeico, y a los ésteres del ácido hidroxigálico con el ácido cafeico, tales como el ácido clorogénico, que está ampliamente distribuido en muchas frutas, y, sobre todo en las papas. Breverman (1962). Onslow investigó sistemáticamente muchas frutas y hortalizas a las que dividió en dos grupos: las que contenían catecol y derivados, junto con enzimas que actuaban sobre los mismos, a las que denominó "oxigenasas", y las que carecían de estas enzimas y derivados del catecol (frutas cítricas, melón, piña, fresa, etc.) que llamó "vegetal peroxidasa". Pertenecen al primer grupo las siguientes frutas: plátano, manzana, peras, uvas, melocotones, etc. A las enzimas productoras del empardecimiento enzimático se les ha dado diferentes nombres, el de "oxigenasa" que casi no se utiliza, y en su lugar se aplican los de fenolasa, polifenoloxidasa y polifenolasa. Braverman (1962). Ponting y Joslyn (1948) afirmaron que en la mayoría de los casos, todo oscurecimiento enzimático oxidativo de frutas es catalizado por la polifenoloxidasa.

Un proceso común para controlar el oscurecimiento enzimático en los purés de frutas consiste en calentar la fruta con vapor, pero sólo el tiempo suficiente para inactivar la polifenoloxidasa. La inactivación de ésta es muy lenta a 75°C y es muy rápida alrededor de 90°C. El punto crítico para la inactivación de esta enzima se alcanza alrededor de los 82°C, Ponting (1954).

Muchos compuestos químicos son inhibidores efectivos de la polifenol

oxidasa; entre los compuestos químicos usados en alimentos, el dióxido sulfuroso es indudablemente el más común y posiblemente también el más efectivo. Sin embargo, su uso tiene algunas desventajas tales como su olor penetrante y sabor indeseable que imparte a ciertas frutas si se usa en cantidades excesivas; por otro lado, ha sido usado durante siglos sin ningún efecto nocivo, no es muy caro y es tan efectivo, que su uso es casi imperativo en algunos productos. Ponting (1960).

El uso del dióxido sulfuroso para inhibir la polifenoloxidasas en frutas tiene muchos aspectos que pueden considerarse. El SO_2 reacciona con aldehídos y cetonas, especialmente con la glucosa, para formar compuestos de adición los cuales retienen el SO_2 con mayor ó menor fuerza, dependiendo del tipo de aldehído ó cetona, pH, etc.

IV.4.4. Oscurecimiento no enzimático. - También puede ocurrir un oscurecimiento donde no intervienen las enzimas. Durante el calentamiento y/ó almacenamiento largos, puede ocurrir una compleja serie de reacciones entre los aminoácidos o las proteínas y los azúcares reductores (Reacción de Maillard). El producto final es un complejo insoluble, de color pardo oscuro, cuya naturaleza química exacta está en duda.

La mayoría de los cambios que la reacción produce son deletéreos y dan origen a: color pardo, fluorescencia, producción de CO_2 , absorción de O_2 , insolubilidad, pérdida del valor nutritivo de las proteínas, tendencia a la formación de espuma, formación de sabor desagradable.

Los factores que contribuyen son la composición del puré; el complejo proteína-azúcar, que es soluble e incoloro, pero cuando se descompone se vuelve insoluble y pardo; los azúcares reductores, cuya reactividad en orden decreciente es: xilosa, arabinosa, glucosa, fructosa, lactosa, maltosa. La sacarosa no es un azúcar reductor y no reacciona. En realidad, cuando está presente en concentraciones elevadas puede tener un efecto protector y retrasar la aparición del oscurecimiento; la temperatura; el contenido de humedad; el pH, las condiciones alcalinas favorecen la reacción, de modo que los productos de bajo pH se oscurecen más lentamente.

IV.4.5. Almacenaje del puré con aditivos químicos. - De todos los métodos de preservación de pulpas de frutas, uno de los más eficaces y económicos es mediante el uso de aditivos químicos.

El uso de temperaturas bajas solamente, no asegura una conservación total de las pulpas de frutas. Si bien es cierto que las bajas temperaturas retardan las reacciones químicas y la acción de las enzimas, y además, retrasan e inhiben el crecimiento de los microorganismos, sin embargo, existen mohos que pueden desarrollarse a temperaturas de -4°C , como los géneros *Penicillium* y *Monilia*; levaduras que desarrollan a -2 y -4°C ó bacterias como *Achromobacter*; *Alcaligenes* que pueden desarrollarse hasta a -7.5°C . Se hace por esto necesario el uso de aditivos químicos que inhiben a los microorganismos alterando su membrana celular, su actividad enzimática ó su mecanismo genético. Frazier (1962).

a) Requerimientos de un aditivo químico.- Los agentes antimicrobianos de uso recomendado en los alimentos deben reunir las siguientes condiciones:

- Requisitos cualitativos.- El agente de conservación debe ser eficaz en las condiciones existentes en el alimento al que han de añadirse; el agente debe ser adecuadamente estable en el alimento que debe proteger después de procesos de cocción, fritura y durante el almacenamiento; no debe modificar el color, olor, ni el sabor de los alimentos.

- Requisitos cuantitativos.- Los aditivos deben usarse siempre a la más baja concentración posible, es decir, a la concentración necesaria para conservar el alimento durante un período de tiempo razonable, pero a condición de que se ponga el mayor cuidado en limitar la contaminación inicial del alimento por posibles agentes de deterioro. FAO - 14^o Informe del Comité Mixto FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, Ginebra 1970.

b) Aditivos químicos comunes.- Entre los aditivos químicos más usados tenemos los siguientes:

- Bisulfito de sodio.- Se presenta en forma de cristales, incoloros, como polvo ó gránulos cristalinos ó blanquecinos. Su actividad se relaciona con el ácido sulfúrico no ionizado. Las formas del ácido sulfuroso no disociadas tienen el máximo efecto antimicrobiano, esto es más fuerte cuando el pH del alimento es bajo. Además, los sulfitos presentan otras propiedades útiles para la elaboración de alimentos: Inhiben la decoloración, la oxidación en

zimática y no enzimática, incluyéndose tam -
bién su bajo precio y fácil disponibilidad.

En comparación con otras sustancias conservadoras tiene la ventaja de ser volátil; se le puede eliminar por medio de calentamiento ó evaporación parcial.

Los purés y pulpas de -
frutas ó jugos concentrados pueden conservarse con dosis altas de 1000 a 2000 ppm de SO₂, lo que los hace incomedibles; por eso se le utiliza sólo para la conservación a granel de materias primas que han de convertirse des -
pués en confituras, jaleas, néctares de frutas, etc. Morris (1974), Cruoss (1948), FAO/OMS. 14^o Informe 1971. En el Cuadro IV.5. podemos apreciar las concentraciones de SO₂ usa -
das en la práctica.

- Sorbato de potasio.- Se presenta como cristales blancos ó blanco amarillentos, ó polvo -
cristalino. Al incorporarse a los alimentos, el sorbato de potasio libera al ácido sórbico, que es el conservante activo. Es fisiológicamente inocuo y actúa principalmente contra -
los hongos, levaduras y ciertas bacterias, es muy sensible al calentamiento, por lo que debe agregarse después del proceso de cocción, evitándose al mismo tiempo las pérdidas por -
volatilidad al contacto con el vapor de agua.

El sorbato de potasio es razonablemente eficaz para productos que tengan un pH de hasta 6.5, conforme disminuye el pH, disminuye también la concentración de sorbato para la conservación del alimento. Para pulpas de frutas es suficiente una concentra-

C U A D R O IV.5.

C O N C E N T R A C I O N E S D E S O₂ U S A D O S E N L A P R A C T I C A

| A L I M E N T O | mg/Kg calculados como SO ₂ |
|------------------------------------|--|
| Pulpas y zumos de frutas al granel | 1000 - 2000 |
| Frutas y hortalizas secas | |
| Soluciones de pectina | 500 - 1000 |
| Zumos de fruta concentrados | 100 - 500 |
| Jarabe de glucosa | |
| Vino, cerveza, sidra | |
| Gelatina | |
| Productos de papa | |
| A zúcar | Hasta 100 |
| Frutas peladas y confitadas | |
| Almidón | |
| Pepinillos | |

FUENTE: FA O / O M S 1 4 ^o Informe. Ginebra, Julio 1971.
Informe de Laboratorio Bayer (1971)

ción de 0.10 - 0.15%. Sólo para almacenajes - prolongados pueden ser necesarios dosis superiores. En el Cuadro IV.6. podemos apreciar - las concentraciones de ácido sórbico usados - en la práctica.

- Acido cítrico.- A diferencia de otros hidróxi ácidos es tribásico. En los Estados Unidos se ha usado en alimentos por más de 100 años. Se emplea frecuentemente como el estándar de comparación para evaluar los efectos de otros - acidulantes en varios productos alimenticios. Sus mayores ventajas como acidulante son:

Su alta solubilidad en agua, su efecto como resaltante del sabor y su potente acción de formar quelatos.

El ácido y sus sales son permitidos en varios jugos de frutas y bebidas - carbonatadas no alcohólicas. El ácido y el citrate de sodio pueden ser usados en jaleas, gelatinas y conservas de frutas.

En compotas, gelatinas, jaleas y conservas el ácido cítrico es usado para - controlar el pH, para la óptima formación del gel y al mismo tiempo sirve como agente sabo- rizante.

El ácido cítrico sirve para - varios propósitos interrelacionados en el pro- cesamiento de frutas congeladas al inactivar las trazas metálicas, preserva el ácido ascór- bico como un antioxidante natural, para inhi- bir los cambios de color y sabor.

Mezcla de ácido cítrico y acido ascórbico (D-Eryterascórbico) en relación de 4:1 son usadas para retardar el oscureci-

C U A D R O IV.6.

CONCENTRACIONES DE ACIDO SORBICO USA-

DOS EN LA PRACTICA

| | |
|--|--------------|
| Vino | Hasta 0.03% |
| Margarina, frutas secas, queso elaborado, jugos de fruta, de tomate, col fermentada, bebidas no alcohólicas, mermeladas, pescado seco. | Hasta 0.1% |
| Quesos duros, pulpas y jugos de frutas, pan, confitería, pescado en escabeche. | Hasta 0.2% |
| Productos líquidos de huevo. | Mayor a 0.2% |

FUENTE: FAO / OMS 14^o Informe. Ginebra, Julio 1971.

miento de productos elaborados de plátano. Se usa para propósitos similares en rellenos de pies de frutas y, en la deshidratación y enlatado de manzanas.

Investigaciones - realizadas por Brokke, Tonaki, Cavalette y Frank en 1969 sobre el almacenamiento refrigerado de puré de plátano, informan que, aunque 1.5°C podría ser la temperatura ideal para prolongar el almacenamiento del puré, ésta es algo difícil de mantener en la mayoría de unidades de refrigeración comercial. Por ello, estudios posteriores se dirigieron hacia un incremento de la vida de almacenamiento de puré de plátano, añadiendo agentes antimicrobianos a 7°C , que es una temperatura más comercial.

Encontraron que el sorbato de potasio, el ácido sórbico y el benzoato de sodio aumentaron la vida de almacenamiento del puré en forma apreciable. Debido a que el ácido sórbico es menos soluble que el sorbato de potasio, y menos detectable por evaluación sensorial que el benzoato de sodio, se seleccionó como agente antimicrobiano.

El efecto combinado del preservativo y la baja temperatura del almacenamiento es bastante considerable, así como - una cuenta de levaduras que disminuye en un mes a un nivel insignificante. En las muestras no tratadas, la población de levaduras se incrementó hasta 2×10^7 col/gr. Brokke, Tonaki et al (1969).

C A P I T U L O V

I N G E N I E R I A

D E L

P R O Y E C T O

INGENIERIA DEL PROYECTO

V.1. TECNOLOGIA GENERAL

Las frutas tropicales tienen ciertas características que son diferentes de las frutas de zonas templadas. Ellas tienden a ser más suaves y jugosas en su maduración que muchas de las frutas de clima templado. La mayoría de las frutas pueden ser recogidas en un estado verde, almacenadas en frío a 0 °C por 2 a 3 semanas o aún más, y alcanzar una madurez ideal para su procesamiento bajo un control de temperatura y humedad.

V.1.1. Respiración del plátano.— Cuando las células vivas son disgregadas o cuando se han separado de su vegetal madre, como ocurre cuando las frutas se recojen, la fruta continúa respirando (absorbe oxígeno y elimina gas carbónico), en algunos casos a una velocidad muy acelerada, pasando por los denominados ciclos climáticos.

El plátano es considerado como una fruta climática, es decir, que aún fuera del árbol continúan los procesos bioquímicos de la maduración; razón por la cual es posible cosechar el plátano verde, según las necesidades del caso.

Como en todos los seres vivos, la respiración es una señal característica de la existencia de vida, durante el almacenamiento. La respiración constituye el fundamento para la energía que los tejidos vegetales necesitan para sobrevivir. La intensidad de respiración da una indicación de la velocidad de los cambios químicos

y del proceso de maduración.

Considerada químicamente, la respiración es un proceso lento de oxidación, - principalmente de carbohidratos solubles, en primera fase de azúcar y otros elementos orgánicos. Por esta razón, el equilibrio de la respiración es formulado por medio de la glucosa, como un producto - que es desdoblado en la respiración, según:



Esta ecuación muestra que las frutas pierden constantemente sustancias de reserva y que juntamente con el gas carbónico y el agua, liberan calor (calor de respiración). Una aceleración de la respiración conduce a una activación de la maduración con reducción del tiempo de almacenamiento.

El fruto se encuentra - respirando continuamente, este fenómeno tiene que ver con la absorción y desprendimiento de etileno, cambios en la humedad y generación del calor, necesarios para el desarrollo efectivo del fruto a ser industrializado. La variación de humedad en la fruta puede también deberse al agua de la respiración

Los principales factores que afectan la respiración de las frutas cosecha - das son: temperatura, concentración de oxígeno, concentración de gas carbónico, presencia de etileno y punto de maduración del producto en la cosecha.

En algunos casos, la actividad enzimática es necesaria siempre y cuando - pueda controlarse. Algunas variedades no pueden cosecharse y transportarse bien maduros, por tanto , se cosechan verdes todavía y se les permite madu

rar (un proceso activado por las enzimas en la fruta) bajo condiciones en la planta de procesamiento. Hasta algunas carnes se hacen blandas, frecuentemente, debido a la acción de sus propias enzimas controladas por la conservación en temperaturas adecuadas.

Al punto de mínima absorción de oxígeno se conoce como mínimo climatérico; y cuando la fruta alcanza su máximo climatérico, logra su total madurez y después se deteriora muy de prisa, salvo que se almacene en condiciones especiales a temperatura baja y en una atmósfera de composición controlada.

Los plátanos no sólo desprenden etileno si no que lo absorben, y pueden reducir la cantidad agregada a una cámara y, a causa de ello, transformar más rápidamente el almidón en azúcar. Se ha sugerido la idea de que el fruto utiliza el etileno en la hidrólisis del almidón.

En los locales de almacenamiento es importante la humedad relativa (85%), el fruto mismo contribuye en algo pues la respiración produce agua y calor. Es más aconsejable iniciar el almacenamiento cuando la respiración es mínima.

V.1.2. Transpiración del plátano. - La transpiración consiste en desprendimiento de agua del producto almacenado. Es independiente de la presión parcial entre el producto y el aire en que se encuentra en vuelta, de la temperatura, de la intensidad de respiración, del movimiento de aire, del tipo de empaque y de la naturaleza de la cáscara.

V.1.3. Proceso de maduración. - Se utiliza las condiciones de control de temperatura, humedad y gas de madura

ción. La temperatura debe ser controlada de tal forma que no dañe los tejidos ó altere las calidades organolépticas de las frutas. Se sabe que la respiración de los frutos tiende a aumentar la temperatura de la cámara de maduración durante el desenvolvimiento de este fenómeno, sujeto a límites que difícilmente pueden ser evitados, cuando no se cuenta con un sistema de refrigeración adecuado, causando de esa forma un cocimiento de la pulpa que inclusive adquiere coloración marrón.

La fruta pierde constantemente humedad a través de la respiración, la cual debe ser controlada para evitar su marchitamiento y pérdida excesiva de peso. Se procura mantener la cámara con una humedad relativa de 85 a 95%. En caso de utilización de embalajes con alta capacidad de absorción de humedad, como cajas de papel, se necesita reducir la humedad relativa de la cámara a 70-75%.

Diversos son los gases utilizados para activar y provocar la coloración uniforme de la fruta, más que nada participan en las reacciones orgánicas que se procesan internamente en su composición. Entre los principales se tiene: etileno, acetileno, azetil y etil 5.

Esos gases son catalizadores de las reacciones para el apareamiento de los pigmentos colorantes. El plátano en sí desprende juntamente con los componentes volátiles una pequeña cantidad de etileno que, en ambientes techados, podría provocar la maduración de la fruta pero con cierta lentitud.

El azetil es una mezcla de 5.5% de etileno y 94.5% de nitrógeno; y el etil 5

es una mezcla de acetileno con nitrógeno.

- a) Temperatura de maduración.- El proceso de maduración es llevado a cabo en rangos de temperatura de 14 a 20°C y con humedad relativa de 90-95%. Dentro de ciertos límites, el período requerido para madurar fruta verde puede ser alargado ó - acortado para encontrar requerimientos comerciales ajustando la temperatura.

Las características de maduración de diferentes lotes de plátanos va rían con el país de origen, variedad, días en tránsito, época del año, punto de madurez en que ha sido cosechado y otros factores. La humedad - requerida para la propia maduración puede ser ob- tenida mejor a través del uso de humidificadores automáticos con humidistatos. Una vez que ha ad- quirido el color es mejor que la humedad relati- va disminuya hasta cerca de 85%. Para tener una temperatura de pulpa uniforme a través de todo - el cuarto, deben operar continuamente los venti- ladores de circulación de aire. El apilamiento - para permitir una adecuada circulación de aire - es esencial para una maduración uniforme de los plátanos en caja. Idealmente, las cajas deben ser apiladas en filas con un canal de aire de 4 plg. entre las filas adyacentes.

Conforme avanza la maduración, el plátano se hace progresivamente - más suave y se requiere un manipuleo prudente pa ra prevenir las magulladuras. El magullamiento - en la etapa de madurez podría resultar en una de coloración de la pulpa sin ningún daño visible - en la cáscara.

- b) Efecto de diferentes temperaturas en los com

puestos fenólicos del plátano.- Los compuestos fenólicos totales de la pulpa de plátano cosechados en las etapas maduro-verde disminuyen durante el almacenamiento.

A una temperatura más alta hay una pérdida más rápida de fenoles totales. Las cáscaras pierden sus fenoles totales muy rápidamente, y esta baja es proporcional a la duración del almacenamiento a 0°C. Hay una relación inversa entre los fenoles totales y el grado de oscurecimiento durante el almacenaje a temperaturas de enfriamiento perjudiciales.

V.1.4. Conservación y almacenamiento del plátano.- La calidad de un producto alimenticio industrializado depende, además del procesamiento propiamente dicho, de numerosos factores que ocurren antes de ser ejecutado. Entre otros son considerados de importancia vital para tener éxito, los de carácter genético, incluyendo especie y variedad, así como clima, suelo y tratamiento fitosanitario. Son factores importantes en el almacenamiento: temperatura, humedad relativa y aereación del ambiente.

El plátano tiene que expedirse verde para impedir una maduración excesiva así como los daños por rajado ó magullamiento sufridos en el transcurso del mercadeo. También se conserva mejor el sabor del plátano verde.

Una conservación de la fruta al frío, después de la cosecha hasta el período de su consumo e industrialización, es de gran significado tanto económica co-

mo de nutrición fisiológica, por la preservación - de sus cualidades, que a condiciones ordinarias se alteran rápidamente.

El frío artificial es aplicado de dos maneras: por refrigeración, que conserva la vitalidad de las células, no altera la estructura de los tejidos pues la temperatura baja hasta 0°C; y, por congelamiento, que es letal a las células, es empleado en productos que no sean procesados posteriormente, pues las células - de sus tejidos no recuperan sus actividades fisiológicas después del descongelamiento. Un producto descongelado debe ser utilizado inmediatamente para su consumo.

a) Almacenamiento por refrigeración.- En primer lugar, la fruta es seleccionada según el origen del producto, grado de maduración, cualidades individuales y destino del fruto; luego se clasifica y se embala, la manipulación del embalaje debe tener perforaciones para que salga el calor - de la respiración.

Al llegar se coloca el plátano en salas especiales de maduración, y se mantiene bajo control para asegurar - una temperatura relativamente elevada (17-21°C) y la humedad necesaria (90%) antes de ser usado. Cuando se desea retrasar la maduración por espacio de 10 a 20 días, se mantiene el fruto verde a temperaturas de 11 a 14°C. La mejor temperatura para la conservación del plátano maduro se sitúa entre 14 y 16°C, pues permite conservar tanto el sabor como el buen aspecto por espacio de 5 a 10 días (ver Cuadro V.1).

b) Almacenamiento en atmósfera controlada.- Una cá

C U A D R O V.1.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO RECOMENDADAS Y PLAZO ESPERADO

DE CONSERVACION DE LA FRUTA FRESCA

| | TEMPERATURA °C | HUMEDAD RELA TIVA % | PLAZO ESPERADO DE CONSERVACION |
|------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Plátano verde | 11.5 a 14.5 | 90 a 95 | 10 a 20 días |
| Plátano amarillo | 13.0 a 16.0 | 85 a 90 | 5 a 10 días |

FUENTE: Recommended Conditions for Cold Storage of Perishable Produce 1967. Instituto Internacional del Frío, París.

para con atmósfera controlada necesita como accesorios para su instalación normal un sistema de enfriamiento, un aislamiento contra gas en las paredes y puertas, un filtro de absorción de CO_2 excedente, instrumentos de medición y regulación para mantener una composición óptima y temperatura de almacenamiento. En grandes frigoríficos, una rápida disminución de oxígeno es comunmente realizada por medio de quemadores catalíticos de oxígeno, ó por empleo de nitrógeno líquido.

Siendo el oxígeno el responsable de los problemas de fermentación, se considera la exposición de la fruta en esas atmósferas por cortos períodos de tiempo menos riesgosas. Se ha observado que es posible utilizar tratamientos cortos con bajo nivel de oxígeno, particularmente durante el transporte. La maduración de plátanos verdes se ha retardado en atmósferas de nitrógeno a 15°C . Después de remover el aire, la fruta previamente mantenida en 99% de nitrógeno maduró lentamente a una condición comercial.

No hay combinación general de CO_2 y O_2 aplicable a todas las variedades de plátano. Wardlaw (1940) mostró que iguales cantidades de O_2 y CO_2 (5%) a 12°C eran apropiados para plátanos "Gros Michel" mantenidos por 20 días. Los plátanos Lacatán y Dwarf Cavendish fueron efectivamente almacenados por 3 semanas en condiciones de atmósfera controlada de 6 a 8% de CO_2 y 2% de O_2 a 15°C (Smock 1967). Pantástico et al (1970) reportó que bajos niveles de O_2 y CO_2 dilatan el inicio del período climático y retardan el cambio de color en plátano-

nos "Bungulan". Algunos estudios indicaron que una combinación de alta concentración de CO_2 y baja concentración de O_2 es efectiva alargando la vida en el almacenamiento del plátano. La producción de C_2H_4 es inhibida por la combinación gaseosa disminuyendo la velocidad de maduración (Chiang 1970). Aunque el C_2H_4 endógeno es un recurso de la maduración potencial en los plátanos contenidos en bolsas selladas de polietileno, su absorción es también esencial.

También se usa un tratamiento de carburo de calcio para generar acetileno para acelerar la maduración de la fruta. Los humos de material calcinado como hojas, ramitas ó paja pueden también acelerar la maduración, por tener en su composición etileno y acetileno. Para la maduración del plátano el etileno era 100 veces más efectivo que el acetileno.

Para el aislamiento contra el gas se utiliza polietileno en dispersión, son resinas de poliéster con lana de vidrio; planchas de aluminio; y construcciones prefabricadas metálicas transportables.

La pérdida de volúmen que se establece por la absorción del CO_2 es equilibrada por medio de la presión de la válvula de seguridad. Los filtros más empleados son tres:

1. Hall-Scrubber.- Usa como líquido de absorción el trietanolamina,
2. Lavador de potasa.- La regeneración es conseguida con aire fresco a través de la reacción,



3. Absorbentes secos.- Carbón activado de determinada porosidad.

- Sistema de trabajo de una atmósfera controlada.- Como accesorio, para acelerar la reducción de concentración de O_2 de la atmósfera de almacenamiento, se emplean los llamados "convertidores", que a través de catalización queman oxígeno y en seguida se inyecta nitrógeno.

Los mismos efectos pueden ser alcanzados con evaporación de N_2 líquido, que comúnmente se emplea en los medios de transporte.

Un sistema de atmósfera controlada regulable posibilita una abertura de cámara a intervalos de tiempo, a fin de empacar el producto que será procesado y comercializado.

- Cámaras de maduración.- Para la industria se procura hacer una cámara cuya capacidad permita la maduración de plátanos para un día de procesamiento, de modo que sea posible abastecer sin problemas una línea de procesamiento. Si se aumenta el tenor de O_2 en la cámara, se acelera la maduración; pero, si las cantidades de oxígeno fueran mínimas, ó la temperatura ambiente es pobre en O_2 y rico en CO_2 , la maduración será considerablemente retardada. Se debe por lo tanto mantener una concentración de CO_2 abajo del 1%, en relación con el volumen de aire en la cámara, lo que se consigue por medio de una exhaustación, por la cual se eliminará CO_2 y se inyectará nuevo aire.

La circulación de aire en las cámaras tiene dos finalidades principales: a) Homogenizar la atmósfera en la cámara,

esto es, tener una temperatura constante y una distribución homogénea de gas activador; b) Después de hacer el film microscópico que se tiende a depositar en la superficie de cada fruta. Esta partícula, bastante fina en cuanto a espesura, contiene vapor de agua, gas carbónico y materias volátiles en concentraciones mayores que el aire circulante. Eso impide, tanto la salida del CO_2 como la entrada del gas activador.

La exhaustación se debe realizar después de 12 hr. de la primera aplicación de gas, y, después de cada 24 horas.

- Almacenamiento "hipobárico".- Recientemente se ha perfeccionado el almacenamiento "hipobárico" de baja presión, que se efectúa bajo una atmósfera controlada y que ha dado buenos resultados de laboratorio con plátanos y otras frutas tropicales.

Quizá funciona por que al reducir la presión parcial del O_2 del aire, también se reduce la del gas etileno, el cual es de gran importancia en la maduración de los frutos, especialmente los que son susceptibles a las temperaturas cercanas a 0°C .

La ventilación debe también evitar la acumulación del etileno. En el punto de destino los plátanos verdes se introducen en cámaras herméticas al aire, allí la temperatura se eleva a $17-19^\circ\text{C}$ y se introduce gas de etileno por 24 horas; luego, se retira el etileno y se disminuye la temperatura a 16°C .

V.1.5. Técnicas de procesamiento de los diferentes productos.- El procesamiento de las frutas es continuo -

desde el momento que la fruta sale del campo de cultivo hasta que es protegida de micro ó macroorganismos. La cosecha, clasificación, manipuleo, almacenamiento, lavado, preparación para el pelado, calentamiento, refrigeración, deshidratación, concentración, tratamiento con aditivos químicos y envasados son pasos en la cadena de eventos.

a) Conservación por desecación.- El secado de frutas es una de las más antiguas técnicas para preservar alimentos; su principal característica es que el contenido de humedad de la fruta es reducido a un nivel inferior, en el cual los microorganismos no puedan desarrollarse.

La preparación de la fruta fresca, en nuestro caso el plátano, para deshidratación, secado al sol u otra técnica, es similar: 1) Selección y clasificación por tamaño, madurez y sanidad; 2) Lavado; 3) Pelado; - 4) Cortado en mitades ó rodajas; y, 5) Sulfitado. - Desecación de la pulpa entera.- Para la preparación de "higos" de plátano, la fruta debe ser secada inmediatamente después de la sulfitación. El secado de plátanos no presenta ninguna dificultad, y se han sugerido como adecuados varios tipos de cámaras secadoras. Loesecke (1955) sostenía que las mitades de la fruta podían ser secadas en un gabinete secador entre 65 - 82°C por 7 - 10 horas, para darle una humedad final de 8 a 15%. Dupaigne (1967) sugiere que se obtienen buenos resultados exponiendo la fruta a una temperatura no mayor a 72°C. - Gooding (1958) informa que en los plátanos de la India fue exitoso el secado hasta una humedad de 15 - 18%, en gabinetes de flujo cruzado

a una temperatura inicial de 75°C que se baja lentamente hasta 60°C.

En Ecuador se tiene conocimiento que se han empleado menores temperaturas (Anon, 1966). Normalmente se procesa la fruta en túneles secadores en contracorriente ó corriente cruzada, y las temperaturas del aire a la entrada y salida del túnel son de 60 y 40°C respectivamente. El tiempo de secado a esas temperaturas se ha establecido en 24 horas, bajando la humedad de los higos a 18%. El rendimiento de los higos a partir de los plátanos en la planta son entre 12 - 17%.

Un método mejorado para secar plátanos usando el proceso de deshidratación osmótica, ha sido descrito por Brokke (1970) y Ponting (1973). Los plátanos maduros se pelan y se cortan en rodajas de 1/4 plg. usando una rejilla de acero inoxidable. Luego se colocan en un tanque de acero inoxidable conteniendo jarabe de azúcar de 67 a 70° Brix. Los plátanos flotan en esta solución, por lo cual sobre la fruta fresca se coloca una plancha circular de aluminio ó acero inoxidable, para que los plátanos queden totalmente cubiertos de jarabe.

A medida que el agua se separa del plátano por ósmosis, el jarabe se va diluyendo. Se añaden cantidades adicionales de azúcar seca a fin de mantener la concentración de 67 a 70° Brix. La velocidad de "secado por ósmosis" puede aumentarse elevando la temperatura hasta 50°C. Para rodajas de 1/4 plg. el tiempo de inmersión es de 8 a 10

horas, aunque puede ser mayor si se desea retirar más agua de la fruta.

Las rodajas se retiran del jarabe y se dejan escurrir, luego se acomodan en bandejas y se cubren con tiras de papel aluminio. Las bandejas se rocean con agua para quitarle el exceso de jarabe a la fruta, y se colocan a un ángulo de 5° a 10° para que se escurra el agua.

La bandeja con fruta se coloca en un estante secador de vacío, la temperatura se mantiene a $65 - 70^{\circ}\text{C}$ y una presión de 10 mm Hg, a esta presión las rodajas aumentan su volumen original en dos ó tres veces. Después de 5 horas se disminuye la temperatura hasta $21 - 24^{\circ}\text{C}$ y sin presión. Los plátanos secos preparados de esta manera contienen 2.5% ó menos de humedad. Son crocantes, porosos y tienen un excelente sabor a plátano.

Adeva et al. - (1968) sugirió el siguiente procedimiento para la preparación de chips de plátano: Los plátanos verdes se pelan y se sumergen inmediatamente en una solución de metabisulfito de sodio de 500 ppm durante 15 min. Las frutas sulfitadas se cortan longitudinalmente en rodajas de $1/16$ a $1/8$ plg. de grosor en un rebanador Hobart, las rodajas se sumergen nuevamente en una solución de metabisulfito de sodio de 500 ppm por una hora. Luego, se echan las rodajas en agua caliente por 30 seg., seguidamente en agua fría por 5 seg. Las rodajas de plátano blanqueadas e inactivadas enzimáticamente son secadas en bandejas de alambre, en una estufa

a 70°C durante 3 a 4 horas. En esta etapa las rodajas tienen una humedad de 2 a 2.5%; luego se fríen en aceite hidrogenado a 190-200°C - con tolueno hidroxibutilado (BHT) al 0.01%, y se rocían con sal. Los productos terminados, empaquetados en bolsas de polietileno y selladas al calor eran de buena textura, color, sabor y - con buenas características para el almacenamie -
miento.

Jain et al. -
(1962) y Bai y Rae (1969) sugirieron métodos - para mejorar los chips de plátano producidos - en el Sur de la India; el método difiere del usado en Filipinas en que las rodajas de plátano no se secan antes de freírse. El método básico consistía en pelar la fruta y rebanarla - en rodajas de 1/16 - 3/32 plg. usando un rebanad -
dor de acero inoxidable. El mejor producto fue preparado sumergiendo las rodajas durante 10 min -
utos en una solución al 5% de cloruro de sod -
io y metabisulfito de potasio al 0.5%. Las rod -
dajas tratadas eran escurridas y fritas en -
aceite vegetal. Se encontró que el uso de un antioxidante mejoraba la calidad. Se añadió un manto de polvo a las rodajas fritas, el cuál -
contenía 3.33% de sal, 0.01% de butilato hidrox -
i anisol, 0.002% de butilato hidrox*i* tolueno y 0.004% de ácido cítrico (%en peso de los -
chips). Una vez empaquetados en bolsas herméticamente selladas y protegidos de la luz, los -
chips no muestran deterioro de su calidad durante el almacenamiento hasta 28 semanas a 37 grados centígrados. Experimentos similares con plátanos maduros no dió chips de buena calidad.

- Desecación después de convertirla en pasta -
fluída.- Para la obtención del polvo se pueden
emplear tres tipos de secadores:

1. En el secado por atomización, la pulpa ó
slurry se pasa mediante una bomba de veloci-
dad variable a un atomizador accionado a -
turbina, colocado en el tope de una torre -
de secado. La torre puede ser un cilindro -
largo de 20 a 25 pies de diámetro, y de 25
a 30 pies de alto. El aire caliente ingresa
cerca del tope de la torre a través de un
ducto (4 pies cuadrados), es soplado dentro
de la torre y eliminado por ductos adecua-
dos a unos 5 pies desde la base de la torre.
La pulpa atomizada en contacto con el aire
caliente se seca y cae a la base del seca-
dor. El aire en contacto con el polvo seco
se mantiene a 30 - 32°C con una humedad rela-
tiva no mayor del 30%.

Un secador de este tamaño es capaz de
producir 150 lb. de polvo/hora. El rendi -
miento en el secado por atomización varía -
entre 8 - 11%, basado en la fruta sin prepa-
rar cortada del tallo.

2. El método de secador por tambor es mejor ya
que se recuperan todos los sólidos. La pul-
pa ó slurry es alimentada como película del
gada a tambores calentados con vapor, cuya
temperatura se mantiene entre 170 y 174°C;
la temperatura máxima del material en el
tambor no debe exceder los 94°C. La distan-
cia entre los tambores debe ajustarse cuida-
dosamente según las variaciones en la madu-
rez de la fruta, de no ser así, el producto

saldrá de los tambores como una masa pegajosa ó puede ser muy desmenuzable. Los tambores rotan entre 3 y 12 rpm., y antes de que hayan hecho una revolución completa, la pulpa de la fruta está lo suficientemente seca para ser removida como polvo con un "doctor blade". El contenido de humedad se reduce a 12% en el secador de tambor, y luego en un gabinete ó secador de túnel a una temperatura de 60°C, la humedad disminuye hasta 2%.

El rendimiento es aproximadamente 13% basado en la fruta fresca sin pelar, y la humedad final varía de 2 a 5%. El producto puede mantenerse fresco y terso por unos 6 meses en paquetes de polietileno delgado.

3. Singhajon y Mc Bean (1968) han mostrado que un polvo de plátano de alta calidad puede prepararse usando la nueva técnica del secador foam-mat. Se usaron plátanos Cavendish completamente maduros en una prueba experimental. La fruta fue pelada a mano y alimentada a un mezclador de alimentos, se añadió una solución al 5% de metabisulfito de sodio (para dar 1000 ppm de SO₂ en el producto final) y un estabilizador de glicerilmonoestearato. La mezcla fue espumada en un mezclador Hobart usando un batidor de alambre a 20 - 25°C. La expansión máxima de 3 veces el volumen original ocurre en 5 min. La espuma firme se esparce en bandejas de metal a una profundidad de 1/8 plg., y secada en un deshidratador de flujo cruzado a 99°C por 30 min., luego a 82°C por 30 min., y finalmente a 75°C hasta secado total, con una

velocidad promedio del aire de 1000 pies - por minuto. La velocidad de pérdida de agua fue rápida durante el experimento, a 99°C el contenido de agua bajó de 80% a 12.5% en 15 minutos y, luego siguió bajando hasta - una humedad final de 2% en las 3.75 horas - siguientes.

El producto resultante fue un polvo - fluido con un olor y sabor característico - de la fruta fresca. Sin embargo, es necesario empacarlo en envases a prueba de humedad debido a su naturaleza higroscópica. Bajo condiciones de almacenamiento de 20 a 25 grados centígrados se mantiene aceptable durante 9 a 12 meses.

La harina de plátano puede prepararse similarmente al polvo de plátano pulpeando la fruta y secando la pasta resultante en un secador de tambor ó por atomización. Anon (1966) - sugirió el siguiente método: Los trozos son - llevados a un secador de túnel en contracorriente y secados hasta un 8% de humedad. Normalmente toma de 7 a 8 horas usando aire de entrada a 75°C y 45°C a la salida. Los trozos secos - son retirados del secador y se dejan a temperatura ambiente antes de molerlos y tamizarlos. El tipo de malla depende del grado y fineza de la harina requerida por un mercado determinado. Por ser higroscópico debe envasarse en recipientes a prueba de humedad. Se estima que 100 libras de plátano verde pelado producirán 27 libras de harina de plátano con 8% de humedad.

Para la producción de copos de plátano se pela la fruta y se coloca en un tanque -

al que se le bombea CO_2 gaseoso para quitar el oxígeno de la fruta. Se bate la pulpa hasta lograr una pasta cremosa y se bombea a un deshidratador, donde películas delgadas de pulpa son esparcidas en un cilindro rotator a 181°C . Una vez seca la película, se saca del cilindro y se rompe para formar las hojuelas. Se dejan en latas selladas hasta que enfríen y se empaquetan en cartones de papel encerado a prueba de humedad.

Los israelitas Samish y Coussin(1965) han investigado la posibilidad de producir copos para utilizar los plátanos de desecho. Se usaron plátanos Cavendish y la deshidratación se llevó a cabo en una planta piloto, en un secador de doble cilindro calentado interiormente con vapor. Se encontró que las condiciones de operación óptima eran: Distancia entre tanques = 1.0 mm., tiempo de retención = 51 seg., presión del vapor = 42 lb/plg^2 , y temperatura de superficie del tanque = 145°C . Era esencial pretostar los plátanos antes del pulpeado a fin de prevenir el oscurecimiento y el deterioro del sabor. La fruta completamente madura fue blanqueada en vapor durante 5 min. y la pulpa fue tratada con SO_2 . La concentración más aceptable de SO_2 en los copos fue de 500 a 550 ppm, lo que corresponde a 160 mg. de metabisulfito de sodio por 100 gr. de pulpa de plátano. La conservación fue satisfactoria cuando la humedad se mantuvo debajo del 2.6% y el producto fue envasado al vacío en latas.

b) Conservación en azúcar.- Las confituras ó conservas de frutas en azúcar se obtienen por la -

cocción de una mezcla de fruta y azúcar llevada a un grado tal de concentración que la masa no puede ya fermentar. Entre las confituras de plátano tenemos las rodajas enlatadas, compota y gelatina. En los tres casos la fruta es lavada, inspeccionada y pelada.

En el caso de las rodajas enlatadas la fruta es llevada a un cortador Urschel, de donde se descargan rodajas de 5/16 plg. sobre una mesa de acero inoxidable, para el llenado manual de latas N°10 a través de aberturas en la mesa. Con el transportador las latas son llevadas al jarabe de azúcar y selladas. La esterilización se realiza a medida que las latas se mueven a través de agua a 100°C sobre una correa metálica. El pH debe reducirse hasta 4.2 a fin de conseguir un mejor producto, para esto se usa ácido cítrico y ácido ascórbico. Lawler (1967).

Loesecke (1950) ha descrito la preparación de compota de plátano. Se hace hirviendo cantidades iguales de fruta y azúcar, con adiciones de agua y jugo de limón hasta que tome punto. Puede usarse jugo de lima ó ácido cítrico para reemplazar al jugo de limón reduciendo el pH de la mezcla de 5.4 a 3.5. Dostang ha sugerido que añadiendo pectina se puede mejorar el producto.

Para preparar gelatina se ha sugerido el uso de plátanos sobremaduros; la fruta es cortada en trozos de 1 plg. y hervida por una hora en un jarabe de azúcar de 60 grados Brix en una relación de 1 lb. de plátano / 1 pinta de jarabe. Luego se tamiza y la solución clara resultante se hierve hasta que tome punto.

Debe añadirse ácido cítrico para bajar el pH a 3.5 y pectina para mejorar la calidad. Se dice - que el sabor de la gelatina es superior al de la compota.

- c) Conservación de la pulpa con aditivos.- Además de los métodos de preparación del puré de plátano descritos en el capítulo anterior, se tiene - la preparación del néctar.

Los néctares son elaborados a base de pruebas experimentales haciendo variar los parámetros de dilución y cantidades - de azúcar y ácido; los néctares son así preparados y sometidos a un panel de degustación para - determinar los parámetros, con los cuales se ob - tiene un néctar de características organolépti - cas óptimas. El diagrama de flujo para la elabo - ración de los néctares debe ser determinado en forma experimental y depende de las característi - cas de la materia prima.

Hernández (1973) describe un método para la preparación comercial de néctar de plátano de gran calidad y aceptación. El puré de la pulpa fue preparado con frutas peladas a mano, procesadas a pH 4.0, empacadas en envases plásticos y congelados. La mejor formula - ción para el néctar fue 15% de pulpa a pH 4.0; la coagulación de la pulpa durante el procesamiento final se previno añadiendo una goma celulosa es - tabilizadora en proporción de 1 lb./100 gal. de néctar, y homogenizándolo antes de la pasteuriza - ción a 88°C - 93°C. El producto final fue enlata - do aún caliente en recipientes de lata esmaltada, enfriado rápidamente y almacenado. Un test de de - gustación realizado en 3000 probadores mostró -

una aceptación de 93%.

- d) Transformación por fermentación.- En los países africanos se han producido tradicionalmente las cervezas de plátano durante siglos. Las frutas - después de peladas son prensadas, recibiendo - el zumo en recipientes a través de canales. Luego es trasvasado a una cuba de madera cuyo fondo está cubierto por una capa de mijo tostado y molido. El jugo es puesto a fermentar con un resto de cerveza de fabricación precedente. La cuba es cubierta con hojas de plátano quedando lista la fabricación para el día siguiente.

El proceso - del Instituto de Productos Tropicales (TPI) para producir vinagre de plátano es el siguiente:

- Fermentación alcohólica.- Sólo se usan los plátanos maduros ó sobremaduros, ya que contienen el máximo de azúcar fermentable. Se pelan a mano y se mezclan con agua limpia en un recipiente metálico; de 40 Kg. de plátano maduro se obtienen 24 Kg. de pulpa que se mezclan con 12 - litros de agua. La mezcla es convertida en pasta calentándola y moviéndola presionando la - pulpa con un palo de madera. La intensidad y - duración del calentamiento depende de la cantidad de pasta a ser procesada. Para un batch de 36 l. se trabaja con una temperatura mayor de 90°C por una hora. Después de la pasteurización, la pasta ó slurry es transferida a una - vasija de fermentación. Esta debe ser de un material inerte como plástico ó vidrio grado alimenticio y tener un cuello ancho que pueda sellarse con un cierre de fermentación, el cuál debe estar lavado y enjugado con una solución

- al 5% de metabisulfito de sodio. Su volumen debe ser 1.3 veces su volumen de trabajo; por ejemplo, para un batch de 35 lt. se usará una vasijsa de 50 lt. ó dos de 25 lt. Se sella con el cierre de fermentación, se enfría el slurry muy lentamente, y se deja toda la noche a una temperatura menor de 40°C, se añade la levadura.
- Acetificación.- La acetificación se hace siguiendo el proceso Orleans. Este es el método más lento y produce la menor proporción del total. Sin embargo tiene las ventajas de ser muy simple, puede operar a pequeña escala y se usa equipo barato y de rápida disponibilidad. La solución acetificadora se mantiene en un recipiente llenado hasta la mitad, éste tiene agujeros para permitir que el aire circule libremente. La bacteria crece como una película sobre la superficie del líquido y convierte el alcohol en ácido acético.

Para la acetificación se usan muchos procesos que difieren en el método usado para asegurar el contacto entre los tres componentes reactivos: O₂ (aire), bacteria y alcohol.

La acetificación sumergida es la más sofisticada tecnológicamente. La bacteria de ácido acético crece sumergida en el lavado alcohólico y el oxígeno se suministra por agitación a gran velocidad, de manera de crear un vórtex y el aire entre a la masa de líquido. Es un proceso rápido y eficiente, pero, requiere de un alto costo de equipo, un gran consumo de electricidad y un gran volumen de -

agua de enfriamiento.

En el proceso rápido, la bacteria crece como una película sobre un soporte inerte como virutas de madera empacadas en una torre de doble fondo. El lavado acetificador se escurre sobre el soporte en contracorriente con aire, que es bombeado ó subido por la torre por el calor de reacción dentro de ella. Con un buen control este proceso puede operar con eficiencias comparables al anterior. Consume menos energía, pero la operación del proceso requiere una mayor área para la planta. Una desventaja es que la bacteria produce fango que puede obstruir y causar canalización en el material de empaque, pero con un riguroso control de las condiciones no será un problema.

Los tres procesos de acetificación operan normalmente en forma semicontinua, donde se deja crecer la acidez hasta alcanzar un nivel apropiado, determinado por la concentración inicial de alcohol. En este paso, se retira una porción del vinagre, se reemplaza con un lavado alcohólico fresco y se reinicia el proceso.

Ticona describe la obtención de etanol y vinagre de plátanos maduros con 16 a 20% de azúcar. Para la obtención del zumo, los frutos pelados y cortados fueron sulfitados al 0.01%, transformándolos luego en pasta, la cual fue sometida a la acción de enzimas fúngicas y del óxido de calcio permitiendo de esta forma la extracción de un zumo claro apto para el procesamiento.

El zumo obte-

nido fue ajustado a pH 4.5 y 16°Brix , y se le agregó 0.1% de fosfato de amonio. Este mosto listo para la fermentación alcohólica fue sometido a la pasteurización a 85°C por 5 minutos, se depositó en caliente en el reactor y una vez alcanzada la temperatura de 24°C, se le agregó la cepa de *Saccharomyces Ellipsideus* con el inóculo preparado en la proporción de 2 a 1%, poniéndose en seguida en marcha la fermentación a 27 - 30°C. A los 5 días de fermentación se obtuvo un líquido alcohólico con 8.5% de alcohol en volúmen y 3 grados Brix.

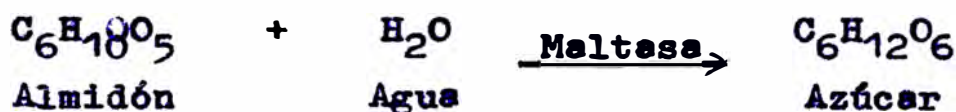
Del total del líquido alcohólico obtenido, el 80% se utilizó para la extracción de etanol rectificado, utilizando una columna de fraccionamiento y benceno como purificador. El 20% restante fue destinado para la producción de vinagre, adicionando 5% de un inóculo de bacterias acéticas y 0.1% de extracto de levadura como nutriente; la acetificación se llevó a cabo por el método de fermentación sumergida, manteniendo el sistema dentro del rango de 27 - 30°C.

La evaluación organoléptica, tanto para el etanol como para el vinagre, presentaron resultados positivos , de tal manera que, los productos lograron tener una gran aceptabilidad de parte de los panelistas.

En Colombia se ha propuesto el siguiente proceso de producción de alcohol etílico a partir de plátanos: Adcusción y preparación de la materia prima (remoción de la cáscara); esterilización de la materia prima; separación de sólidos; sacarificación

y fermentación; destilación y rectificación; y el macenamiento del producto final.

Las reacciones químicas básicas que se efectúan son:



V.2. PROCESAMIENTO DE LA PULPA

V.2.1. Descripción del proceso seleccionado. - Para el procesamiento del puré de plátano hemos considerado - las siguientes operaciones:

- a) Lavado con agua corriente. - Con tal de eliminar la suciedad, polvo y materias extrañas que trae consigo el acarreo de la fruta a granel, se lava la fruta con agua corriente.
- b) Selección de la fruta. - El grado de madurez óptimo de la fruta a procesar se mide por la coloración; el color del plátano debe ser amarillo brillante (índice No. 6 - 7), además, éste no debe presentar magulladuras, ni reventones, el tamaño debe ser uniforme, lo mismo que el diámetro

Otro modo de medir el grado de madurez, es, mediante la relación pulpa/cáscara; esta relación depende de la variedad del fruto que se tome como materia prima.

Esta operación se realiza en forma visual y manual.

- c) Pelado. - Consiste en la separación y eliminación de las cáscaras, también se eliminan los extremos del fruto, por ser éstos muy fibrosos, -

traen consigo una oxidación más rápida; además la infestación comienza por los extremos. La operación de pelado se realiza en forma manual.

- d) Cortado.- Esta operación puede hacerse en forma manual ó mecánica, y, consiste en conseguir rodajas uniformes de aproximadamente 3/4 pulgada de tamaño.

La fruta se corta con el fin de aumentar el área de contacto y facilitar la absorción del bisulfito en la siguiente operación, así como también, el pulpeado posterior.

- e) Tratamiento antioxidante: Inmersión en solución de bisulfito.- Se sumergen las rodajas cortadas en solución de bisulfito de sodio al 0.5% por un lapso de 5 minutos, suficientes para que se introduzcan aproximadamente 200 ppm de SO₂.
- f) Escurrido.- Se saca la fruta sulfitada y se deja escurrir el exceso de solución por un período de 3 a 5 minutos.
- g) Desintegración de la pulpa.- Se lleva a cabo la primera fase del pulpeado pasando la fruta por un molino. En esta operación se busca lograr una pasta homogénea y suave, y, se trata de eliminar en lo posible materiales fibrosos y semillitas presentes (posiblemente de la parte central de la pulpa de la fruta). Esta primera fase se realiza con un tamiz de 0.033 pulgadas.
- h) Refinación del puré.- Es la segunda fase del pulpeado; se pasa el producto en proceso por un refinador con el objeto de conseguir una pasta más fina y uniforme. El tamiz del refinador deberá ser de 0.020 pulgadas.
- i) Acidificación.- Con tal de ajustar el pH del puré entre 4.1 y 4.3 se agrega ácido cítrico.

Estas operaciones sirven para - inactivar las enzimas presentes y detener el desarrollo de la flora microbiana.

- j) Adición del aditivo químico.- Debido a las enzimas causantes de la oxidación de la pulpa es muy difícil conservar el puré sin ningún aditivo químico, razón por la que se agrega sorbato de potasio, para permitir que el producto tenga una mayor resistencia al "spoilage" por deterioración, y también, una mayor vida útil.
- k) Homogenización.- Con esta operación conseguimos una distribución uniforme de los aditivos químicos en el puré.
- l) Tratamiento térmico y enfriamiento.- Se realiza calentando el puré durante 1.5 minutos a 85-90°C, para luego enfriarlo rápidamente hasta 35°C aproximadamente.

El calentamiento ayuda a dilatar las moléculas del puré expulsando el aire contenido entre ellas.

- m) Llenado.- Se llenará los frascos tratando de no dejar espacio entre la tapa y la parte superior del puré con tal de minimizar el contenido de - aire en el interior del envase.
- n) Cerrado de los frascos.- Consiste en colocar - las tapas a los respectivos frascos cerrándolos herméticamente.

Estas operaciones deberán realizarse con sumo cuidado y en condiciones asépticas.

- o) Almacenamiento del puré.- El producto será almacenado en cámaras de refrigeración ó en un lugar seco, de baja humedad relativa y preferentemente a una temperatura menor de 22°C.

V.2.2. Trabajo en laboratorio.- Son muchos los trabajos de investigación sobre la obtención del puré de plátano realizados principalmente en los países productores de esta fruta.

a) Resumen de trabajos previos.- Se han hecho varios intentos de tiempo en tiempo para desarrollar procesos industriales para la obtención de puré, principalmente en los países productores que han encontrado así, una manera de aprovechar su producción excedente (Centramérica, Brasil y Ecuador).

Un flujograma de procesamiento establecido después de una serie de investigaciones llevadas a efecto por la ITAL (Instituto de Tecnología de Alimentos, Brasil - 1972) es el siguiente: -Lavado de la fruta en agua clorada, -Pelado manual, -Baño en solución antioxidante (1% ácido ascórbico, 4% ácido cítrico), -Inactivación enzimática por calor a una temperatura de 94 °C durante 2 minutos, -Pulpeo en 2 fases: 1a. fase con un tamiz 0.033 plg., 2a. fase con un tamiz 0.020 plg., -Desaeración: 27 plg de vacío, -Pasteurización final, -Llenado y sellado de latas, -Inversión de las latas, -Tratamiento térmico final, agua en ebullición durante 5 minutos, -Enfriamiento brusco en agua a temperatura ambiente.

Este producto encontró una resistencia en cuanto a su aceptación en el mercado externo, principalmente debido a la competencia de la United Fruit Company (Honduras) que procesa un puré por el método aséptico.

El método de puré aséptico es aplicado a nivel comercial en Centro

américa. El producto es procesado por alta temperatura - corto tiempo en un intercambiador de calor de superficie raspada, enfriado y enlatado en condiciones asépticas en tambores de 55 galones.

En Colombia se ha preparado puré a partir de plátano Harton maduro, requisito indispensable para un buen producto. El proceso consiste en un escladado de la fruta, la sulfitación y un tratamiento térmico en una marmita, durante 10 minutos a ebullición. El puré tratado se enfría hasta unos 35 °C para evitar pérdidas por volatilización.

En nuestro país se ha hecho un primer intento para obtener puré - de plátano (La Molina - 1974). Después de realizar diversas pruebas a escala de laboratorio con plátano de seda (*Musa Acuminata*), se obtuvo el siguiente método: Selección de la materia prima, - después del lavado y pelado, la fruta fue cortada en rodajas de 1.5 cm. y sumergidas en una solución de bisulfito de sodio durante 5 minutos. Luego de escurrirlas, las rodajas se pasan por un molino coloidal con una abertura 0.000 pulgadas y por una refinadora con malla No. 020 obteniéndose el puré refinado; éste es tratado térmicamente y se le añade sorbato de potasio como aditivo químico preservante. Después de ser llenado y cerrado herméticamente, los envases son almacenados. El mejor almacenaje se obtuvo a una temperatura de 5 grados centígrados. En el Anexo II podemos observar los Cuadros Resúmenes de este trabajo.

- b) Trabajo experimental. - La materia prima empleada fue plátano de la isla nacional, adquirido en el Mercado de Frutas, Mercado Mayorista N° 2, Lima.

El área de trabajo fue el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Los aditivos químicos empleados fueron: bisulfito de sodio, sorbato de potasio y ácido cítrico.

Se usaron utensilios domésticos acondicionados para el proceso y equipo de vidrio de laboratorio.

La fruta fue pesada en la balanza: Balanza Toledo - Modelo 2181, de capacidad de 750 Kg.

La selección se realizó en forma manual y visual, teniendo en cuenta el aspecto físico de la fruta, desechándose las que estaban muy maduras.

Para el lavado de la fruta se empleó un chorro abundante de agua fría.

El pelado y cortado se realizó en forma manual con cuchillos de acero inoxidable. Se eliminaron las cáscaras y los extremos de la fruta. El grosor de las rodajas fue de aproximadamente 1.5 cm.

La inmersión de la fruta en la solución de bisulfito fue inmediata y por un tiempo de 5 minutos. La solución de bisulfito tenía una concentración de 0.5% en peso. Cumplidos los 5 min., se dejó escurrir las rodajas en una coladera de acero inoxidable por espacio de 3 minutos.

Para el pulpeado se utilizó un molinillo manual corriente (generalmente usado para moler carne), obteniéndose un puré algo grumoso.

Para acidificar el puré - hasta un pH de aproximadamente 4.1 - 4.5 se empleó ácido cítrico.

Para la refinación del puré empleamos una coladera de fibra plástica y una cuchara de acero inoxidable.

La pasteurización se realizó en un baño maría, cuidando de mantener en el puré una temperatura constante de 85 °C durante - unos 1.5 minutos.

Se deja enfriar hasta 50°C aproximadamente antes de agregar el sorbato de potasio. La concentración del aditivo empleado fue de 0.01% en peso. El sorbato fue agregado poco a poco buscando su distribución uniforme en el puré.

El llenado se hizo en forma manual en frascos de vidrio previamente esterilizados, tratando de llenarlos completamente para expulsar la mayor cantidad de aire posible. Una vez llenos, se taparon, membretaron y se almacenaron.

Con el fin de buscar un - producto óptimo se han probado cuatro formas de proceso:

- a. Puré con pasteurización y sin sorbato de potasio,
- b. Puré con pasteurización y con sorbato de potasio,
- c. Puré sin pasteurización y con sorbato de potasio, y,
- d. Puré con pasteurización, con sorbato de potasio y con ácido cítrico.

Se emplearon dos tipos de almacenamiento, a temperatura ambiente (28 °C) y

humedad relativa de aproximadamente 90%; y, en refrigeración a una temperatura aproximada de 4 °C.

c) Análisis realizados.- En el desarrollo de nuestro trabajo experimental llevamos a cabo los siguientes análisis:

pH.- Se empleó el método visual comparativo. Para medir el pH se preparó la muestra tomando 5 gr. - de puré y diluyéndola en 100 ml. de agua destilada. Una vez homogénea se introduce el papel indicador, y la coloración obtenida se compara con la escala estándar.

Azúcares reductores.- Se empleó un método volumétrico, para lo cual se toman 10 gr. de muestra y se homogeniza en 100 ml. de agua destilada, se agrega 1 gr. de sub-acetato de plomo para precipitar las proteínas y se filtra al vacío; se toman 40 ml. del filtrado y se le agregan 1 - 2 gr. de carbonato de sodio para precipitar el exceso de sub-acetato de plomo, y se filtra al vacío. Este filtrado se utiliza para titular la solución Soxhlet (reactivo de Fehling A y B).

- Preparación de la solución Soxhlet a titular.- Se toman 5 ml. de cada una de las soluciones Fehling A y B respectivamente y, se le agrega 25 ml. de agua destilada. Se lleva a calentamiento uniforme y para evitar la ebullición tumultuosa, se agregan perlas de vidrio. Una vez alcanzada la ebullición se agregan 3 - 4 gotas de azul de metileno y se procede a titular con la solución azucarada hasta que vire a un color rojo-ladrillo.

Sólidos totales.- Para este análisis empleamos una estufa Laborműszeripari Művek, de 60 Hertz y 1.1 Kwatt, cuya temperatura máxima es de 300 °C.

Se toman 10 gr. de puré y se vierten en una luna de reloj tarada. La luna con la muestra se llevan a la estufa a 110 °C hasta obtener un peso constante. Luego:

$$\text{SOLIDOS TOTALES} = \frac{\text{Peso de sólidos hallados}}{\text{Peso inicial del producto}} \times 100$$

Acidez total.- Se toma 1 gr. de puré en 100 ml. de agua destilada. Esta mezcla se coloca en un erlenmeyer de 250 ml., se añaden 3-4 gotas de fenolftaleína y se titula con NaOH 0.1N hasta obtener una coloración rosada incipiente que persista durante 20-30 seg.

El gasto obtenido se multiplica por 0.64, que, directamente nos da la cantidad de miligramos de ácido cítrico en 100 gr. de muestra.

Densidad.- Se tara el picnómetro (W_o), se pesa el picnómetro lleno de muestra (W_i). El volumen del picnómetro empleado fue de 25 ml., luego:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{W_i - W_o}{25}$$

Análisis organolépticos.- Esta evaluación se llevó a cabo con un panel de degustación no entrenado, quienes consideraron las siguientes características: Sabor, color, aroma, textura y aspecto general, calificándolas con la siguiente escala hedónica:

| | |
|---------------|----------|
| Excelente | 5 puntos |
| Buena | 4 puntos |
| Satisfactoria | 3 puntos |
| Regular | 2 puntos |
| Pobre | 1 punto |

Cada característica se calificó independientemente, teniendo en cuenta, que la calificación era estrictamente personal y los panelistas ignoraban de que muestra se trataba.

El grado de calificación se obtiene dividiendo la suma de las calificaciones para cada característica entre el número de panelistas que han intervenido. A mayor calificación promedio de una muestra, mayor será su aceptación.

V.2.3. Discusión y Resultados.- Los resultados obtenidos del trabajo realizado en laboratorio es como sigue:

a) **Materia prima.**- La materia prima empleada fue plátano de la isla con las siguientes características químicas,

| | |
|-----------------------|-------|
| Humedad | 72.3% |
| Sólidos totales | 27.7% |
| pH | 4.5 |
| Acidez total (g/100g) | 0.384 |
| Densidad (g/cc) | 0.959 |
| Azúcares reductores | 7.12% |

Para determinar el índice de madurez hemos usado el método basado en la relación de peso pulpa/cáscara. Se escogieron aleatoriamente 15 plátanos, se tomaron los pesos respectivos y se consideró un promedio. El índice de madurez de los plátanos usados fue de 1.3 - 1.4.

El trabajo se llevó a cabo a una temperatura promedio (temperatura ambiente) de 27° - 28°C.

b) **Rendimiento de la fruta.**- El rendimiento de la fruta entera a fruta pelada lista para ser procesada es de 61.5% como podemos apreciar en el Cua-

dro V.2. Las puntas y cáscaras que se eliminaron en la operación de pelado totalizan un desperdicio de 38.5%.

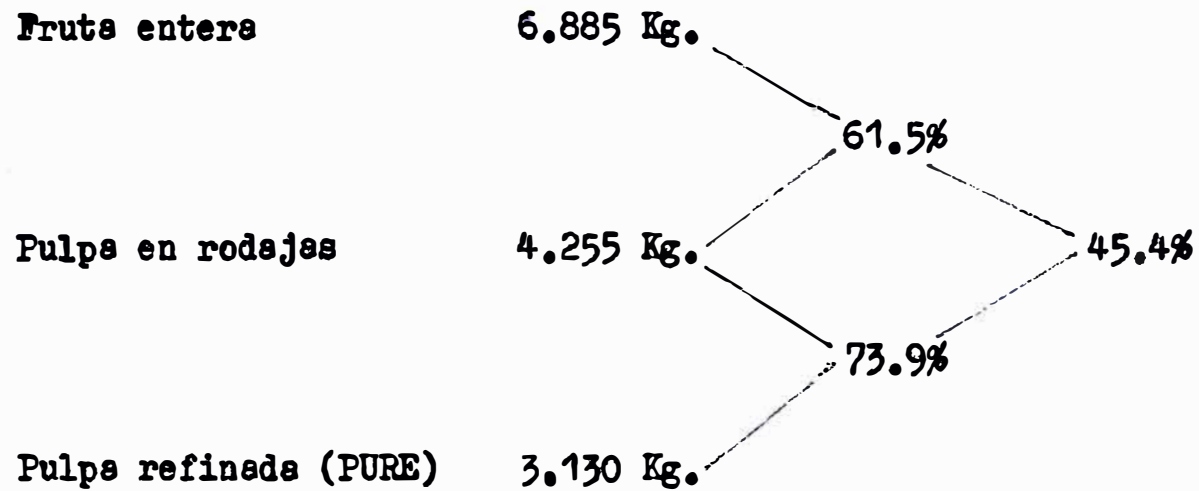
El rendimiento de la pulpa a puré refinado es de 73.9%, con un 26.1% de rechazo constituido por fibras, partes duras, semillas, etc. El contenido de fibrillas y el porcentaje de cáscara está relacionado con la madurez de la fruta, a mayor madurez, menor porcentaje de cáscara y menor cantidad de fibrillas.

El rendimiento total del proceso para obtener el puré a partir de la fruta entera es de 45.4%.

- c) Almacenamiento del producto.- Indudablemente y, como se esperaba, las muestras almacenadas a temperatura de refrigeración han presentado mejores resultados en lo que se refiere a características organolépticas y microbiológicas, que, aquellas almacenadas a temperatura ambiente.
- d) Controles realizados.- El puré de plátano envasado en frascos de vidrio, almacenado a diferentes temperaturas, y usando bisulfito de sodio, ácido cítrico y sorbato de potasio, fue evaluado de acuerdo a los siguientes controles: pH, azúcares reductores, acidez y microbiológicos.
- pH.- Observando los resultados en el Cuadro V.3., vemos que no existe variación del pH en las muestras de puré de plátano almacenadas a diferentes temperaturas durante el primer mes. Consideramos que el ligero aumento de éste, durante el segundo mes, puede atribuirse al método empleado en su determinación. Sin embargo, el pH de 4.8 alcanzado es algo mayor que el recomendado para el producto (4.3-4.5). Este valor influye en otras caracte -

C U A D R O V.2.

RENDIMIENTOS EN LA ELABORACION DE PURE DE PLATANO DE LA ISLA



rísticas fisico-químicas del producto.

Asúcares reductores.- El análisis de azúcares reductores es importante por los cambios perjudiciales que puede causar en el producto final durante el almacenamiento. En el Cuadro V.3. podemos observar que los azúcares reductores se han incrementado en un 1.49% durante el primer mes, en el puré almacenado a temperatura ambiente; mientras que, en el puré almacenado a temperatura de refrigeración se incrementó en un 0.21%. Durante el segundo mes, el porcentaje de azúcares reductores sigue incrementándose aún más en ambas temperaturas de almacenamiento.

El incremento total de azúcares reductores es de 4.74% en el puré almacenado a temperatura ambiente, y, de 1.55% en el puré almacenado a temperatura de refrigeración, esto es debido a que la temperatura de refrigeración retarda la velocidad de las reacciones químicas.

El incremento de azúcares reductores se debe a la inversión de la sacarosa que se hidroliza, dando lugar a la formación de fructosa y glucosa. Esta reacción se ve favorecida con un pH mayor que 4 y con una alta temperatura.

Existe una relación entre los azúcares reductores y el cambio de color del puré de plátano. Este cambio puede deberse principalmente a la reacción de Maillard y a la formación de hidroximetil furfural.

La reacción de Maillard es controlada con la adición de bisulfito de sodio en las primeras etapas del procesamiento. Por otro lado, esta reacción se ve favorecida con un

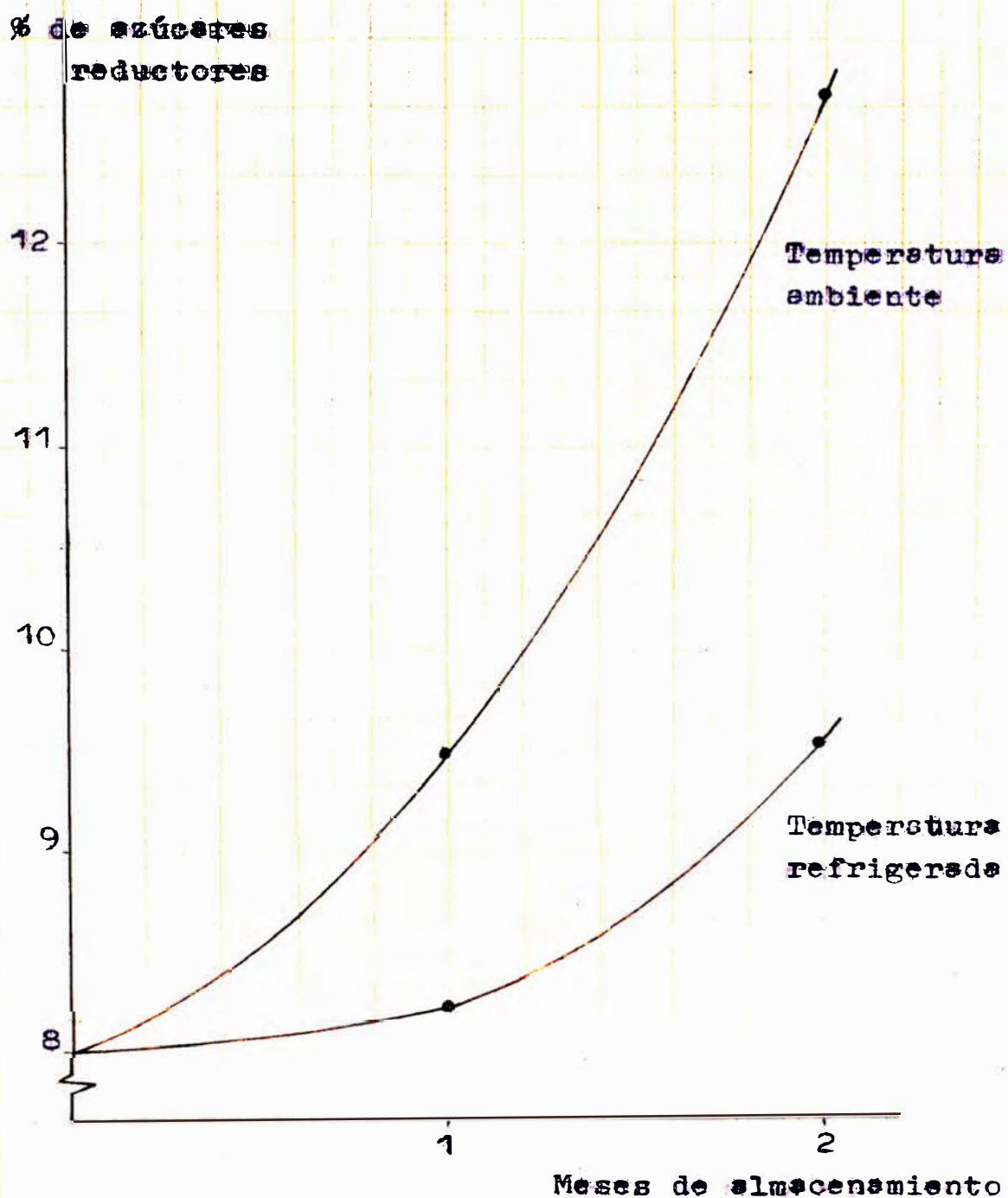
C U A D R O V.3.

ANALISIS REALIZADOS PARA EL PURE DE PLATANO CON SORBATO,

PASTEURIZACION Y ACIDO CITRICO

| ANALISIS | P U R E F R E S C O | TEMPERATURA AMBIENTE | | TEMPERATURA REFRIGERADA | |
|------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | Almacenm.de 1 Mes | Almacenm.de 2 Meses | Almacenm.de 1 Mes | Almacenm.de 2 Meses |
| AZUCARES REDUCTORES % | 8.00 | 9.49 | 12.74 | 8.21 | 9.55 |
| pH | 4.8 | 4.8 | 5.0 | 4.8 | 5.0 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA | 1.028 | 1.034 | 1.047 | 1.029 | 1.036 |
| SOLIDOS SOLUBLES °BRIX | 7.2 | 8.6 | 11.2 | 7.7 | 8.8 |

VARIACION DE LOS AZUCARES REDUCTORES EN EL PURE DE PLATANO ALMACENADO A DIFERENTES TEMPERATURAS



pH mayor que 4. La posibilidad de formación de hidroximetil furfural se descarta, ya que la formación de este compuesto es alta a pH 1.0-2.0 y se detiene totalmente a un pH de 5.0 a 6.0, siendo casi nula a un pH 3.0-4.0.

Como es de esperarse, al incrementarse los azúcares reductores, también se incrementan los sólidos solubles (Ver Cuadro V.3), los mismos que se han calculado usando el método de la gravedad específica, con ayuda de la Tabla 52.008 del Manual de la AOAC (1980). Existe una relación entre la gravedad específica y los sólidos solubles, a mayor gravedad específica, mayor es el porcentaje de sólidos solubles.

Acidez.- La acidez obtenida en el puré fresco fue de 0.512 g. ác. cítrico/100 g. de muestra. Este es mayor que el calculado para el plátano como fruta fresca, el cuál fue de 0.384.

Microbiológicos.- Los análisis microbiológicos realizados en el puré de plátano con diferentes tratamientos, fresco y almacenado por 4 semanas a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración se muestran en el Cuadro V.4.

Se analizaron las pruebas para hallar hongos y levaduras, evaluación de coliformes usando el medio Mc Conkey y, análisis de Escherichia coli.

Observamos que el contenido de hongos y levaduras se ve favorecido por una alta temperatura de almacenamiento, la cual puede haber provocado una disminución del efecto preservador del sorbato de potasio que es un compuesto termolábil. La acción del sorbato combinado con un tratamiento térmico inhibe el desarrollo de

C U A D R O V.4.

A N A L I S I S M I C R O B I O L O G I C O S

| MUESTRA | TEMP. DE ALMACEN. | BONGOS Y LEVADURAS | | COLIFORMES | | ESCHERICHIA COLI | |
|--|-------------------|--------------------|-----------|------------|-------------|------------------|-------------|
| | | Fresco | 4 semanas | Fresco | 4 semanas | Fresco | 4 semanas |
| Puré sin sorbato, con pasteurización | T. amb. | Negativo | Positivo | Negativo | Deteriorado | Negativo | Deteriorado |
| | T.refrig. | | Negativo | | Deteriorado | | Deteriorado |
| Puré con sorbato, con pasteurización | T. amb. | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |
| | T.refrig. | | Negativo | | Negativo | | Negativo |
| Puré con sorbato, sin pasteurización | T. amb. | Negativo | Positivo | Negativo | Deteriorado | Negativo | Deteriorado |
| | T.refrig. | | Negativo | | Negativo | | Negativo |
| Puré con sorbato, con pasteurización y ácido cítrico | T. amb. | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |
| | T.refrig. | | Negativo | | Negativo | | Negativo |

NOTA: 1) Para todos los casos, en la parte de puré fresco, se ha considerado como testigo el puré sin sorbato y con pasteurización.

2) Al decir "deteriorado" se refiere a que la muestra sufrió una fuerte fermentación, con formación de gas y rebalse del frasco.

hongos y levaduras.

Analizando el contenido microbial no inicial, vemos que, el contenido de coliformes es negativo a las 72 horas y no hay presencia de *Escherichia Coli* en la muestra.

El puré pasteurizado pero sin sorbato de potasio no puede conservarse ni a temperatura ambiente, ni a temperatura de refrigeración.

El puré sin pasteurizar y con sorbato de potasio se encontraba en buen estado a temperatura de refrigeración, no así a temperatura ambiente, a la cuál presentó fermentación y deterioro, ya que ésta era relativamente alta, favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

Las otras dos muestras de puré de plátano se mantuvieron en perfecto estado durante las cuatro semanas de almacenamiento a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

El efecto combinado del tratamiento térmico y aditivo químico inhibe el desarrollo de microorganismos. Además, en ninguna de las muestras analizadas se encontraron poblaciones de *Escherichia Coli*, cuya presencia en un alimento se interpreta como contaminación directa ó indirecta de origen fecal.

Otro factor que inhibe el desarrollo microbiano es la temperatura de refrigeración.

Análisis organolépticos.- Para la evaluación de las características organolépticas del puré nos servimos de un panel de degustación no entrenado, el cuál respondió a un breve cuestionario (Ver Anexo II). De los resultados obtenidos el mejor puré fue el conseguido con pasteurización, adición

RESULTADO DEL PANEL DE DEGUSTACION

DEL PURE DE PLATANO

Puré sin sorbato, sin pasteurización

| Nº de Panelista | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
| Sabor | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 19 | 1.9 |
| Color | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1.5 |
| Aroma | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 16 | 1.6 |
| Textura | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 15 | 1.5 |
| Aspecto general | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 15 | 1.5 |

Promedio General=1.62

Puré con sorbato, sin pasteurización

| Nº de Panelista | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
| Sabor | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 25 | 2.5 |
| Color | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 22 | 2.2 |
| Aroma | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 21 | 2.1 |
| Textura | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 20 | 2.0 |
| Aspecto general | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 23 | 2.3 |

Promedio General=2.25

RESULTADO DEL PANEL DE DEGUSTACION

DEL PURE DE PLATANO

Puré con sorbato, con pasteurización

| Nº de Panelista | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
| Sabor | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 28 | 2.8 |
| Color | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 28 | 2.8 |
| Aroma | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 29 | 2.9 |
| Textura | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 31 | 3.1 |
| Aspecto general | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 34 | 3.4 |

Promedio General=3.00

Puré con sorbato, con pasteurización, con ácido cítrico

| Nº de panelista | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Total | Promedio |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------|----------|
| Sabor | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 34 | 3.4 |
| Color | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 30 | 3.0 |
| Aroma | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 31 | 3.1 |
| Textura | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 34 | 3.4 |
| Aspecto general | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 34 | 3.4 |

Promedio General=3.26

de sorbato de potasio y ácido cítrico.

El producto obtenido es de un color uniforme y aroma natural, similar al de la fruta fresca, de textura cremosa, sabor y apariencia agradable.

Para satisfacer los diferentes gustos de las personas, especialmente de los niños, podría agregarse azúcar en la elaboración del puré. Esta adición, a la vez que mejoraría el sabor, serviría como aditivo de conservación para el producto final.

V.3. PLANTA PILOTO

V.3.1. Acondicionamiento del proceso. - Basados en el proceso seleccionado hemos considerado estas pautas para el acondicionamiento de una planta piloto:

- El lavado de la fruta puede hacerse por inmersión, por chorro directo ó por aspersion.
- Entre el lavado y el pelado, se acondicionará una faja transportadora de fruta, donde ésta será seleccionada en forma visual y continuará luego con la operación de pelado en forma manual, usando cuchillos de acero inoxidable.
- El cortado en rodajas se realizará en forma mecánica, requiriéndose para ello de un cortador de frutas acondicionado para plátano.
- Una vez cortada la fruta, la inmersión de ésta en la solución sulfitada debe ser inmediata. Para lo que debe acondicionarse un recipiente de acero inoxidable y un dosificador de solución; además el recipiente llevará una malla para el posterior escurrido de la fruta después del tiempo indicado.
- La carga de fruta debe ser directa al alimentador del pulpeador.

- El puré obtenido será bombeado al tanque mezclador. Para la adición del aditivo químico y ácido cítrico se dispondrá de un dosificador y un mezclador para conseguir la distribución uniforme de los aditivos en el puré.
- Para el tratamiento térmico se empleará un intercambiador de calor de superficie raspada y vapor de agua saturado.
- Se empleará agua para conseguir el enfriamiento del puré.
- Se dispondrá de un tanque de retención entre el llenado y la sección de pasteurización con tal de que ambas fases operen independientemente.
- Para el cerrado se dispondrá de un operario que manipule la cerradora.

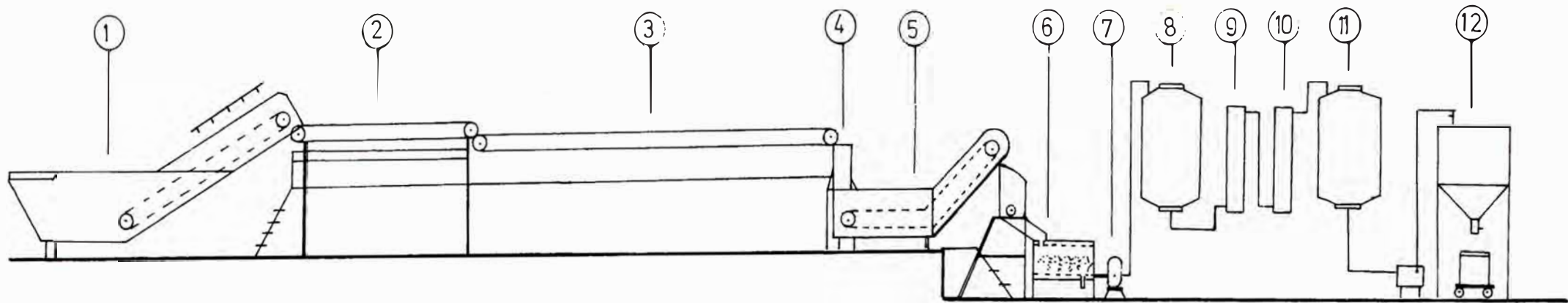
El puré obtenido se almacenará en un lugar fresco y a temperatura conveniente hasta su distribución.

V.3.2. Flow-Sheet del Proceso.- Este ha sido diseñado siguiendo los pasos del proceso seleccionado y considerando las pautas del acondicionamiento (Se muestra en hoja adjunta).

V.3.3. Balance de Materia.- Teniendo en cuenta los rendimientos logrados en el trabajo de laboratorio, se ha establecido el balance de materia mostrado en el Cuadro V.6., tomando como base 500 Kg. de materia prima.

Selección.- A pesar de que el suministro de la fruta es en forma selectiva, el acarreo y transporte que necesariamente se lleva a cabo, implica un porcentaje de fruta rechazada por golpes ó magulladuras. El 10% de fruta rechazada incluye también los troncos de la fruta.

Pelado.- En esta operación se desechan cáscaras y partes duras de la fruta, cuyo porcentaje está re-



FLOW-SHEET DEL PROCESO

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1-Lavadora | 7-Bomba de alta viscosidad |
| 2-Mesa de Selección | 8-Homogenizador |
| 3-Mesa de Pelado | 9-Pasteurizador |
| 4-Rodajadora | 10-Enfriador |
| 5-Tanque de Sulfitado | 11-Tanque de Retención |
| 6-Pulpeador | 12-Gpo de Llenado y Cerrado |

Equipo para PURE DE PLÁTANO

Escala 1:125

RHB/CLG

BALANCE DE MATERIA

Base: 500 kg. de Materia Prima

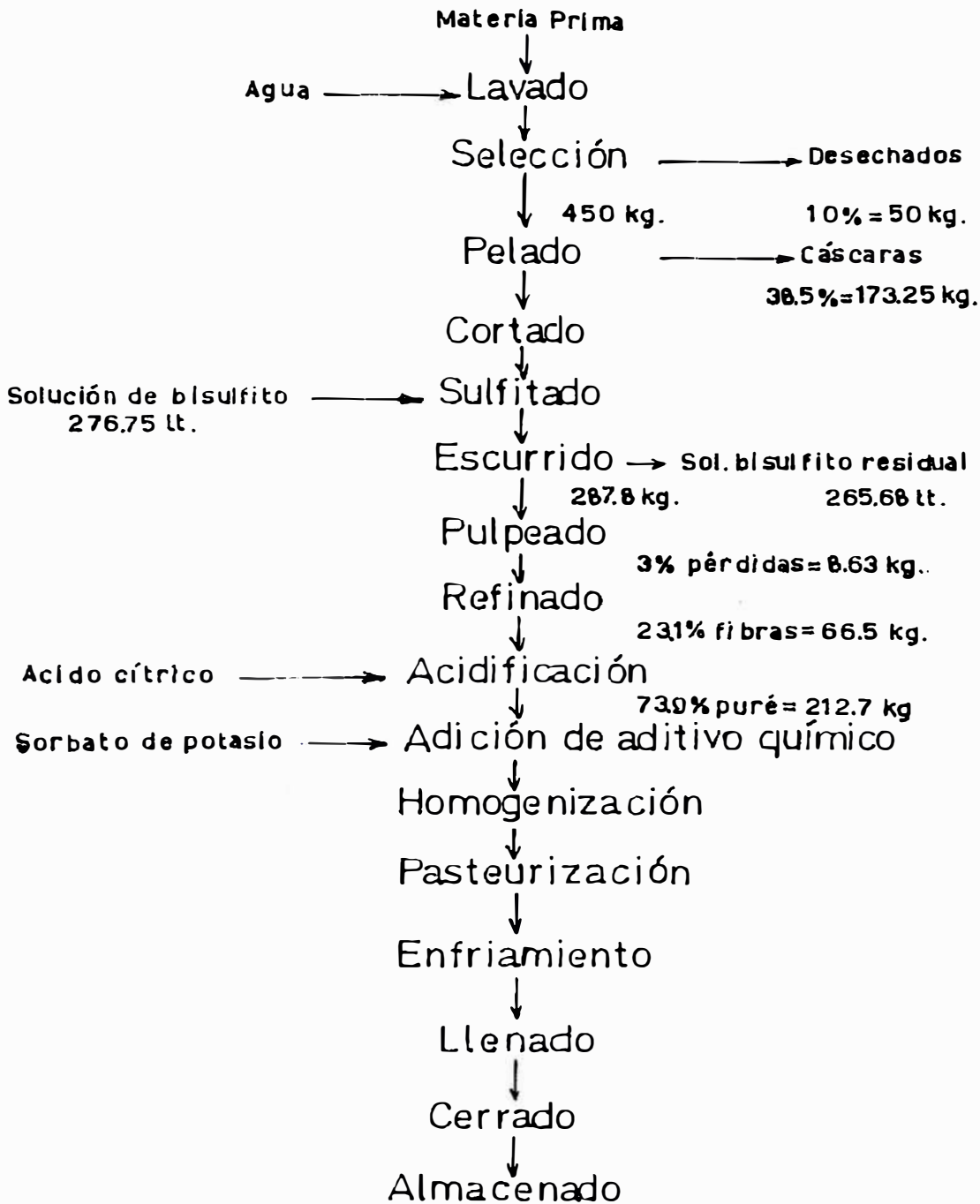
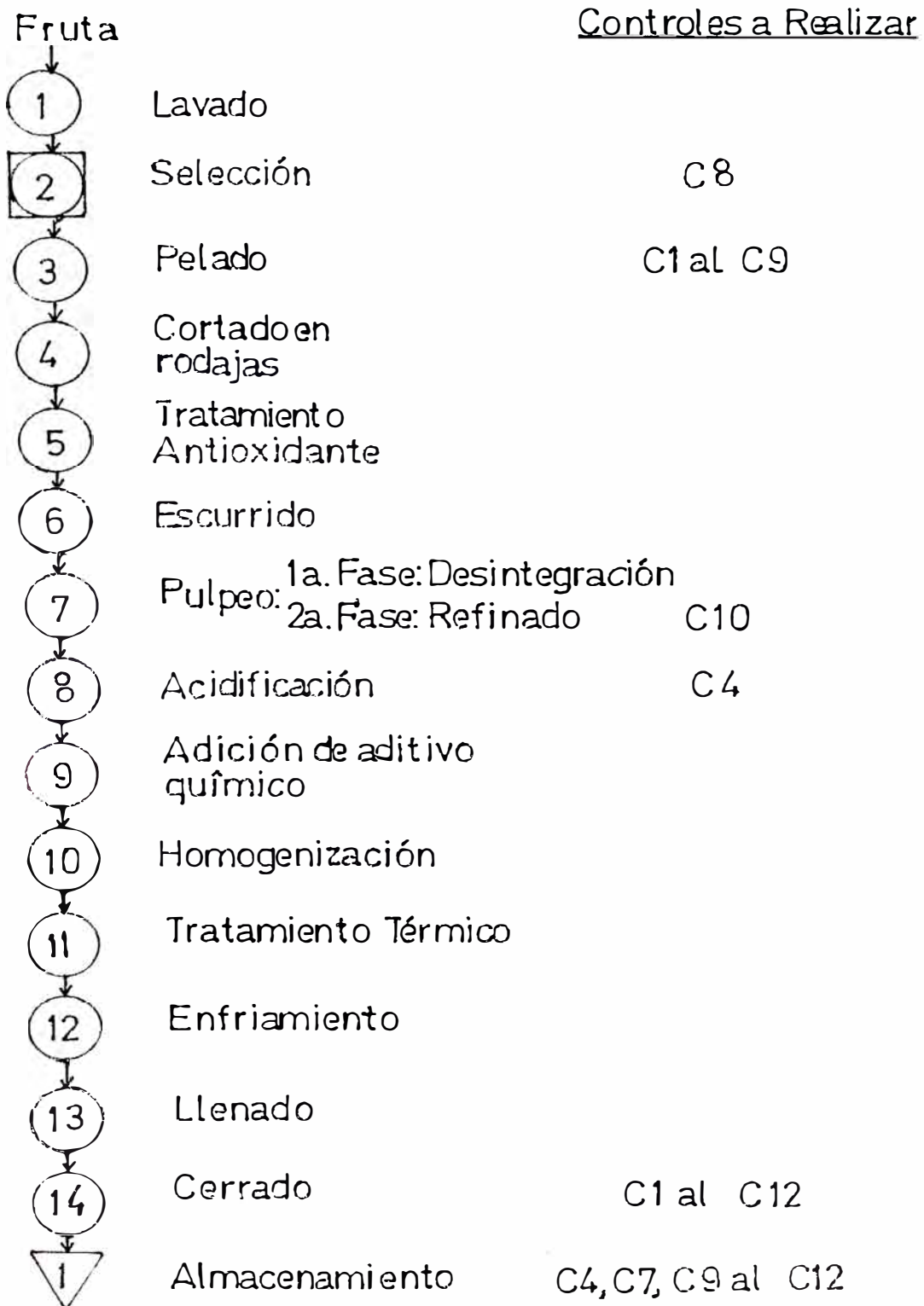


DIAGRAMA DE FLUJO



CONTROLES A REALIZAR

| <u>Número</u> | <u>Control</u> |
|---------------|---------------------|
| C 1 | Humedad |
| C 2 | Sólidos Solubles |
| C 3 | Sólidos Totales |
| C 4 | pH |
| C 5 | Acidez |
| C 6 | Densidad |
| C 7 | Azúcares Reductores |
| C 8 | Peso |
| C 9 | Color |
| C 10 | Viscosidad |
| C 11 | Microbiológicos |
| C 12 | Organolépticos |

lacionado con la madurez de la fruta: a mayor madurez, menor porcentaje de cáscara y fibrillas. Se ha considerado un 38.5% de cáscaras, fibrillas, etc. desechadas en el pelado, lo que totaliza 173.25 kg.

Cortado.- El porcentaje de fruta pelada que es cortada en rodajas es de 61.5%, un total de 276.75kg.

Sulfitado.- Por cada kilo de fruta se necesita aproximadamente un litro de solución de bisulfito, es decir que en este caso, se requieren 276.75 lt. de solución de bisulfito de sodio.

Escurrido.- Después del escurrido, la solución de bisulfito residual corresponde al 96% de la solución inicial, es decir 265.68 lt. El peso de la fruta en rodajas se incrementa en un 4% totalizando 287.82 kg. de fruta a ser pulpeada.

Pulpeado.- En esta operación se ha considerado una pérdida del 3%, 8.3 kg., constituida por la materia adherida a las paredes del pulpeador.

Refinado.- En esta operación se considera una merma de 23.1%, 63.9 kg. de fibras.

Acidificación.- El rendimiento de fruta sulfitada a puré es de 73.9%, es decir 212.7 kg., a los que se le añadirá el ácido cítrico. Por 100 lb. de puré (45.4 kg.) se requieren 100 gr. de ácido cítrico. Para los 212.7 kg. de puré se requerirán 468.5 gr. de ácido cítrico.

A la misma cantidad de puré se le añadirá el sorbato de potasio.

Del Cuadro V.6. vemos que el rendimiento total del proceso, relación de puré a materia prima, es:

$$R = \frac{212.7 \text{ kg. puré}}{500 \text{ kg. materia prima}} \times 100 = 42.5\%$$

a) Requerimiento de insumos.- Para el proceso (Base= 500 Kg.) necesitamos los siguientes insumos químicos:

- Aditivos: bisulfito de sodio, ácido cítrico y sorbato de potasio.

Aditivo optativo: azúcar refinada.

- Insumos auxiliares: agua de procesamiento, agua no tratada y vapor de agua saturado.

Los porcentajes de aditivos químicos empleados se ajustan a las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de Ayuda para la Alimentación (FAO).

Bisulfito de sodio.- La solución debe ser de 0.5% de concentración.

$$\frac{W_{SO_2}}{W_{SO_2} + W_{H_2O}} = \frac{0.5}{100} \quad (I)$$

Sabiendo que el volumen de solución requerida es de aproximadamente 276.75 lt., considerando la densidad de ésta igual a la del agua y empleando la ecuación I, obtenemos que el peso de bisulfito de sodio requerido es de 1.38 Kg.

Sorbato de potasio.- El porcentaje en peso de sorbato que se debe añadir es de 0.2% de concentración total.

$$\frac{W_{\text{sorbato}}}{W_{\text{sorbato}} + W_{\text{puré}}} = \frac{0.2}{100} \quad (II)$$

Considerando 212.7 Kg de puré procesado obtenemos de la ecuación II, que, el sorbato de potasio requerido es de 426 gr.

El agua de procesamiento se empleará para la se-

lución de bisulfito de sodio (agua tratada) y para el lavado de la fruta y enfriamiento se usará agua corriente.

El Cuadro V.7. muestra un resumen de la materia necesaria para una producción de puré a partir de 500 Kg. de plátano.

V.3.4. Selección de Equipo. - Para facilitar nuestra selección hemos clasificado el proceso en secciones:

- a) Preparación de la fruta.
- b) Tratamiento anti-oxidante.
- c) Pulpeo.
- d) Tratamiento del puré.
- e) Envasado.

En base a ello, a continuación especificaremos el equipo básico que se requiere para la producción de puré de plátano en una planta piloto.

Para la preparación de la fruta requerimos: Lavadora, mesa de selección y mesa de pelado.

Para el tratamiento anti-oxidante se requerirá: Rodajadora y tanque de sulfitado.

Para la sección de pulpeo, un pulpeador.

Para el tratamiento del puré: Bomba de alta viscosidad, tanque mezclador, pasteurizador y un enfriador.

Para el envasado: Tanque de retención, dosadora y una máquina cerradora.

Por otro lado, hemos considerado como equipo auxiliar lo siguiente: Balanzas, esterilizador de envases y tapas, tachos para desperdicios, estufa, incubadora, instrumentos

C U A D R O V.2.

REQUERIMIENTO DE MATERIA

| M A T E R I A | | CANTIDAD |
|---------------|------------------------|-------------|
| Fruta | fresca | 500 Kg. |
| ADITIVOS | Bisulfito de sodio | 1.38 Kg. |
| QUIMICOS | Acido cítrico | .4685 Kg. |
| | Sorbato de potasio | 0.426 Kg. |
| INSUMOS | Agua Tratada | 276.75 Kg. |
| AUXILIARES | No tratada | 3034.28 Kg. |
| | Vapor de agua saturado | 18.78 Kg. |

de medición (viscosímetro, refractómetro, potenciómetro, etc.), y equipo de vidrio para laboratorio.

Descripción del equipo

1. Lavadora.- Tanque de lavado por inmersión con movimiento continuo de agua por insuflación de aire.

- Dimensiones: Ancho=1.2 m., longitud=5.0 m., altura=1.2 m.
- Tubo central con portatoberas para lavado por aspersión; diámetro de la tobera = 5 mm.
- Bomba de agua de 112 l/min (30 GPM) y P=30 psig. Potencia= 1.64 HP accionada con motor eléctrico trifásico, 220 V, 60 c/s.
- Sistema de compensación de pérdida de agua.
- Sistema de filtración para el agua de recirculación.
- Material de construcción:plancha galvanizada.

2. Mesa de selección.- Cinta transportadora de jete, con velocidad de 7.5 m/min. (variable) y un canal central de acero inoxidable donde se coloca la fruta para conducirla a la siguiente operación.

- Dimensiones: Ancho=0.7 m., longitud=3.0 m., altura=1.2 m.
- Canales en declive a ambos lados de la cinta y recipientes bajo cada uno de ellos para recolección de la fruta rechazada.
- Plataforma de servicio para hospedar al personal de selección.
- Motor eléctrico: 0.5 HP, 220 V, trifásico, y 60 c/s.

3. Mesa de pelado.- De características similares a la anterior, con una plancha en su parte infe-

rior para colocar los accesorios necesarios para la operación.

- Dimensiones: Ancho=0.7 m., longitud=6.0 m., altura=1.2 m.

4. Redajadora. - Cortador de plátano con doble cuchilla fijada sobre plato giratorio de aluminio para rebanar el plátano en rodajas de 1.5 - 2.0 mm. de espesor.

- Dimensiones: Largo=25.4 cm., altura=61.0 cm.
- Cuchillas de corte de acero Boheler, conductividad (K) especial con tratamiento térmico.
- Capacidad: 400 - 500 Kg/hora.
- Motor: 0.4 HP, 3 Ø, 220 V, 60 c/seg.
- Material de construcción: acero inoxidable C - 304.
- Montada sobre estructura metálica con tolva - de descarga de acero inoxidable.

5. Tanque de sulfitado. - Tanque horizontal con una faja perforada de acero inoxidable que transporta la fruta sulfitada.

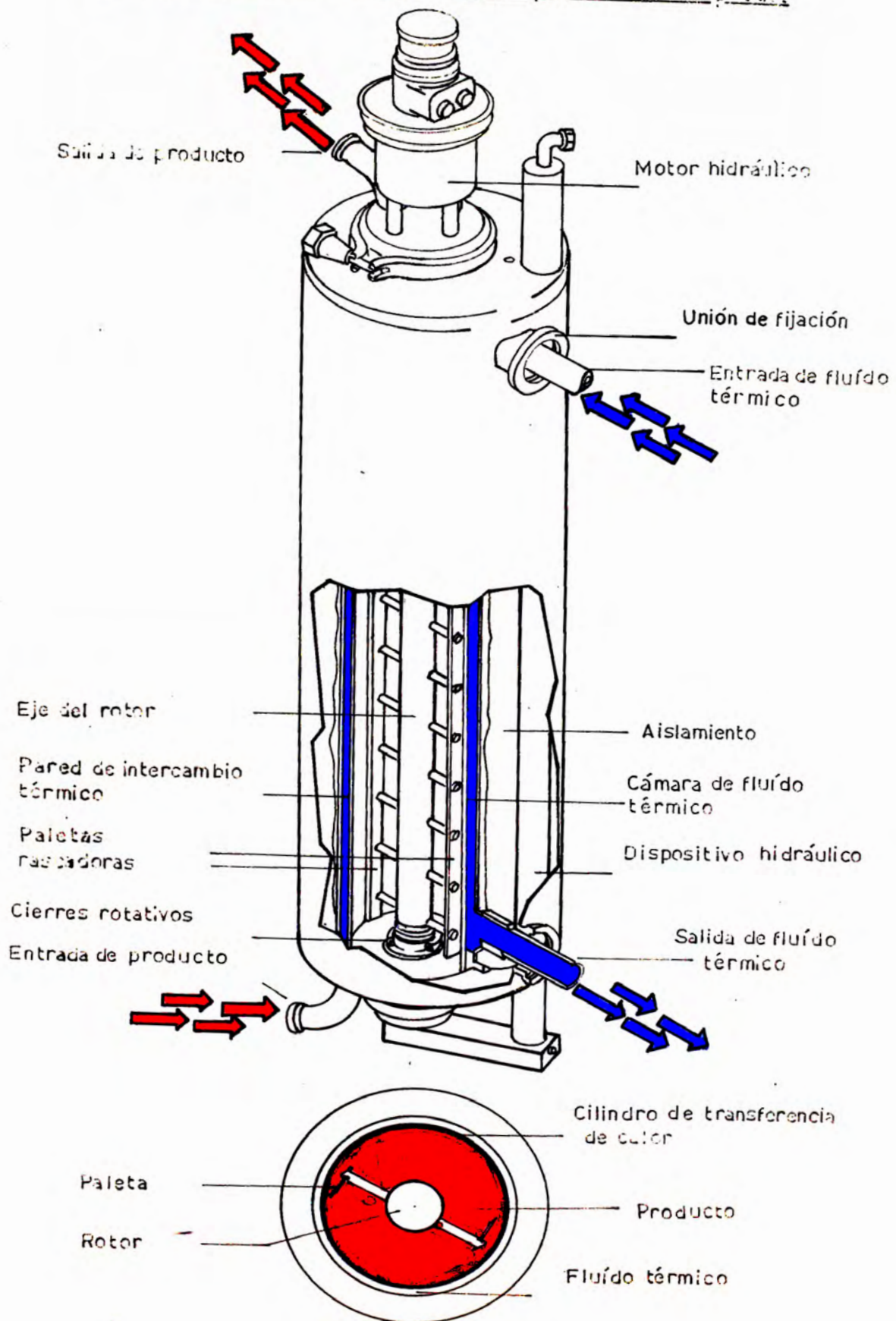
- Dimensiones: Largo=2.0 m., ancho=0.6 m., altura=1.0 m.
- Velocidad de la faja: 0.4 m/min. (Variable con el tiempo de retención del producto en la solución sulfitada).

6. Pulpeador. - Esta máquina puede efectuar el pulpeo y la refinación del puré.

- De tornillo de acero inoxidable con un tamiz acondicionado en el interior.
- Tamices de 0.5 mm. de diámetro para refinar.
- Las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable 318 al Cr-Ni-Mo, los tamices contruidos en AISI 304 al Cr-Ni, excepto los batidores que son de caucho.

- Capacidad: 700 - 2500 Kg/hora según el diámetro de las perforaciones del tamiz.
 - Motor eléctrico: 4 HP - 220 V - 3 Ø - 60 c/s.
7. Bomba de alta viscosidad. - Bomba rotativa de desplazamiento positivo de acero inoxidable, con estator de caucho grado alimenticio. Acoplada sobre una base inoxidable, por juntas flexibles, a un motor.
- Capacidad: Hasta 110 m³/hora.
 - Presión: Hasta 20 bars.
8. Homogenizador. - Tanque de mezcla que trabaja sobre el producto sin emulsión de aire para evitar la desnaturalización del contenido vitamínico y aromático.
- Dimensiones: Diámetro=0.9 m., altura=1.25 m.
 - En la parte superior se le acondiciona una dosadora de los aditivos químicos.
 - Previsto de un agitador para lograr la distribución uniforme de los aditivos en el producto.
9. Pasteurizador. - Intercambiador de calor de superficie raspada, que, consiste de dos tubos concéntricos y una pieza móvil que promueve el raspado ó agitación de la superficie de transferencia de calor del lado del prodeucto.
- Fluído térmico: Vapor de agua saturado, temperatura = 107°C y presión = 1.3 atm.
 - Área de transferencia de calor = 0.4 m².
 - Tiempo de retención: 1.5 min.
 - Carga calórica: 33415.2 Kcal/hora.
 - Coeficiente de transferencia de calor global:
U = 2000 Kcal/m²hora°C
 - LMTD = 41.3°C.
 - Consumo de vapor: 62.7 Kg/hora.

Intercambiador de Calor de Superficie Raspada



10. Enfriador. - Intercambiador de calor de superficie raspada.

- Fluído térmico: Agua fresca, temperatura = 25°C.
- Área de transferencia de calor = 0.49 m².
- Tiempo de retención: 1.5 min.
- Carga calórica: 25704 Kcal/hora.
- Coeficiente de transferencia de calor global:
U = 1600 Kcal/m²hora°C
- LMTD = 32.5 °C.
- Consumo de agua: 22.7 GPM

11. Tanque de retención. - Recipiente para facilitar la operación de la sección de envasado.

- Material de construcción: acero inoxidable.
- Capacidad: 720 lt.

12. Dosadora. - Esta máquina llena el puré en los envases, de pistón giratorio, para productos viscosos.

- Posee además un variador de velocidad que regula al plato circular que transporta los envases.
- Material de construcción: acero inoxidable.
- Automático.

13. Máquina cerradora. - Semi-automática.

- Motor: 1.5 HP - 220 V - 3 Ø - 60 c/seg.

14. Otros equipos. - Balanza plataforma: Fabricada totalmente en hierro y acero.

- Barra con lectura en kilos, en ambos lados.
- Plancha protectora para la operación del pesaje.
- Capacidad: 1000 Kg.

Tanque de solución de bisulfito: Fabricado en acero inoxidable.

- Dimensiones: Altura=1.4 m., diámetro=1.0 m.

Bomba: Para agua de enfriamiento fabricada en acero inoxidable.

- Capacidad: 25 GPM

- Motor: 2.5 HP - 220 V - 1 Ø - 60 c/s.

En el Anexo II se muestran los cálculos de diseño y el Vudro V.8. resume el equipo requerido.

Por otro lado, se requiere de envases de acero inoxidable, grado alimenticio, de aproximadamente 5 gal.; con sus respectivas tapas.

C U A D R O V.8.

REQUERIMIENTO DE EQUIPO

| S E C C I O N | E Q U I P O | D I M E N S I O N E S | | |
|--------------------------|-----------------------------|--|---------|---------|
| | | Largo | Ancho | Altura |
| Preparación de la Fruta | 1 Lavadora | 5.0 m. | 1.2 m. | 1.2 m. |
| | 1 Mesa de selección | 3.0 m. | 0.7 m. | 1.2 m. |
| | 1 Mesa de pelado | 6.0 m. | 0.7 m. | 1.2 m. |
| Tratamiento Antioxidante | 2 Rodajadoras | 25.4cm. | | 61.0cm. |
| | 1 Tanque de sulfitado | 2.0 m. | 0.6 m. | 1.0 m. |
| Pulpeo | 1 Pulpeador | Capacidad: 700-2500 Kg/h | | |
| Tratamiento del Puré | 1 Bomba de alta viscosidad | Capacidad: Hasta 110 m ³ /h | | |
| | 1 Homogenizador | Diámetro=0.9 m. | 1.25m. | |
| | 1 Pasteurizador(Rotor=76mm) | Diámetro=20.7cm. | 156 cm. | |
| | 1 Enfriador(Rotor=76mm) | Diámetro=20.7cm. | 156 cm. | |
| Envasado | 1 Tanque de retención | Diámetro=90.0cm. | 1.25m. | |
| | 1 Dosadora | | | |
| | 1 Máquina cerradora | | | |

C A P I T U L O V I

T A M A Ñ O

Y

L O C A L I Z A C I O N

T A M A Ñ O Y L O C A L I Z A C I O N

VI.1. OFERTA DE MATERIA PRIMA

En la mayoría de países que actualmente exportan plátano y en los cuáles se realiza, en parte, la industrialización de la fruta, un desarrollo cada vez mayor del cultivo torna posible la exploración comercial de grandes áreas que antes eran desconocidas.

Los frutos pueden recogerse durante todo el año; lográndose los mayores volúmenes en los meses de Julio a Noviembre. Con frecuencia en invierno se anticipa la recolección, en verano se alteran pronto.

La materia prima exige buenas condiciones de suelo y clima, ausencia de heladas y temperaturas bajas; un local favorable al cultivo dependerá también de las posibilidades de comercio y mano de obra disponible.

En cuanto a las variedades desde el punto de vista industrial, hay que fomentar aquella que presente alto rendimiento de pulpa, elevado tenor de azúcares y óptimas cualidades organolépticas. En algunos países latinoamericanos se están realizando programas de sustitución de la variedad Gros Michel por la Cavendish, ésta última es ventajosa por su resistencia a algunas enfermedades y mayor rendimiento por área. Las variedades más cultivadas en el Perú son: Gros Michel e Isla, así como palillo, morado, bellaco y enano.

El punto de maduración -

para la cosecha de la fruta dependerá del fin a que se destine el producto, cuando se pretende la deshidratación del plátano (fruta en forma de pasa), el 'dedo' debe ser recogido con un diámetro de 30 a 32 mm. Las bananas que se destinan al mercado de fruta fresca ó a la producción de pulpa con miras a exportación, deben ser cogidos con un diámetro de 34 a 36 mm. (Ver Cuadro VI.1.)

En la producción de plátanos para el comercio de fruta fresca existen generalmente cantidades considerables de fruta rechazada, la cuál aún con calidad satisfactoria es inadecuada para el comercio porque son pequeños, deformados ó desfigurados por manchas en la cáscara, etc. El uso de esta fruta es un serio problema para los países productores de plátano. Consideremos como materia prima disponible la fruta que se incluye en las estadísticas como mermas ó pérdidas (aproximadamente 45% de la producción total anual), es decir, la fruta que por falta de infraestructura no puede ser consumida como fresca. A esta cantidad le restamos el porcentaje que se usa en la alimentación animal (10%). Luego, se dispone de 368,106.5 TM.

El país no requiere de importación, sin embargo, en las estadísticas se aprecian ciertos volúmenes importados, aunque poco significativos, las mismas que responden fundamentalmente a un intercambio comercial a nivel de frontera.

En la Hoja de Balance de Alimentos no figura todavía el uso del plátano industrializado, ni el consumo animal, porque se consideran como mínimo. (Ver Anexo I)

C U A D R O VI.1.

CLASIFICACION DE PLATANOS

| FACTORES DE CALIDAD | CALIDAD EXTRA | CALIDAD PRIMERA | CALIDAD SEGUNDA |
|---------------------------------|---|---|---|
| Tolerancia de tamaño | Se tolera 10% de frutas de tamaño inferior al indicado. | Se tolera 10% de frutas de tamaño inferior al indicado. | Se tolera 10% de frutas de tamaño inferior al indicado. |
| Consistencia de la pulpa | Firme | Se tolera 5% de frutas con pulpa ligeramente blanda. | Se tolera 10% de frutas con pulpa ligeramente blanda. |
| <u>SANIDAD:</u> | | | |
| <u>Daños serios</u> | | | |
| 1.- Indicios de pudrición | 0% | Se tolera 2% de frutas con indicios de pudrición. | Se tolera 5% de frutas con indicios de pudrición. |
| <u>Daños leves</u> | | | |
| 1.- Defectos& | Se tolera 5% de frutas con defectos. | Se tolera 10% de frutas con defectos. | Se tolera 15% de frutas con defectos. |
| 2.- Manchas | Se tolera 5% de frutas con ligeras manchas. | Se tolera 10% de frutas con ligeras manchas. | Se tolera 20% de frutas con ligeras manchas. |
| T o l e r a n c i a Acumulativa | 5% | 15% | 25% |

Defectos&: Heridas cicatrizadas, ligeras magulladuras, escoriaciones.

FUENTE: ITINTEG - Junio 1975.

Respecto a la producción del plátano, ésta es mayor en las regiones norte y oriente; Tumbes y San Martín tienen los más altos volúmenes de producción. (Ver Anexo I)

VI.2. LOCALIZACION

Las industrias que trabajen con materia prima perecible, como es el caso de frutas, deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Distancia entre el centro de producción de materia prima y la industria.- Factor importante debido a la perecibilidad de la materia prima, costo de transporte y utilización de fruta de buena calidad. Se ha encontrado generalmente que el proceso es rentable, si hay un suministro seguro de fruta próximo a la unidad de proceso.
- b) Disponibilidad de materia prima.- La industria del plátano implica tener en cuenta respecto a la materia prima: Variedad, estado de madurez, volúmenes de producción a ser industrializados.
- c) Mercado.- La distancia de la unidad de proceso al mercado consumidor es importante, sobre todo, tratándose de productos de exportación, la necesidad de fácil acceso a los puestos de embarque.
- d) Insumos.- Los insumos empleados en la elaboración del puré son básicamente aditivos químicos.
- e) Disponibilidad de mano de obra.- La oferta de mano de obra a nivel nacional es grande; los jornales en provincias son más bajos que en la capital.
- f) Otros recursos.- Abastecimiento de agua de buena calidad, energía eléctrica regular y suficiente, combustibles y disposición de los residuos.
- g) Otros factores.- La accesibilidad a medios y vías de transporte para las materias primas y pro

ductos finales es muy importante, por la reducción de fletes. En este sentido, la costa cuenta con mejor infraestructura vial y mejor nivel de vida.

Los costos de transporte de frutas en nuestro país, aumentan debido a la deficiente infraestructura vial existente, la misma que origina demoras en el transporte y, algunas veces pérdida de la fruta, caso típico de la fruta proveniente de la región de la selva hacia Lima. Factor transporte, que esperamos salvar localizando una planta próxima al centro de producción de materia prima.

Política de descentralización, con el fin de alentar un lugar distinto a Lima, se ha puesto en marcha un plan de incentivación comprendido en el Reglamento de la Ley de Industrias (D.L. 001-77-IC/DS, del 25/1/71). El citado Reglamento establece los siguientes incentivos:

- La deducción del 6.5% de la Venta Neta libre del impuesto a la renta para las empresas industriales de segunda, tercera prioridad y, no prioritarias.
- Ley de Descentralización (D.L. 18977), establece que el Banco Industrial concederá a las empresas descentralizadas préstamos para bienes de capital, capital de trabajo, en condiciones más bajas a la tasa de interés y con períodos de amortización fijadas por el Ministerio de Economía y Finanzas.

Del Texto de la Reglamentación de la nueva Ley General de Industrias, con fecha 29/05/82, a la letra dice:

- Art.71^o .- De las empresas industriales que se

establezcan en zona de frontera ó de Selva, están gravadas sólo con las contribuciones al IPSS y con los derechos de importación, salvo lo dispuesto en el Art. VI del Título preliminar de esta ley (x), así como con los tributos municipales.

(x) Las disposiciones de la presente ley se aplican en concordancia con los compromisos asumidos por el Perú en los tratados internacionales.

En la reglamentación de la nueva ley no se han publicado aún, cambios en lo referente a incentivos tributarios para empresas de este tipo, por tanto, rige lo estipulado en el reglamento anterior. (Nov. 82)

VI.2.1. Localización recomendada. - Después de analizar los factores anteriormente expuestos, y considerando que la materia prima básica es perecible, buscando así mismo incentivar la descentralización, nos permitimos recomendar al departamento de Tumbes como un lugar propicio para establecer una unidad de procesamiento de puré de plátano. (Ver Cuadro VI.2.)

VI.3. TAMAÑO

VI.3.1. Capacidad instalada y capacidad utilizada de una Planta Pilote. - Se pretende ingresar al mercado exterior con un volumen de producción tentativo de 1120 TM/año, lo que significaría una capacidad utilizada de 4 TM/día en un turno de 8 horas.

Por otro lado, asumiendo que se trabajará con un 70% de rendimiento en el proceso, el tamaño de la planta será de 1600 TM anuales. Además de cumplir con lo proyectado, se prevé un

C U A D R O V I . 2 .

MACROLOCALIZACION DE UNA PLANTA PILOTO

| FACTORES ALTERNATIVOS | San Martín | Loreto | Huánuco | Tumbes | Caja marca |
|--------------------------------------|---------------|--------|---------|--------|---------------|
| Disponibilidad de ma- teria prima | 10 | 6 | 2 | 8 | 5 |
| Cercanía al mercado | 1 | 3 | 7 | 10 | 5 |
| Costos de transporte | 2 | 4 | 7 | 9 | 6 |
| Mano de obra | 5 | 6 | 9 | 5 | 7 |
| Energía eléctrica | 4 | 5 | 8 | 5 | 6 |
| Combustible | 4 | 8 | 6 | 7 | 5 |
| Agua | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| Política de descentra- lización | 8 | 7 | 5 | 9 | 6 |
| Infraestructura gene- ral | 1 | 4 | 7 | 3 | 5 |
| | 43 | 51 | 58 | 63 | 53 |

Excelente : 10-9

Buena : 8-6

Regular : 5-3

Pobre : 2-1

incremento en la demanda de los productos elaborados a partir de plátano, como consecuencia del resurgimiento de la agro-industria nacional.

En consecuencia:- Capacidad instalada propuesta = 1600 TM anuales.

- Capacidad utilizada = 1120 TM anuales.

Se tomará en consideración que para la producción se dispone de 280 días laborables al año, con semanas de 6 días con 8 horas diarias de trabajo.

VI.3.2. Area total requerida.- Para la instalación de plantas y oficinas se requerirá aproximadamente de - 450 metros cuadrados.

C A P I T U L O V I I

A S P E C T O

E C O N O M I C O

A S P E C T O E C O N O M I C O

La evaluación económica de un proyecto requiere - identificar los beneficios y costos en que se incurren para obtener elementos de juicio necesarios para tomar decisiones respecto a la ejecución ó no ejecución del - mismo.

Dependiendo de la manera como se compare los costos con los beneficios puede obtenerse diversos coeficientes, cada uno de los cuales indicará algún aspecto del valor del proyecto. Para el presente estudio se calcularán el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno - (TIR).

Consideramos para el estudio un horizonte de 5 años, durante los cuales la planta producirá anualmente 1120 TM de puré de plátano. Con esta producción se buscará cubrir el 7% de la demanda del mercado objetivo y se destinará una parte para el consumo interno.

Consideramos como mercado objetivo a aquellos países importadores de puré de plátano y con mayores perspectivas dentro del mercado mundial, tales como son: Estados Unidos, República Federal de Alemania, Francia, - Suiza y Japón.

El Cuadro VII.1. muestra la demanda del mercado objetivo captada por el proyecto, así como la producción - para el mercado nacional, sobre las cuales se realizará el análisis de costos y beneficios.

C U A D R O V I I . 1 .

DEMANDA CAPTADA POR EL PROYECTO

| A Ñ O | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DEMANDA EXTERNA PROYECTADA (TM) + | 13561 | 14139 | 14717 | 15295 | 15874 |
| DEMANDA DEL MERCADO EXTERNO (TM) ¹ | 949 | 990 | 1030 | 1071 | 1111 |
| DEMANDA DEL MERCADO INTERNO (TM) ² | 171 | 130 | 90 | 49 | 9 |
| T O T A L | <u>1120</u> | <u>1120</u> | <u>1120</u> | <u>1120</u> | <u>1120</u> |

+ Coeficiente de correlación = 93%

(1) 7% de la demanda externa proyectada

(2) Diferencia de la capacidad utilizada con la demanda externa

VII.1. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

a) Costos de producción:

- Materia prima y aditivos:

| | |
|--------------------|----------------|
| Fruta fresca | \$ 922'250,000 |
| Bisulfito de sodio | 233'402,000 |
| Acido cítrico | 177'121,000 |
| Sorbato de potasio | 95'183,760 |
| | <hr/> |
| | 1,427'950,000 |

- Mano de obra:

| | |
|----------------------|------------|
| Directa: 1 Ingeniero | 7'200,000 |
| 8 Obreros | 11'520,000 |
| Indirecta | 30'000,000 |
| | <hr/> |
| | 48'720,000 |

- Servicios:

| | |
|-------------------|------------|
| Energía eléctrica | 4'800,000 |
| Vapor | 15'339,000 |
| Agua no tratada | 6'395,600 |
| Agua tratada | 1'749,000 |
| | <hr/> |
| | 28'284,479 |

- Mantenimiento:

| | |
|--|------------|
| Asumimos un 2% de la In- versión Fija | 11'136,427 |
| | <hr/> |

TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION:

\$ 1,516'090,906

b) Gastos de operación e imprevistos:

Estos costos se consideran como un porcentaje del costo de la materia prima.

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| -Gastos de operación (15%) | \$ 138'337,000 |
| - Imprevistos (5%) | <u>46'112,500</u> |

TOTAL DE GASTOS DE OPERACION:

\$ 184'449,500

c) Costos totales:

| | |
|------------------------|--------------------|
| - Costos de producción | \$ 1,516'090,906 |
| - Gastos de operación | <u>184'449,500</u> |

TOTAL:\$ 1,700'540,406

El detalle de los cálculos se muestra en el Anexo II.

VII.1.1. INVERSION

Para el cálculo de la inversión fija consideramos los siguientes recursos: el terreno y edificio, maquinaria y equipo, instalación de planta e intangibles.

De estos elementos están sujetos a depreciación el edificio, la maquinaria y equipo. Por otro lado, asumimos que un 10% de la inversión fija corresponde a los intangibles.

En los intangibles se incluye patentes, ingeniería, investigación y puesta en marcha.

El Cuadro VII.2. resume las inversiones necesarias, cuyo detalle se incluye en el anexo II.

C U A D R O VII.2.

I N V E R S I O N

| | |
|---|----------------|
| Maquinaria y equipo | \$ 317'616,000 |
| Instalación de planta (20% de maquinaria y equipo) | 63'523,200 |
| Terreno | 48'000,000 |
| Edificio | 72'000,000 |
| Intangibles (10%) | 55'682,133 |
| | <hr/> |
| INVERSION TOTAL: | \$ 556'821,333 |

VII.1.2. INGRESOS

Para el cálculo de los ingresos establecemos un precio de venta para el producto, tal como 380\$/Ton.Met. para el mercado nacional y de 505\$/TM para el mercado externo (Precios FOB), considerando los precios obtenidos por estimación del valor de las importaciones de los países del mercado objetivo.

En el quinto año se consideran otros beneficios correspondientes al valor de recuperación de maquinaria, equipo y edificio.

La maquinaria y equipo se deprecia en 10 años a 10% cada año; al quinto año el valor recuperado será de \$158'808,000.

El edificio se deprecia en 30 años a 3% cada año; al quinto año el valor recuperado será de \$61'200,000.

El valor total de recuperación será de \$220'008,000.

En el Cuadro VII.3. se muestran los ingresos provenientes del mercado externo e interno.

Para el cálculo del flujo neto económico (FNE) tomamos en cuenta los costos totales, los ingresos y la inversión total:

$$\text{FNE} = \text{INGRESOS} - \text{COSTOS} - \text{INVERSION}$$

Los flujos económicos permiten obtener el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), que son dos de los más eficaces indicadores de la rentabilidad de un proyecto.

C U A D R O V I I , 3 .

I N G R E S O S

| Precio ⁺ FOB | Año1 ₡ | Año2 ₡ | Año3 ₡ | Año4 ₡ | Año5 ₡ |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Mercado externo | \$505 1916'980,000 | 1999'800,000 | 2080'600,000 | 2163'420,000 | 2244'220,000 |
| Mercado interno | \$380 259'920,000 | 197'600,000 | 136'800,000 | 74'480,000 | 13'680,000 |
| TOTAL | <u>2176'900,000</u> | <u>2197'400,000</u> | <u>2217'400,000</u> | <u>2237'900,000</u> | <u>2257'900,000</u> |

⁺US\$1 = ₡4,000

C U A D R O V I I . 4 .

F L U J O N E T O E C O N O M I C O

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ingresos | - | 2176'900000 | 2197'400000 | 2217'400000 | 2237'900000 | 2257'900000 |
| Otros ingresos | - | - | - | - | - | 220'008000 |
| Beneficios totales | - | <u>2176'900000</u> | <u>2197'400000</u> | <u>2217'400000</u> | <u>2237'900000</u> | <u>2477'908000</u> |
| Inversión | 556'821333 | - | - | - | - | |
| Costos | - | 1700'540406 | 1700'540406 | 1700'540406 | 1700'540406 | 1700'540406 |
| F.N.E. | -556'821333 | 476'359594 | 496'859594 | 516'859594 | 537'359594 | 777'367594 |

VII.2. RENTABILIDAD

a) Cálculo del Valor Actual Neto

El valor actual neto (VAN) es la suma algebraica de los valores actualizados de los costos y beneficios generados por el proyecto durante su horizonte de evaluación, que, en nuestro caso es de 5 años.

El Factor Simple de Actualización (FSA) se calcula según la siguiente fórmula:

$$FSA = \frac{1}{(1 + r)^n}$$

donde 'r' es la tasa de descuento ó actualización y, 'n' es la vida útil.

La fórmula para calcular el Valor Actual Neto (VAN) es la siguiente:

$$VAN = \sum_{j=1}^n (FNE)_j (FSA)_j$$

Calculando se obtiene un VAN igual a \$42'095,070, (Ver Cuadro VII.5.), que nos indica que el proyecto es conveniente.

b) Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) que hace nulo el VAN se calcula por tanteos, ensayando sucesivas tasas de descuento que aproximan el valor del VAN a cero.

Para hallar el TIR del proyecto hemos empleado un método gráfico, del cuál resulta un TIR igual a 0.867 (Ver Gráfico).

C U A D R O VII.5.

V A L O R A C T U A L N E T O

| A Ñ O | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| FNE | -556'821333 | 476'359594 | 496'859594 | 516'859594 | 537'359594 | 777'367594 |
| FSA | 1 | 0.5555 | 0.3086 | 0.1715 | 0.0953 | 0.0529 |
| FLUJOS ACTUALI ZADOS | -556'821333 | 264'617750 | 153'350740 | 88'620745 | 51'188875 | 41'138293 |

VAN = \$42'095,070

VAN

42095,700

a

b

TIR = 0.867

o

0.8

0.9

r

-20518,661

c

d

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

$$\therefore c = 0.067$$

VII.3. CONCLUSIONES

- a) Hemos considerado una tasa de actualización - igual a 0.8, teniendo en cuenta la tasa efectiva de las entidades financieras.
- b) La TIR resulta mayor que la tasa de descuento, lo que nos indica la conveniencia del proyecto.
- c) La producción agroindustrial origina una reacción en cadena, pues cataliza su propio crecimiento mediante beneficios, que puede reinvertirse en agroindustria y en transformación de la zona rural (servicios, cultura, etc.), y en una mayor diversificación de la actividad industrial.
- d) Es posible preparar productos semi-procesados a partir de plátano, caracterizados por buena calidad, buen período de conservación y por su fácil preparación para el consumo.
- e) El puré de plátano es un producto promisorio para la industria, el proceso es sencillo, la inversión no es demasiado alta y los equipos son versátiles.

A N N O I

C U A D R O D E I M P O R T A C I O N E S

| | 1 9 7 5 | | | 1 9 7 6 | | | 1 9 7 7 | | |
|---|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|-----------|
| | CANTIDAD Kl.Bruto | \$ | CIF \$ | CANTIDAD Kl.Bruto | \$ | CIF \$ | CANTIDAD Kl.Bruto | \$ | CIF \$ |
| 1. Frutos comestibles: PLATANO FRESCO. | | | | | | | | | |
| Ecuador | - | - | - | - | - | - | 754930 | 49355 | 5'084376 |
| TOTAL | - | - | - | - | - | - | 754930 | 49355 | 5'084376 |
| 2. Preparados para alimentación infantil a partir de frutas: | | | | | | | | | |
| Canadá | - | - | - | - | - | - | 26490 | 38829 | 4'176333 |
| España | 29340 | 36213 | 1'681731 | - | - | - | - | - | - |
| E.E.U.U. | 148789 | 69553 | 3'408268 | - | - | - | - | - | - |
| Portugal | - | - | - | 12800 | 26201 | 1'556170 | - | - | - |
| Reino Unido | - | - | - | 44400 | 49046 | 3'898914 | 74759 | 97071 | 12'296932 |
| Sudáfrica | 26542 | 23068 | 1'071278 | - | - | - | - | - | - |
| Suiza | 5294 | 10927 | 507450 | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL | 209965 | 139761 | 6'668727 | 57200 | 75247 | 5'455084 | 126521 | 173998 | 20'171819 |
| 3. Purés y pastes de frutas, compotas, jaleas, mermeladas obtenidas por cocción c/s adición de azúcar. (Exclusive piña, fresas, cítricos y ciruela): | | | | | | | | | |
| Argentina | - | - | - | 159508 | 103658 | 5'601030 | - | - | - |
| Bolivia | - | - | - | 11678 | 12162 | 656748 | - | - | - |
| E.E.U.U. | 5989 | 2894 | 138441 | 13114 | 5628 | 303912 | 1144 | 1299 | 110363 |
| Países Bajos | 2139 | 2535 | 117725 | - | - | - | - | - | - |
| Reino Unido | 5108 | 1601 | 74350 | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL | 13236 | 7030 | 330516 | 184300 | 121448 | 6'561690 | 1144 | 1299 | 110363 |
| 4. Conservas de frutas al natural ó en almíbar, c/s adición de azúcar ó alcohol. (Exclusive piña, cereza, ciruela, albaricogue, durazno, pera, naranja, papaya): | | | | | | | | | |
| Australia | 7729 | 3426 | 183794 | 25128 | 13413 | 855654 | - | - | - |
| Taiwán | - | - | - | - | - | - | 43707 | 32189 | 3'093311 |
| España | - | - | - | - | - | - | 859 | 605 | 54160 |
| E.E.U.U. | 37855 | 33351 | 1'650887 | 66418 | 41661 | 2'249694 | 7505 | 4772 | 412736 |
| Reino Unido | 21544 | 9242 | 450041 | 17715 | 15213 | 1'019604 | - | - | - |
| TOTAL | 67128 | 46019 | 2'284722 | 109261 | 70287 | 4'124952 | 52071 | 37566 | 3'560207 |
| 5. Jugos de frutas sin fermentar c/s adición de azúcar. (Exclusive piña y naranja): | | | | | | | | | |
| E.E.U.U. | 7964 | 4321 | 217140 | 11694 | 6347 | 342378 | - | - | - |
| TOTAL | 7964 | 4321 | 217140 | 11694 | 6347 | 342378 | - | - | - |
| 6. Harinas de las frutas clasificadas: | | | | | | | | | |
| Suiza | 56689 | 143140 | 6'647421 | - | - | - | 22000 | 54216 | 5'165700 |
| TOTAL | 56689 | 143140 | 6'647421 | - | - | - | 22000 | 54216 | 5'165700 |
| 7. Materias pécticas, pectatos y pectinatos: | | | | | | | | | |
| R.F.A. | 1114 | 12332 | 587169 | 369 | 3963 | 264382 | 373 | 4768 | 512253 |
| Canadá | - | - | - | - | - | - | 98 | 844 | 81936 |
| Dinamarca | 5044 | 26418 | 1'226851 | - | - | - | 1768 | 8695 | 817121 |
| E.E.U.U. | 2327 | 12601 | 624217 | 1496 | 8581 | 682163 | 467 | 4393 | 420495 |
| Israel | - | - | - | - | - | - | 546 | 2370 | 256244 |
| Países Bajos | - | - | - | 112 | 1871 | 153348 | - | - | - |
| Suiza | 1848 | 11667 | 541815 | 2541 | 14898 | 1'107601 | 1299 | 8832 | 862910 |
| TOTAL | 10333 | 63018 | 2'980052 | 4518 | 29313 | 2'207494 | 4551 | 29902 | 2'950959 |

FUENTE: Anuario Estadístico de Comercio Exterior (1979), Ministerio de Comercio.

C U A D R O D E E X P O R T A C I O N E S

| | 1975 | | | 1976 | | | 1977 | | |
|---|-----------|-------|----------|-----------|-------|----------|-----------|--------|-----------|
| | CANTIDAD | \$ | CIF \$ | CANTIDAD | \$ | CIF \$ | CANTIDAD | \$ | CIF \$ |
| | Kl. Bruto | | | Kl. Bruto | | | Kl. Bruto | | |
| 1. Frutos Comestibles: PLATANOS | | | | | | | | | |
| Chile | - | - | - | - | - | - | 28000 | 3500 | 432599 |
| TOTAL | - | - | - | - | - | - | 28000 | 3500 | 432599 |
| 2. Frutas presentadas en salmuera, en agua sulfurosa. | | | | | | | | | |
| - Pulpas de frutas: | | | | | | | | | |
| R.F.A. | - | - | - | 33906 | 22923 | 1'031535 | - | - | - |
| Francia | 1850 | 479 | 18537 | 2790 | 1555 | 93575 | - | - | - |
| Japón | 35350 | 19380 | 750006 | - | - | - | - | - | - |
| Países Bajos | - | - | - | 540 | 261 | 11745 | - | - | - |
| TOTAL | 37200 | 17859 | 768543 | 37236 | 24739 | 1'136855 | - | - | - |
| 3. Harina de Fruta: | | | | | | | | | |
| Chile | - | - | - | - | - | - | 2100 | 6475 | 548691 |
| TOTAL | - | - | - | - | - | - | 2100 | 6475 | 548691 |
| 4. Purés y Pastas de Frutas, Compotas, Mermeladas obtenidas por cocción. | | | | | | | | | |
| -Compotas y mermeladas: | | | | | | | | | |
| Argentina | - | - | - | - | - | - | 886 | 506 | 44735 |
| Chile | - | - | - | - | - | - | 38075 | 22417 | 2'560015 |
| TOTAL | - | - | - | - | - | - | 38961 | 22923 | 2'604750 |
| - Los demás: | | | | | | | | | |
| Países Bajos | - | - | - | 2900 | 1125 | 50625 | - | - | - |
| TOTAL | - | - | - | 2900 | 1125 | 50625 | - | - | - |
| 5. Conservas de frutas al natural c/s edición de azúcar. (Exclusive piña): | | | | | | | | | |
| Bélgica-Lux. | - | - | - | - | - | - | 30070 | 17100 | 1'383048 |
| Chile | - | - | - | 46380 | 24300 | 1'583631 | 27444 | 14280 | 1'090706 |
| Reino Unido | - | - | - | - | - | - | 3690 | 1980 | 160142 |
| TOTAL | - | - | - | 46380 | 24300 | 1'583631 | 61204 | 33360 | 2'633896 |
| 6. Jugos de frutas, legumbres, hortalizas sin fermentar y sin alcohol. (Exclusive piña): | | | | | | | | | |
| R.F.A. | - | - | - | - | - | - | 4290 | 3833 | 304263 |
| Argentina | - | - | - | - | - | - | 31740 | 18792 | 1'471413 |
| Bélgica-Lux. | 6120 | 1882 | 79247 | - | - | - | 15820 | 5880 | 475574 |
| Canadá | 18190 | 6746 | 272976 | 1682 | 705 | 36960 | 2750 | 1493 | 120753 |
| Chile | 13370 | 4641 | 208845 | - | - | - | 188020 | 65015 | 5'596827 |
| España | - | - | - | 10550 | 3030 | 196950 | - | - | - |
| E.E.U.U. | - | - | - | 880 | 336 | 15120 | 49032 | 38173 | 3'766703 |
| Finlandia | - | - | - | - | - | - | 1380 | 3170 | 233090 |
| Francia | 66173 | 25241 | 976828 | - | - | - | 15750 | 5800 | 429084 |
| Países Bajos | - | - | - | - | - | - | 27751 | 12916 | 1'317474 |
| Reino Unido | - | - | - | - | - | - | 19990 | 7290 | 573968 |
| Suecia | 1220 | 512 | 23040 | 9880 | 2879 | 129555 | 41070 | 13323 | 1'073568 |
| Suiza | - | - | - | - | - | - | 3450 | 2170 | 172254 |
| TOTAL | 105073 | 39022 | 1'560936 | 23092 | 66950 | 378585 | 441453 | 177855 | 17'479177 |

FUENTE: Anuario Estadístico de Comercio Exterior (1979), Ministerio de Comercio.

CUADRO DE EMPRESAS PRODUCTORAS

| A Ñ O | 1 9 7 3 | | | 1 9 7 4 | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------|----------------|-------------------------|------|----------------|
| I T E M | No. de es- tablecim. | TM | Miles de \$ | No. de es- tablecim. | TM | Miles de \$ |
| Conservas de frutas | 8 | 1488 | 58528 | 9 | 1269 | 62230 |
| Jugos de frutas | 5 | 2928 | 59094 | 5 | 3538 | 79268 |
| Mermeladas | 8 | 846 | 44712 | 8 | 1190 | 73010 |
| (Prod. para autoconsu- mo) | 1 | 42 | - | - | - | - |
| Néctares de frutas em botelladas | 2 | 1130 | 19653 | 1 | 673 | 12508 |
| (Prod. para terceros) | 1 | 63 | - | 1 | 2388 | - |

FUENTE: Anuario Estadístico de Productos Industriales (1976), Ministerio de Industria.

CUADRO DE EXPORTACIONES DE PURE DE PLATANO

(toneladas)

| | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 |
|-----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Rep. Dominicana | 4169 | 3934 | 7152 | - | - | - | - | - | - | - |
| Honduras | - | - | - | 1112 | 7002 | 10295 | 11953 | ... | ... | ... |
| Méjico | ... | ... | 1100 | ... | ... | 173 | 208 | 183 | 924 | ... |
| Panamá | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1455 |

- Nada ó insignificante

... No disponible

FUENTE: Estadísticas de los Países Exportadores con excepción de Méjico, que se derivó de las Estadísticas de Importación de USA.

CUADRO DE HOJA DE BALANCE DE ALIMENTOS

| | 1,974 | 1,975 | 1,976 | 1,977 | 1,978 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| <u>APROVISIONAMIENTO</u> | | | | | |
| Producción (TM) | 743,150 | 707,720 | 711,065 | 754,792 | 725,045 |
| Importación (TM) | 614 | 360 | - | 932 | 446 |
| Exportación (TM) | 117 | - | - | 117 | 976 |
| Donaciones (D) y diferencia de Existencias (E) (TM) | - | - | - | - | - |
| Demanda Interna Aparente (TM) | 743,647 | 708,080 | 711,065 | 755,607 | 724,515 |
| <u>UTILIZACION</u> | | | | | |
| Mermas (TM) | 111,547 | 106,212 | 106,660 | 113,341 | 108,677 |
| Propagación ó Reproducción (TM) | - | - | - | - | - |
| Alimentación animal (TM) | - | - | - | - | - |
| Consumo industrial (TM) | - | - | - | - | - |
| Consumo humano: | | | | | |
| - Disponibilidad bruta (TM) | 632,100 | 601,868 | 604,405 | 642,266 | 615,838 |
| - Desperdicios (TM) | 221,235 | 210,653 | 211,542 | 224,793 | 215,543 |
| - Disponibilidad neta (TM) | 410,865 | 391,214 | 392,863 | 417,423 | 400,295 |
| Coeficientes de Conversión: <u>Pérdidas</u> .- Mermas =15% | | | | | |
| Desperdicios =35% | | | | | |

FUENTE: Hoja de Balance de Alimentos - Frutal: Plátano. Años 1974, 1975, 1976, 1977, 1978. Ministerio de Agricultura y Alimentación - Q&R.I.

PRODUCCION DE PLATANO POR REGIONES (TM)

| | 1,976 | 1,977 | 1,978 | 1,979 | 1,980X | 1,981X | 1,982X | 1,983X |
|--------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PROD. TOTAL | 731,069 | 794,792 | 755,045 | 794,930 | 807,227 | 828,066 | 908,905 | 929,744 |
| Costa | 113,020 | 156,829 | 144,275 | 169,156 | 185,408 | 201,307 | 217,206 | 233,104 |
| Sierra | 45,219 | 46,864 | 46,295 | 46,739 | 46,640 | 46,721 | 46,802 | 46,883 |
| Selva | 552,806 | 551,109 | 564,475 | 579,035 | 577,284 | 582,846 | 588,409 | 593,971 |
| Norte | 202,101 | 252,351 | 240,970 | 273,448 | 292,602 | 312,726 | 332,850 | 352,974 |
| Centre | 158,835 | 158,829 | 155,599 | 154,995 | 151,400 | 148,936 | 146,473 | 144,009 |
| Sur | 42,614 | 41,847 | 43,046 | 43,787 | 44,055 | 44,463 | 44,671 | 45,279 |
| Oriente | 307,515 | 301,765 | 314,830 | 322,700 | 322,176 | 325,948 | 329,719 | 333,491 |
| | DEPARTAMENTOS DE MAYOR PRODUCCION DE PLATANO (TM) | | | | | | | |
| Anazonas | 17,042 | 18,079 | 17,198 | 19,011 | 18,676 | 18,973 | 19,269 | 19,566 |
| Cajamarca | 77,475 | 82,656 | 83,791 | 89,583 | 92,238 | 95,732 | 99,226 | 102,720 |
| Piura | 32,550 | 48,509 | 36,026 | 42,723 | 47,098 | 50,220 | 53,342 | 56,464 |
| Tumbes | 59,340 | 89,608 | 90,018 | 108,527 | 119,006 | 131,873 | 144,740 | 157,608 |
| Huánuco | 60,140 | 75,170 | 72,170 | 78,180 | 83,579 | 88,383 | 93,187 | 97,991 |
| Junín | 74,250 | 60,710 | 60,495 | 60,255 | 50,869 | 45,394 | 39,920 | 34,445 |
| Cuzco | 19,090 | 14,240 | 15,204 | 16,180 | 16,809 | 16,816 | 16,824 | 16,831 |
| Loreto | 145,015 | 150,000 | 145,000 | 140,000 | 142,000 | 140,999 | 139,998 | 138,997 |
| San Martín | 162,500 | 151,765 | 169,830 | 182,700 | 213,316 | 218,589 | 223,862 | 229,135 |

X Son valores pronosticados.

FUENTE: Anuario Estadístico Agropecuario. Años: 1976, 1977, 1978, 1979. Ministerio de Agricultura.

A N E X O I I

RESULTADO DE RENDIMIENTOS DE LA FRUTA

| | | | |
|------------------|---------|--------|--------|
| Fruta entera | 7.20Kg. | | |
| Pulpa en rodajas | 4.50Kg. | 61.80% | |
| Pulpa molida | 4.45Kg. | | 43.05% |
| Pulpa refinada | 3.60Kg. | 81.00% | |

FUENTE: Salas, Carlos. "Estudio sobre el procesamiento y almacenamiento de la Pulpa y - Néctar de Plátano". T.G.UNA - 1974. La Molina.

RESULTADO DEL TRATAMIENTO ANTIOXIDANTE DE LA PULPA
DE PLATANO CON BISULFITO DE SODIO

| <u>% de Bisulfito de Sodio</u> | <u>Tiempo de inmersión</u> | <u>Sabor a azufre</u> | <u>Color a las 48 horas</u> |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 0.1 | 5min. | no | marrón |
| | 8min. | no | marrón |
| 0.2 | 5min. | no | marrón |
| | 8min. | no | marrón |
| 0.3 | 5min. | no | marrón claro |
| | 8min. | no | marrón claro |
| 0.4 | 5min. | leve | cremoso opaco |
| | 8min. | leve | cremoso amarillento |
| 0.5 | 5min. | leve | cremoso amarillento |
| | 8min. | notorio | cremoso amarillento |
| 0.6 | 5min. | notorio | cremoso amarillento |

FUENTE: Salas, Carlos. "Estudio sobre el Procesamiento y Almacenamiento de la Pulpa y Néctar de Plátano". T.G.UNA - 1974. La Molina.

TEST DE DEGUSTACION

Panelista N° _____

1. Las muestras que Ud. tiene a probar son: _____

2. Puede Ud. notar alguna diferencia entre las muestras:

SI _____ NO _____

3. Cuál considera Ud. la más agradable:

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____

4. Características:

Pobre Regular Satisfactoria Buena Excelente

Aroma

Textura

Sabor

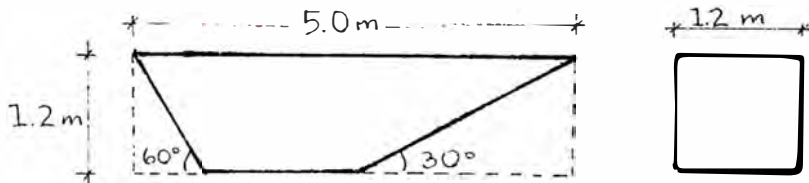
Color

Aspecto
general

5. OBSERVACIONES: _____

Cálculo de la lavadora

- Volumen de la fruta: 1676 Kg/hora
- Volumen de agua a usar: Aproximadamente 3 veces el flujo de fruta, es decir, 5040 lt/hora.
- Angulos de inclinación: En la entrada = 60°
En la salida = 30°
- Las alturas varían de 0.8 a 1.2 m.
- Volumen de la lavadora: 5040 lt. (5.04 m^3)



$$V_T = 1.2 \times 5.0 \times 1.2 = 7.2 \text{ m}^3$$

- Volumen en la entrada:

$$V_{60^\circ} = \left(\frac{0.69 \times 1.2}{2} \right) \times 1.2 = 0.4968 \text{ m}^3$$

- Volumen en la salida:

$$V_{30^\circ} = \left(\frac{2.078 \times 1.2}{2} \right) \times 1.2 = 1.4962 \text{ m}^3$$

- Volumen efectivo: 5.2 m^3

Cálculo del homogenizador

- Flujo de puré: 714 Kg/hora
- Densidad del puré: 1.09 gr/ml
- Volumen del homogenizador: 655 lt.
Asumiendo un 10% en exceso se tiene $V = 721$ lt.
- Considerando la relación de diámetro a altura de aproximadamente igual a 0.7, tenemos: Diámetro=86,29 cm.
Altura=123.28 cm.

Diseño del pasteurizador

- Flujo de puré: 714 Kg/hora ó 11.0 lt/min.
- Condiciones del vapor: Temperatura = 107°C
Presión = 1.3 atm.
- Carga calórica: $Q=714 \times 0.72 \times (90-25) \times 1000$
 $= 33415200$ cal/hora (33415.2 Kcal/h)
- Cálculo del LMTD:

$$\text{LMTD} = \frac{82 - 17}{\ln \frac{82}{17}} = 41.3^\circ\text{C}$$

- El coeficiente U entre vapor y pulpas de frutas a través de un cilindro de acero inoxidable es de aproximadamente 2000 Kcal/m²hora °C.

Luego la superficie requerida será:

$$A = \frac{33415.2}{2000 \times 41.3} = 0.4 \text{ m}^2$$

Entre los modelos de Alfa Laval escogemos el modelo 6 x 6, que tiene una superficie de 0.55 m² y una longitud de cilindro de 1.094 m., el diámetro es de 0.207 m.

- Para encontrar el volumen ocupado por el puré: Consideramos el rotor de 76 mm.

$$a = \frac{\pi}{4} \times (0.207 - 0.076)^2 = 0.0134 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{puré}} = 0.0134 \times 1.094 = 0.015 \text{ m}^3$$

- Cálculo del tiempo de retención:

$$T_{rt} = \frac{V}{G} = \frac{0.015}{11} \times \frac{1}{10^{-3}} = 1.4 \text{ min.}$$

Por lo tanto se selecciona el modelo 6x6, con un rotor de 0.076 m. de diámetro.

Diseño del enfriador

- Flujo de puré: 714 Kg/hora ó 11 l/min.
- Temperatura del agua de enfriamiento: 25°C.
- Carga calórica: $Q = 714 \times 0.72 \times (90-40) \times 1000$
 $= 25'704,000 \text{ cal/hora} = 25,704 \text{ Kcal/h}$

- Cálculo del LMTD:

$$LMTD = \frac{60 - 15}{\ln \frac{60}{15}} = 32.5 \text{ °C}$$

- El coeficiente U para enfriamiento con agua es de 20 a 50% más bajo que para calentamiento con vapor.

Asumimos $U = 1600 \text{ Kcal/m}^2\text{hora}^\circ\text{C}$

Luego la superficie requerida será:

$$A = \frac{25704}{1600 \times 32.5} = 0.49 \text{ m}^2$$

Como el tiempo de retención es el mismo que para el calentamiento, por el área requerida escogemos el mismo modelo: 6 x 6 con rotor de 0.076 m. de diámetro.

Cantidad de vapor requerido

- Calor de vaporización del agua a 107°C: 961.9 Btu/lbm

$$m = \frac{33415.2}{961.9 \times 0.252} = 138 \text{ lb/hora (62.7Kg/h)}$$

- Capacidad del caldero en BHP:

$$BHP = \frac{138 \times 961.9}{33475.3} = 4 \text{ BHP}$$

Cantidad de agua requerida en el enfriador

- Flujo de agua:

$$W = \frac{25704}{1 \times (30-25)} = 5140.8 \text{ Kg/hora (22.7GPM)}$$

Diseño de la bomba de agua fresca (Lavadora)

- Datos: Q= 112 lt/min

$$= 62.5 \text{ lb/pie}^3$$

$$\phi_1 = 4 \text{ plg. (DI=4.026 plg)}$$

$$\phi_{\text{tob.}} = 5 \text{ mm.}$$

$$N_{\text{tob.}} = 4$$

$$\text{bomba} = 50\%$$

$$\text{motor} = 90\%$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho} = -1219.28 \frac{\text{lb}}{\text{lbm}} \text{ plg}$$

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g_c} = -508.11 \frac{\text{lb}}{\text{lbm}} \text{ plg}$$

$$\frac{g}{g_c} z = -59.05 \frac{\text{lb}}{\text{lbm}} \text{ plg}$$

Reemplazando valores en la ecuación general de movimiento tenemos: $W_p = 297.74 \text{ lbf/lbm} \times \text{pie}$

- Flujo másico: $Q = 4.12 \text{ lb/seg}$

- BHP: $W_p \times \text{flujo} = 2.2 \text{ HP}$

- Potencia de la bomba: 2.44 HP

Diseño del tanque de solución de bisulfito

- Volumen de bisulfito: 927.67 lt.

- Volumen muerto: 10% del $V_t = 92.767 \text{ lt.}$

- Volumen total: Aproximadamente 1025 lt.

- Considerando $D/h=0.7$ se tiene: Diámetro=97.03 cm.

Altura=138.6 cm.

COSTO DE LA MATERIA PRIMA Y ADITIVOS

| | REQUERIMIENTO ANUAL (TM) | COSTO \$/Kg |
|--------------------|-----------------------------|----------------|
| Fruta fresca | 2635 | 350 |
| Bisulfito de sodio | 7.272 | 32,096 |
| Acido cítrico | 2.469 | 71,744 |
| Sorbato de potasio | 2.245 | 42,400 |

COSTO DE LA MANO DE OBRA

| | Cantidad | \$/mes |
|-----------------|----------|--------------|
| Ingeniero | 1 | 600,000 |
| Obreros | 8 | 120,000(c/u) |
| Otros empleados | 10 | 250,000(c/u) |

COSTO DE SERVICIOS

| | Requerimiento anual | | Costo unitario |
|-------------------|------------------------|----------------|-----------------------|
| Energía eléctrica | 45,000 | Kwh | 167\$/Kwh |
| Vapor | 98,963 | Kg. | 155 \$/Kg |
| Agua no tratada | 15,989 | m ³ | 400 \$/m ³ |
| Agua tratada | 1,458 | m ³ | 1200\$/m ³ |

COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

| I T E M | PRECIO(\$) ⁺ | \$ |
|---|-------------------------|-----------------------|
| 1 Lavador | 4700 | 18'800,000 |
| 1 Seleccionador | 3500 | 14'000,000 |
| 1 Pulpeador | 7040 | 28'160,000 |
| 1 Homogenizador | 4070 | 16'280,000 |
| 1 Bomba de pistón | 2470 | 9'880,000 |
| 2 Cortadores | 2650(c/u) | 21'200,000 |
| 1 Llenadora | 4740 | 18'960,000 |
| 1 Pasteurizador | 20000 | 80'000,000 |
| 1 Enfriador | 14350 | 57'400,000 |
| Otros equipos (20% del equipo total) | 13234 | 52'936,000 |
| COSTO TOTAL DE MAQUINARIA Y EQ. | | \$ 317'616,000 |

⁺ US\$1 = \$/4,000.=

B I B L I O G R A F I A

1. Anuario Estadístico de Comercio Exterior. Ministerio de Comercio. 1978.
2. Banana Products. Tropical Products Institute Report. London. 1966.
3. The International Market for Banana Products for Food Use. Wilson, Roger J. Tropical Products Institute. London. Dec. 1975.
4. Anuario Estadístico Agrícola. Dirección General de Informática y Estadística. Ministerio de Agricultura. 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979.
5. Frutas. Programa de Abastecimiento. Dirección General de Agroindustria y Comercialización. Ministerio de Agricultura. 1981.
6. Aprovechando los Bananos Rechazados. Bowman J.F. Agricultura de las Américas No.3. Marzo 1979.
7. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Braverman J.B. España, 1967.
8. Industrialización del Banano de Rechazo. Cabra E. Instituto de Investigación Tecnológica. Set.-Oct. 1980.
9. El Plátano. Champion J. Barcelona, Ed. Blume, 1976.
10. Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Earle R.L. España, Ed. Acubis Zaragoza. Traducido por José Alemán Vega.
11. Boletín Técnico No.56. Cultivo del Plátano. Servicio de Investigación y Promoción Agraria.
12. Boletín Técnico No.76. División General de Investigaciones Agropecuarias. 1971.
13. The Small-Scale Production of Vinegar from Bananas. Adams M.R. Tropical Products Institute. London. 1980.
14. Cultivo de Frutales Tropicales. Morín, Charles. Lima, Editorial Jurídica. 1965.

15. Industrialización de Banana. Boletín del ITAL. Dez. 1972.
16. The Processing of Banana Products for Food Use. Crowther, P.C. TPI. London. Feb. 1979.
17. Resúmenes de Investigación Tecnológica Alimentaria. Nos. 56, 62, 71, 50. Lima, Dirección General de Investigación. Ministerio de Alimentación. 1977.
18. Obtención de Etanol y Vinagre de Plátano. Ticona Olázabal T. TG en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria. Lima, 1981.
19. Estudio sobre el Procesamiento y Almacenamiento de la Pulpa y Néctar de Plátano. Salas Carlos. TG. UNA. Lima, 1974
20. Harina de Plátano. Almacenamiento de 2 Variedades de Plátano Deshidratado en Forma de Gritz. Hoyos Jorge. TG. UNA. Lima, 1979.
21. Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses. Nagy, Steven. Conn., Avi Pub. Co. Inc. 1980.
22. Microbiología de Alimentos. Frazier, W.C. Ed. Acubia España. 1962.
23. Manejo de los Alimentos. Jamieson, Michael. Trad. - del inglés por Ramón Palazón Bartrán. México, Ed. Pax México, 1974.
24. Tratado de Fruticultura. Tamare, D. Versión de la 4^a edición italiana por el Dr. Arturo Caballero. Barcelona, Gili. 1964.
25. Mercado de Frutas y Hortalizas. Preparada por J.C. Abbott. 2^a ed. revisada. FAO. Roma. 1971.
26. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. - Tressler, Donald K. 2^a ed. Connecticut, The Avi Publishing Co., Inc., 1971.
27. Código Sanitario de Alimentos. Ministerio de Salud. 1974.

28. Official Methods of Analysis of the AOAC. 11th. Edition. Assoc. Offic. Anal. Chemists., Washington D.C. 1970.
29. Plátanos. N.T.011005. Itintec. Junio 1975.
30. Elaboración de Harina de Banana Verde. Malpica Vélez Baldomero, Gómez Menacho Carlos, Seminario Morante Felipe. Tesis de Grado. UNI-1968.
31. Seminario sobre procesamiento de Frutas Tropicales. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico - OEA. México. Nov.1976.
32. Procesos de Transferencia de Calor. Donald Q. Kern. Traducido por Ing^o Nicolás Marino Ambrossi. 10^a impresión. México, 1977.
33. A Complete Course in Canning. Revised and enlarged by Anthony López, Ph.D. A publication of The Canning Trade, Inc. Baltimore, Maryland. 10th. edition, 1975.
34. Elementos de Proyectos de Inversión. F. Carbajal D'A. Ed. Hozlo S.R.L. - 1981.
35. Bases para la Elaboración de Proyectos de Inversión. Oscar Sotelo Quito. 1^a edición. Lima - 1979.