



T
664.843
R373

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica



“ SELECCION E INSTALACION DE UN SISTEMA
DE LAVADO DE LA MATERIA PRIMA PARA
UNA PROCESADORA DE BANANO ”

INEORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Carlos Enrique LReinoso Pin

Guayaquil - Ecuador

1.989

AGRADECIMIENTO

AL ING. IGNACIO WIESNER F.
quien supo darme la guía
académica necesaria para
desarrollar y culminar con
este Informe Técnico.

DEDICATORIA



A MIS PADRES

Que me dieron la oportunidad y el apoyo para dedicarme a los estudios.

A MI ESPOSA

La que sin desmayar me apoyó en la culminación de esta carrera.

A MIS HIJOS


Para que sigan el ejemplo del profesional como un factor importante en el desarrollo personal y para bien del futuro del País.

DECLARACION EXPRESA

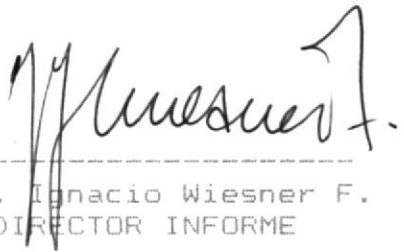
" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Carlos Enrique Reinoso Pin



Ing. Nelson Cevallos
DECANO



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR INFORME



Ing. Manuel Helguero
MIEMBRO TRIBUNAL



RESUMEN

La empresa se dedica a la elaboración de puré y otros productos a base del banano, los cuales en su totalidad son para el mercado internacional.

Exigencias del mercado internacional requirieron que el puré de banano tuviera mejores cualidades organolépticas que las que se estaban produciendo.

Una forma de conseguir este objetivo es agregar saborizante y aromas al puré y otra alternativa es hacer cambios en el proceso para dar al puré procesado el tan deseado sabor y aroma de puré de banano fresco.

Se prefirió trabajar sin usar agregados sintéticos o naturales, en cambio se ensayó bajando la severidad de la pasteurización y la carga bacteriana en la materia prima.

El implantación de un sistema de lavado de la materia prima fue un problema que se tuvo que resolver, y que es el motivo de este informe.



BIBLIOTECA

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

1. ANTECEDENTES

1.1. Historia de la industrialización del banano

1.2. Descripción del proceso de elaboración de puré de
banano

1.3. Materia prima utilizada

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1. Calidad del producto final

2.2. Necesidad de cambio de calidad del producto final

2.3. Análisis de la situación

3. ALTERNATIVAS DEL PROBLEMA

3.1. Inyección de aditivos

3.2. Optimización de la pasteurización

3.3. Optimización en el lavado de la materia prima

4. SOLUCION DEL PROBLEMA

4.1. Sistema de lavado de la materia prima

4.1.1. Flujo de la maquinaria

4.1.2. Maquinaria utilizada

4.2. personal

4.3. Costos

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.- Diagrama de bloques # 1, de la industrialización del banano en general.
- Fig. 2.- Cámaras de maduración
- Fig. 3.- Filtro
- Fig. 4.- Desaerador
- Fig. 5.- Pasteurizador
- Fig. 6.- Diagrama de bloques #2, Proceso de fabricación del puré de banano. (Actual).
- Fig. 7.- Diagrama de bloques #3, Proceso de fabricación del puré de banano.
- Fig. 8.- Diagrama de bloques #4, Solución del problema las propiedades organolépticas del puré de banano no industrializado.
- Fig. 9.- Diagrama de bloques #5, Proceso de fabricación del puré de banano (mejorado).
- Fig.10.- Flujo de maquinaria.
- Fig.11.- Diagrama de bloques #6, Proceso del lavado de la materia prima.



BIBLIOTECA

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1. HISTORIA DE LA INDUSTRIALIZACION DEL BANANO

El banano es una fruta mundialmente conocida y apetecida por su valor alimenticio. Su contenido en casi su totalidad es hidratos de carbono, lo que hace que sea muy energética y de fácil digestión, además la cantidad amplia de vitaminas constituye una buena fuente de estas, tanto para personas infantiles como para adultos.

El banano se lo cultiva principalmente en centro, Sudamérica, en La Martinica y en las Filipinas, en forma abundante para su exportación a los países de Norte América, Europa, Japón y algunos países del Bloque Socialista.

Debido a la fluctuación de precios en el mercado internacional por un lado, y, para aprovechar la fruta de rechazo en la exportación por razones de calidad (tamaño, grado, etc.) se vió hace algunas décadas la necesidad de procesarlo industrialmente en distintas formas como son:

Puré de banano.— Su principal productor es Honduras y le sigue en importancia Brasil, Colombia y ahora Ecuador con la planta de proceso más completa en el mundo, ubicada en la Provincia de El Oro, tiene capacidad de producción de 3 ton/hr de puré, lo que significa un consumo de 4.6 ton/hr de fruta fresca.

Higos de banano.- Ecuador era un productor de éste artículo, que es la pulpa entera del banano maduro al que se le ha extraído el agua mediante un proceso de deshidratación lento, en tuneles de secado hasta que su humedad quede en 20% aproximadamente, su aspecto es de color café con cierto brillo y tiene una longitud de 5 pulgadas por 1/2 pulgada de diámetro. Alemania era su principal consumidor, hasta que fue perdiendo demanda hasta su casi nula producción, el principal problema fue en el orden bacteriológico.

Hojuelas (escamas).- El Ecuador fue el pionero en la fabricación de escamas de banano a base de banano maduro.

Actualmente este producto es hecho por 2 fábricas, una en Guayaquil y otra en Machala. También hay fábricas en Costa Rica y en La Martinica.

Polvo de banano.- Es un producto similar a la escama antes mencionada, solo que el tamaño de sus partículas son más pequeñas. Igualmente es fabricado en el Ecuador.

Chifles de Banano.- Como su nombre lo indica es hecho de rodajas de banano verde y frito para su consumo.

Hay un mercado internacional atento a este producto pero nadie en el mundo lo fabrica en escala internacional.



BIBLIOTECA

Jugo de banano.- Este producto que también tiene solicitud en el mercado internacional no es atendido por nadie en el mundo.

Vinagre.- es fabricado luego de la fermentación alcohólica y de la fermentación acética, no se fabrica en escala industrial.

Rodajas de banano.- El banano maduro y pelado se lo corta en rodajas y mediante un proceso de inactivación de enzimas superficiales es envasado en almibar y enlatado.

Tiene una aceptación excelente en los EE.UU. y es fabricado por compañías Americanas en Centroamérica.

Harina de banano verde.- Es producida en Ecuador, y es exportada a Norteamérica.

Este antecedente indica que de incentivarse más la producción industrial del banano, los beneficios para el país serían obvios y se utilizaría mejor la materia prima, que en la actualidad se la desperdicia o entrega para consumo animal.

Del banano solo hemos indicado algo sobre la fruta faltando aún hablar de la industrialización de los desechos como son el tallo, racimos, hojas, etc., que deshidratados tienen utilidad como forrajes para el ganado; en la actualidad se usa para alimentar el ganado en épocas de sequía pero sin deshidratarse.

Se escogió la Provincia de El Oro, para ubicar la planta Industrializadora de puré de banano maduro porque es en esta provincia donde se produce el mayor porcentaje de esta fruta y lógicamente donde habrá el mayor rechazo de $4-14$. Para industrializar el banano se utiliza generalmente el rechazo de la exportación. Figura # 1.

1.2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACION DE PURE DE BANANO.

El puré de banano es un producto que debe tener las mismas características y propiedades que el banano maduro fresco, es decir que sus propiedades organolépticas como son sabor, color y olor, deben mantenerse. Para lo cual hay que tener en consideración que, siendo la fruta fácilmente oxidable por efecto de las enzimas, hay que realizarlo mediante un proceso continuo y rápido y en condiciones de asepsia total para evitar su fácil descomposición.

En la fabricación del puré entonces hay que tener como primera consideración que la maquinaria utilizada debe ser sanitaria, es decir debe ser de construcción en acero inoxidable tipo 304 o 316; los acabados de las uniones y soldaduras deben ser pulidos hasta con grano 150 grit con fines de evitar contaminaciones bacteriológicas. Por otro lado sus

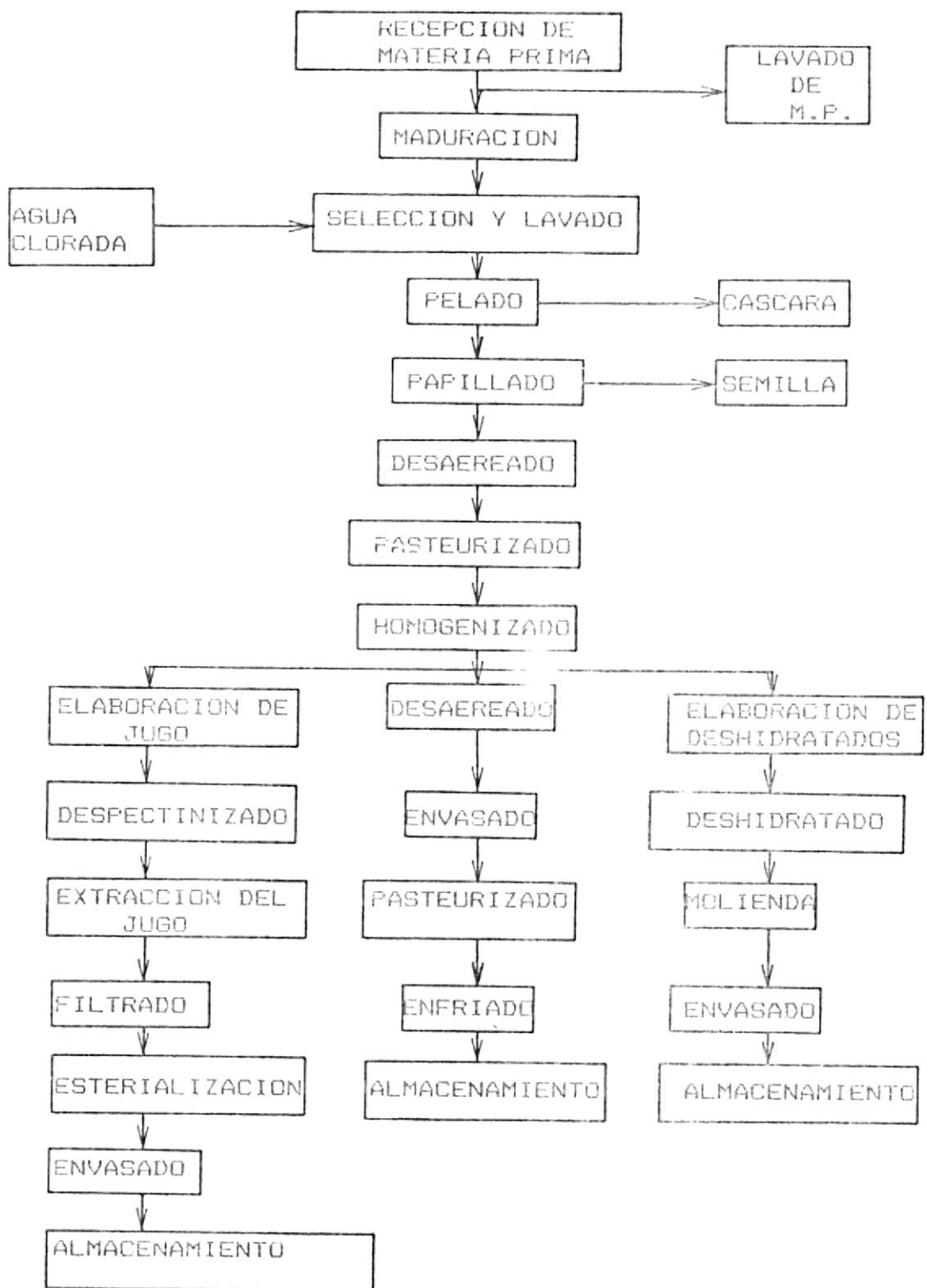


FIGURA #7.- DIAGRAMA DE BLOQUE #3, PROCESO DE FABRICACION DE PURE DE BANANO.

partes móviles deben estar manufacturadas de tal forma de evitar rozamientos metálicos para evitar contaminaciones.

La materia prima principalmente constituida de rechazo de la preparación para la exportación del banano; es transportado desde las áreas de producción hacia la planta de proceso, donde se la recibe en canastas que pueden ser de madera o de metal para su fácil manipuleo en los cuartos de maduración, los mismos que están provistos de enfriadores y control automático para su secuencia de temperatura.

La maduración de la fruta en estos cuartos es importante, para poder disponer de ésta cuando el proceso exactamente lo requiera; algunas ventajas de la maduración forzada y controlada en los cuartos de maduración son la maduración pareja en toda la fruta y la conservación de la misma hasta su utilización. Ver figura #2.

La fruta que debe entrar al proceso debe ser madura lo que quiere decir que sus azúcares totales estén transformados; una fácil manera de controlar esto es mediante la comparación con la tabla de colores de Von Loesecke y la mejor fruta es aquella que tiene el grado de color #7.

Hay dos sistemas para pelar banano, uno es con una máquina muy complicada que no siendo perfecta hace

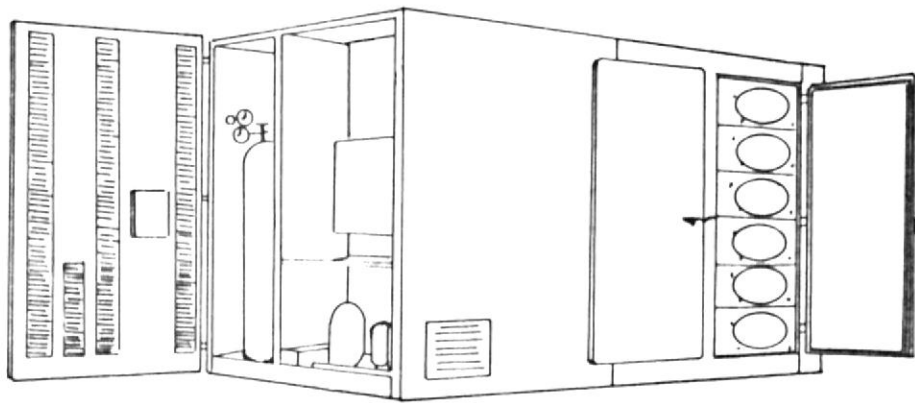
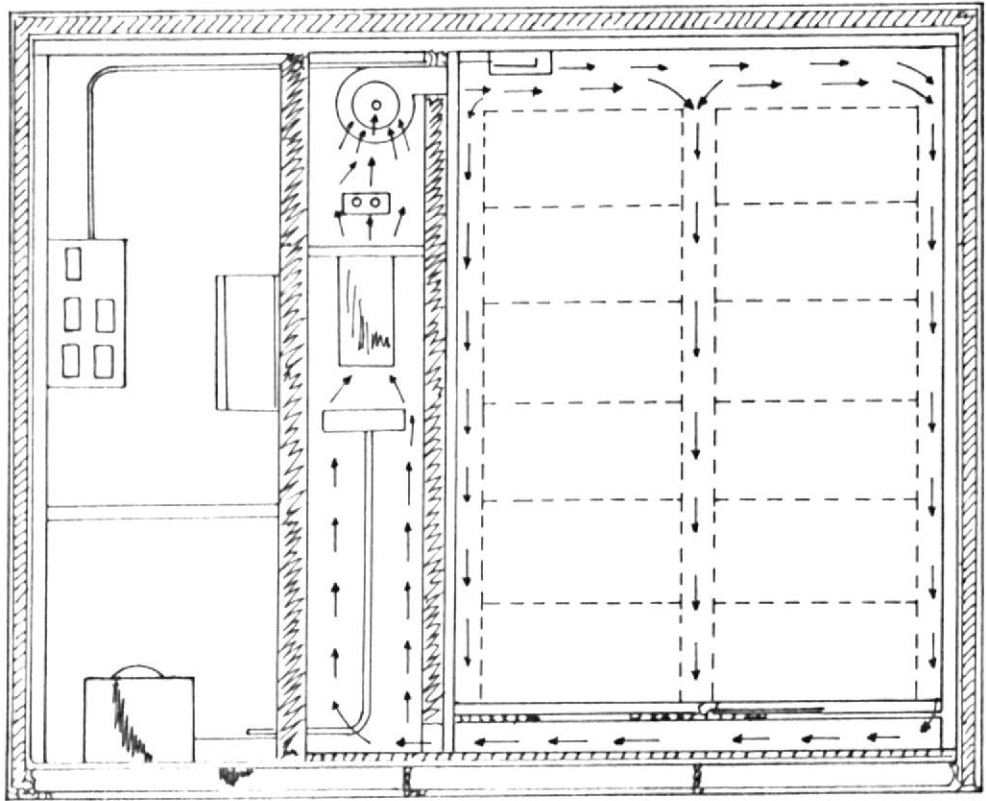


FIG. # 2 .- CAMARA DE MADURACION

que parte de la pulpa se vaya con la cáscara y parte de la cáscara entre con la pulpa, esta máquina es de fabricación Norteamericana; y el otro sistema es pelar a mano, que es el más óptimo pues se aprovecha toda la pulpa y ésta no tiene residuos de cáscara.

Los bananos pelados a mano entonces deben ser papillados y aquí simplemente la pulpa de banano se la hace puré mediante el prensado en una bomba de tornillo tipo moyno para luego ser filtrado con el fin de extraerle las semillas. Ver figura #3. El puré listo se lo hace pasar por un recipiente cerrado al vacío para extraerle el aire pues de no hacerlo éste se mezcla con el puré, oxidándolo y haciéndolo que cambie de color, el tipo de desaerador es el conocido como de la marca Dole y también es fabricado en Norteamérica aunque también se puede utilizar de cualquier tipo incluso de fabricación nacional. Ver figura #4.

El puré desaerado se lo pasteuriza en cilindros con aspas rotativas para evitar que este se pegue en las paredes, pues los cilindros son calentados con vapor; al mismo tiempo que se pasteuriza se produce una inactivación de las enzimas que evita que este se oxide y cambie de color. Ver figura #5.

La mínima temperatura para evitar inactivar las enzimas es de 99°C con una permanencia de 15 segundos.

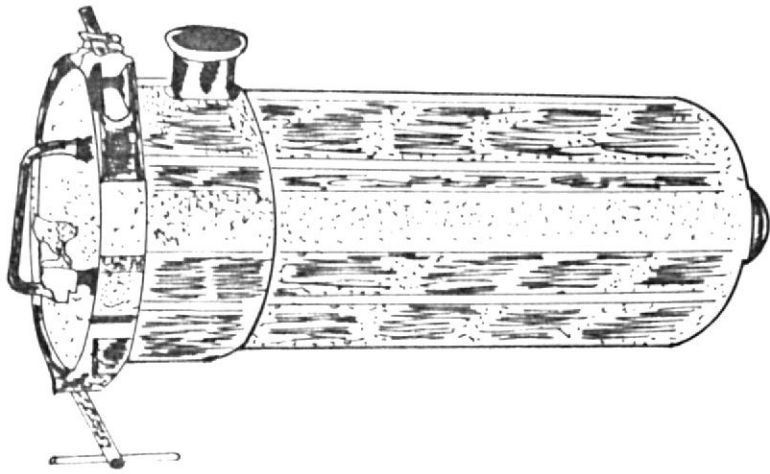
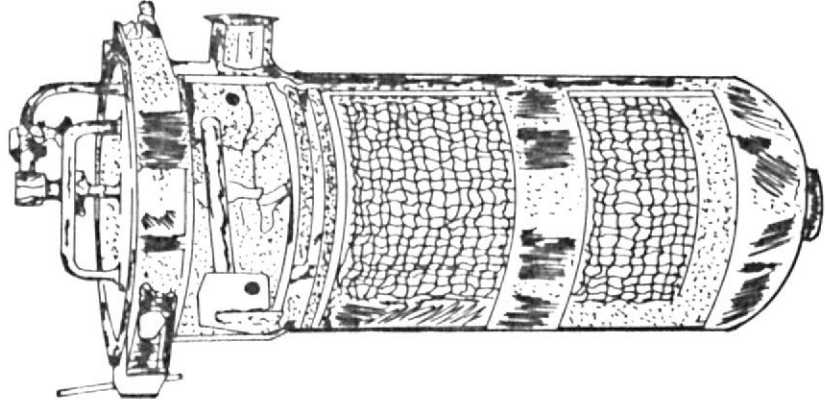


FIG. #- 3.- FILTROS

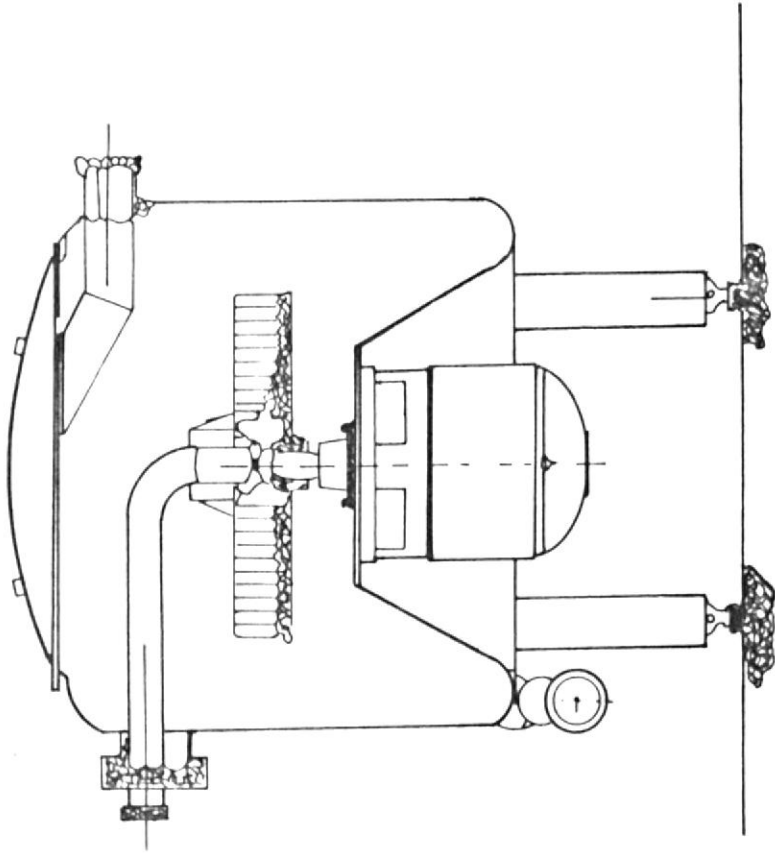


FIG. # 4.- DESAERADOR

Mediante este proceso las enzimas quedan inactivadas por largo tiempo e impide que el puré adquiera un color parduzco que es característico. La ventaja de usar este método es que solo se requiere de un solo equipo para ambas fases: La pasteurización y la desactivación de enzimas; en este punto queda garantizado que el puré se encuentre libre de bacterias y microorganismos vivos que son patógenos para los humanos.

Cuando el puré se encuentra ya pasteurizado debe ser homogenizado para que su apariencia sea perfecta y homogénea quedando como producto terminado de agradable aspecto, cremoso y muy viscoso. Hay diferentes tipos de homogenizadores y se utilizan indistintamente, el de tipo de pistones o el desintegrador de alta velocidad es aquel que consiste en hacer atravesar el puré a alta velocidad a través de un aparato en forma de plato perforado que gira a alta velocidad (9000 RPM), reduciendo las partículas a un tamaño ínfimo y parejo.

Aquí al puré nuevamente se le extrae cualquier cantidad de aire que tenga o que haya adquirido en el proceso. Ver figura # 6.

Si se desea continuar con el proceso, al puré se lo envasa en recipientes estériles y de sellado permanente mediante un proceso de vacío, para evitar contaminación con el exterior.

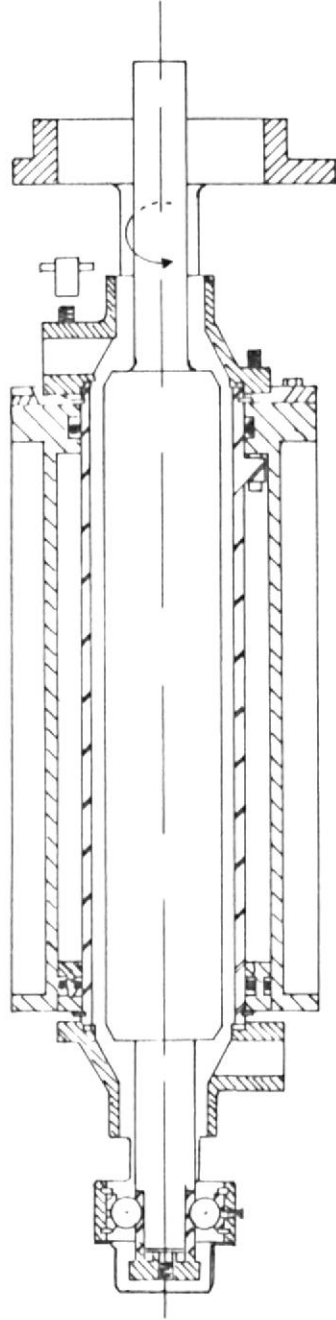


FIG. # 5.- PASTEURIZADOR



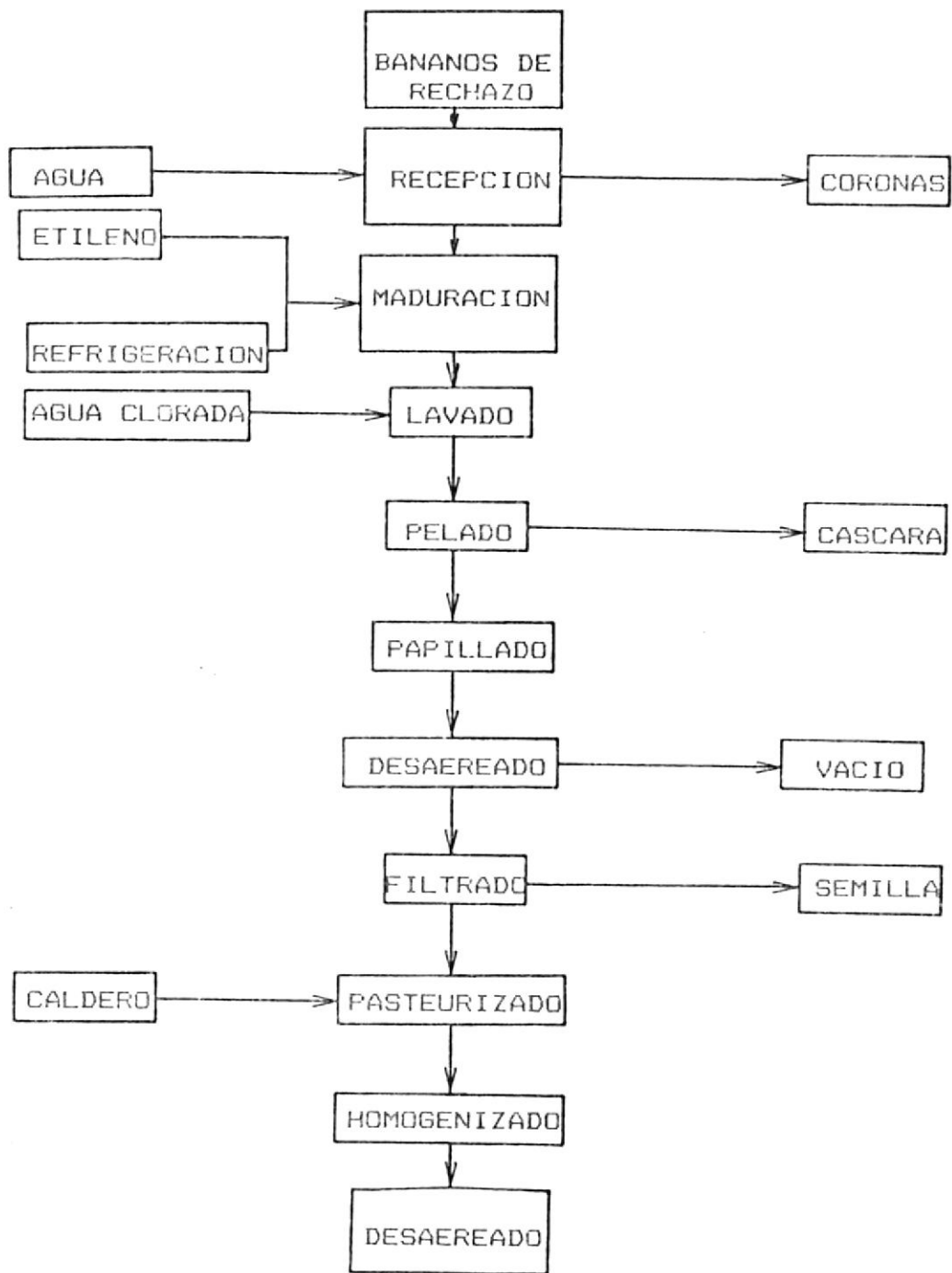


FIGURA #6.- DIAGRAMA DE BLOQUES #2, PROCESO DE FABRICACION DEL PURE DE BANANO (ACTUAL).

En este punto el puré envasado, nuevamente es pasteurizado para evitar cualquier posible contaminación que haya acarreado en la parte final del proceso, para luego ser enfriado; lógicamente esta última parte debe realizarse, para evitar que el puré siga cocinándose luego de la pasteurización. El puré envasado en latas es guardado en cajas y en una bodega limpia, libre de insectos y roedores. Cuando se llega al punto de desaereado, luego de la pasteurización, el puré puede ser utilizado en otros procesos industriales descritos en el diagrama de bloque de la figura # 7.

1.3. MATERIA PRIMA UTILIZADA

La materia prima utilizada es el banano, el cual se obtiene del rechazo de la fruta que se exporta.

En la preparación de la fruta para la exportación se encuentra que toda la fruta cosechada no está apta para ser empacada por diferentes razones entre las que podemos nombrar las siguientes:

- a. Con calibraciones mayores o menores que las anotadas en la orden de corta.
- b. Frutas que muestran algún tipo de maduración
- c. Frutas de matas caídas previas a la cosecha
- d. Frutas con pulpa suave, resultado de maduración prematura
- e. Racimos deformes por cualquier razón

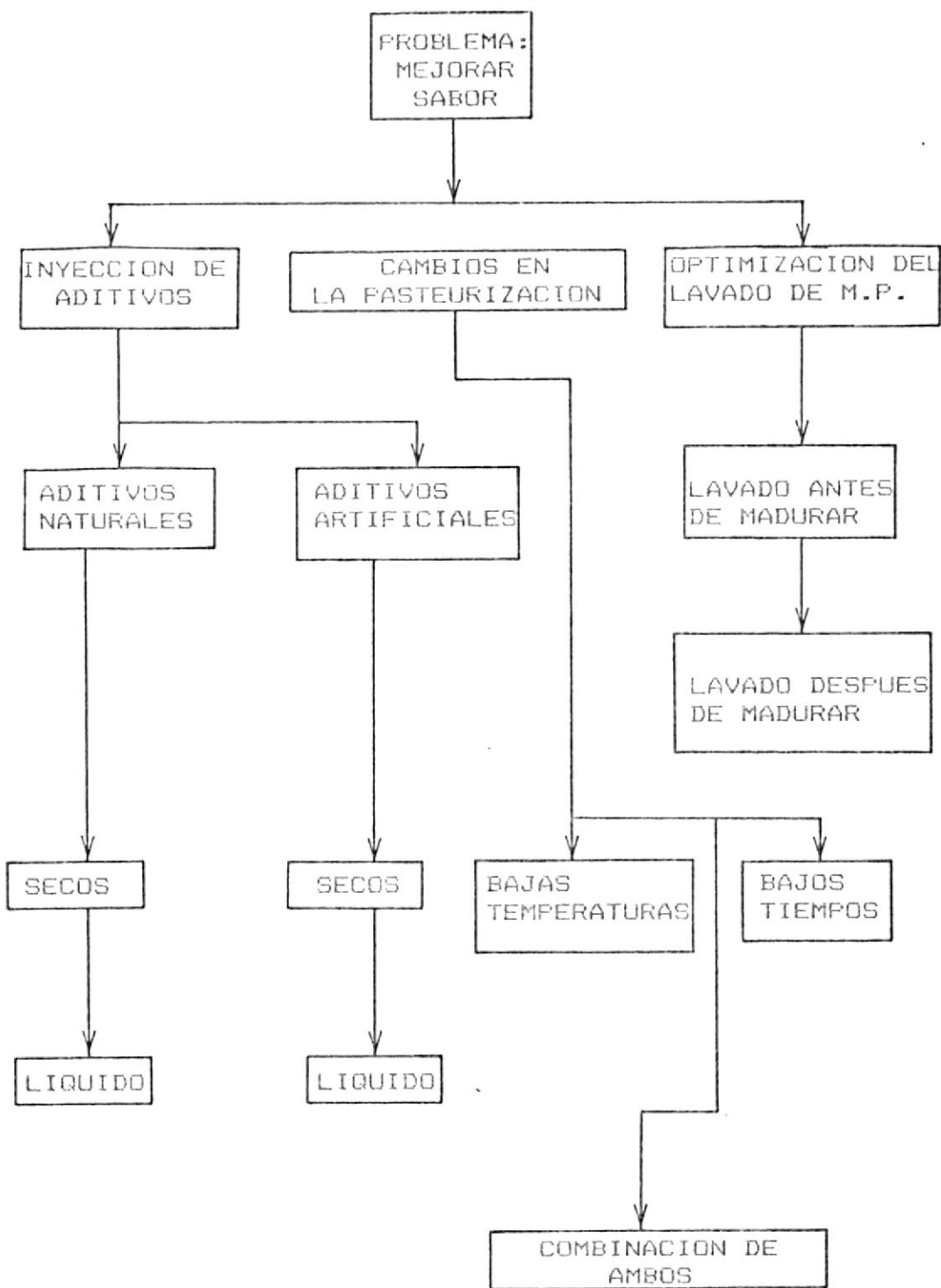


FIGURA #8.- SOLUCION DEL PROBLEMA DE LAS PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS DEL PURE DE BANANO INDUSTRIALIZADO.

- f. Frutas "pobres", de plantas cuyo desarrollo presentó problemas fisiológicos
- g. Frutas que por caída durante la cosecha o transporte, tengan más del 50% del racimo deteriorado
- h. Racimos, con más del 50 % afectados por daños de insectos
- i. Racimos que tengan 2 o más manos afectadas por hongos
- j. Los racimos que tengan algún grado de quema química, producto de herbicidas, insecticidas, nematocidas, u otros productos químicos.
- k. Los racimos que tengan residuos químicos en más de un 50% de los dedos
- l. Frutas cortadas otro día diferente al establecido en la orden de corta.
- m. Frutas que no presentan cinta que identifique su edad fisiológica.

Toda la fruta que ha sido rechazada se la trata como basura, es decir que no existe ningún cuidado para ella, pues es echada al suelo, luego es recogida por comerciantes dedicados a eso, para ser llevada al mercado interno o a las procesadoras industriales. Como lo que realmente interesa es la pulpa del banano, este puede ser pequeño, grande, etc. pero no debe tener daños físicos, como cortes, golpes, etc., debido a que en el proceso de maduración es en ellos

donde empieza la pudrición,

Eventualmente la fruta fresca de rechazo es vendida al Perú, principalmente cuando este país atravieza periodos de sequías grave.

Un punto importante que hay que destacar es el que las empacadoras de banano para la exportación se encuentran ubicadas en las mismas haciendas donde los caminos son empedrados.

El transporte utilizado para llevar la fruta es de lo más variado, se utilizan camiones grandes, medianos y camionetas grandes y pequeñas, los que al transitar por estos malos caminos ayudan a que la fruta se maltrate.

Para tener una idea de la capacidad de transporte, un camión tipo 600, transporta alrededor de 20000 libras de fruta, uno tipo 350 puede transportar entre 8 y 10 mil libras de fruta.

Los camiones utilizados para el transporte de la fruta de rechazo son utilizados además en otras tareas como transporte de materiales de construcción, ganado, productos industriales que pueden ser alimenticios o químicos o cualquier cosa, lo que ocasiona que la fruta se contamine de estos elementos.

El Ecuador es gran productor de esta fruta y dispone también de gran cantidad de rechazo, la cual no es utilizada sino en cierto porcentaje, quedando

excedentes que pueden servir para desarrollar otros procesos industriales y que ahora se los usa como alimentos para ganado, cerdo, etc., y el sobrante que es un porcentaje apreciable se lo hecha al río para desaparecerla.

Lo anteriormente mencionado es importante mantenerlo latente pues ayudará en la comprensión de temas tratados más adelante.

CAPITULO II

DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1. CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

El puré de banano industrializado deberá ser un elaborado que tenga las mismas características organolépticas que las del puré de banano fresco recién hecho, esto era un grave problema porque en la practica no se lo había podido conseguir por una simple razón, el puré de banano fresco se lo hace para comer inmediatamente, y si sus cualidades organolépticas cambian con el pasar de los minutos éste se desecha, en cambio el puré de banano industrializado deberá mantener sus cualidades por muchos meses y talvez años.

El buen sabor y gusto del banano y del puré de banano fresco, está relacionado estrechamente con la cantidad y el tipo de constituyentes químicos. (Soto, 1985).

El ablandamiento del fruto se debe a la descomposición de protopectina insoluble en pectina soluble o síntesis de lignina o hidrólisis de almidón, (Fantastico, 1979).

El sabor es una percepción sutil y compleja que se combina con el grupo dado por lo dulce (ácido, astringente picante), el olor (sustancias volátiles), y la consistencia suave o licuable (Soto, 1985).

El cambio de color en los bananos durante la maduración se debe a la desaparición de la clorofila (Fantastico, 1979).

El banano es una fruta climatérica (Biale y Young, 1962), es decir que se cosecha y se transporta verde, para luego ser madurado en los mercados o industrias en el momento oportuno.

Charles y Tung (1973) determinaron que a mayor temperatura de maduración la concentración de almidón era menor en el banano que cuando la temperatura de maduración era menor, es decir que madurando a 16°C había hasta 2.5% de almidón y si madurabamos a 25% hay solamente hasta 1% de almidón. Lo que hace importante este detalle para la viscosidad y consistencia del puré, acompañado de su aspecto cremoso.

Ahora, basandonos en estos últimos conceptos cómo mantenemos por mucho tiempo las características organolépticas?

Lógicamente, desactivando las enzimas que oxidan el puré, lo que hace que cambie de color, éste se lo consigue con un tratamiento térmico, es decir calentándolo a la temperatura mínima de 99 °C durante 15 segundos.

La tabla #1 compara algunas características del puré de banano fresco que requería que tenga el puré industrializado:

	PURE DE BANANO FRESCO (100 gr)	PURE INDUST. (100 gr)
AGUA	75.7 %	75.7 %
ENERGIA	89 cal	84.88 cal
PROTEINAS	1.15 gr	1.11 gr
GRASAS	0.23 gr	0.22 gr
CARBOHIDRATOS	23.23 gr	22.22 gr
FIBRAS	0.6 %	0.6 %
CENIZAS	0.82 %	0.82 %
CALCIO	8.46 mg	8.00 mg
FOSFORO	26.92 mg	25.77 mg
HIERRO	0.76 mg	0.71 mg
SODIO	0.76 mg	0.88 mg
POTASIO	386.92 mg	370.22 mg
VIT. A	200.00 I.U.	191.11 I.U.
THIAMINA	0.053 mg	0.048 mg
RIBOFLAVIN	0.0615 mg	0.062 mg
NIACINA	0.76 mg	0.71 mg
AC. ASCORBICO	10.76 mg	10.22 mg
SABOR	Dulce	Dulcísimo, quemado ligero
VOLATILES	100 %	39 %
COLOR	Amarillo cremoso	Amarillo castaño ligero

TABLA #1.- CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE PURE DE BANANO



2.2. NECESIDAD DE CAMBIO DE CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL

El mercado internacional se hace cada vez más exigente, como sabemos el uso del puré industrializado del banano es variado, se lo utiliza para ser reenvasado para uso infantil y también se lo utiliza para ser deshidratado para uso infantil también. Otros usos menos frecuentes son: pastelería, heladería, etc.

Los clientes pretenden que el producto que compran tenga mejores propiedades y características que el actual que ellos están recibiendo. Algunas de las quejas que ellos tenían era que el producto tenía poco sabor y olor a banano; y como sabemos esto era cierto. Por otro lado el color era un poco oscuro y pálido.

Algunos clientes se quejaban en cambio que al darle un posterior tratamiento térmico luego de mezclado con otros productos de fruta, el producto final simplemente sabía a todo menos a banano, a pesar de que el porcentaje de este era alto en las mezclas.

Otras plantas en el resto del mundo estaban tomando ventajas ya que sus productos a base de banano y principalmente el puré de éste, era de "excelente calidad".

Las ventajas de que se trataba era en el mercado internacional nuestro producto por otro lado era de excelente asepsia, es decir no contenía ninguna

contaminación bacteriológica que significará alguna desventaja, es más había felicitaciones sobre el particular pero que no rendían ventas.

2.3. ANALISIS DE LA SITUACION

La situación era bien clara se debía mejorar las cualidades del producto para asegurar el mercado y ésta era la única alternativa que existía.

Se investigó la problemática para determinar que debía hacerse lograndose encontrar algunos puntos que parecían ser la clave de lo que había afectado que el producto no tenga la aceptación del caso.

Qué había sucedido?, pues la pasteurización era muy severa dándole un tratamiento térmico fuerte al puré, ocasionando cambios en la coloración del mismo; como a continuación se hacía un desereado con vacío, entonces se perdía el aroma porque el puré venía muy caliente.

La temperatura de pasteurización era de 121.1°C y el tiempo era de 3 minutos. Por qué había sido necesario mantener la temperatura tanto tiempo?. La razón era consecuencia de el alto nivel bacteriano que contenía la materia prima y que a pesar del lavado y del pelado a mano no era posible acabar o bajar su nivel a lo más mínimo. Es decir que obligado era mantener la pasteurización tan severa para poder asegurar la asepsia total.

En un parentesis de la investigación se pensó introducir algún bactericida al puré con el fin de no hacer tan severa la pasteurización pero estos eran fácilmente detectables en los análisis posteriores que se hicieron en el laboratorio de la fábrica y si estos eran detectables aquí, en el exterior lo serían con más razón ya que los clientes nuestros disponen de métodos y equipos más adelantados y sofisticados.

Había dos caminos, el primero era de incursionar en un tratamiento posterior para introducir aditivos, y el segundo era buscar una combinación de temperatura-tiempo de sostenimiento que asegurara la pasteurización sin que el producto reciba un severo tratamiento térmico.

CAPITULO III

ALTERNATIVA DEL PROBLEMA

3.1. INYECCION DE ADITIVOS

Para mejorar notablemente el sabor del puré industrializado, que es nuestro problema que tratamos de resolver, se inyecta varios aditivos como primera alternativa, los cuales podemos clasificar de la siguiente manera:

- a. Aditivos naturales
- b. Aditivos artificiales

Los aditivos naturales que se inyectaron en el puré de banano son productos que se obtienen del mismo banano; es decir otras plantas industrializadoras del banano obtienen el aroma como un subproducto del producto principal cualquiera que sea éste: puré, deshidratado, etc., y lo expenden en el mercado internacional.

Los aditivos con aroma de banano natural tiene dos presentaciones:

1. Forma líquida, y
2. Forma seca en polvo

Cualquiera de estas dos formas es útil para nuestro ensayo, pues a ambas hay que disolverlas para la mezcla con el puré.

Estos aditivos tienen sus ventajas y sus desventajas.

Las ventajas consisten en que, tratandose de un

producto natural era aceptable fácilmente su aprobación y la desventaja principal era primero el elevado costo, lo que lo hacía oneroso y la escasez de éste en el mercado internacional, solamente se podía disponer de éste si se hacía una solicitud con anticipación de seis meses.

Los aditivos no naturales o artificiales al igual que los naturales tiene dos presentaciones:

1. Forma líquida, y
2. Forma seca en polvo

Al igual que los aditivos naturales las presentaciones son válidas, pues en ambos casos hay que disolverlos para su utilización posterior.

Los aditivos artificiales también tienen sus ventajas y sus desventajas; las ventajas son que fácilmente se encuentra en el mercado internacional y otra es que su costo es bajo igualmente en el mercado internacional. Entre sus desventajas podemos destacar que su aprobación es muy difícil dependiendo del mercado.

Para introducir cualquiera de los dos aditivos, es decir, los naturales y los artificiales se dispone de varios métodos, pero el que a continuación se describe presentó la fórmula más aceptable para lograrlo. Se introduce el puré con el aditivo en un recipiente cerrado y con un agitador adentro, el recipiente tiene una camisa refrigeradora que baja

la temperatura del producto a siete grados centígrados y además el puré debe estar adentro a una presión de 50 psi, estas condiciones hacen perfecta la mezcla del puré con el aditivo.

El sabor y aroma del puré industrializado mejoró notablemente en ambos casos cuando se hicieron pruebas inyectándolos en el puré; el éxito relativo no impidió que se vea otro método que podría resultar idóneo para mejorar las cualidades organolépticas del puré de banano industrializado pero indiscutiblemente aquí hay una solución y es la de inyectar los aditivos, pero se tiene que considerar que cualquier sustancia que se introduzca en el puré hace que éste ya no se pueda procesar independientemente, es decir, que para hacer el puré de banano se requiere ya no solamente de la fruta fresca sino de algo adicional que sea natural o artificial habría que adquirirlo de otras fuentes, haciendo que la industria tenga un problema adicional, cual es, el de mantener los inventarios de estos aditivos que son difíciles de conseguir por un lado y por los engorrosos problemas de importación y financiación por otro lado corto período de efectividad.

Adicionalmente otro problema se presenta y que es su corto período de efectividad porque estos productos caducan rápidamente.

Para introducir aditivos en un producto tal como el nuestro, se requiere que haya la norma, tanto de producción como de calidad, estas normas tienen que ser aprobadas o estar de acuerdo con las regulaciones de las oficinas encargadas de estos asuntos de cada país en donde se encuentran los clientes; además tienen que ser aprobadas por los departamentos de control de calidad y de ingredientes de los clientes nuestros.

Concluyendo podemos indicar que si bien no es imposible aceptar esta solución era muy vulnerable por la infinidad de engorrosos trámites.

3.2. OPTIMIZACION DE LA PASTEURIZACION

Otra solución al problema de mejorar la calidad de sabor, aroma y color del puré de banano industrializado, se trató de hallar en la pasteurización. Para ello se investigó variando la temperatura y el tiempo de ésta.

Pero, Por qué se incursiona en la pasteurización?. Porque, hay el conocimiento de que si un producto alimenticio recibe tratamiento térmico, el sabor cambia, y esto se cumple para cualquier alimento, sean estos carnes, vegetales, frutas, etc., y si el tratamiento térmico varia con la temperatura y con el tiempo tambien existe variación en el sabor y en el olor del alimento que se está investigando.

Una cosa es concluyente, que mientras un alimento recibe menor tratamiento térmico, mejor será su sabor y los volátiles que dan el aroma desaparecen en menor cantidad.

La tabla #2, muestra las variaciones del contenido de bacterias, hongos y levaduras que se detectó en el puré después de las diferentes pruebas realizadas con las combinaciones de temperatura y tiempo. Como nota adicional, se indica que contaminaciones con otros microorganismos no se detectó para ninguna de las experiencias.

De la tabla #2, descrita nos enseña que ninguna variación podía ser segura salvo las siguientes:

1C	137.7°C	45 segundos
1C	137.7°C	60 segundos
2C	132.2°C	45 segundos
2D	132.2°C	60 segundos
3C	126.6°C	45 segundos
3D	126.6°C	60 segundos
4D	121.1°C	60 segundos
5D	115.5°C	60 segundos

Lo que indica que era imposible bajar la severidad en la pasteurización a menos que se baje la carga bacteriana en el puré antes de pasteurizar y por consiguiente de la materia prima, como ya hemos indicado antes, la fruta fresca era muy sucia y sus niveles bacteriológicos eran terriblemente elevados.

NUMERO DE MUESTRAS	TEMPERATURA DE PASTEUR. oC	TIEMPO DE SOSTENIMIENTO (Seg)	BACTERIAS u/gr	HONGOS Y LEVADURAS u/gr
1-A	137.7	15	1110	10
1-B	137.7	30	500	10
1-C	137.7	45	0	0
1-D	137.7	60	0	0
2-A	132.2	15	1170	15
2-B	132.2	30	700	15
2-C	132.2	45	0	0
2-D	132.2	60	0	0
3-A	126.6	15	1250	20
3-B	126.6	30	900	20
3-C	126.6	45	0	0
3-D	126.6	60	0	0
4-A	121.1	15	1300	40
4-B	121.1	30	1200	20
4-C	121.1	45	0	5
4-D	121.1	60	0	0
5-A	115.5	15	3000	40
5-B	115.5	30	2000	30
5-C	115.5	45	1000	0
5-D	115.5	60	0	0
6-A	110.0	15	5000	30
6-B	110.0	30	3000	35
6-C	110.0	45	2000	20
6-D	110.0	60	1000	10
7-A	104.4	15	9000	110
7-B	104.4	30	7000	90
7-C	104.4	45	5000	50
7-D	104.4	60	3000	45
8-A	98.8	15	12000	140
8-B	98.8	30	11500	120
8-C	98.8	45	10000	105
8-D	98.8	60	18000	90

TABLA #2.- COMBINACIONES QUE SE REALIZARON CON TEMPERATURA Y TIEMPO

NOTA: La curva de 15 seg. presentaba las mejores propiedades organolépticas.

La curva de 60 seg. presentaba las peores propiedades organolépticas.

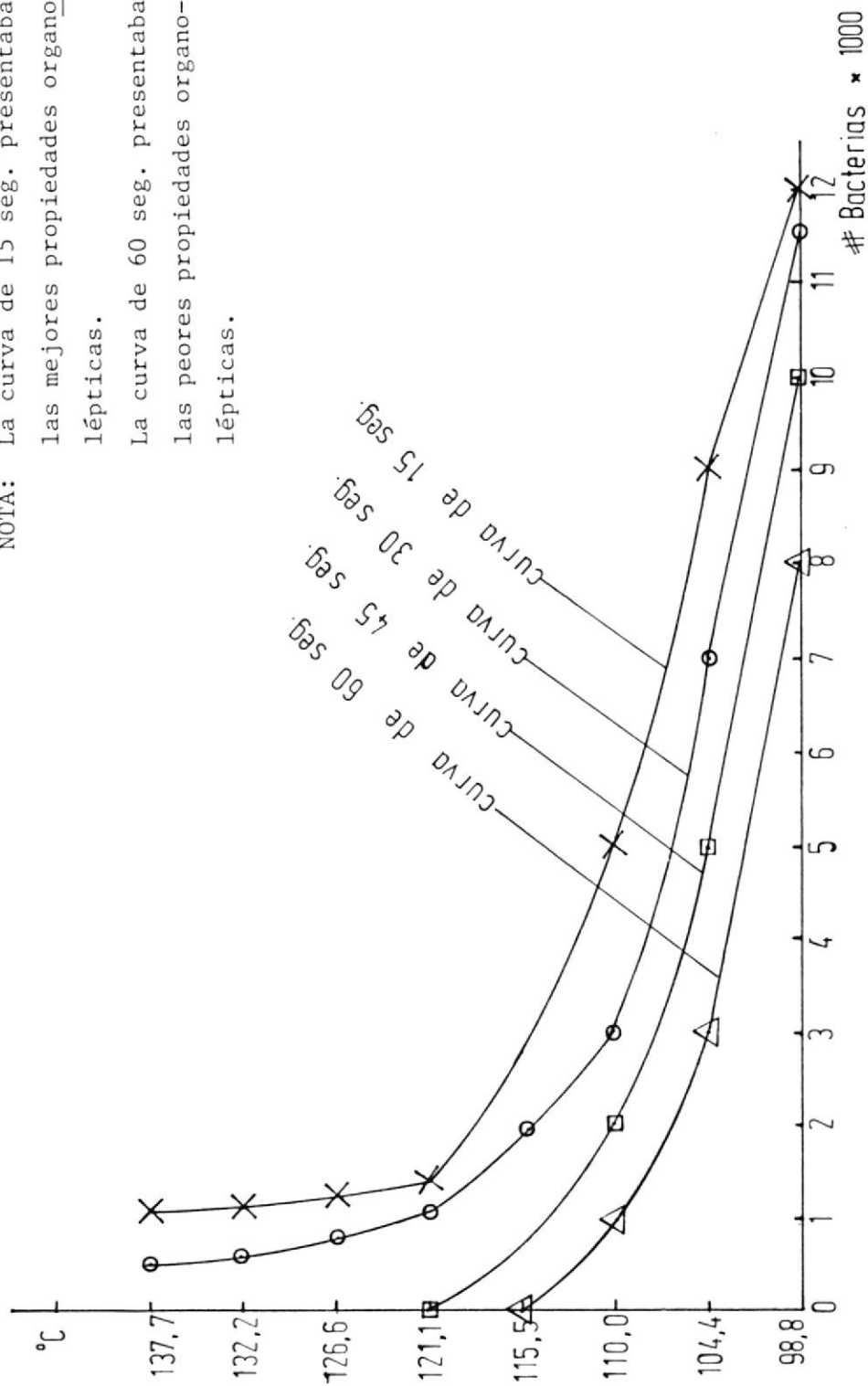


GRAFICO DE LA TABLA # 2.

Debe recalcar lo siguiente, depende del nivel de la carga bacteriana para así también diseñar las temperaturas y tiempo de pasteurización; el concepto es que para una temperatura establecida, digamos 104.4 grados centígrados y tenemos varios niveles de carga bacteriana, debemos tener un tiempo específico de sostenimiento a la temperatura indicada para cada nivel de carga bacteriana.

Lo que a continuación se menciona se puede decir que fue el punto de partida o la pauta para llegar a la solución del problema.

En el año 86 tuvimos la oportunidad de ir a Cuba para un viaje de negocios e investigación sobre la utilización de los desechos de banano (tallos, hojas, chanta, cáscara, etc.) deshidratados industrialmente como alimento del ganado, este viaje fue un encargo del Presidente de la República de ese entonces y que también es Ingeniero Mecánico, a través del Prefecto Provincial de El Oro, quién solicitó que se lo acompañase y asesore; entre otras cosas tuvimos la suerte de conocer que la leche pasteurizada que se expende en la Isla cumple las normas de calidad Internacionales de higiene y microbiología; la temperatura y tiempo de pasteurización que ellos usan son los mismos que se utilizan en el Ecuador, pero la leche líquida pasteurizada que se expende aquí solo tiene el

nombre de pasteurizada, pues sus niveles microbiológicos son terriblemente elevados lo que la hace no apta para el consumo humano.

Nuestra pregunta enseguida fue, por qué allá en Cuba resulta y por qué aquí en el Ecuador no?.

Y obtuvimos una conclusión de lo que vimos:

Si bien es cierto que las normas del proceso de pasteurización se cumplen en ambos países, en Cuba además se cumple la norma de ordeño y recolección de la leche y en el Ecuador no se lo hace, salvo honrosísimas excepciones. Es decir, en Cuba se coge la vaca, se le asean las tetas, se le inspecciona el primer chorro y se lo desecha, luego se coloca el succionador, el cual envía la leche ordeñada por tuberías de vidrio a un tanque refrigerado central en el que la leche empieza a refrigerarse enseguida para luego ser recogida por un tanquero-termo, completamente helada, para después ser transportada por medio de mangueras sanitarias a la pasteurizadora para su procesamiento; todo el equipo de ordeño se limpia por medio del mundialmente conocido método C.I.P. (siglas en inglés) y que quiere decir limpieza en el sitio.

Aquí en el Ecuador sabemos como se realiza el ordeño y recolección de la leche y no necesitamos describirla para darnos cuenta de las terribles condiciones de higiene o ausencia total de ella para

comprender que el nivel bacteriano de esta leche que es excesiva no podía bajarsela por medio de las normas comunes.

Esta experiencia nos dió la pauta para poder incursionar en experiencias de pasteurización del puré de banano, pero ahora proviniedo este de banano completamente limpio, es decir, con un nivel de carga bacteriana en la materia prima muy bajo o nulo.

Los resultados fueron asombrosos, pues se logró eliminar las bacterias completamente en el puré crudo, mediante una pasteurización bastante ligera; se hicieron las mismas pruebas que las mencionadas en la tabla #2, pero todas ellas con el tiempo único de 15 segundos y todas ellas tuvieron resultados negativos para bacterias, hongos y levaduras, otras bacterias simplemente no se detectaron (ver tabla #3), para seguridad se tomó el rango de 98.8°C a 104.4°C, durante el tiempo de sostenimiento de 15 segundos.

3.3. OPTIMIZACION EN EL LAVADO DE LA MATERIA PRIMA

Ver Diagrama de bloques de la figura # 8.

De los razonamientos anteriormente estudiados en las secciones 3.1. y 3.2, podemos indicar lo siguiente:

1. No debemos atender la solución de inyectar aditivos por las desventajas esto presentó, es

PRUEBA	TEMPERATURA oC	BACTERIAS u/gr	SABOR	AROMA	COLOR
11	98.8	0	BUENO	M. BUENO	AMAR. CLARO
12	98.8	0	BUENO	M. BUENO	AMAR. CLARO
13	98.8	0	BUENO	M. BUENO	AMAR. CLARO
14	104.4	0	BUENO	BUENO	AMAR. CLARO
15	104.4	0	BUENO	BUENO	AMAR. CLARO
16	104.4	0	BUENO	BUENO	AMAR. CLARO
17	110.0	0	REGULAR	REGULAR	AMAR. CLARO
18	110.0	0	REGULAR	REGULAR	AMAR. CLARO
19	110.0	0	REGULAR	REGULAR	AMAR. CLARO
20	115.5	0	REGULAR	REGULAR	AMAR. OSC.
21	121.1	0	MALO	MALO	AMAR. OSC.
22	126.6	0	MALO	MALO	AMAR. OSC.
23	132.2	0	MALO	MALO	AMAR. OSC.
24	137.7	0	MALO	MALO	AMAR. OSC.

TABLA #3.- VARIACIONES DEL CONTENIDO DE BACTERIAS, HONGOS Y LEVADURAS

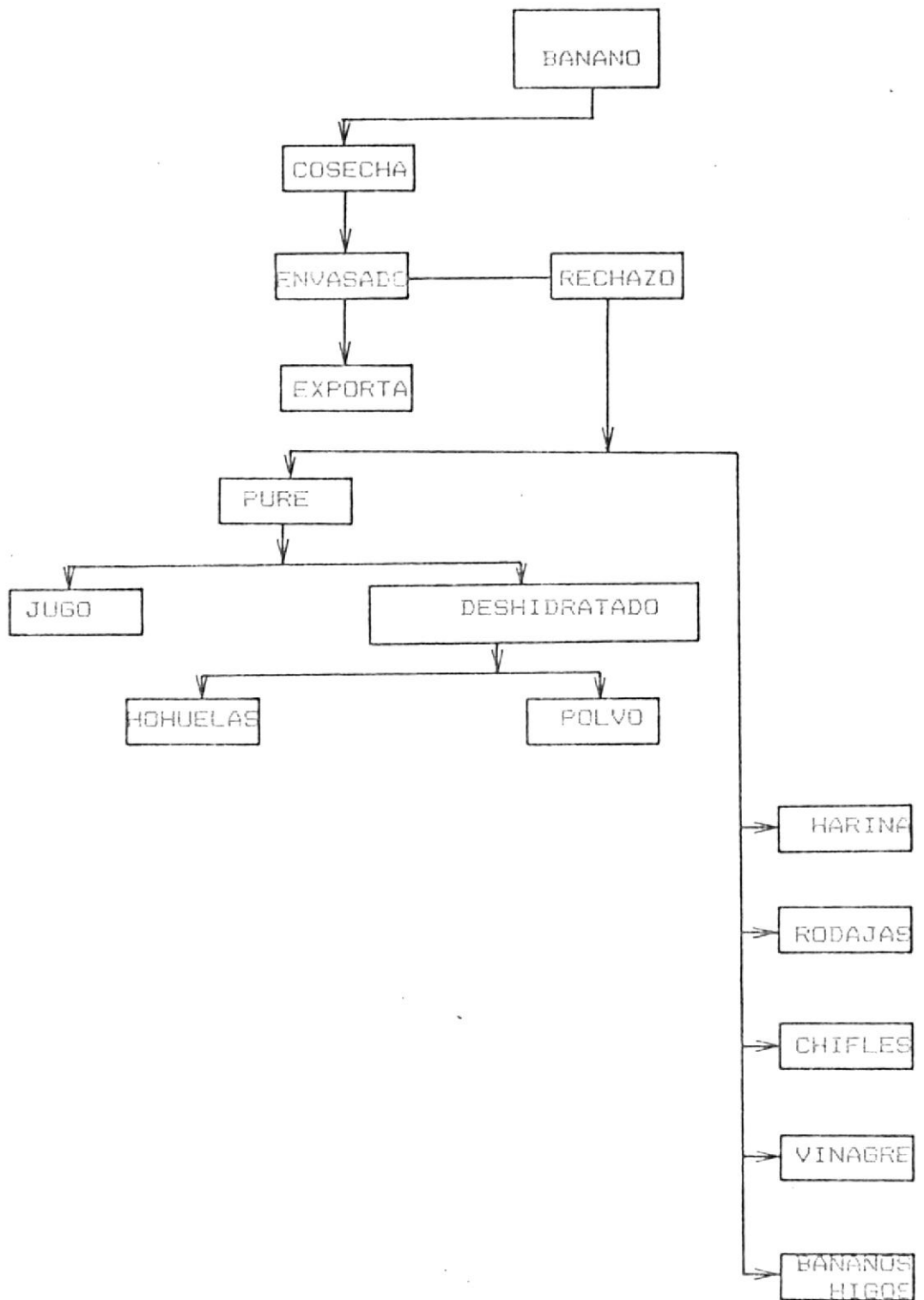


FIGURA # 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA INDUSTRIALIZACION DEL BANANO EN GENERAL.

decir, los naturales por su difícil adquisición y los artificiales porque requerían lo que nunca se logró de los clientes.

2. Sobre la optimización en la pasteurización indicaremos que, efectivamente bajando la temperatura o bajando el tiempo de ésta se pudo conseguir mejor sabor y aroma en el puré de banano, pero su contaminación bacteriológica permanecía.

3. Para poder bajar la temperatura o el tiempo de pasteurización se requería que la materia prima o sea el banano fresco esté libre de bacterias y hongos o bastante cerca de esto, para ello se trató varias formas para limpiar y lavar la fruta por medio de diferentes métodos entre los que podemos indicar los siguientes:

- Lavado en tanques
- Lavado con chorros de agua, y
- Combinación de ambos

Todos estos métodos no lograban su propósito por lo que se trató incluso con el uso de detergentes y bactericidas y aún así tampoco se lograba el éxito.

4. Se hizo experiencias lavando a mano y con cepillo la materia prima y con el uso además de detergente. Los resultados fueron excelentes, al fin se logró lavar bien el banano, sin tener que usar químicos y bactericidas. Pero ahora existía el problema de como lavar 38156 bananas por hora, que significaban 4.6

ton/hr. Para hacerlo se requería de 30 a 45 personas trabajando permanentemente, lo que hacía impracticable ésta solución por la escasez de mano de obra en la zona.

Ante esta dificultad se trabajó en un proyecto para diseñar y construir la maquinaria que pueda hacer esta tarea sin tener que aumentar notablemente el personal.

Un concepto claro es el producto de todas las pruebas realizadas para mejorar las cualidades organolépticas del puré de banano industrializado y era que la planta de proceso tenía una diferencia: "estaba incompleta".



CAPITULO IV

SOLUCION DEL PROBLEMA

4.1. SISTEMA DE LAVADO DE LA MATERIA PRIMA

Ver Diagrama de bloques de la figura # 9.

El problema que existía, cual era el de mejorar el sabor olor y color del puré de banano industrializado, se solucionaba si se podía disponer de una materia prima limpia y libre de bacterias o con un bajo nivel bacteriano (carga bacteriana) para entonces, en la parte correspondiente a la pasteurización del puré, poder operar con temperatura no muy elevada y con baja cantidad de tiempo, ya que se ha dicho que dependiendo de la severidad del proceso de pasteurización, dependen las variaciones de las propiedades organolépticas del puré. Pruebas concluyentes fueron que bajando al máximo la temperatura y el tiempo del proceso de pasteurización se lograba que el sabor no cambie mayormente y así también los volátiles no desaparezcan apreciablemente ya que estos son los que dan el aroma al puré; por otro lado si se opera con bajas temperaturas el color del puré también poco cambia considerablemente, hay que recordar que si se incursiona en temperaturas más bajas que 98.8 °C y 15 segundos en el tiempo de sostenimiento se corre el peligro de caer en un cambio fuerte en el color del puré, debido a la falta de temperatura

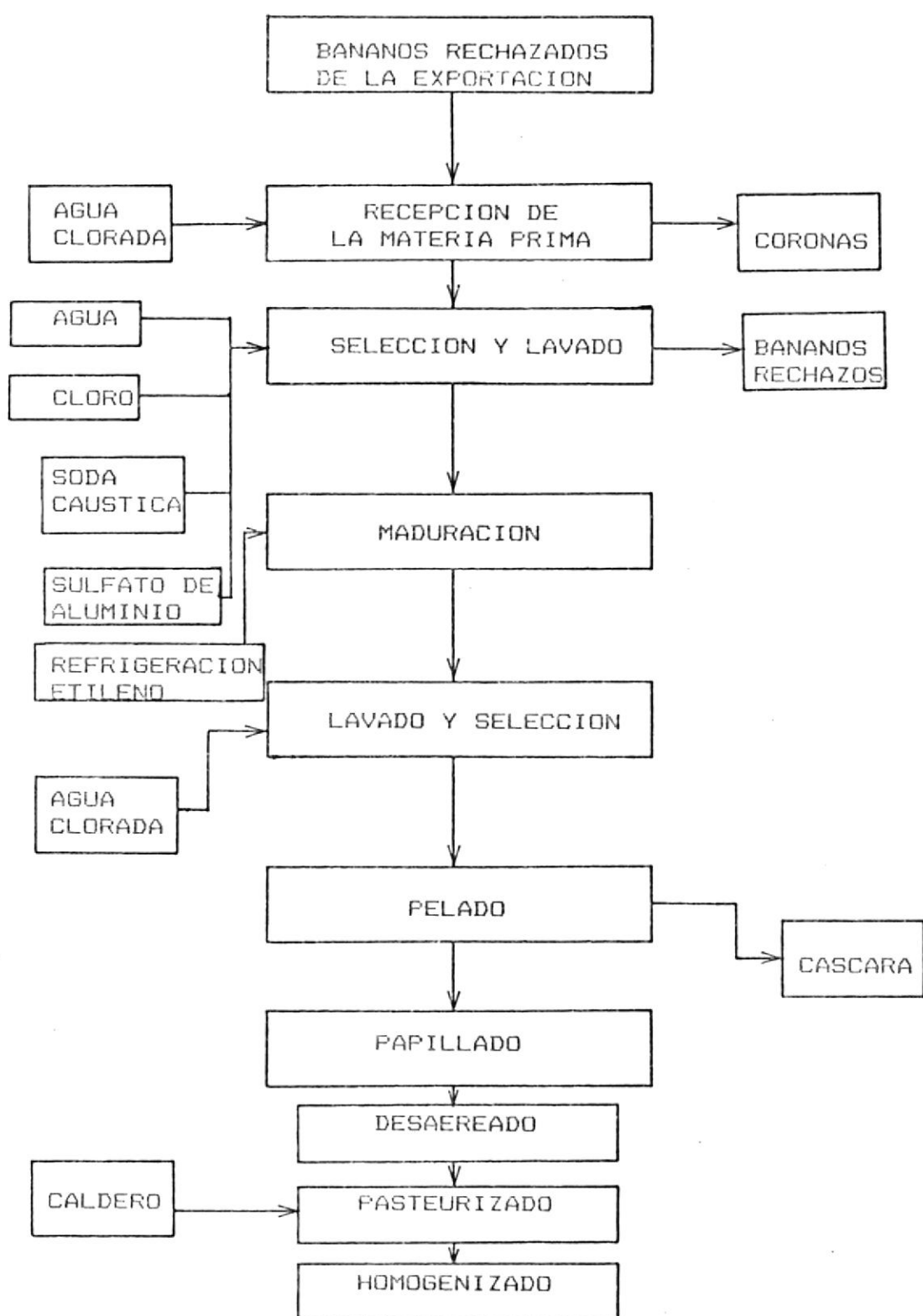


FIGURA #9.- DIAGRAMA DE BLOQUE #5, PROCESO DE FABRICACION DEL PURE DE BANANO. (MEJORADO).

para estabilizar las enzimas que provocan oxidación del puré, ya que se conoce que la temperatura mínima es esa: 98.8°C. Cuando las enzimas no son inactivadas el puré toma un color rojo chocolate que da una apariencia de quemado.

Para lavar el banano se tiene que considerar que el banano tiene dos ventajas grandes, que hacen difícil su manejo en maquinarias. Una es su forma larga, curva y de diferentes medidas a todo su largo; otra es que el banano cuando es cortado en manos y en dedos emana una sustancia llamada latex que es pegajosa y blanca.

El manejo de la fruta no se puede hacer a mano sino en maquinaria debido a la gran cantidad de dedos, que se requieren lavar cada hora de proceso; por ejemplo para producir 3 toneladas de puré por hora se requieren 38000 dedos de banano lo que posiblemente necesita más de 40 personas solamente para el manipuleo de la fruta lo que haría muy oneroso el proceso.

La procedencia de la fruta es de lo más variada y en la mayoría de los casos para no decir todos, la fruta viene en muy malas condiciones de aseo e higiene.

Para el lavado y selección de la fruta entonces se requiere que al finalizar este proceso la fruta reúna los siguientes requerimientos:

- a. Los bananos no presenten manchas de latex
- b. Que no tengan polvo, tierra o arena en su cáscara
- c. Que no tengan presencia de insecticidas, nematicidas, fertilizantes o cualquier otro químico en su cáscara.
- d. Que los bananos no presenten su pulpa expuesta al aire (evitar pudrición)
- e. Que toda la fruta sea verde
- f. Que no tengan la corona adherida
- g. Que sea desinfectada

Solamente así, entonces se encuentra apta para que pueda ingresar en las cámaras de maduración, pues con el alto contenido de humedad existente en estos cuartos sería un caldo de cultivo para la producción de microorganismos.

Para el diseño o selección de los equipos que se requerían se estructuró un flujo de la maquinaria (figura # 10). Se tomó en cuenta los siguientes factores:

1. Cantidad de fruta por hora a limpiar
2. Los diferentes tratamientos que se debían dar con el fin de limpiar las impurezas, y evitar que el latex manche el banano.
3. Como fregar fuertemente a la fruta
4. Cantidades de agua y sus cualidades
5. Velocidad de los transportadores
6. Personal que debía realizar las tablas de

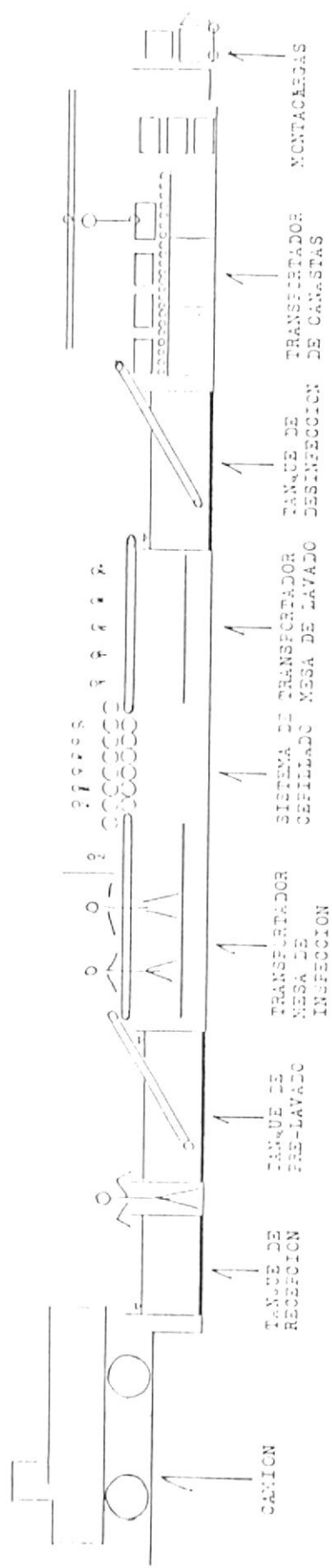


FIGURA # 10

manipuleo

7. Sincronización de las maquinarias

8. Materiales de que debían estar fabricados

4.1.1. FLUJO DE LA MAQUINARIA

El sistema comprende varias fases compuesto de varios equipos y maquinarias que están bien ilustrados en el diagrama de bloques de la figura #11.

Primera fase .- Que comprende la recepción de las manos de banano que son descargados desde los camiones y depositados en un tanque receptor donde la fruta que cae no se estropeará en el agua.

Aquí debe iniciarse primero usando agua potable para evitar proliferación de microorganismos en el tanque, pues cuando se arranca cada semana las labores, éstas no paran hasta el fin de semana. El caudal de agua de reposición es de 200 lit/min.

Segunda fase.- Un grupo de obreros recoge las manos de banano del primer tanque y le cortará la corona y los dedos caeran en un segundo tanque con gran renovación de agua donde el latex de la fruta se diluirá para finalmente estos dedos sean elevados mediante una primera banda transportadora.

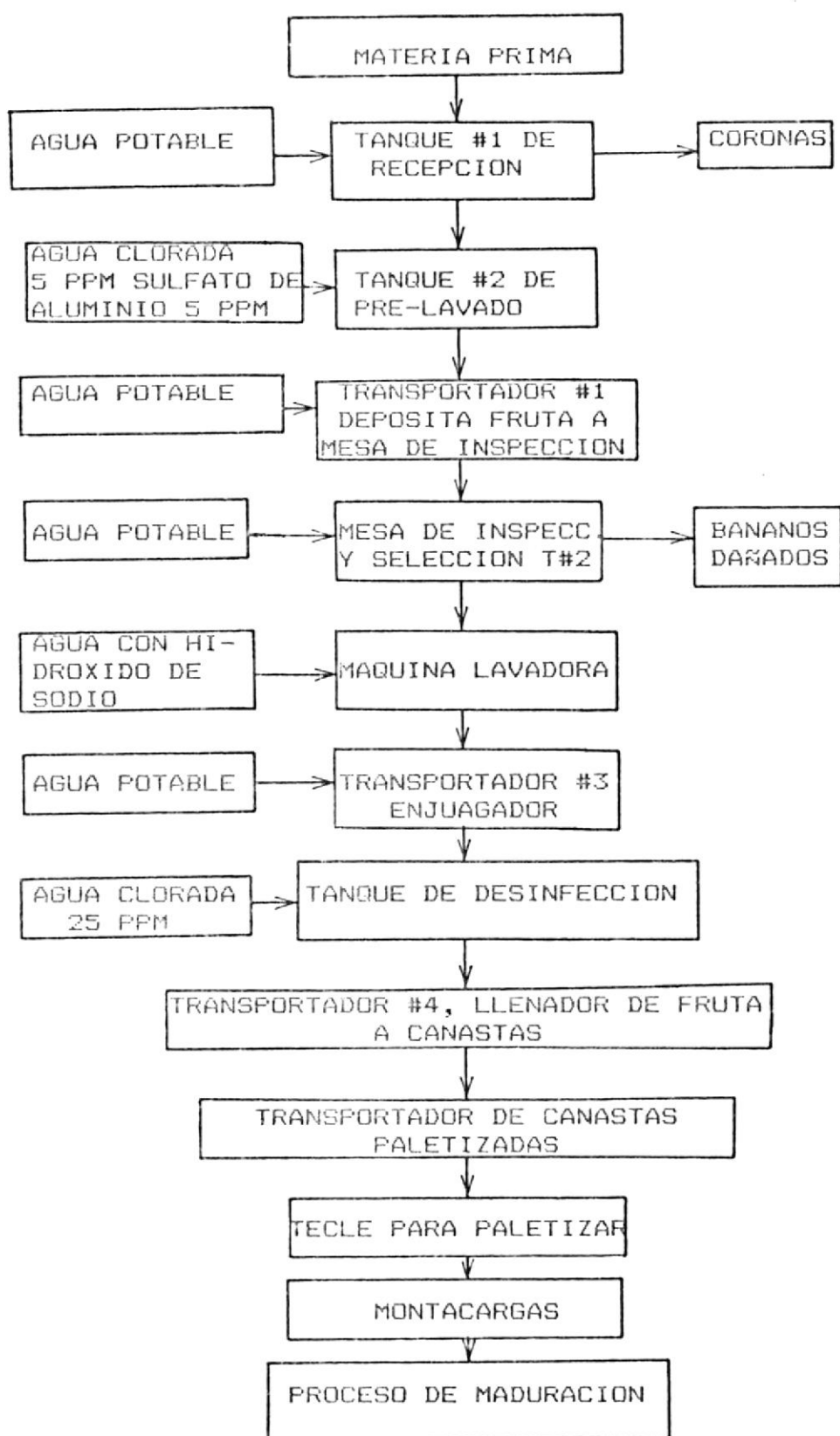


FIGURA #11.- DIAGRAMA DE BLOQUES #6, PROCESO DEL LAVADO DE LA MATERIA PRIMA.

El agua a utilizarse en este tanque debe contener 5 ppm de cloro residual y sulfato de aluminio 5 ppm, la combinación de estas dos sustancias hacen que el latex no se pegue al banano y la suciedad se coagule para su fácil separación. El caudal de reposición es de 400 lt/min.

Tercera fase.- Cuando la primera banda transportadora extrae los bananos del segundo tanque, está los depositará en una segunda banda transportadora, donde otros obreros se encargan de seleccionar los bananos malos y los desechan; al final de esta segunda banda transportadora, un grupo de duchas enjuagan la fruta mediante fuertes chorros de agua.

Cuarta fase.- Después que los bananos fueron seleccionados y enjuagados, un sistema complejo de cepillos rotativos frota fuertemente a cada banano individualmente, para de esta forma quedar completamente seguros de que se ha realizado un lavado perfecto. Al mismo tiempo que la fruta es pasada por la batería de cepillos rotativos, desde la parte superior seis duchas rocían agua con detergente dosificadamente encima de los cepillos rotativos superiores.

Finalmente los bananos que ya han recibido

una fuerte cepillada para extraerle la suciedad pasan a una tercera banda transportadora.

Para limpiar la fruta se usó como detergente la sosa caústica que actúa como tenso-activo para desprender la suciedad.

Quinta fase.- En la tercera banda transportadora los bananos que fueron lavados con cepillo y detergente son enjuagados por medio de un sistema de cinco baterías de duchas de agua donde la fruta es enjuagada perfectamente quedando completamente limpia y lista para que caiga al final del transportador a un tercer tanque de agua para recibir un baño de agua clorada y así queda desinfectada la materia prima.

El agua utilizada es potable y se necesita 200 lit/min, para efectuar un excelente enjuague, esto es en las duchas y en el tanque de desinfección tenemos el uso de agua con 25 ppm de cloro activo.

Sexta fase.- Desde este tercer tanque la fruta es extraída mediante una cuarta banda transportadora, la misma que la depositará en canastas cuadradas de madera para ser paletizada y transportadas por un montacarga hasta la zona de maduración.

4.1.2. MAQUINARIA UTILIZADA

Considerando los puntos anteriores se diseñó la maquinaria, la misma que se fabricó completamente en las instalaciones de la fábrica, con artesanos nacionales pero calificados. Los planos fueron realizados en nuestro departamento técnico y la construcción fue supervigilada en cada fase; los materiales en su totalidad fueron suministrados por la compañía, incluyendo tanto los de compra local como los de importación.

En el diseño de la cepilladora se intentaron varias experiencias que en su orden se describe así:

1. La cepilladora-fregadora tenía una sola fila de cepillos cilíndricos rotativos colocados en la parte inferior y la velocidad de rotación era igual para todos, durante esta experiencia no se logró éxito porque los bananos no giraban y simplemente se transportaban con dificultad y sin limpiarse, puesto que por su forma no giraban.

2. se colocó otra fila de cepillos rotativos en la parte superior con igual velocidad de rotación que los de abajo, lograndose que los bananos sean transportados entre las dos filas unicamente sin limpiar; entonces se procedió con el siguiente sistema.

3. Se procedió a darle diferentes velocidades de rotación a cada grupo de cepillos (grupo es uno arriba y otro abajo), al primer grupo se le imprimió la velocidad de 86 RPM, al segundo 96 RPM, al tercero 106 RPM, al cuarto 120 RPM, al quinto 134 RPM y al sexto 160 RPM, lograndose que los bananos se transporten y reciban un cepillado-frotado muy vigoroso, limpiándolos completamente.

TANQUE DE RECEPCION

TANQUE #1

DIMENSIONES

Ancho	7 mts
Largo	4 mts
Altura	1 mt
Material	Acero inoxidable 304
Nivel de agua	0.90 mts
Volumen de agua	25.2 m ³
Renovación de agua	cada 2.1 hrs
Caudal agua reposic.	200 lt/min

TANQUE DE LAVADO

TANQUE #2

DIMENSIONES

Ancho	7 mts
Largo	8 mts
Altura	1 mt
Material	Acero inoxidable 304
Nivel de agua	0.80 mts
Volumen de agua	44.8 m ³
Renovación de agua	cada 1.86 hrs
Caudal agua reposic.	400 lt/min



BIBLIOTECA

BANDA TRANSPORTADORA

TRANSPORTADOR #1

Inclinación	30°
Largo	3.60 mts
Ancho	0.60 mts
Capacidad	800 bananos/min
Capacidad	6000 kls/hr
Velocidad de banda	8 mts/min
Motoreductor	2 HP
Eje de salida	40 RPM variable
Ejes del transportador	Acero inox.
Piñones y cadenas	Acero
Estructura y soportes	Hierro dulce

BANDA TRANSPORTADORA

TRANSPORTADOR #2

Posición	horizontal
Largo	3.60 mts
Ancho	0.80 mts
Capacidad	800 bananos/min
Capacidad	6000 kls/hr
Velocidad de banda	8 mts/min
Motoreductor	1 HP
Eje de salida	40 RPM
Ejes del transportador	Acero inox. 304
Piñones y cadenas	Acero
Estructura y soportes	Hierro dulce

CONJUNTO DE CEPILLOS ROTATIVOS DE LAVADO

Posición	Horizontal
Ancho	1.00 mt
Largo	1.20 mts
RPM DE LOS CEPILLOS	
Del primero superior	86 (piñon 22D)
Del segundo superior	86 (piñon 22D)
Del tercero superior	96 (piñon 20D)
Del cuarto superior	106 (piñon 18D)
Del quinto superior	120 (piñon 16D)
Del sexto superior	134 (piñon 14D)
Del séptimo superior	160 (piñon 12D)
Del octavo superior	160 (piñon 12D)
Del primero inferior	86 (piñon 22D)
Del segundo inferior	96 (piñon 20D)
Del tercero inferior	106 (piñon 18D)
Del cuarto inferior	120 (piñon 16D)
Del quinto inferior	134 (piñon 14D)
Del sexto inferior	160 (piñon 12D)
Capacidad	800 bananos/min
Capacidad	6000 kls/hr
Motoreductor	2 HP
Eje de salida	40 RPM
CEPILLOS	
Largo	1 mt
Diametro	15 mts
Material	Nylon
Piñones y cadenas	Acero inoxidable
Estructura y soportes	Acero inoxidable



BIBLIOTECA

BANDA TRANSPORTADORA DE ENJUAGE

TRANSPORTADOR #3

Largo	2.40 mts
Ancho	1.20 mts
Capacidad	800 bananos/min
Capacidad	6000 kls/hr
Velocidad de banda	15 mts/min
Motoreductor	1 HP
Eje de salida	40 RPM
Ejes del transportador	Acero inox. 304
Piñones y cadenas	Acero
Estructura y soportes	Hierro dulce

TANQUE DE DESINFECCION

TANQUE #3

Altura	1.00 mt
Largo	5.00 mts
Ancho	1.60 mts
Material	acero inoxidable
Volumen de agua	6.40 m ³
Nivel de agua	0.80 mts
Renovacion de agua	Cada 2.13 hrs
Caudal agua reposicion	50 lts/min
Concentración cloro	20 ppm

TRANSPORTADOR DE LLENADO DE CANASTAS

TRANSPORTADOR #4

Inclinación	30°
Largo	3.60 mts
Ancho	0.60 mts
Capacidad	800 bananos/min
Capacidad	6000 kls/hr
Velocidad de banda	8 mts/min
Motoreductor	2 HP
Eje de salida	40 RPM (variable)
Ejes del transportador	Acero inox. 304
Piñones y cadenas	Acero
Estructura y soportes	Acero inoxidable

4.2. PERSONAL

El personal que opera este sistema de recepción y lavado de fruta fresca es el siguiente:

1 Capataz

1 Capataz de recepción encargado de calificar la fruta que se recibe y de llenar los formularios

4 bajadores de frutas de los camiones

6 obreros contadores de corona de las manos de banano

2 seleccionadores de banano defectuoso

2 llenadores de la canasta

1 operador de montacargas

17 TOTAL

4.3. COSTO

Los costos de construcción de estos equipos en aquel año fue el siguiente:

Tanques # 1 y # 2	1'000.000,00
Transportador # 1	2'000.000,00
Transportador # 2	2'500.000,00
Cepillador	9'000.000,00
Transportador # 3	2'800.000,00
Transportador # 4 con tanque	3'500.000,00
Tecla y soporte # 3	1'500.000,00
Transp. para las canastas	1'300.000,00
TOTAL	25'100.000,00

El costo de operación por el incremento del personal

fue afectado en un 3% al costo del producto final.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando se completó el proyecto, es decir, entró a funcionar el sistema de lavado y pudo bajarse la severidad en la pasteurización ya en el proceso, el producto final tuvo mejor sabor y aroma, y fue aceptado por los clientes. Consecuencia de ésto se pudo mantener los mercados existentes y aumentar las ventas trayendo estabilidad a la empresa.

Lo más complicado del proyecto, fue el diseño del equipo del sistema de cepillos que prácticamente ocupó el 80% del tiempo cuando se hicieron los estudios, pero no ha sido considerado en el presente informe por razones obvias de reservas de la Empresa. La sincronización de la velocidad de los cepillos el principal punto ya que se requería que los bananos sean bien cepillados y que al mismo tiempo avanzaran. Inicialmente se construyó un equipo con una sola fila de cepillos y los bananos avanzaban pero solo eran cepillados por un lado, ya que estos no giraban, al fin se colocó otra fila de cepillos en la parte superior y solo entonces se logró una excelente limpieza en la materia prima.

Se recomienda que los repuestos para los cepillos deben hacerse en el Ecuador, para así evitar más la salida de divisas del país.

Debe efectuarse un severo control de calidad en este nuevo sistema de lavado de la materia prima ya que

durante la investigación previa al proyecto y que se menciona aquí el banano de rechazo puede estar contaminado además con otras sustancias como son fungicidas, nematocidas, insecticidas, etc.

Resultados obtenidos como conclusión de las modificaciones realizadas en la recepción de fruta, o sea al implementar un sistema de lavado de la materia prima (banano) recibida, fueron halagadores. Las pruebas de pasteurización con 15 segundos de permanencia se consideran óptimos resultados, y por ende se establecieron como parámetros de operación definitivos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- M. Soto, Cultivos y Comercialización del Banano
- 2.- Evaluaciones de Alternativas Tecnológicas, Industrialización del Banano, Cendes.
- 3.- A. Salle, Microbiología
- 4.- J. Troller, Sanitation in Food Processing
- 5.- Simmonds, El Plátano



DIBLIOTECA