

100602

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

PROCESO ALTERNATIVO PARA LA CLARIFICACION DE JUGO DE MANZANA

MARIA REGINA RODRIGUEZ DE PREM

GUATEMALA DE LA ASUNCION

1990

PROCESO ALTERNATIVO PARA LA CLARIFICACION DE JUGO DE MANZANA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



PROCESO ALTERNATIVO PARA LA CLARIFICACION DE JUGO DE MANZANA

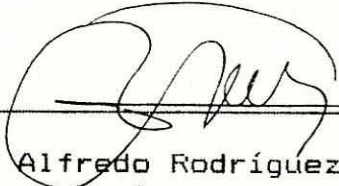
MARIA REGINA RODRIGUEZ DE PREM

TRABAJO DE INVESTIGACION PRESENTADO PARA OPTAR
AL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADA EN
INGENIERIA QUIMICA

GUATEMALA DE LA ASUNCION

1990


VoBo:



Ing. Alfredo Rodríguez Soto
Asesor

Tribunal:







FECHA DE APROBACION: 16 DE Mayo DE 1990.

SUMARIO

Este trabajo presenta el desarrollo de un proceso alternativo para la clarificación del jugo de manzana. El proceso se basa en la adición de miel de abejas, cuyas proteínas con los taninos presentes en el jugo, forman complejos que atrapan los sólidos suspendidos en el medio, dando como resultado un precipitado posible de remover mediante centrifugación. El resultado: una clarificación natural del jugo.

Se presentan los resultados experimentales obtenidos para pruebas corridas a distintas condiciones: temperatura y tiempo de tratamiento, porcentaje en peso de miel, tiempo y velocidad de centrifugación. Las diferentes muestras de jugo clarificado fueron comparadas con jugo no clarificado y con un jugo clarificado de marca comercial en cuanto a las características siguientes: acidez, pH, porcentaje de sólidos totales, grados brix, viscosidad, densidad, contenido de taninos y contenido de pectinas.

Se diseñaron las etapas industriales involucradas en el proceso, especificándose el equipo necesario para instalar una planta de este tipo anexada a una planta existente de extracción de jugo de manzana.

Se determinó que las condiciones óptimas para el proceso de clarificación son: un tiempo de tratamiento de 40 minutos a 80°C, con un porcentaje en peso de miel de 4.5 % y una centrifugación a 4,250 rpm por 12 minutos. Además, fue posible concluir que el proceso de clarificación desarrollado constituye una manera natural de llevar a cabo esta operación, permitiendo que el jugo tratado permanezca con las características importantes similares a las del jugo no clarificado. El proceso desarrollado constituye una alternativa potencial muy grande para el aumento del mercado del jugo que actualmente produce la Cooperativa de Manzaneros de Chichicastenango.

TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
SUMARIO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRAFICAS	vi
I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES	2
A. COMPOSICION DEL JUGO DE MANZANA	2
B. PREPARACION DEL JUGO	3
C. OXIDACION DEL JUGO DE MANZANA	5
D. JUGO NO CLARIFICADO	5
E. METODOS DE CLARIFICACION	6
F. DESCRIPCION DE LA MIEL DE ABEJAS	9
G. INTERACCION ENTRE TANINOS Y PROTEINAS	10
III. METODOLOGIA	11
A. DISEÑO EXPERIMENTAL	11
B. TRATAMIENTO DE LA MIEL	11
C. PREPARACION DE LAS MUESTRAS	11
D. TRATAMIENTO TERMICO	11
E. PRUEBAS DE TRANSMITANCIA	12
F. PRUEBAS VARIAS	12
G. ANALISIS DEL JUGO NATURAL	14
H. ANALISIS DE UN JUGO CLARIFICADO DE MARCA COMERCIAL	14
I. PRUEBAS FINALES	14
J. CONTEO MICROBIOLOGICO	15
IV. RESULTADOS	17
A. RESULTADOS EXPERIMENTALES	17
1. RESULTADOS TABULADOS	17
2. RESULTADOS CALCULADOS	17
B. RESULTADOS GRAFICADOS	18
C. RESULTADOS ORGANOLEPTICOS	18
V. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	19
VI. DISEÑO DE LAS ETAPAS INDUSTRIALES	30

A.	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA	30
B.	DESCRIPCION DEL PROCESO	30
C.	DETERMINACION DEL VOLUMEN DE MIEL A AGREGAR	34
D.	DIMENSIONAMIENTO DE LA CALDERA DE VAPOR	34
E.	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO NECESARIO	37
VII.	CONCLUSIONES	39
VIII.	RECOMENDACIONES	40
IX.	BIBLIOGRAFIA	41
	APENDICES	43
A.	TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES	44
B.	TABLA DE RESULTADOS DEL CONTEO MICROBIOLOGICO	51
C.	TABLAS DE RESULTADOS CALCULADOS	53
D.	GRAFICAS	56
E.	TABLA DE GRADOS BRUX CONTRA INDICE DE REFRACCION	60
F.	RESULTADOS DE ANALISIS DE LA MIEL UTILIZADA ...	62
G.	RESULTADOS DE PRUEBAS ORGANOLEPTICAS	65
H.	CALCULOS REALIZADOS	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	EQUIPO DE PRODUCCION DE JUGO DE MANZANA INSTALADO ACTUALMENTE EN LA COOPERATIVA DE MANZANEROS DE CHICHICASTENANGO	31
FIGURA 2	ETAPAS INDUSTRIALES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE CLARIFICACION	33

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA 1	PORCENTAJE DE TRANSMITANCIA VRS. TIEMPO DE TRATAMIENTO, DIFERENTES PORCENTAJES DE MIEL A 80 C.....	20
GRAFICA 2	GRADOS BRUX VRS. TEMPERATURA DE TRATAMIENTO	23

PARTE II

GENERALIDADES

A) COMPOSICION DEL JUGO DE MANZANA

El jugo de manzana contiene porciones considerables de los **constituyentes solubles** de la manzana original, por ejemplo: azúcares, ácidos, carbohidratos y nutrientes.

El contenido de **agua** de la fruta afecta la calidad y composición del jugo ya que éste tiene influencia sobre el porcentaje de sólidos solubles y la gravedad específica.

La **pectina** y **componentes pécticos** tienen un efecto marcado en el cuerpo o viscosidad del jugo y definitivamente son responsables del enturbiamiento del jugo de manzana. En la manzana, la porción principal de los materiales pécticos se encuentran en la lámina media o lámina cementante intercelular. Las paredes de las células contienen algunos componentes pécticos. La función de las sustancias pécticas es servir de cemento para mantener unidas las células, las capas de células y las fibras de celulosa. La presencia de este tipo de sustancias determina la dificultad o facilidad encontradas al filtrar el jugo y además afectan la estabilidad de los jugos que son envasados sin haber sido filtrados anteriormente.

El **azúcar** predominante en el jugo es la "levulosa" con pequeñas cantidades de sucrosa y glucosa. La cantidad de azúcar depende de la variedad de manzana y la localización geográfica del área de cosecha.

El **ácido málico** ha sido el único ácido generalmente reconocido presente en el jugo. Al referirse al contenido ácido del jugo, generalmente se basa en este ácido. Algunos autores han indicado que en algunas variedades de manzanas se han encontrado pequeñas concentraciones de ácido cítrico. La cantidad de ácido depende de la variedad, condición de la fruta, condiciones del cultivo y la localización de éste. La acidez de las manzanas disminuye durante el almacenamiento y la maduración. Las manzanas levemente maduras contienen de 1/2 a 2/3 la acidez de la manzana verde. Las manzanas de estación tibia y soleada por regla general, contienen más azúcar y ácido que las crecidas en épocas frías y nubladas.

Los **constituyentes olorosos** del jugo de manzana han sido estudiados considerablemente en los últimos años. Estos múltiples compuestos están presentes en la fruta original a una concentración de aproximadamente 50 ppm. Dado que estos

compuestos son volátiles, se pierden en cierto grado durante el procesamiento del jugo de manzana, especialmente cuando hay un calentamiento. La velocidad a la cual estos compuestos se volatilizan durante el proceso determina el sabor final del jugo.

Además, en adición a los constituyentes solubles, el jugo contiene **sólidos suspendidos**. Los sólidos suspendidos pueden ser pedazos de manzana, pulpa y material celular roto o bien, partículas coloidales.

Los **taninos** están presentes en pequeñas cantidades en el jugo de manzana. Este grupo de compuestos tiene un fuerte efecto en el sabor del jugo debido a su astringencia. Los taninos son los responsables parcialmente del oscurecimiento rápido del tejido de la manzana macerada y del jugo de manzana cuando son expuestos al aire. Investigaciones han revelado que dos sistemas de enzimas son responsables de este oscurecimiento. Estos son: polifenol oxidasa y peroxidasa. La polifenol oxidasa es responsable de la mayor parte de la decoloración al oxidar el catecol y pirogalol de los taninos en el jugo de manzana. La peroxidasa es responsable de una pequeña parte del oscurecimiento y no se requiere para producir la decoloración. Sin embargo, existe la posibilidad de que otros sistemas de enzimas estén presentes y que ayuden a catalizar el oscurecimiento del tejido de manzana. (7,8)

B) PREPARACION DEL JUGO

1. SELECCION

En esta etapa se remueven las frutas parcial o totalmente dañadas. Es posiblemente la operación más importante en la producción de un jugo de manzana de primera calidad. Debe notarse que inclusive unas cuantas manzanas dañadas pueden impartirle al jugo características de sabor, olor y estabilidad no deseadas. El jugo de alta calidad sólo se puede producir de fruta cuidadosamente seleccionada. La clasificación se logra satisfactoriamente pasando la fruta sobre un transportador de inspección de rodillos. Estos rodillos rotan continuamente las manzanas para poderlas inspeccionar adecuadamente mientras se mueven por la línea transportadora. (8)

2. LAVADO

Antes de utilizar las manzanas para jugo, deben lavarse completamente para remover toda suciedad adherida. Este lavado puede lograrse colocando las manzanas en canales con agua en movimiento. Luego las manzanas se dirigen a

una banda transportadora, y chorros de agua a presión completan el proceso.

Además, el lavado puede consistir de sólo un lavado con chorros de agua a presión mientras que las manzanas se mueven a lo largo de un transportador de rodillos.

Se puede utilizar una solución de 1% HCL para el lavado, para así remover cualquier residuo de plomo o arsenato de calcio que esté adherido a la fruta. (8)

3. MOLIENDA

En este paso las manzanas escogidas y lavadas se elevan al equipo que las reduce a una pulpa apropiada para la extracción de jugo. Existen dos tipos de equipos que se utilizan comunmente: (1) rallador de manzana y (2) molino de martillos (más usado).

Debe tenerse el cuidado que las manzanas sean reducidas a la consistencia adecuada para obtener una extracción económica del jugo. Si la pulpa contiene muchos pedazos grandes de manzana, el rendimiento de jugo va ser bajo pero el jugo tendrá además bajo contenido de sólidos suspendidos. Por otro lado, si la pulpa es muy fina, el prensado será difícil y el jugo contendrá un alto porcentaje de sólidos finamente divididos. (4,8)

4. EXTRACCION DEL JUGO (PRENSADO)

Esta es la etapa más laboriosa de todo el proceso de extracción. Los métodos más utilizados son:

- (a) Prensa Hidráulica
- (b) Prensa Neumática de jugo de fruta
- (c) Prensa de tornillo continuo o sin fin
- (d) Prensa de platos continuos
- (e) Prensa de canasta horizontal

El método más común es la prensa de tornillo sin fin. Para este caso, la mezcla de manzana finamente molida se alimenta a la prensa que gradualmente extrae el jugo a medida que las bolsas se van comprimiendo por movimiento del tornillo. (8)

5. JUGO RESULTANTE

El jugo que sale de la prensa es un fluido amarillo viscoso y turbio. La viscosidad se debe principalmente a la materia pectínica y la turbidez es causada por la presencia de sólidos suspendidos.

El rendimiento de la extracción depende de factores como la variedad de la fruta, la estación, la localización de la cosecha, las condiciones de la fruta, el tipo de molino y el método de extracción o prensado. La fruta fresca recién cultivada produce más jugo que las manzanas similares que han estado almacenadas. (4)

C) OXIDACION DEL JUGO DE MANZANA

Los cambios de oxidación se deben al oscurecimiento enzimático y no-enzimático. Los taninos del jugo forman o constituyen los sustratos que están involucrados principalmente en las reacciones enzimáticas. En las reacciones no enzimáticas intervienen amino ácidos, azúcares y ácidos orgánicos.

Las reacciones intensivas de oscurecimiento que ocurren inmediatamente después de la molienda y el prensado son casi exclusivamente enzimáticas. Asociado con la formación del color café, hay una disminución considerable en el sabor, tomando el jugo sabor a cidra vieja.(8)

D) JUGO NO CLARIFICADO

El jugo de manzana en el estado no clarificado se vende generalmente fresco o preservado con preservantes químicos para consumo inmediato. Este tipo de jugo no se trata, lo más que se le hace es retirarle partículas gruesas por filtración o sedimentación.

Al producir este tipo de jugo, la clave está en tratar las manzanas con ácido ascórbico (Vitamina C) durante el proceso de molienda. El ácido ascórbico actúa como antioxidante y previene el oscurecimiento del jugo. La prevención de oxidación parece influenciar la cantidad de sedimento que se desarrolla en el jugo durante el procesamiento posterior y el almacenaje. Se usan aproximadamente 6 gr. de ácido ascórbico por 18 a 20 kgs. de manzana.(8)

E) METODOS DE CLARIFICACION

1) CENTRIFUGACION

Un tipo de jugo relativamente más claro que el jugo no clarificado pero más opaco que el filtrado, se puede obtener pasando el jugo prensado y filtrado a través de una centrífuga. El uso de una centrífuga para clarificar jugo hace posible que se procese jugo por un método casi continuo.

Al estar sometido el jugo a fuerzas centrífugas, se forzan las partículas suspendidas fuera del jugo y se adhieren a los bordes del recipiente. La centrífuga se detiene periódicamente y el sedimento se remueve. Las centrífugas de "limpiado propio" permiten una operación continua.

El jugo de manzana centrifugado es más viscoso y tiene más cuerpo que cualquiera de los jugos preparados con otro tipo de tratamiento. Este tipo de jugo es un poco turbio pero a la vez, libre de partículas suspendidas visibles. Es un jugo relativamente estable, especialmente si después de una pasteurización queda presente una pequeña cantidad residual de ácido ascórbico. El sedimento que puede asentarse durante el almacenamiento, es ligero y fácilmente se dispersa y regresa a suspensión al agitar la botella.

Una desventaja del jugo centrifugado es la excesiva aereación que puede ocurrir durante el proceso. Esto hoy en día, se ha contrarrestado con el uso de centrífugas herméticas especializadas.

Dado que las partículas que forman sedimento en el jugo embotellado tienen tamaños menores a 10 micrones, y densidades que varían en sólo 0.02 unidades de gravedad específica del jugo, cualquier método que se utiliza con fuerza centrífuga para separar, debe usar un tiempo de operación sustancialmente largo con velocidades relativamente altas. (8)

2) FILTRACION

En Estados Unidos, una gran porción del jugo de manzana procesado se vende filtrado, claro y brillante. Este se produce pasando el jugo a través de algún tipo de filtro que remueve todas las partículas, resultando un producto final clarificado.

El filtrado de jugo fresco recién prensado es muy difícil a menos que el jugo sea tratado para reducir la naturaleza pectinéica del producto. La mayor parte del material sólido suspendido es coloidal y sólo puede ser

retenido en un filtro de alto grado de retención. Esos filtros fácilmente se obstruyen y por lo tanto la operación tiene un rendimiento bajo.

Al filtrar rápidamente jugo no tratado, fresco y recién prensado, se logra un producto de sabor superior aunque con una consistencia considerablemente reducida. En este caso, el jugo puede acarrear cierta turbidez pero tiene el sabor completo de la fruta original. El producto terminado no desarrolla sedimentos objetables durante el almacenamiento aunque puede darse un leve incremento en turbidez. (8)

El proceso de filtración como tal, puede constituir un segundo paso cuando la clarificación se lleva a cabo con cualquiera de los métodos que se describen a continuación. Generalmente se utiliza una filtración para la remoción de precipitado o sedimento que resulta de los otros métodos.

Sin importar qué tratamiento de clarificación se aplique, el método de filtrado es el mismo básicamente. Después de la clarificación, el jugo es llevado a tanques de mezclado donde se prepara para el filtrado. Las unidades de filtrado pueden construirse de acero inoxidable. La filtración puede ser en caliente, en frío, por gravedad o por presión. (4)

3) TRATAMIENTO ENZIMATICO

En este caso, varias enzimas de pectinasa ejercen una acción de clarificación en el jugo. Cuando se agrega al jugo de manzana la enzima, ésta rompe la pectina, precipitándola y dejando una parte mínima soluble. La acción de las enzimas depende de su habilidad de hidrolizar la pectina y por lo tanto se da una reducción en la viscosidad del jugo.

La pectina es un coloide de alto peso molecular que actúa como protector suspendiendo las partículas en el jugo de manzana. Cuando la pectina se hidroliza, las partículas se liberan y se separan del jugo sedimentándose, dejando al jugo completamente claro.

La cantidad de pectinasa requerida depende de las condiciones de tratamiento y la actividad relativa de la enzima. A veces, puede que se den problemas de precipitación después de embotellado o enlatado el jugo a causa de la utilización de enzimas.

Este método es el más utilizado para clarificar. Las objeciones a este método es que es una operación tipo batch que requiere de tres tanques para llegar a ser ágil. Cada tanque debe tener suficiente capacidad para una operación de medio día.

El material precipitado puede removerse luego mediante una filtración o una centrifugación. (8)

4) TRATAMIENTO CON TANINOS Y GELATINA

Cuando la gelatina se disuelve en agua y se agrega al jugo de manzana, se combina con los taninos para formar un precipitado en bulto el cual al sedimentarse acarrea la materia sólida suspendida, obteniéndose como resultado, una clarificación.

La razón para esta acción precipitadora es que el material coloidal en el jugo de manzana está cargado negativamente y cuando la gelatina cargada positivamente se agrega, se atraen y precipitan. En la práctica, se adicionan taninos para compensar los que se combinan con la gelatina. Esto debe hacerse ya que los taninos son necesarios en el jugo para el sabor astringente característico.

El sedimento puede filtrarse después para dar como resultado un jugo brillante y claro, de color ambar suave. Este jugo es menos oscuro que el producido por la clarificación enzimática.

Actualmente, este proceso está siendo estudiado. Su éxito depende de la experiencia previa y de que se agreguen las cantidades exactas de gelatina. (8)

5. TRATAMIENTO CON CALOR:

Este tratamiento se basa en el principio que la mayoría de los componentes (material suspendido) que componen el jugo de manzana y que son difíciles de filtrar, pueden ser coagulados por calentamiento rápido a una temperatura entre 82.2 y 85 C. Las partículas coaguladas pueden filtrarse o centrifugarse después para una clarificación completa.

La eficiencia del método depende de la variedad de manzana utilizada. Una desventaja del método es que el jugo se somete a un calentamiento y exposición que pueden dañar el sabor del producto final. (8)

6. TRATAMIENTO CON BENTONITA

Este método puede considerarse como una modificación mejorada del método de calentamiento. Para este caso, se procede con un tratamiento con calor. Luego, el jugo pasa a un tanque donde se agrega una suspensión de igual cantidad de bentonita y "filter aid", durante una agitación vigorosa.

Después del tratamiento, el jugo se deja estar una hora como mínimo y luego se filtra. El calor coagula la mayor parte del material coloidal en el jugo y la bentonita causa que este material se flocule, logrando que el filtrado del jugo sea más sencillo. (8)

F) DESCRIPCION DE LA MIEL DE ABEJAS

La miel es básicamente néctar del cual las abejas han evaporado la mayor parte del contenido de agua. En el proceso de convertir néctar a miel, las abejas agregan enzimas que sirven para romper moléculas complejas de azúcares en moléculas simples.

Nutricionalmente, la miel está constituida prácticamente por carbohidratos. Además contiene pocas cantidades de proteína y trazas de muchas otras sustancias.

El atributo nutricional que tiene la miel es que consiste de azúcares simples. Estos azúcares no necesitan ser digeridos, ya que son asimilados directamente por el cuerpo. Esto hace de la miel una fuente rápida de energía. Además es un endulzador natural que puede utilizarse en la cocina o en la industria.

El principal criterio para calidad de la miel es la ausencia de material extraño. Cualquier cuerpo extraño puede contaminar la miel durante su extracción o procesamiento. Actualmente el contaminante más grande, es el agua azucarada, usualmente agregada deliberadamente por productores deshonestos.

La mejor miel es la que se obtiene de colmenas que contienen solamente miel y tienen aproximadamente 2/3 de las celdas selladas. Es preferible que la miel sea procedente de colmenas coloreadas levemente, ya que las oscuras, contienen sustancias que imparten sabores fuertes.

Toda miel contiene algo de polen. Demasiado polen, la afecta estéticamente, dándole una apariencia nublada e impartiendo un sabor fuerte y distinto. La miel prensada, que se remueve prensando la colmena, tiene un mayor contenido de polen que la extraída, miel que se obtiene por fuerza centrífuga. Esta miel líquida sale de la colmena y el polen sólido se queda o se retiene. (5)

La composición de la miel puede variar debido a las diferencias en el néctar producido por las diferentes especies de plantas. Además, variaciones en la condición de la tierra en la cual crecen las plantas, puede ser otro factor determinante.

El color de la miel depende de la especie de la planta de la cual se extrajo el néctar. Existe una relación directa entre el color y el sabor de la miel. Mientras más oscura y rojiza, más fuerte y pronunciado su sabor. La miel clara tiene un sabor más delicado. Se considera que la miel oscura es de menor calidad que la clara, de allí la diferencia de precios que usualmente se da.

Los materiales en la miel que le dan su sabor y aroma son exageradamente volátiles. Es por esto que debe manejarse cuidadosamente si se desea no perder estas características. El calentamiento es un enemigo para el sabor de la miel, ya que éste reduce considerablemente no sólo el sabor sino el aroma asociado.

El contenido de agua de la miel, usualmente medido por su gravedad específica, es de gran importancia para mantener sus cualidades. Si el contenido de agua está arriba de cierto nivel, hay peligro que la miel se fermente, particularmente cuando se granula. La fermentación está causada por levaduras presentes, que se activan en presencia de un contenido alto de agua. Vale mencionar que la miel es higroscópica y absorbe humedad de la atmósfera. (11)

6) INTERACCION ENTRE LOS TANINOS Y LAS PROTEINAS

La interacción entre los taninos del jugo de manzana y las proteínas de la miel tiene un efecto clarificador. La interacción entre taninos y proteínas en soluciones dan como resultado complejos, los cuales bajo condiciones adecuadas se aglomeran y forman precipitados característicos acarreando los sólidos suspendidos en el medio.

Se cree que los taninos interaccionan con las proteínas principalmente a través de la formación de múltiples enlaces de hidrógeno entre los grupos fenólicos hidroxilos de los taninos y los grupos carbonil de las uniones péptidas de las proteínas.

Otros estudios recientes revelan la posibilidad que la unión de la proteína y el tanino sea de carácter hidrofóbico, aunque la interacción sin duda es resultado de los enlaces de hidrógeno.(6)

PARTE III

METODOLOGIA

A. DISEÑO EXPERIMENTAL

El primer paso consistió en determinar el intervalo de temperaturas de tratamiento a utilizar y el porcentaje en peso de miel necesario. Lo anterior fue determinado en base a pruebas preliminares de clarificación. En éstas se analizaron las temperaturas de tratamiento siguientes: 8,16, 24,35,48 y 66°C, con porcentajes en peso de miel de 0-10%. En base a pruebas organolépticas (olor, sabor, color y apariencia) y determinaciones de trasmittancia se diseñó el método experimental a continuación:

Se analizaron las temperaturas de tratamiento siguientes: 24,35,45,55,65,75 y 80°C. Para cada temperatura de tratamiento se utilizaron los siguientes porcentajes en peso de miel: 3, 3.5, 4, 4.5, 5% y un control con 0% de miel.

El procedimiento seguido para cada temperatura de tratamiento se menciona seguidamente.

B. TRATAMIENTO DE LA MIEL

Se calentaron 60 ml. de miel de abejas en baño térmico hasta alcanzar una temperatura entre 86 y 89°C.

La miel utilizada tiene una densidad de 1.39514 g/ml. El contenido de azúcares y proteína de ésta se muestra en el Apéndice F.

C. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Se determinó el peso de seis alícuotas de 100 ml. de jugo de manzana. En base a estos, se agregó directamente a cada alícuota, la cantidad de miel caliente correspondiente a los porcentajes ya establecidos. La miel se disolvió con agitación manual vigorosa por un minuto. El procedimiento anterior se llevó a cabo en triplicado.

D. TRATAMIENTO TERMICO

El jugo combinado con la miel se vertió en probetas. Las probetas, tapadas para evitar contaminación, fueron colocadas por un período de cuatro horas entre un baño térmico precalentado a la temperatura de tratamiento.

La pasteurización del jugo de manzana requiere elevar la temperatura hasta 80°C por un período entre 40 y 50 minutos; razón por la que se incluyó también este nivel de temperatura. Aunque en el proceso no iba a ser posible enfriar rápidamente después del calentamiento para llevar a cabo una pasteurización como tal, se evaluó la posibilidad del control de parte de la bacteria con el objeto de prolongar un poco más la vida del jugo clarificado.

E. PRUEBAS DE TRANSMITANCIA

Se extrajeron muestras de 5 ml. de cada una de las probetas a los 15 min., 1 hr, 2 hr, y 4 hr. Recién extraídas las alícuotas, se centrifugaron durante 10 minutos a 4250 rpm, y se determinó el porcentaje de transmitancia a 550 nm en cada una utilizando como blanco agua destilada.

Después de analizar las lecturas de transmitancia obtenidas, se llevaron a cabo las pruebas siguientes para los mejores triplicados:

F. PRUEBAS VARIAS

1. DETERMINACION DE GRADOS BRUX, Y PORCENTAJE DE SOLIDOS TOTALES

En un refractómetro de Abbé se leyeron los índices de refracción y los porcentajes de sólidos totales. Posteriormente de la tabla # 17 (Apéndice E), se determinaron los grados brix.

2. DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE

Se prepararon 100 ml. de una solución de hidróxido de sodio 0.1 N y se valoró con ftalato ácido de potasio. Se tomó una alícuota de 2 ml. del jugo clarificado, al cual se le agregó 350 ml. de agua destilada. Luego se tituló con la solución de hidróxido de sodio en presencia de 2 gotas de fenolftaleína como indicador.

3. DETERMINACION DEL pH

Se determinó el pH de una alícuota de 20 ml. con un potenciómetro con electrodo de hidrógeno.

4. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE TANINOS

Se preparó un litro de una solución de acetato de plomo al 10% (peso/vol). Se tomó una alícuota de 10 ml. del jugo y se le agregó 10 ml. de la solución de acetato de plomo. El precipitado formado se filtró al vacío en filtro tarado y se dejó secar por 24 horas hasta peso constante. En base a este peso se calculó el peso del precipitado. (3)

5. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PECTINAS

Se preparó un litro de una solución de ácido sulfúrico 1 N. Se tomó una alícuota de 20 ml. de jugo y se le agregó agua destilada hasta los 35 ml. Se adicionaron 3 ml. de la solución de ácido sulfúrico 1 N y la mezcla se calentó a 50°C, transfiriéndose luego a un balón aforado de 250 ml. Se agregaron 10 ml. de agua caliente y 10 ml. de etanol. Se dejó enfriar y se aforó con etanol. Se agitó y se dejó en reposo 24 horas hasta que el precipitado formado sedimentó. El precipitado formado se filtró al vacío en un filtro tarado y se dejó secar 24 horas hasta peso constante. En base a este peso se calculó el peso del precipitado formado.(2)

6. DETERMINACION DE VISCOSIDAD

Para determinar la constante del viscosímetro utilizado, se determinó el tiempo en el cual agua destilada a 22°C fluía a través del tubo capilar vertical. Dado que se conoce la viscosidad del agua a esta temperatura, su densidad y experimentalmente el tiempo en que el volumen fluía, fue posible determinar la constante (B) del viscosímetro.(Ver Apéndice H).

Se tomó una alícuota de jugo de 20 ml. y se introdujo en el viscosímetro, sumergido en un baño de enfriamiento a 22°C. Se determinó el tiempo en que un volumen de líquido fluía a través del tubo capilar vertical y se determinó la viscosidad por referencia con la constante (B) del viscosímetro.

7. DETERMINACION DE DENSIDAD

Para averiguar el volumen del picnómetro utilizado, se determinó el peso de agua destilada a 22°C en el picnómetro. Conociendo la densidad del agua a esta temperatura y experimentalmente el peso de ésta, fue posible determinar exactamente el volumen del picnómetro utilizado.

El picnómetro tarado de volumen conocido, se llenó con el jugo y se enfrió hasta 22°C. Se pesó nuevamente para determinar el peso del contenido del picnómetro.

B. PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

Se llevaron a cabo pruebas de sabor, color, olor y apariencia para las diferentes muestras de jugo tratado.

G. ANALISIS DEL JUGO NATURAL

Al jugo natural se le hicieron todas las pruebas ya mencionadas.

H. ANALISIS DE UN JUGO CLARIFICADO DE MARCA COMERCIAL

Se efectuaron también las pruebas de transmitancia y las ya mencionadas anteriormente a un jugo de conocida marca comercial.

I. PRUEBAS FINALES

1. VARIACION DEL TIEMPO DE TRATAMIENTO

Debido a que se obtuvieron los mejores resultados (lecturas de transmitancia, pruebas organolépticas y características del jugo) para la temperatura de 80°C con 45 minutos de tratamiento y para los niveles de miel de 4%, 4.5%, y 5%, se procedió a hacer variar el tiempo de tratamiento para estas condiciones.

Por lo tanto, se llevaron a cabo pruebas en triplicado, haciendo variar el tiempo de tratamiento: 40, 45 y 50 minutos. Se repitieron entonces los pasos experimentales B-F.

2. VARIACION DE CONDICIONES DE CENTRIFUGACION

Para la temperatura de 80°C, 40 minutos de tratamiento y para los niveles de miel de 4.5% y 5%, que corresponden a los mejores resultados del paso anterior, se hicieron variar las condiciones de centrifugación, determinándose el porcentaje de transmitancia cada vez. Las variaciones hechas fueron las siguientes:

- * 4500 rpm por 20 min.
- * 4500 rpm por 18 min.
- * 4500 rpm por 15 min.
- * 4500 rpm por 12 min.
- * 4500 rpm por 10 min.
- * 4500 rpm por 8 min.

- * 4250 rpm por 20 min.
- * 4250 rpm por 18 min.
- * 4250 rpm por 15 min.
- * 4250 rpm por 12 min.
- * 4250 rpm por 10 min.
- * 4250 rpm por 8 min.
- * 2750 rpm por 20 min.
- * 2750 rpm por 18 min.

3. DETERMINACION DEL RENDIMIENTO

Para la temperatura de 80°C, 40 minutos de tratamiento y un nivel de miel de 4.5% se prepararon en triplicado probetas con 100 ml. exactos de la mezcla jugo + miel. Después de transcurrido el tratamiento y la centrifugación del contenido de las probetas completas, se determinaron los ml. totales de sedimento centrifugado por volumen total de jugo clarificado. Esta relación determinó el rendimiento del proceso de clarificación.

J. CONTEO MICROBIOLÓGICO

El conteo microbiológico se le hizo al jugo no clarificado, al clarificado por este proceso y a un jugo clarificado de marca comercial. Con el jugo clarificado en este trabajo se realizaron cultivos semanales durante un mes.

1. PREPARACION DEL AGAR

Se prepararon 2 litros de agar de jugo de tomate (específico para lactobacilos), según las especificaciones del envase.

2. PREPARACION DE LAS DILUCIONES DE JUGO A ANALIZAR

- A) DILUCION 1:1: Esta es una alícuota de jugo sin diluir
- B) DILUCION 1:10: Se agregaron 11 ml. de jugo al agua de una botella de dilución previamente esterilizada en autoclave.
- C) DILUCION 1:100: Se tomaron 11 ml. de la dilución 1:10 y se agregaron al agua de una botella de dilución previamente esterilizada.
- D) DILUCION 1:1000: Se tomaron 11 ml. de la dilución 1:100 y se agregaron al agua de una botella de dilución previamente esterilizada.

E) DILUCION 1:10,000: Se tomaron 11 ml. de la dilución 1:1,000 y se agregaron al agua de una botella de dilución previamente esterilizada.

3. PREPARACION DE LAS CAJAS DE PETRI

Se prepararon 2 cajas de Petri para cada dilución. A cada caja se le agregó una alícuota de 1 ml. de la dilución correspondiente y aproximadamente 15 ml. del agar calentado a 40°C. Las cajas se dejaron en incubación durante 48 horas a 37°C. Cumplido el tiempo de incubación se procedió al conteo del número de colonias en cada placa.

PARTE IV
RESULTADOS

A) RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. RESULTADOS TABULADOS

Los resultados obtenidos de las mediciones efectuadas se tabularon y se presentan los valores promedio en cada caso para cada parámetro. Las tablas # 1 al # 7 (Apéndice A) presentan las lecturas de porcentaje de transmitancia tomados a muestras con diferentes porcentajes de miel para cada temperatura de tratamiento. La tabla # 8 (Apéndice A) contiene los resultados experimentales de las pruebas varias corridas a las diferentes muestras de jugo tratado.

La tabla # 9 (Apéndice A) contiene los valores de porcentaje de transmitancia determinados para 80°C y los tres mejores porcentajes de miel. La variable que se presenta en esta tabulación corresponde al tiempo de tratamiento. Además se presentan los resultados experimentales de las pruebas varias corridas.

La tabla # 10 (Apéndice A) contiene las lecturas de porcentaje de transmitancia al variar las revoluciones por minuto y el tiempo de centrifugación para una temperatura de tratamiento de 80°C.

La tabla # 11 (Apéndice A) presenta los resultados experimentales de las pruebas varias comparando el jugo no clarificado, el clarificado a 80°C y el clarificado de marca comercial.

La tabla # 12 (Apéndice A) presenta los datos correspondientes al rendimiento del proceso.

Las tablas # 13 (Apéndice B) contiene los resultados del conteo microbiológico tanto experimentales como calculados.

2. RESULTADOS CALCULADOS

En el Apéndice H se detalla la manera como se calcularon los distintos parámetros característicos para las muestras de jugo analizadas.

La Tabla # 14 (Apéndice C) contiene los resultados calculados de las pruebas varias corridas a las diferentes muestras de jugo tratado.

La Tabla # 15 (Apéndice C) presenta los resultados calculados de las pruebas varias corridas al jugo tratado a 80°C y los tres mejores porcentajes de miel.

La Tabla # 16 (Apéndice C) contiene los resultados calculados de las pruebas varias corridas al jugo no clarificado, al clarificado a 80°C y el clarificado de marca comercial.

B) RESULTADOS GRAFICADOS

Para poder analizar los resultados experimentales con mayor facilidad, se construyeron las gráficas respectivas. La Gráficas # 1 y las Gráficas # 10 al # 15 (Apéndice D) muestran las curvas de porcentaje de transmitancia vs tiempo para todas las temperaturas de tratamiento. Las Gráficas # 2 al # 9 muestran los resultados obtenidos para todas las pruebas varias comparando las temperaturas de tratamiento para los mejores niveles de miel correspondientemente.

En la sección de análisis y discusión de resultados se explican y discuten los comportamientos, tendencias y correlaciones de estas gráficas.

C) RESULTADOS ORGANOLEPTICOS

La Tabla # 18 (Apéndice G) presenta los resultados de las pruebas organolépticas para el jugo clarificado a 80°C con 4.5 y 5 % de miel.

PARTE V

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

1. CORRELACIONES ENTRE TIEMPO DE TRATAMIENTO, TEMPERATURA DE TRATAMIENTO, PORCENTAJE DE MIEL Y TRANSMITANCIA

El porcentaje de transmitancia obtenido experimentalmente para las muestras es una medida del grado de clarificación. Dado que la solución utilizada como blanco era agua destilada con un porcentaje de transmitancia fijado en 100 % , a medida que la claridad de una muestra baja, el porcentaje de transmitancia se aleja más de este valor. En otras palabras, un porcentaje bajo es una indicación de turbidez.

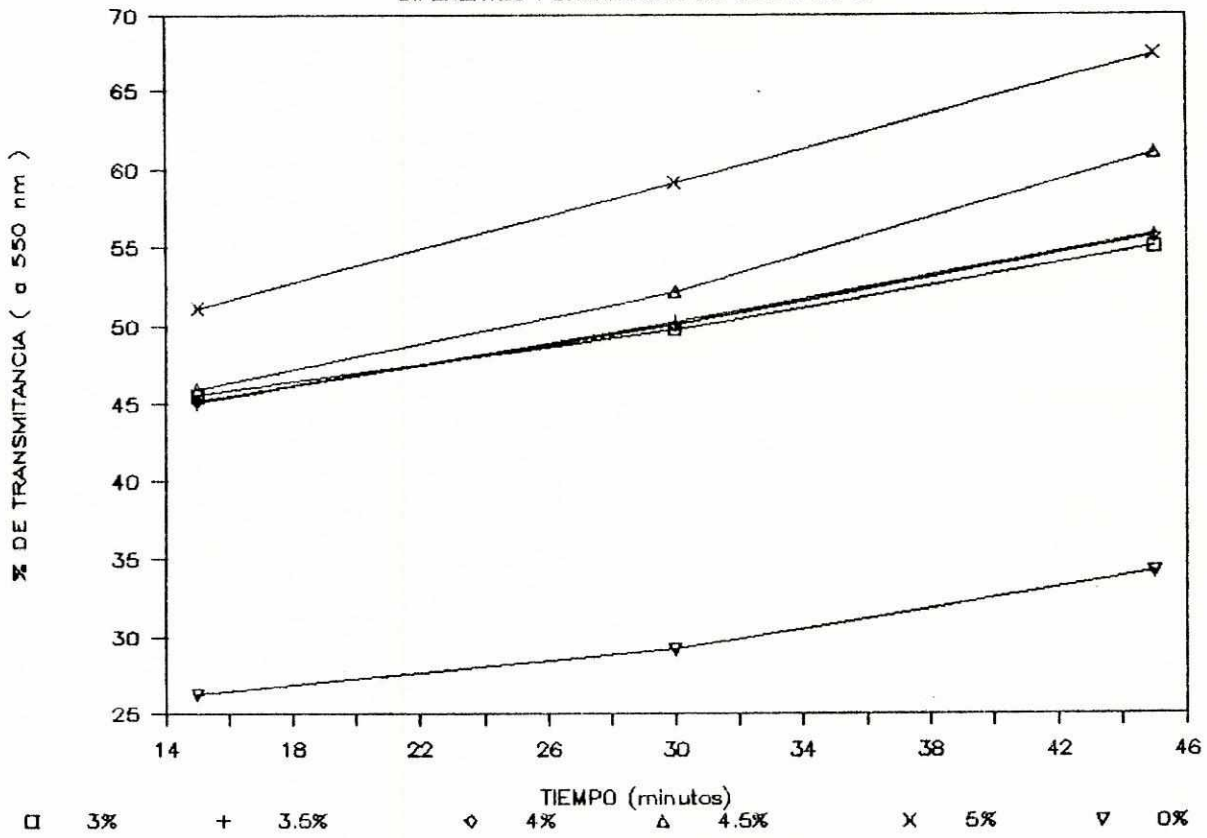
Analizando las Tablas de Resultados # 1 al # 7 (Apéndice A), se observa que independientemente del porcentaje de miel utilizado para la clarificación, el porcentaje de transmitancia obtenido después de un tratamiento de 4 horas, aumenta conforme aumenta la temperatura. El aumento de temperatura es responsable de un incremento en la energía cinética de las moléculas. Esto aumenta la probabilidad de contacto entre la proteína de la miel y los taninos del jugo, base de este proceso de clarificación (6).

De igual manera, al incrementarse el porcentaje de miel utilizado, dentro de una misma temperatura de tratamiento, aumenta el porcentaje de transmitancia, obteniéndose una clarificación mayor.

Fue posible determinar a partir de las Gráficas # 1 y Gráficas # 10 al # 15 (Apéndice D), que el tiempo de tratamiento es un factor determinante en el grado de clarificación obtenido. Para los tratamientos de 24 y 35°C, la mayor clarificación se logró en la primera media hora de tratamiento. Después de este tiempo los cambios en porcentaje de transmitancia son despreciables, obteniéndose máximos de 35.4 y 38.9 respectivamente. Para los tratamientos de 45, 55, 65 y 75°C se logró un mayor incremento en porcentaje de transmitancia durante los primeras dos horas de tratamiento, lográndose lecturas de hasta 59.3 y 65.4, 69.4 y 70.3 correspondientemente. En el caso del tratamiento a 80°C, el aumento en la clarificación se dio marcadamente a lo largo de los 45 minutos de tratamiento, lográndose una lectura de porcentaje de transmitancia de 67.4 %, siendo ésta una clarificación aceptable en un tiempo muy favorable.

GRAFICA # 1

% TRANSMITANCIA vs TIEMPO TRATAMIENTO
DIFERENTES PORCENTAJES DE MIEL A 80 C



2. CORRELACION ENTRE GRADOS BRUX, PORCENTAJE DE SOLIDOS TOTALES, TEMPERATURA Y PORCENTAJE DE MIEL

De la Tabla # 8 (Apéndice A) y las Gráficas # 2 y # 3, se observó que a medida que el porcentaje de miel utilizado en la clarificación aumenta, tanto los Grados Brix como el Porcentaje de Sólidos Totales incrementa. Esto a causa de los azúcares presentes en la miel de abejas que contribuyen a la cantidad de sólidos solubles en el jugo.

Independiente de la temperatura de tratamiento estos dos parámetros se mantuvieron constantes ya que los azúcares no forman parte activa en el proceso de clarificación. Por esto aunque a causa de la temperatura se logre una mayor clarificación, los parámetros se mantendrán estables siempre que se estén comparando dos muestras con la misma cantidad de miel.

3. CORRELACION ENTRE pH, PORCENTAJE DE ACIDO , TEMPERATURA DE TRATAMIENTO, TIEMPO DE TRATAMIENTO

El pH corresponde a la medida de ácidos disociados en forma de iones hidrógeno, mientras que el porcentaje de ácido corresponde a la cantidad de ácido titulable.

Para este análisis se utilizaron las Tablas # 8 y # 14 (Apéndices A y C respectivamente) y las Gráficas # 4 y # 5.

La proliferación bacteriana, específicamente de los lactobacilos que son los responsables de la fermentación, se ve aumentada a temperaturas próximas a la de ambiente. Esto se apoya con el hecho que son las temperaturas elevadas las que reducen la población microbiana destruyendo patógenos y en general las que mejoran y mantienen la calidad del producto. Es por ésto que después de cuatro horas de tratamiento, las muestras tratadas a temperaturas más bajas tuvieron más crecimiento bacteriano y por consiguiente más fermentación. El desarrollo de los lactobacilos se caracteriza por la formación de ácido láctico, ácido que se adiciona al contenido de ácido málico natural del jugo. La presencia de más ácido láctico a las temperaturas de tratamiento más bajas, favorece a que el pH correspondiente sea menor (más acidez) y a la vez, el porcentaje de ácido sea mayor.

Mientras más tiempo permanece el jugo en condiciones de tratamiento, a temperaturas próximas a la ambiente, se da una fermentación mucho mayor causando valores más bajos de pH y un aumento del porcentaje de ácido. A altas temperaturas, aunque el tiempo de tratamiento sea prolongado, no toda la población bacteriana sobrevive, disminuyéndose la fermentación y por ende el porcentaje de ácido, pero aumentándose el pH. (9)

4. CORRELACION ENTRE VISCOSIDAD, DENSIDAD, TEMPERATURA DE TRATAMIENTO Y PORCENTAJE DE MIEL.

De la Tabla # 14 (Apéndice C) y las Gráficas # 6 y # 7, se observó que independientemente de la temperatura de tratamiento, a medida que se aumentaba el porcentaje de miel adicionado, la muestra de jugo era más densa.

Además, debido a que la viscosidad calculada depende proporcionalmente de la densidad de la muestra, al darse un aumento de la densidad, la viscosidad sufre la misma tendencia.

Por otro lado, comparando muestras con la misma cantidad de miel, al irse incrementando la temperatura de tratamiento, la densidad disminuye debido al mayor grado de clarificación. La remoción de parte de los sólidos en suspensión, como efecto de la clarificación, contribuye en la disminución de la densidad y por consiguiente de la viscosidad.

5. CORRELACION ENTRE CONTENIDO DE TANINOS Y TEMPERATURA DE TRATAMIENTO

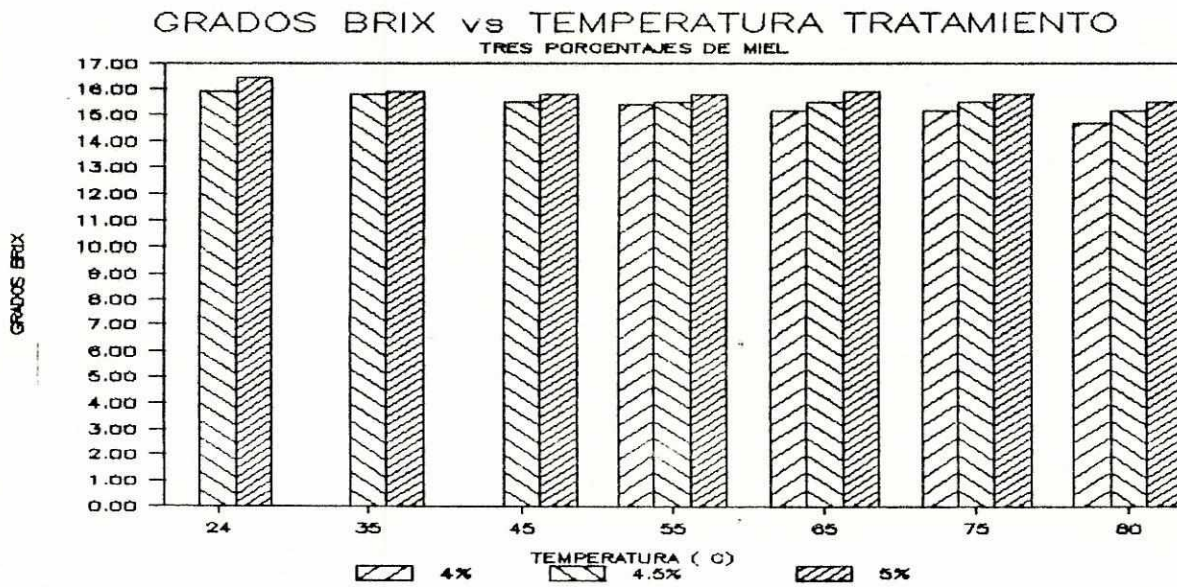
Después de analizar la Tabla # 14 (Apéndice C) y la Gráfica # 8, se encuentra que para una misma temperatura de tratamiento, a medida que se aumenta el porcentaje de miel agregado, el contenido de taninos disminuye. Una mayor adición de miel significa un mayor contenido de proteínas que entra en contacto con los taninos del jugo, causando una mejor clarificación y como consecuencia una mayor remoción de taninos.

Por otro lado, al aumentarse la temperatura de tratamiento, dado que se logra una mayor clarificación, el contenido de taninos disminuye.

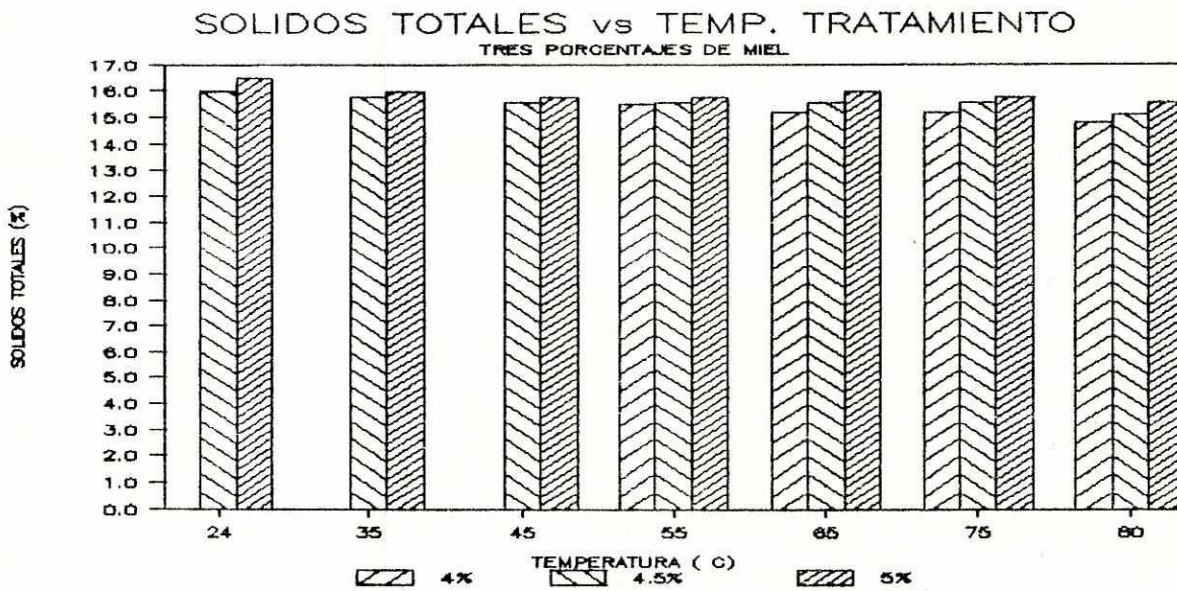
6. CORRELACION ENTRE CONTENIDO DE PECTINAS Y TEMPERATURA DE TRATAMIENTO

De la Tabla # 14 (Apéndice C) y la Gráfica # 9, se observa que a medida que aumenta la temperatura de tratamiento, lográndose una mejor clarificación, el contenido de pectina de las muestras disminuye. Dado que la turbidez de los jugos de frutas se debe básicamente a la presencia de pectinas, al lograrse una mayor clarificación lógicamente se tendrá que caer en la remoción de éstas. Al darse una interacción entre proteínas y taninos, los complejos resultantes contienen pectina insolubilizada y forman precipitados que se sedimentan haciendo posible una clarificación.

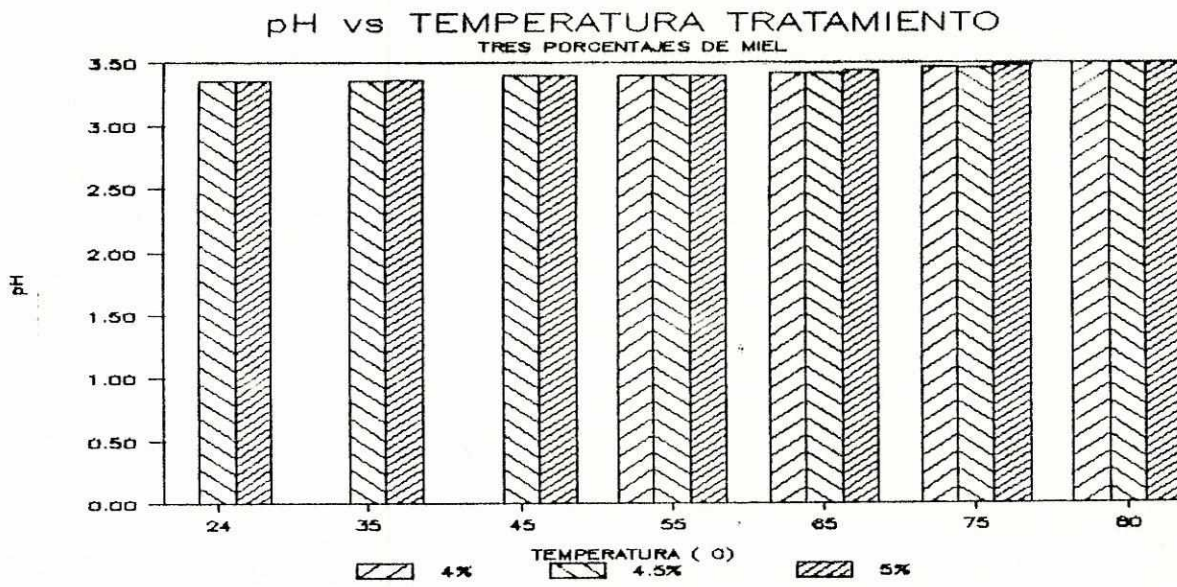
GRAFICA # 2



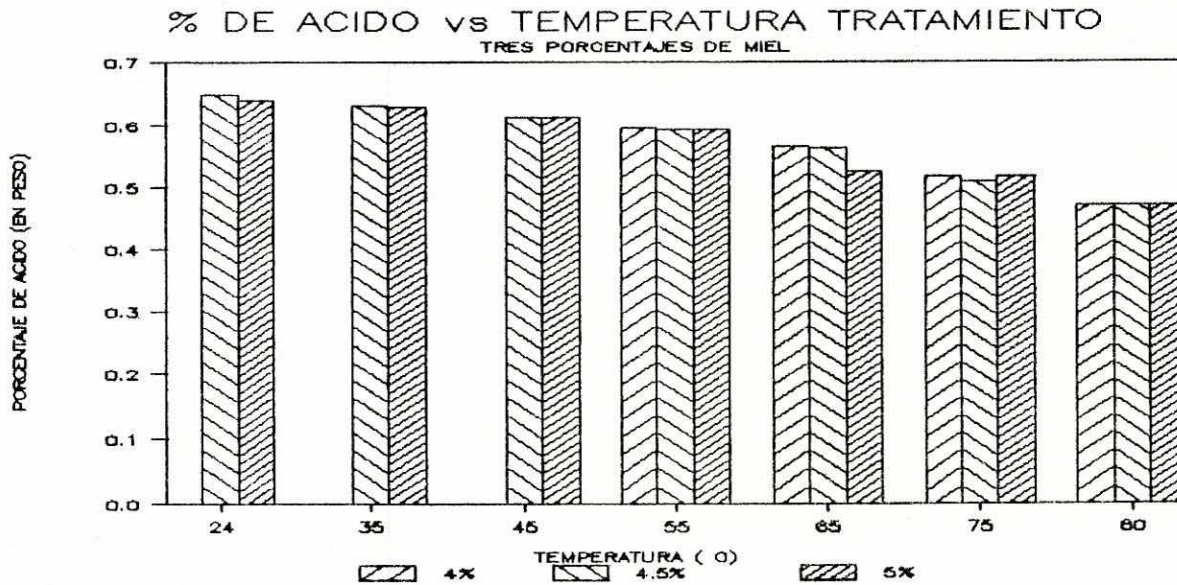
GRAFICA # 3



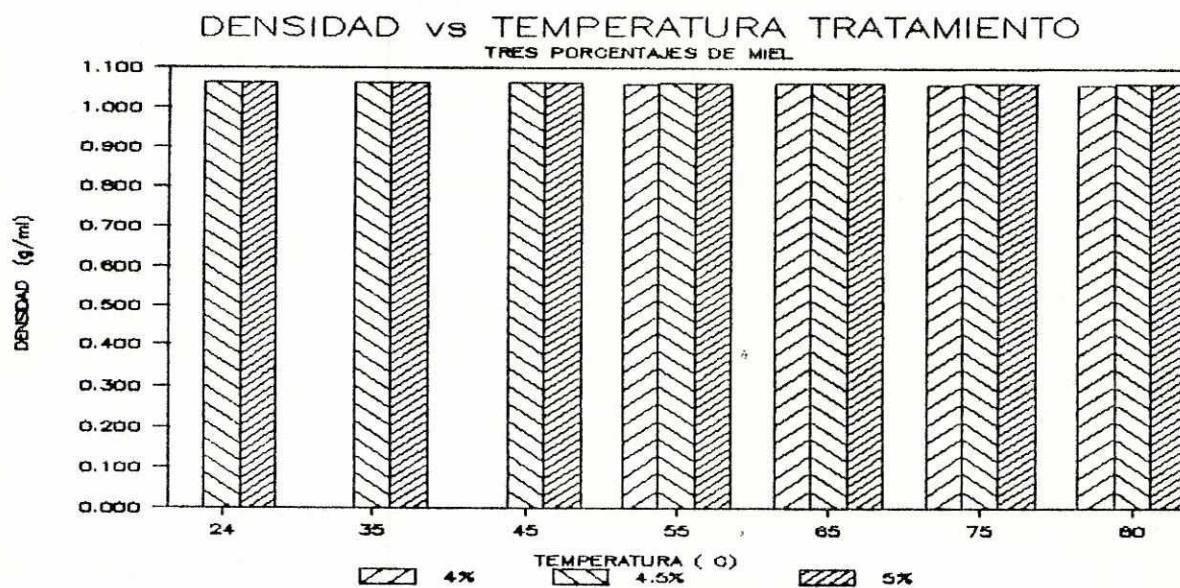
GRAFICA # 4



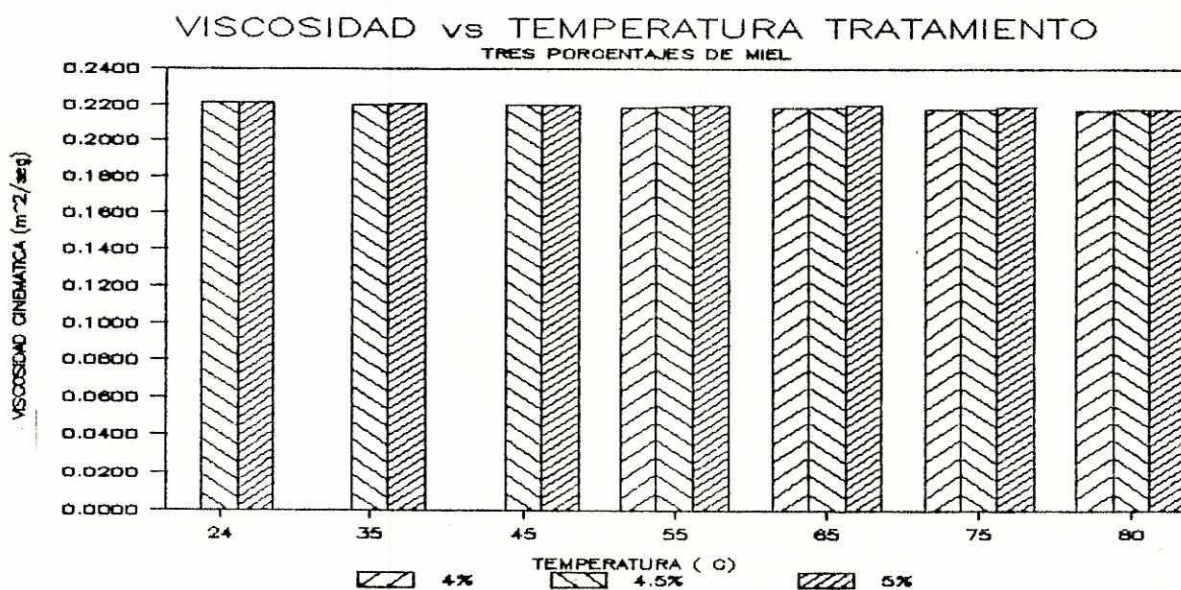
GRAFICA # 5



GRAFICA # 6

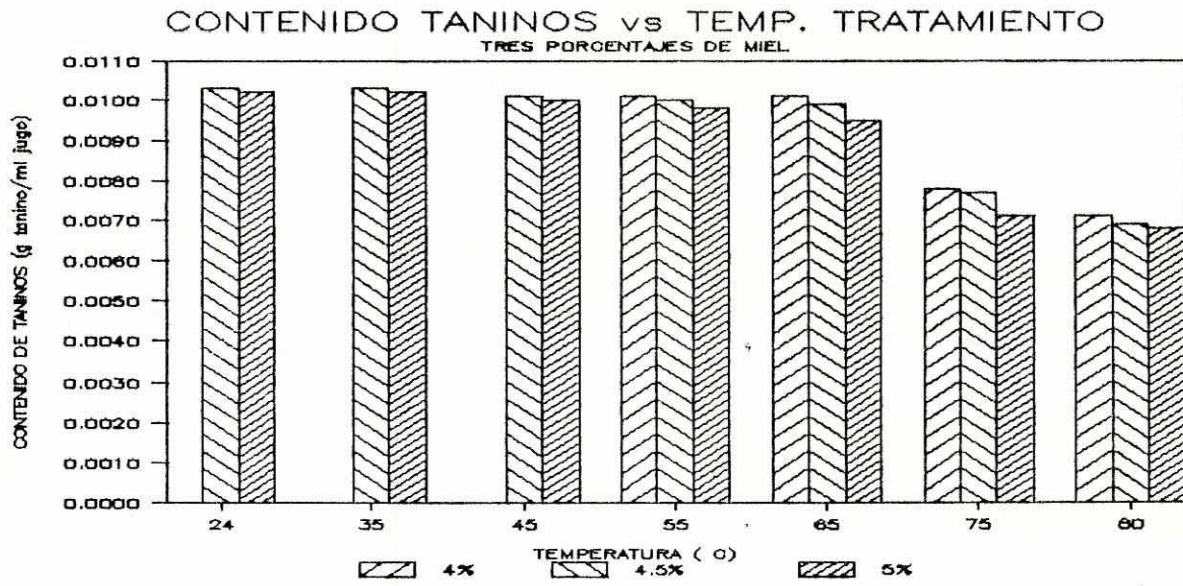


GRAFICA # 7

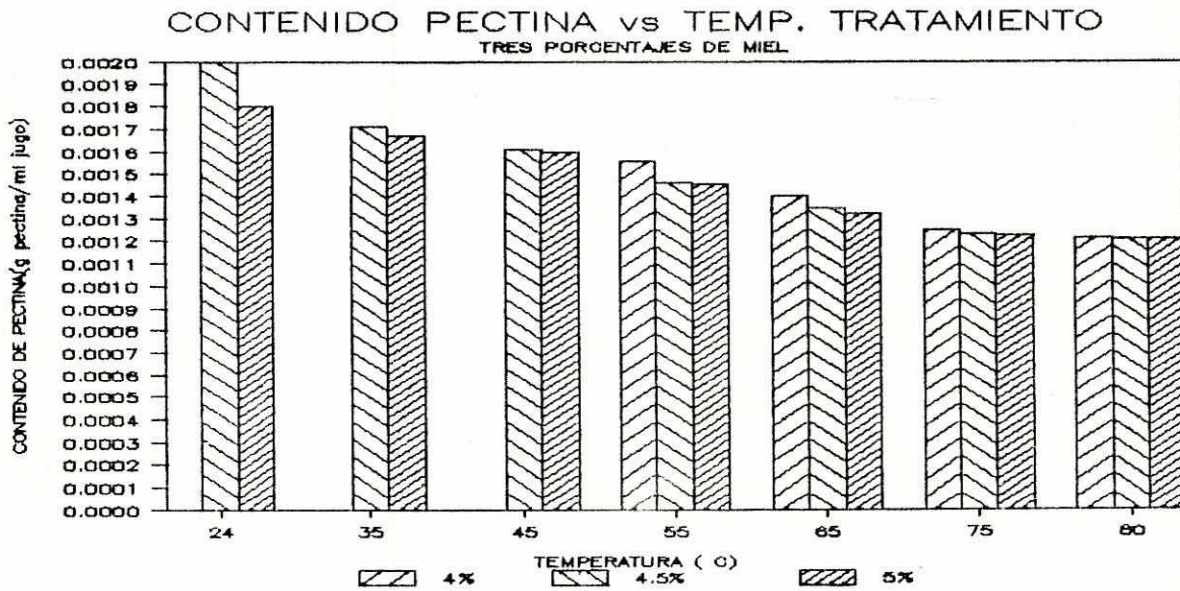


BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

GRAFICA # 8



GRAFICA # 9



7. DETERMINACION DE LAS CONDICIONES OPTIMAS DEL PROCESO

Después de analizar todas las características de las muestras tratadas bajo distintas condiciones, se determinó que un tratamiento a 80 °C era el óptimo. A pesar de haber obtenido clarificaciones muy similares a 75 y 80 °C, para un tiempo de 45 minutos de tratamiento ya que un tratamiento más prolongado afecta las características organolépticas del jugo, se decidió que a 80 °C se estaría controlando mejor la carga bacteriana que con el tiempo sería la responsable de la fermentación del jugo, acortando la vida del producto.

Dado que los mejores resultados se obtuvieron para un tiempo de tratamiento alrededor de los 45 minutos, se decidió investigar el efecto de hacer variar este tiempo, aumentándolo y disminuyéndolo. Refiriéndose a las Tabla # 9 y # 15 (Apéndice A y C respectivamente), es posible observar que para los porcentajes de miel de 4,4.5 y 5%, los mejores porcentajes de transmitancia se obtuvieron para 4.5 y 5% y un tiempo de tratamiento de 40 minutos. Por lo tanto se escogió un tratamiento de 40 minutos como el óptimo.

Seguidamente se procedió a hacer variar el tiempo y la velocidad de centrifugación (Ver Tabla #10, Apéndice A). De ésta se determinó que los mejores resultados de clarificación fueron obtenidos para 20 minutos a 4,500 rpm. Sin embargo, se consideró como óptimo un tiempo menor (12 minutos) ya que éste permite que el jugo previo a ser envasado no permanezca tanto tiempo fuera de refrigeración. Los resultados de transmitancia obtenidos para 15 minutos son muy similares a los de 12 minutos e imposible de detectar una diferencia a simple vista. Los resultados obtenidos para 18 minutos, aunque son mejores, se considera que no llegan a justificar mantener el jugo en proceso.

Aunque se obtuvieron mejores resultados de transmitancia para una velocidad de centrifugación de 4,500 rpm, se consideró adecuado fijar esta velocidad a 4,250 rpm, puesto que las diferencias entre los resultados correspondientes no eran detectables a simple vista.

Habiendo limitado la velocidad a 4,250 rpm y el tiempo de centrifugación a 12 minutos, queda por determinar el porcentaje de miel más adecuado. A pesar que el 5 % de miel causa una mejor clarificación (Ver Tabla # 10, Apéndice A), estos resultados no difieren significativamente de los obtenidos para 4.5 %, por lo que las pruebas organolépticas llevadas a cabo (Ver Tabla # 18, Apéndice G), fueron utilizadas como herramienta decisiva. Estas pruebas muestran que un jugo tratado con 4.5 % de miel es menos dulce y por consiguiente más semejante al no clarificado, y por esto se decidió escogerlo. Por otra parte, un ahorro de 0.5 % en peso de miel, es considerable a nivel industrial.

8. COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL JUGO CLARIFICADO CON EL JUGO NO CLARIFICADO Y UN JUGO CLARIFICADO DE MARCA COMERCIAL

El jugo clarificado bajo las condiciones óptimas, al compararse con el jugo no clarificado, presenta un incremento de transmitancia del 2093 % (Ver Tabla # 11, Apéndice A). Esto sugiere que se llevó a cabo una clarificación considerable del jugo. Sin embargo, respecto al jugo clarificado de marca comercial, es más turbio pero no por eso menos atractivo. La diferencia entre los grados de clarificación se debe a que en el caso del comercial, el proceso es realizado químicamente por medio de enzimas que causa que varíen considerablemente las características básicas de un jugo natural no clarificado.

A pesar que el jugo clarificado tampoco guarda las características idénticas del jugo no clarificado, se observan diferencias menos marcadas en las características, lográndose que el jugo no pierda su carácter de "Natural". (Ver Tabla # 16, Apéndice C).

Debido a que a la hora de llevar a cabo el proceso a nivel industrial, una centrífuga adecuada podría alcanzar velocidades de operación más altas, lo más probable es que se logre clarificar el jugo aún más. En este momento, el jugo clarificado podría tener un porcentaje de transmitancia muy cercano al del jugo clarificado de marca comercial, manteniendo sus características de natural.

9. RENDIMIENTO DEL PROCESO DE CLARIFICACION

Bajo las condiciones óptimas, se determinó a nivel laboratorio, que el rendimiento del proceso corresponde al 95 %. (Ver Tabla # 12, Apéndice A)

La pérdida en volumen se debe al floculado tan grueso que resulta de la clarificación.

10. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL CONTEO MICROBIOLÓGICO

Para que el jugo de manzana sea considerado como de Calidad A o Extra, el recuento de lactobacilos deberá estar entre 1,000 y 10,000 UFC/ml. (1)

La Tabla # 13 (Apéndice B) demuestra que el jugo no clarificado que fue producido el 27 de noviembre de 1989 y que teóricamente vencía el 12 de diciembre de 1989, estaba en el margen crítico para poderse considerar apto para su

consumo. Lo anterior se determinó al hacerle un conteo microbiano.

Al jugo clarificado, que fue producido el mismo día y cuyo cultivo también se hizo el 5 de diciembre de 1989, el proceso le redujo considerablemente los lactobacilos permitiendo que el conteo fuera de menos de 20 UFC/ml. El proceso de clarificación también mostró acción bactericida. Esto puede deberse no sólo al hecho que un incremento de temperatura tal contribuye a la disminución de las colonias, sino también a que la miel es considerada como una sustancia con propiedades bactericidas. (11).

Al analizar los resultados para los conteos subsiguientes (Tabla # 13, Apéndice B) es posible notar que no fue sino hasta el sexto conteo que el jugo ya no cumple con los requisitos microbiológicos para considerarse como jugo de Calidad A o Extra. En base a esto, puede verse que el proceso de clarificación constituye un método natural para alargar la vida del jugo no clarificado. Ya para el 5 de diciembre de 1989, el jugo no clarificado no cumplía con los requisitos, pero al clarificarse se mantuvo como microbiológicamente aceptable hasta el 9 de enero de 1990. Esto demuestra que el proceso alargó prácticamente un mes la vida del jugo, constituyéndose en ventaja para la Cooperativa de Manzaneros y el consumidor.

Vale mencionar que al clarificarse el jugo y dejarse en refrigeración para los próximos conteos, éste no permaneció en el envase que se sugiere a la hora de producirlo industrialmente, por lo que probablemente el cierre más hermético de éste contribuya aún más en aumentar la vida de dicho jugo.

Al jugo clarificado de marca comercial se le hizo conteo bacteriano al momento de destaparlo. Los resultados obtenidos no permiten concluir sobre las condiciones microbiológicas de éste, pero sí estimar que probablemente la cantidad de lactobacilos puede estar sobre las 2,000 UFC/ml.

PARTE VI

DISEÑO DE LAS ETAPAS INDUSTRIALES

A) DETERMINACION DE LA CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA

La capacidad nominal del equipo instalado actualmente en la Cooperativa de Manzaneros de Chichicastenango (Ver Fig#1) corresponde a una producción de jugo de 2,000 lts por día.

Para fines de diseño de las etapas industriales del proceso de clarificación, se asumió un 80% de eficiencia en la operación de producción de jugo. Esto corresponde a una producción de jugo y a una capacidad real de 1,600 lts/día. Esta capacidad se refiere a un sólo turno de trabajo.

Debido a que el turno de producción de jugo es de ocho horas, la planta producirá como máximo 200 lts/hr de jugo.

B) DESCRIPCION DEL PROCESO

Ya que a nivel laboratorio se obtuvieron los mejores resultados de clarificación y estabilidad de propiedades del jugo tratado a 80°C por un período de 40 minutos y un nivel de miel de 4.5%, a continuación se describen las etapas industriales para estas condiciones. En la Figura # 2 se presenta el diagrama de flujo del Proceso de Clarificación.

Para iniciar la operación de clarificación, el jugo crudo proveniente de la Planta de Extracción, es bombeado al tanque de tratamiento equipado con agitación y calentamiento. La etapa de calentamiento inicia cuando se han bombeado a este último, 200 lts de jugo correspondientes a un lote.

En este punto se abre la llave de vapor entrando a la chaqueta del tanque de tratamiento y simultáneamente se dosifican 6.9 lts. de miel de abeja (Ver Sección VI.C) previamente calentada por vapor en el tanque dosificador hasta una temperatura entre 86 y 89 C. Durante la adición es necesario agitar vigorosamente el jugo de manzana. Finalizada ésta, debe continuarse la agitación por espacio de tres minutos para estimular el contacto entre la proteína de la miel y los taninos del jugo.

Continúa el calentamiento hasta que la alarma del sensor de temperatura suene (momento en el cual el jugo alcanza los 75°C). En este instante se corta el flujo de vapor y manualmente se regula hasta llegar a 80°C. En los siguientes

EQUIPO DE PRODUCCION DE JUGO DE MANZANA
INSTALADO ACTUALMENTE EN LA COOPERATIVA
DE MANZANEROS DE CHICHICASTENANGO



40 minutos deberá constrolarse manualmente que la temperatura permanezca estable.

Terminado el tratamiento, el jugo y el sedimento resultante son bombeados a través de una centrífuga hermética de clarificación en aproximadamente 30 minutos. El jugo clarificado sale de la centrífuga al tanque de almacenamiento propio de la llenadora y se inicia el proceso de envasado.

El llenado de los envases plásticos deberá hacerse en caliente. Los envases deberán llenarse hasta el borde superior para que así al ser tapados y al enfriarse el jugo, el nivel de éstos baja y se crea un vacío interior. Esto evita que se de una contaminación con aire que hubiera podido quedarse atrapado dentro del envase a la hora del llenado.

Después de que los envases plásticos son llenados el operador debe colocarlos en la mesa de acumulación próxima a la llenadora. En este punto se les coloca a los envases manualmente a presión la tapadera hermética e inmediatamente son colocados en las cajas plásticas. Las cajas son llevadas a los cuartos fríos donde el jugo permanecerá almacenado previo a su distribución en los diferentes puntos de venta .

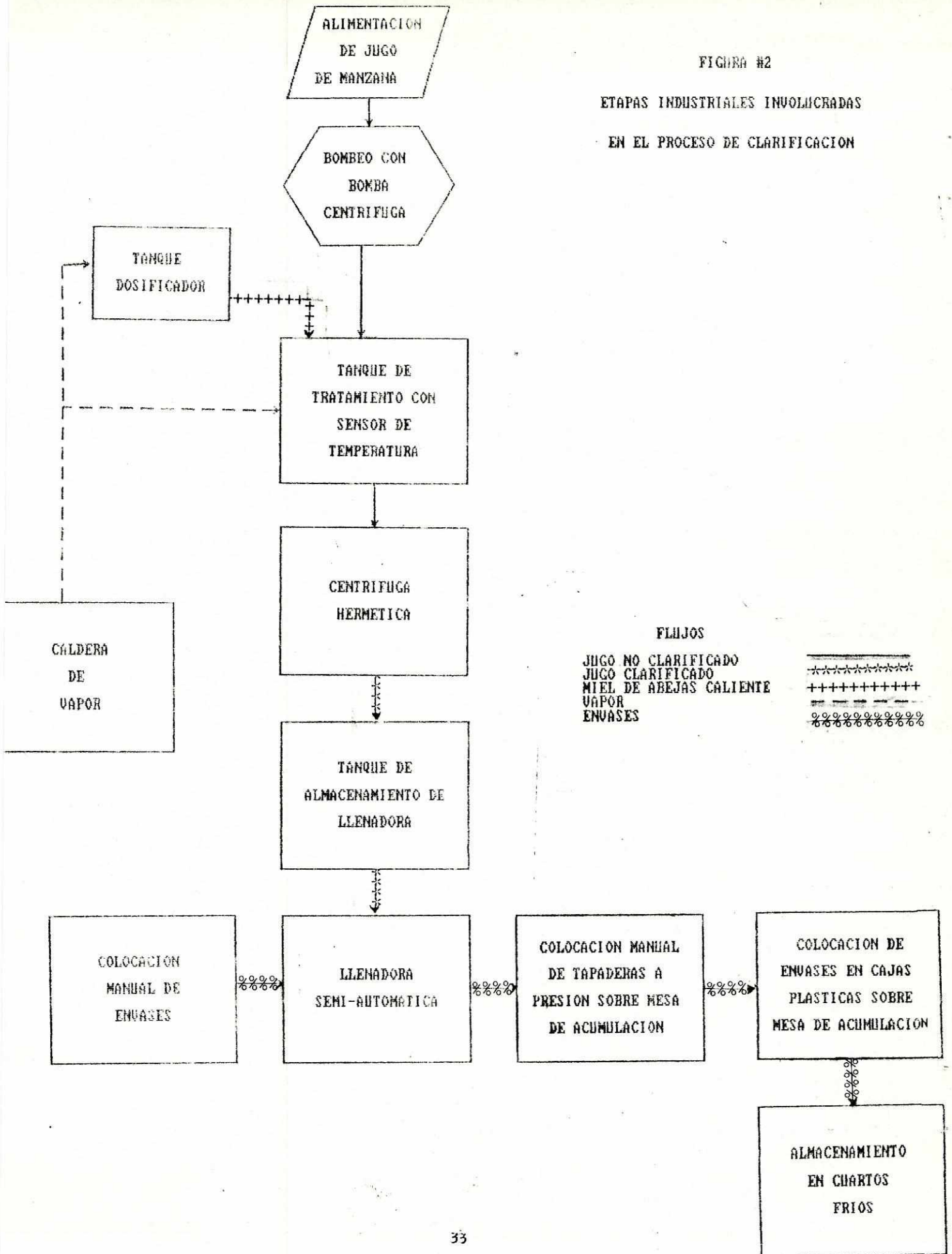
Las pruebas varias realizadas a nivel laboratorio, deberán llevarse a cabo en el laboratorio de control de calidad. Deberán recolectarse muestras periódicamente del jugo alimentado al proceso de clarificación y del jugo clarificado al salir de la centrífuga. Además de las pruebas varias mencionadas, deberán hacerse lecturas de transmitancia para comprobarse así el grado de clarificación que se está logrando en la planta.

Además a manera de control visual es aconsejable que la tubería de entrada y salida del tanque de tratamiento y la salida de la centrífuga, tenga mirillas de vidrio.

Deberá existir un sello perfecto en cada acople de la tubería al equipo principal, para evitarse así oxidación posterior del jugo y posible contaminación del mismo. El equipo del proceso en sí, deberá estar conectado de una manera completamente hermética para minimizar lo más posible el contacto del jugo con el aire.

FIGURA #2

ETAPAS INDUSTRIALES INVOLUCRADAS
EN EL PROCESO DE CLARIFICACION



C) DETERMINACION DEL VOLUMEN DE MIEL A AGREGAR

Un lote de jugo de manzana tiene un peso aproximado de 212,800 gramos a 22°C (tomando una densidad de 1.064 g/ml). Un 4.5 % en peso de miel corresponderá a 9,576 gramos de miel a agregar. Considerando la miel utilizada que tiene una densidad promedio de 1.39514 g/ml a 87°C, se deberán adicionar 6.9 lts de miel caliente (entre 86°C y 89°C).

D) DIMENSIONAMIENTO DE LA CALDERA DE VAPOR

1. DETERMINACION DE LA ENERGIA NECESARIA PARA CALENTAR EL JUGO DE MANZANA (200 LTS) DE 22°C A 80°C (71.6°F A 176°F)

Para determinar la energía necesaria para calentar un lote de jugo de manzana de 22 °C a 80 °C, se utilizó la expresión siguiente:

$$E = m C_p \Delta T \quad (\text{J})$$

donde: E : energía requerida por el jugo de manzana para su calentamiento

m : volumen de un lote de jugo = 200 lts.

Cp : capacidad calorífica del jugo = 0.93 Btu

lb F

(12)

$$\Delta T : T_f - T_o = 176 - 71.6 = 104.40^\circ\text{F}$$

Sustituyendo valores en (J):

$$E = (200 \text{ lts}) * (0.93 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}) * (104.40^\circ\text{F}) * (1.064 \text{ g/ml}) * \\ (1 \text{ lb}/454 \text{ g}) * (1,000 \text{ ml}/1 \text{ lt})$$

$$E = 45,509.20 \text{ Btu por lote}$$

2) DETERMINACION DEL COMBUSTIBLE REQUERIDO PARA EL CALENTAMIENTO DE UN LOTE DE JUGO

El lote de jugo de manzana (200 lts) requiere de 45,509.20 Btu de calor para elevar su temperatura. Este calor le será cedido en una caldera de vapor. El tipo de caldera a considerar utiliza diesel como combustible.

De los balances de energía se sabe que:

$$E \text{ dada por el } = E \text{ adquirida por el } = E \text{ necesaria (K)} \\ \text{combustible} \quad \text{vapor} \quad \text{para calentar el} \\ \text{jugó}$$

Por otro lado,

$$E \text{ dada por el } = Q * HHV * Ef \text{ caldera (L)} \\ \text{combustible}$$

donde: Q = consumo de combustible (gal)

HHV = "High Heat Value": alto valor calorífico del combustible utilizado. Para el diesel HHV = 140,000 Btu/gal.

Ef. caldera = Se asume una eficiencia de caldera del 80 %.

Despejando Q de la ecuación (L):

$$Q = \frac{(45,509.20 \text{ Btu})}{140,000 \text{ Btu/gal} * 0.80} = 0.40633 \text{ gal por lote} \\ = 1.53800 \text{ lt por lote}$$

Para calentar 200 lts de jugo de manzana se necesita que la caldera quemé 1.5380 lt. de combustible diesel.

3) DETERMINACION DEL VAPOR A GENERAR PARA CALENTAR UN LOTE DE JUGO

Dado que la eficiencia de caldera puede definirse como:

$$Ef \text{ caldera} = \frac{m \text{ vapor (Hv-Ha)}}{Q * HHV} \quad (M)$$

donde: m vapor = cantidad de vapor generado (lbs)
 H_v = entalpía del vapor generado (Btu/lbs)
 H_a = entalpía del agua de alimentación (Btu/lbs)
 Q = consumo de combustible (gal)
 HHV = alto poder calorífico del combustible (Btu/gal)

para este caso:

$$\text{ef. caldera} = 0.80$$

$$\text{Hv-Ha} = 1,000 \text{ Btu/lb} \text{ pues se considera que el vapor sale saturado a 125 psi.}$$

$$Q = 0.40633 \text{ gal}$$

$$\text{HHV} = 140,000 \text{ Btu/gal}$$

despejando m vapor de la expresión (M):

$$m \text{ vapor} = \frac{(0.80)(0.40633 \text{ gal})(140,000 \text{ Btu/gal})}{1,000 \text{ Btu/lb}} = 45.51 \text{ lb lote}$$

Como diariamente se procesarán ocho lotes en aproximadamente once horas, por lo que:

$$\frac{45.51 \text{ lbs vapor}}{1 \text{ lote}} * \frac{8 \text{ lotes}}{1 \text{ día}} * \frac{1 \text{ día}}{11 \text{ horas}} = \frac{33.10 \text{ lbs vapor}}{\text{hora}}$$

se necesitarán 33.10 lbs de vapor cada hora.

4) DETERMINACION DE LOS BHP DE LA CALDERA

Como 1 BHP = 34.5 lbs vapor/hr, para las 33.10 lbs/hr que se generan, corresponde a:

$$\frac{33.10 \text{ lbs vapor}}{\text{hr}} * \frac{1 \text{ BHP}}{34.5 \text{ lb vap/hr}} = 0.96 \text{ BHP}$$

Si la caldera fuera de 0.96 BHP, estaría sobrecargada ya que tendría un porcentaje de carga actual del 100 %. Dado que el rango de carga óptimo se encuentra entre 60 y 80 %, para un porcentaje de carga del 70 % deberían tenerse los siguientes BHP:

$$0.96 \text{ BHP} * 1.70 = 1.63 \text{ BHP}$$

Por lo tanto se requiere una caldera de 2 BHP (9)

5) COMENTARIO

Al considerarse una caldera de 7 BHP, debe tomarse en cuenta que debido a las condiciones bajo las cuales estará operando, puede darse una baja en el rendimiento. Es por esto que los 7 BHP pueden reducirse a aproximadamente 5 BHP. La caldera produciría entonces 156 lb/hr de vapor. Para la etapa de tratamiento se necesitan únicamente aprox. 40 lb/hr de vapor, por lo que sobrarán 116 lbs de vapor /hr.

Este vapor en ningún momento se verá desperdiciado, ya que se utilizará en el calentamiento de la miel de abejas y lo sobrante queda destinado a una posible expansión o diversificación de la operación.

E) ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO NECESARIO

1) TANQUE DE TRATAMIENTO:

De acero inoxidable y enchaquetado para calentamiento con vapor de agua. Con capacidad de 500 lts. Con hélice central y motor de 0.5 hp.

2) TANQUE DOSIFICADOR:

De acero inoxidable y enchaquetado para calentamiento con vapor de agua. Con capacidad de 10 lts.

3) BOMBA CENTRIFUGA:

De acero inoxidable. Capacidad de bombeo de 20 lts/min. Ensamblada a la línea por medio de abrazaderas para facilidad de limpieza. Con motor de 0.5 hp.

4) CENTRIFUGA HERMETICA CLARIFICADORA:

De acero inoxidable. Capacidad de clarificación de 400 lts/hr. Con motor de 5 hp. Revoluciones por minuto de hasta 8,500. Equipada con tanque para sedimento de 10 lts.

5) LLENADORA SEMIAUTOMATICA

De acero inoxidable. Con 6 válvulas de llenado. Con motor de 1 hp. Capacidad de llenado de hasta 800 envases/hr. Con tanque de acumulación y dosificación propio.

6) MESA DE ACUMULACION

De madera forrada con fórmica blanca. Deberá estar a nivel de la llenadora. Con suficiente área para colocar envases llenos, tapaderas y cajas de plástico, para facilitar la operación de empaque.

7) CALDERA DE VAPOR:

De 7 BHP, generando 240 lbs/hr de vapor para menos de 6,000 pies de altura. De combustible diesel. Motor de la bomba de diesel de 0.75 hp y motor de la bomba de agua de 0.75 hp. Con tanque de condensado propio.

8) SENSOR DE TEMPERATURA:

Para instalarse en el tanque de tratamiento. De acero inoxidable. Con alarma visual y auditiva calibrada a 75°C.

9) LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD:

Deberá incluir: (a) espectrofotómetro para determinaciones en el rango Visible, (2) refractómetro de Abbé para determinaciones de índice de refracción y porcentaje de sólidos totales, (3) cristalería necesaria para pruebas como: determinación de viscosidad, densidad, acidez titulable, y conteos microbiológicos.

PARTE VII

CONCLUSIONES

1. Experimentalmente, a nivel laboratorio, se determinó que las condiciones óptimas para el proceso de clarificación son: un tiempo de tratamiento de 40 minutos a 80°C, utilizando un porcentaje de miel en peso de 4.5 % y separando con centrifugación a 4,250 rpm por 12 minutos.
2. El proceso de clarificación desarrollado constituye una manera natural de llevar a cabo esta operación, permitiendo que el jugo tratado permanezca con las características importantes similares a las del jugo no clarificado.
3. Se determinó que el rendimiento del proceso de clarificación utilizando miel corresponde al 95 %.
4. El proceso de clarificación presentado puede considerarse como un medio de alargar la vida del jugo no clarificado, ya que experimentalmente fue posible determinar que el jugo clarificado cuenta con los requisitos microbiológicos para considerarse un jugo de Calidad A o Extra, hasta un mes después de la fecha en la que el jugo no clarificado comienza a salir de esta clasificación.
5. El proceso desarrollado constituye una alternativa potencial muy grande para el aumento del mercado del jugo que actualmente produce la Cooperativa de Manzaneros de Chichicastenango.
6. Dado que en el mercado existen todo tipo de mieles, es importante mencionar que la clarificación utilizando este proceso sólo se logró mediante el uso de auténtica miel de abejas, sin adulteración.

PARTE VIII

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar la posibilidad de reciclar el sedimento resultante debido al hecho que contiene una concentración alta de miel. El reciclaje puede consistir en utilizar el sedimento y agregar una cantidad mínima de miel a la partida siguiente, permitiéndose un ahorro en la cantidad de miel necesaria en el proceso.
2. Si en todo caso, reciclar el sedimento no constituye ningún beneficio, puede pensarse en utilizarlo en la elaboración de jaleas y mermeladas por su contenido de pectinas.
3. Se sugiere llevar a cabo un conteo microbiológico con el jugo envasado en el empaque que se consideró como apropiado, ya que probablemente el cierre de éste contribuya aún más en alargar la vida del jugo clarificado.
4. Sería recomendable estudiar la aplicación del proceso para clarificar jugo de otro tipo de fruta, como alternativa posible para la actividad de la Cooperativa.

PARTE IX
BIBLIOGRAFIA

1. American Public Health Association. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 2a.ed. Washington D.C. 1984.
2. AOAC, Methods of Analysis. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 13a. ed. Washington D.C. 1980.
3. Cyril, L. King, E.J. y W. Sperry. Biochemist's Handbook. 1a. ed. D. Van Nostrand Company Inc. Nueva York. 1961.
4. Cruess, W.V. Commercial Fruit and Vegetable Products. 3a. edición. Mc Graw Hill Book Company. Nueva York. 1948.
5. Gentry, C. Small Scale Beekeeping. Peace Corps Information and Exchange Manual. M-17. 1982.
6. Hoon, I.O., Hoff, J.E. y L.A Hoff. Immobilized Condensed Tannins and their interaction with Proteins. Journal of Food Science. Vol 50 No. 6. 1985.
7. Kirk, P.E y D.F. Othmar. Enciclopedia de Tecnología Química. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 1962.
8. Nelson, P. y D. Tessler. Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. 3a. edición. Avi Publishing Company. Connecticut. 1980.
9. Pelczar, Reid y Chan. Microbiología. 2a. edición. Mc Graw-Hill. México. 1981.

10. Perry, R.H. y D. Green. Perry's Chemical Engineering Handbook . 6a. ed. Mc Graw-Hill Book Co. 1984.
11. Smith, F.G. Beekeeping in the Tropics. John Wiley and Sons . New York. 1960.
12. Stanley y Charm. Fundamentals of Food Engineering. 3a. edición. Avi Publishing Company. Connecticut. 1981.

APENDICES

APENDICE A

TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

TABLA #1
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 24 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	17.9	18.1	18.6	18.9	20.0	20.2
3.5	18.3	18.7	19.5	19.8	20.4	22.0
4.0	25.0	25.8	26.3	27.4	28.1	28.4
4.5	27.5	28.2	28.6	28.9	29.7	30.2
5.0	32.0	32.6	33.1	33.9	34.6	35.4
0.0	9.9	10.5	11.0	12.1	12.3	12.3

TABLA #2
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 35 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	20.1	23.2	24.1	24.6	25.2	26.3
3.5	22.3	24.1	24.9	25.6	26.1	27.3
4.0	27.2	28.1	28.9	29.3	30.3	31.5
4.5	30.2	31.9	32.7	33.6	34.1	35.2
5.0	34.1	35.7	36.2	36.9	37.6	38.9
0.0	12.4	13.6	14.0	14.9	15.0	16.0

TABLA #3
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 45 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	27.6	30.3	31.8	35.4	41.0	42.9
3.5	32.8	33.2	37.4	41.8	45.2	49.3
4.0	34.4	34.9	38.4	43.2	47.3	50.1
4.5	42.9	44.5	47.6	51.2	52.3	55.0
5.0	47.9	49.1	51.8	56.7	57.3	59.3
0.0	19.0	20.1	21.2	24.3	25.1	26.0

TABLA #4
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 55 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	28.1	31.6	32.6	36.3	41.2	44.3
3.5	34.6	39.4	40.8	45.9	48.3	53.4
4.0	38.0	41.8	46.3	48.4	53.2	57.2
4.5	48.7	54.4	57.2	59.2	60.8	64.1
5.0	50.9	53.0	56.8	60.3	62.8	65.4
0.0	19.6	21.8	22.0	25.8	26.0	26.9

TABLA #5
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 65 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	29.6	35.1	41.2	44.4	46.7	50.2
3.5	33.4	38.3	42.1	43.2	49.3	54.0
4.0	47.9	56.3	58.6	61.8	64.2	67.7
4.5	51.7	58.6	61.0	65.3	65.8	67.5
5.0	51.7	58.8	60.8	66.5	67.8	69.4
0.0	20.0	22.0	22.4	26.0	26.6	27.6

TABLA #6
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 75 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (60 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	43.7	48.1	53.1	58.0	61.8	62.5
3.5	46.5	52.1	55.0	63.5	64.0	65.2
4.0	48.7	54.8	60.1	64.2	65.6	67.8
4.5	51.7	57.5	63.8	68.4	70.1	70.3
5.0	53.7	57.9	64.7	67.1	68.4	69.3
0.0	22.8	27.3	31.1	33.9	33.9	37.5

TABLA #7
 RESULTADOS DE TRANSMITANCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE TRATAMIENTO
 PARA DIFERENTES NIVELES DE MIEL - TEMPERATURA TRATAMIENTO 80 C

% DE MIEL (EN PESO)	% TRANSMITANCIA (15 min)	% TRANSMITANCIA (30 min)	% TRANSMITANCIA (45 min)	% TRANSMITANCIA (120 min)	% TRANSMITANCIA (180 min)	% TRANSMITANCIA (240 min)
3.0	45.6	49.8	55.0	-	-	-
3.5	45.1	50.3	55.8	-	-	-
4.0	45.2	50.1	55.7	-	-	-
4.5	46.0	52.2	61.1	-	-	-
5.0	51.2	59.2	67.4	-	-	-
0.0	26.3	29.2	34.2	-	-	-

TABLA #8
 RESULTADOS TABULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS PARA LAS TEMPERATURAS DE TRATAMIENTO
 Y MUESTRAS CLARIFICADAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIEL
 (22 C)

TEMPERATURA TRATAMIENTO (C)	PORCENTAJE DE MIEL (%)	pH	INDICE REFRACCION	GRADOS BRIX	SOLIDOS TOTALES (%)	VOLUMEN NaOH CONSUMIDO EN TITULACION (ml)	TIEMPO EN QUE FLUYE LA MUESTRA (seg)	PESO MUESTRA EN PICNOMETRO (g)	PESO TANINOS (g)	PESO PECTINAS (g)
24	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.5	3.35	1.3572	15.94	16.0	2.08	675.60	53.0139	0.1030	0.0400
	5.0	3.35	1.3580	16.43	16.5	2.05	676.20	55.8135	0.1020	0.0360
35	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.5	3.35	1.3570	15.81	15.8	2.02	673.10	55.9460	0.1030	0.0342
	5.0	3.36	1.3572	15.94	16.0	2.02	674.90	55.8135	0.1020	0.0334
45	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.5	3.39	1.3565	15.50	15.6	1.96	672.30	55.8934	0.1010	0.0322
	5.0	3.39	1.3570	15.81	15.8	1.96	673.50	55.7610	0.1000	0.0319
55	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.0	3.40	1.3564	15.44	15.5	1.9	669.20	55.6037	0.1010	0.0311
	4.5	3.40	1.3565	15.50	15.6	1.9	670.20	52.9143	0.1000	0.0292
	5.0	3.40	1.3570	15.81	15.8	1.9	672.50	55.9460	0.0980	0.0291
65	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.0	3.42	1.3560	15.19	15.2	1.81	668.00	55.8934	0.1013	0.0280
	4.5	3.42	1.3565	15.50	15.6	1.81	669.30	52.9641	0.0991	0.0270
	5.0	3.44	1.3572	15.94	16.0	1.69	671.50	55.8135	0.0950	0.0264
75	3.0	3.45	1.3555	14.88	15.0	1.69	659.20	52.7252	0.0826	0.0260
	3.5	3.45	1.3555	14.88	15.0	1.69	666.00	55.6164	0.0787	0.0260
	4.0	3.47	1.3560	15.19	15.2	1.66	667.30	55.8407	0.0776	0.0250
	4.5	3.46	1.3565	15.50	15.6	1.63	666.80	52.9143	0.0767	0.0246
	5.0	3.48	1.3570	15.81	15.8	1.66	670.00	55.7610	0.0712	0.0245
80	3.0	3.50	1.3545	14.26	14.2	1.51	658.00	52.7060	0.0821	0.0244
	3.5	3.50	1.3550	14.57	14.6	1.51	665.10	55.5287	0.0820	0.0243
	4.0	3.50	1.3552	14.70	14.8	1.51	665.80	55.7962	0.0709	0.0243
	4.5	3.50	1.3560	15.19	15.1	1.51	666.40	52.8961	0.0690	0.0242
	5.0	3.50	1.3565	15.50	15.6	1.51	666.50	55.7690	0.0680	0.0242

TABLA #9
 RESULTADOS TABULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS PARA LAS MEJORES MUESTRAS
 CLARIFICADAS A 80 C CON 4.0%, 4.5% Y 5% DE MIEL DURANTE 40, 45 Y 50 MINUTOS
 (22 C)

ENTAJE MIEL (%)	TIEMPO TRATAMIENTO (min)	PORCENTAJE TRANSMITANCIA (%)	pH	INDICE REFRACCION	GRADOS BRIX	SOLIDOS TOTALES (%)	VOLUMEN NaOH CONSUMIDO EN TITULACION (ml)	TIEMPO EN QUE FLUYE LA MUESTRA (seg)	PESO MUESTRA EN PICNOMETRO (g)	PESO TANINOS (g)	PESO PECTINAS (g)
4.0	40	61.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	45	61.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	50	62.7	3.50	1.3575	16.12	16.2	1.51	665.5	55.7355	0.0730	0.0243
4.5	40	65.8	3.50	1.3577	16.25	16.3	1.51	666.0	53.0510	0.0700	0.0242
4.5	45	64.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	50	65.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	40	66.3	3.50	1.3590	17.05	17.0	1.51	666.6	55.9032	0.0670	0.0242
5.0	45	63.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.0	50	63.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLA #10
 EFECTO DEL TIEMPO Y VELOCIDAD DE CENTRIFUGACION SOBRE LOS RESULTADOS DE TRANSMITANCIA
 DE MUESTRAS CLARIFICADAS A 80 C CON 4.5% Y 5.0% DE MIEL DURANTE 40 MINUTOS

VELOCIDAD CENTRIFUGACION (RPM)	PORCENTAJE DE MIEL (%)	% TRANSMITANCIA 8 MIN	% TRANSMITANCIA 10 MIN	% TRANSMITANCIA 12 MIN	% TRANSMITANCIA 15 MIN	% TRANSMITANCIA 18 MIN	% TRANSMITANCIA 20 MIN
4,500	4.5	66.4	66.7	66.8	66.8	67.0	67.3
	5.0	67.9	67.9	68.0	68.3	68.6	68.7
4,250	4.5	65.8	66.0	66.1	66.3	66.3	66.5
	5.0	66.1	66.4	66.9	67.1	67.6	67.9
2,750	4.5	-	-	-	-	60.0	60.3
	5.0	-	-	-	-	62.0	62.4

TABLA #11
 RESULTADOS TABULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS
 JUGO NO CLARIFICADO, JUGO CLARIFICADO A 80 C CON 4.5% DE MIEL DURANTE 40 min
 Y JUGO CLARIFICADO DE MARCA COMERCIAL
 (22 C)

TIPO DE JUGO	PORCENTAJE TRANSMITANCIA (%)	pH	INDICE REFRACCION	GRADOS BRUX	SOLIDOS TOTALES (%)	VOLUMEN NaOH CONSUMIDO EN TITULACION (ml)	TIEMPO EN QUE FLUYE LA MUESTRA (seg)	PESO MUESTRA EN PICNOMETRO (g)	PESO TANINOS (g)	PESO PECTINAS (g)
NO CLARIFICADO	3.0	3.51	1.3513	12.24	12.2	1.57	1,329.0	54.9593	0.1038	0.0576
CLARIFICADO A 80 C CON 4.5% DE MIEL DURANTE 40 min.	65.8	3.50	1.3577	16.25	16.3	1.51	666.0	53.0510	0.0700	0.0242
CLARIFICADO MARCA COMERCIAL	80.0	5.00	1.3515	12.40	12.4	0.98	558.4	54.8256	0.0321	0.0213

TABLA #12
 RENDIMIENTO PROCESO DE CLARIFICACION
 (T=80 C, 4.5% MIEL, 40 min. TRATAMIENTO,
 12 min. CENTRIFUGACION A 4,250 RPM)

PRUEBA No.	VOLUMEN INICIAL JUGO + MIEL (ml)	VOL. SEDIMENTO CENTRIFUGADO (ml)	VOL. JUGO CENTRIFUGADO (ml)	PORCENTAJE DE RENDIMIENTO (%)
1	100.00	7.00	93.00	93.00
2	100.00	5.00	95.00	95.00
3	100.00	4.00	96.00	96.00
PROMEDIO				94.67

APENDICE B

TABLA DE RESULTADOS DEL CONTEO MICROBIOLOGICO

TABLA # 13
RESULTADOS TABULADOS Y CALCULADOS DEL CONTEO MICROBIOLÓGICO

COLONIAS POR DILUCION

PLACA NO.	JUGO PRODUCIDO	FECHA VENCIMIENTO	FECHA CLARIFICACION	FECHA CULTIVO	FECHA CONTEO	1:1	1:10	1:100	1:1,000	1:10,000	UFC/ml.	PROMEDIO O ESTIMADO
JUGO NO CLARIF.												
1	27-11-89	12-12-89	----	5-12-89	7-12-89	INC	INC	120	11	1	1.2E+04	1.3E+04
2	27-11-89	12-12-89	----	5-12-89	7-12-89	INC	INC	130	15	2	1.3E+04	
JUGO CLARIF. CONTEO 1												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	5-12-89	7-12-89	<20	<20	0	0	0	<2.0E+01	<2.0E+01
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	5-12-89	7-12-89	<20	<20	0	0	0	<2.0E+01	
JUGO CLARIF. CONTEO 2												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	12-12-89	14-12-89	56	6	0	0	0	5.6E+01	5.4E+01
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	12-12-89	14-12-89	51	5	0	0	0	5.1E+01	
JUGO CLARIF. CONTEO 3												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	19-12-89	21-12-89	INC	180	17	2	0	1.8E+03	1.7E+03
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	19-12-89	21-12-89	INC	160	14	1	0	1.6E+03	
JUGO CLARIF. CONTEO 4												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	26-12-89	28-12-89	INC	INC	50	4	0	5.0E+03	5.3E+03
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	26-12-89	28-12-89	INC	INC	55	6	0	5.5E+03	
JUGO CLARIF. CONTEO 5												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	2-1-90	4-1-90	INC	INC	90	8	1	9.0E+03	9.1E+03
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	2-1-90	4-1-90	INC	INC	91	9	1	9.1E+03	
JUGO CLARIF. CONTEO 6												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	9-1-90	11-1-90	INC	INC	120	13	1	1.2E+04	1.4E+04
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	9-1-90	11-1-90	INC	INC	150	11	1	1.5E+04	
JUGO CLARIF. CONTEO 7												
1	27-11-89	12-12-89	5-12-89	16-1-90	18-1-90	INC	INC	INC	20	2	2.0E+04	1.8E+04
2	27-11-89	12-12-89	5-12-89	16-1-90	18-1-90	INC	INC	INC	18	3	1.8E+04	
JUGO CLARIF. MARCA COMERCIAL												
1	---	---	---	---	---	INC	INC	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---	INC	INC	---	---	---	---	---

APENDICE C

TABLAS DE RESULTADOS CALCULADOS

TABLA #14
 RESULTADOS CALCULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS PARA LAS TEMPERATURAS DE TRATAMIENTO
 Y MUESTRAS CLARIFICADAS CON DIFERENTES NIVELES DE MIEL
 (22 C)

TEMPERATURA TRATAMIENTO (C)	PORCENTAJE DE MIEL (%)	ACIDEZ TITULABLE (g acido/ml jugo)	PORCENTAJE DE ACIDO (% EN PESO)	DENSIDAD (g/ml)	VISCOSIDAD (m ² /seg)	CONTENIDO TANINOS (g tan./ml jugo)	CONTENIDO PECTINAS (g pec./ml jugo)
24	3.0	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-
	4.5	0.0069	0.6485	1.064	0.2210	0.0103	0.002000
	5.0	0.0068	0.6391	1.064	0.2212	0.0102	0.001800
35	3.0	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-
	4.5	0.0067	0.6303	1.063	0.2200	0.0103	0.001710
	5.0	0.0067	0.6297	1.064	0.2208	0.0102	0.001670
45	3.0	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	4.0	-	-	-	-	-	-
	4.5	0.0065	0.6121	1.062	0.2195	0.0101	0.001610
	5.0	0.0065	0.6115	1.063	0.2201	0.0100	0.001595
55	3.0	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	4.0	0.0063	0.5943	1.060	0.2181	0.0101	0.001555
	4.5	0.0063	0.5932	1.062	0.2188	0.0100	0.001460
	5.0	0.0063	0.5927	1.063	0.2198	0.0098	0.001455
65	3.0	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	4.0	0.0060	0.5650	1.062	0.2181	0.0101	0.001400
	4.5	0.0060	0.5644	1.063	0.2187	0.0099	0.001350
	5.0	0.0056	0.5263	1.064	0.2197	0.0095	0.001320
75	3.0	0.0056	0.5292	1.058	0.2145	0.0083	0.001300
	3.5	0.0056	0.5282	1.060	0.2171	0.0079	0.001298
	4.0	0.0055	0.5184	1.061	0.2177	0.0078	0.001250
	4.5	0.0054	0.5085	1.062	0.2177	0.0077	0.001230
	5.0	0.0055	0.5174	1.063	0.2190	0.0071	0.001225
80	3.0	0.0050	0.4727	1.058	0.2140	0.0082	0.001220
	3.5	0.0050	0.4723	1.059	0.2165	0.0082	0.001216
	4.0	0.0050	0.4716	1.060	0.2170	0.0071	0.001215
	4.5	0.0050	0.4710	1.062	0.2175	0.0069	0.001210
	5.0	0.0050	0.4703	1.063	0.2178	0.0068	0.001208

TABLA #15
 RESULTADOS CALCULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS PARA LAS MEJORES MUESTRAS
 CLARIFICADAS A 80 C CON 4.0%, 4.5% Y 5% DE MIEL DURANTE 40, 45 Y 50 MINUTOS
 (22 C)

PORCENTAJE DE MIEL (%)	TIEMPO TRATAMIENTO (min)	ACIDEZ TITULABLE (g acido/ml jugo)	PORCENTAJE DE ACIDO (% EN PESO)	DENSIDAD (g/ml)	VISCOSIDAD (m ² /seg)	CONTENIDO TANINOS (g tan./ml jugo)	CONTENIDO PECTINAS (g pec./ml jugo)
4.0	40	-	-	-	-	-	-
4.0	45	-	-	-	-	-	-
4.0	50	0.0050	0.4727	1.059	0.2167	0.0073	0.001216
4.5	40	0.0050	0.4718	1.061	0.2172	0.0070	0.001212
4.5	45	-	-	-	-	-	-
4.5	50	-	-	-	-	-	-
5.0	40	0.0050	0.4709	1.063	0.2178	0.0067	0.001209
5.0	45	-	-	-	-	-	-
5.0	50	-	-	-	-	-	-

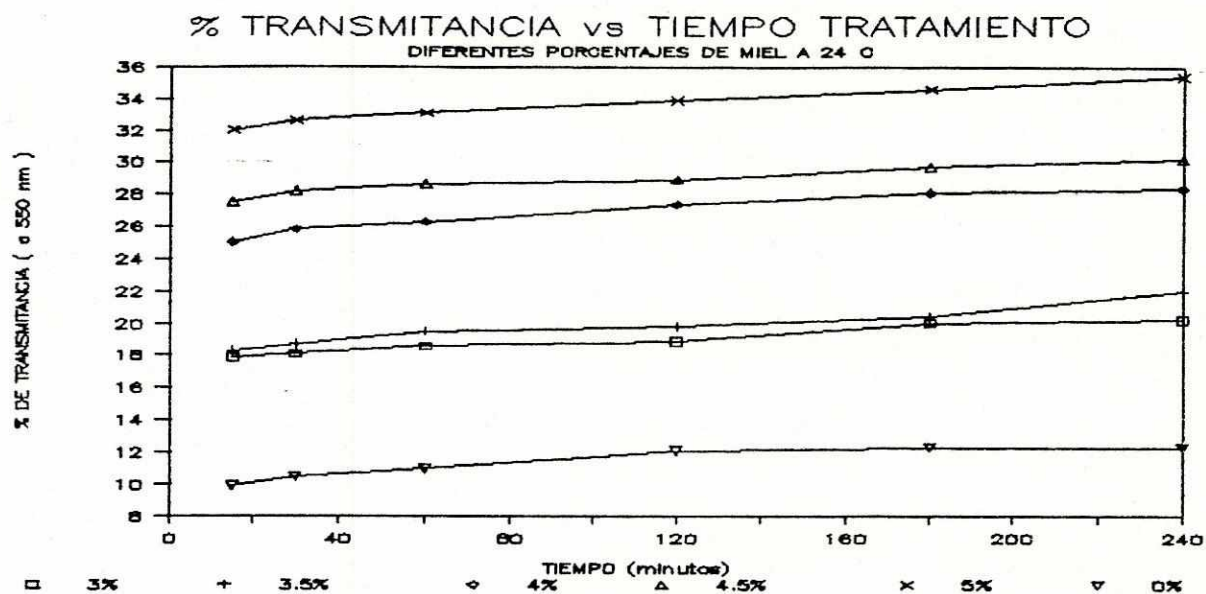
TABLA #16
 RESULTADOS CALCULADOS DE LAS PRUEBAS VARIAS
 JUGO NO CLARIFICADO, JUGO CLARIFICADO A 80 C CON 4.5% DE MIEL DURANTE 40 min
 Y JUGO CLARIFICADO DE MARCA COMERCIAL
 (22 C)

TIPO DE JUGO	ACIDEZ TITULABLE (g acido/ml jugo)	PORCENTAJE DE ACIDO (% EN PESO)	DENSIDAD (g/ml)	VISCOSIDAD (m ² /seg)	CONTENIDO TANINOS (g tan./ml jugo)	CONTENIDO PECTINAS (g pec./ml jugo)
NO CLARIFICADO	0.0052	0.4880	1.064	0.4351	0.0104	0.002878
CLARIFICADO A 80 C CON 4.5% DE MIEL DURANTE 40 min.	0.0050	0.4718	1.061	0.2172	0.0070	0.001212
CLARIFICADO MARCA COMERCIAL	0.0032	0.3070	1.042	0.1789	0.0032	0.001065

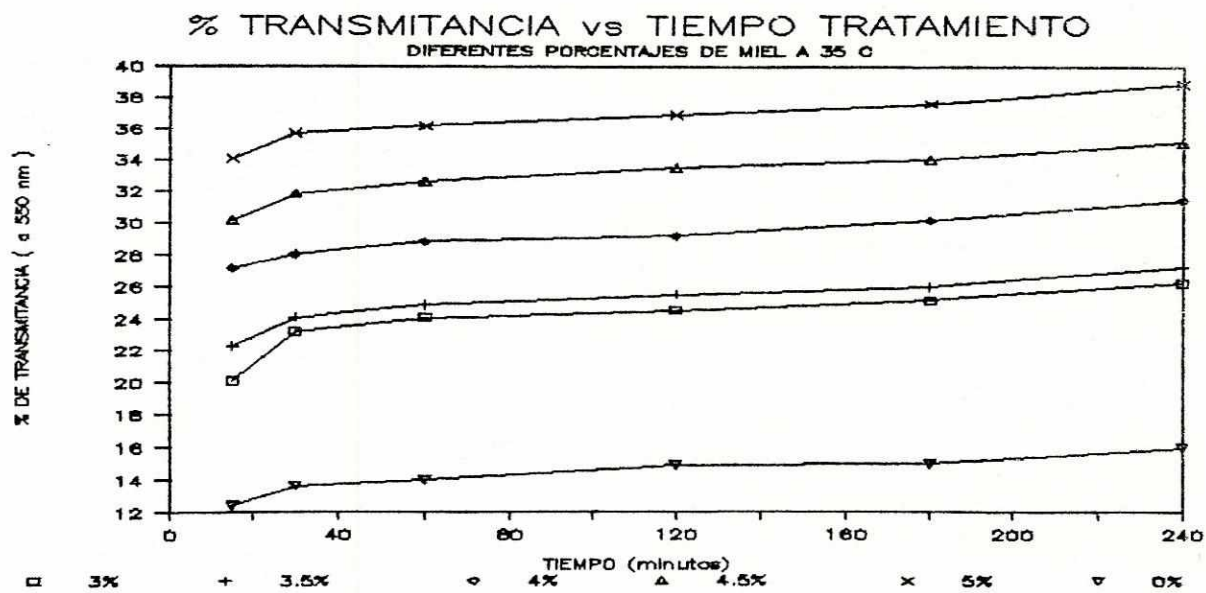
APENDICE D

GRAFICAS

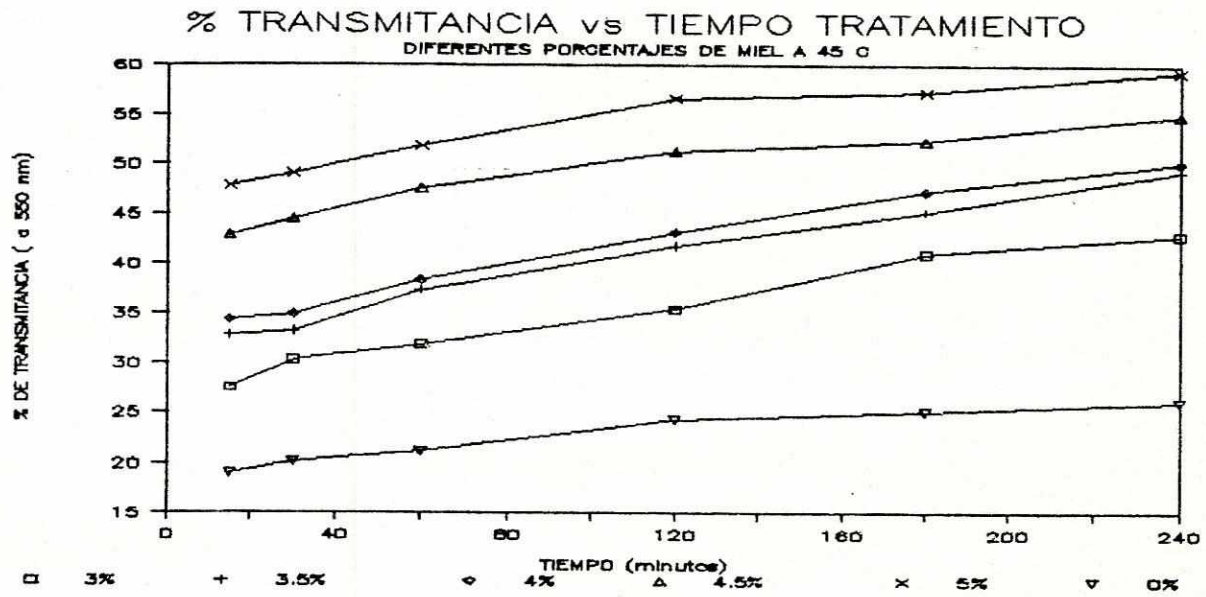
GRAFICA # 10



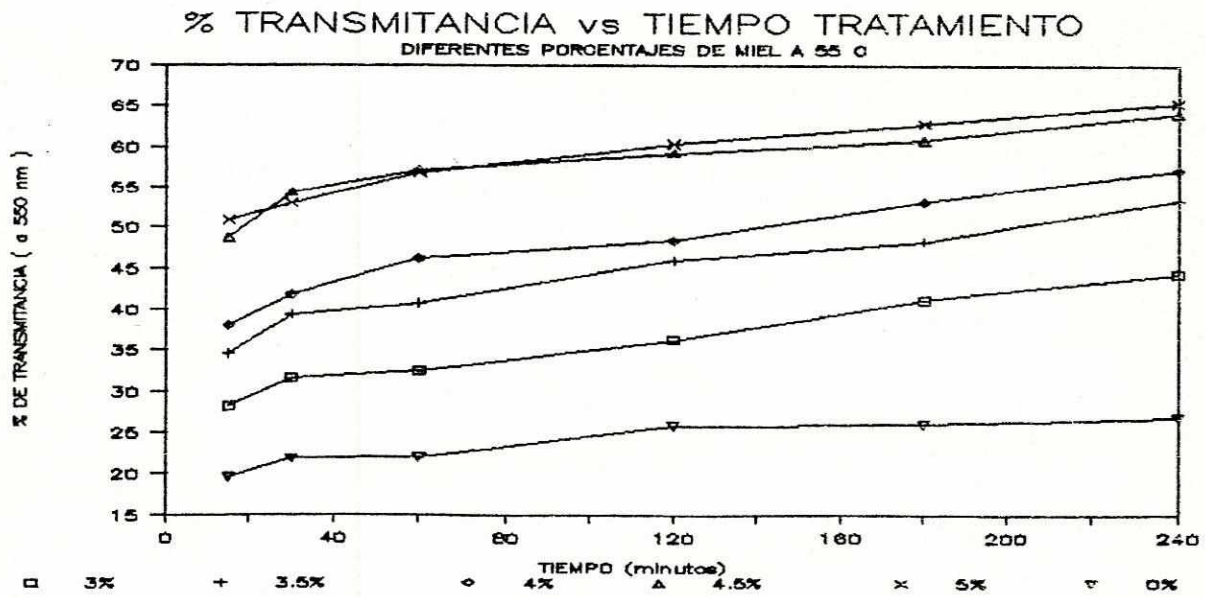
GRAFICA # 11



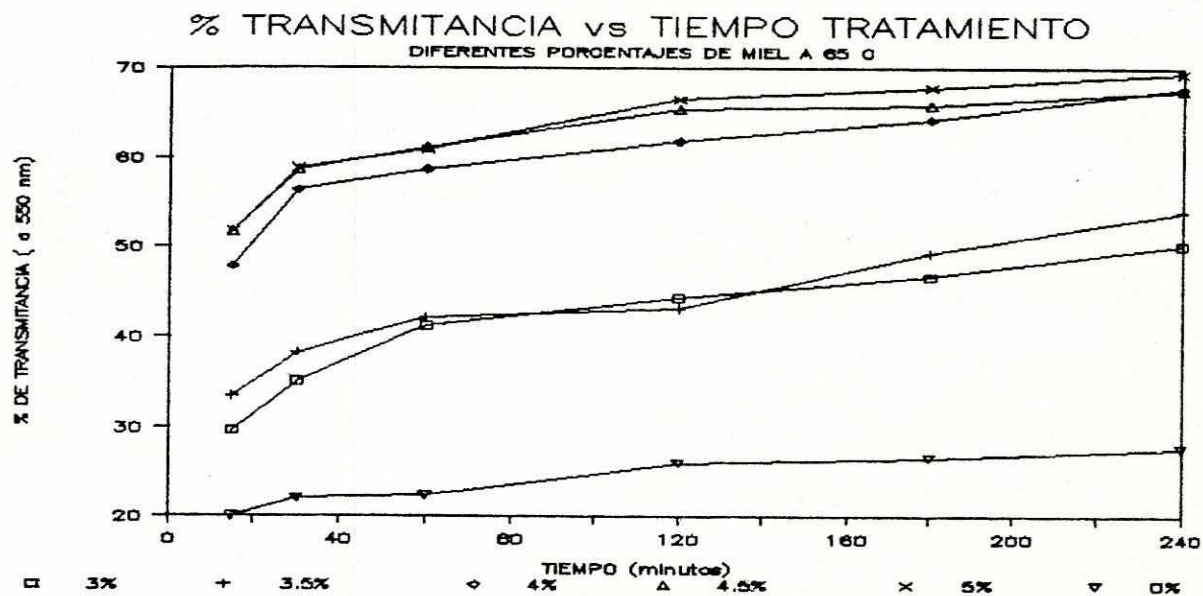
GRAFICA # 12



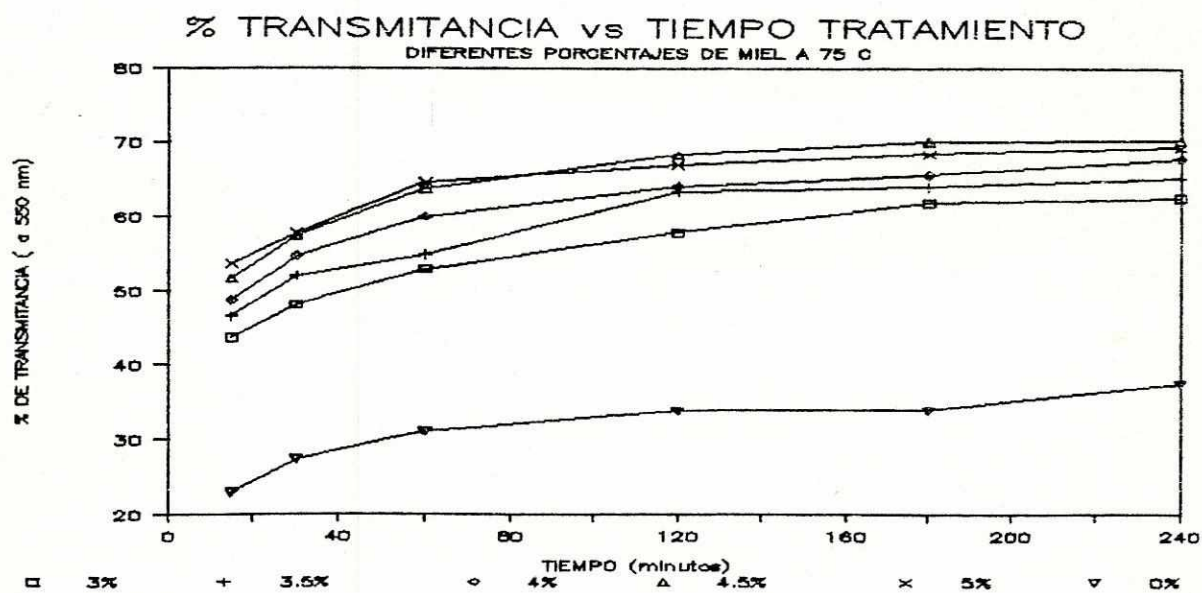
GRAFICA # 13



GRAFICA # 14



GRAFICA # 15



APENDICE E

TABLA DE GRADOS BRUX CONTRA INDICE DE REFRACCION

CUT-OUT BRIX

This shows the amount of soluble solids in the liquid portion of canned fruits in terms of percent by weight of sugar. (Almost all of these solids are sugar and for practical purposes may be regarded as sugar.) The sugar in the liquid is a mixture of the sugar added to the can in the syrup used as a packing medium and the sugar dissolved out of the fruit in the can. The final concentration or Cut out Brix therefore depends on four factors:

1. The weight of fruit in the can
2. The per cent of sugar in the fruit
3. The weight of syrup added to the can
4. The per cent of sugar in the syrup (Brix)

Per Cent Sugar (Brix)	Refractive Index 68 Degrees F.	Per Cent Sugar (Brix)	Refractive Index 68 Degrees F.
10	1.3478	41	1.4016
11	1.3494	42	1.4036
12	1.3505	43	1.4056
13	1.3525	44	1.4076
14	1.3541	45	1.4096
15	1.3557	46	1.4117
16	1.3573	47	1.4137
17	1.3589	48	1.4158
18	1.3605	49	1.4179
19	1.3622	50	1.4200
20	1.3638	51	1.4221
21	1.3655	52	1.4242
22	1.3672	53	1.4264
23	1.3689	54	1.4285
24	1.3708	55	1.4307
25	1.3723	56	1.4329
26	1.3740	57	1.4351
27	1.3758	58	1.4373
28	1.3775	59	1.4396
29	1.3793	60	1.4418
30	1.3811	61	1.4441
31	1.3829	62	1.4464
32	1.3847	63	1.4486
33	1.3865	64	1.4509
34	1.3883	65	1.4532
35	1.3902	66	1.4555
36	1.3920	67	1.4579
37	1.3939	68	1.4603
38	1.3958	69	1.4627
39	1.3978	70	1.4651
40	1.3997		

(FUENTE: Fruit and Vegetable Juice Processing Technology)

Nelson y Tessler

APENDICE F

RESULTADOS DE ANALISIS DE LA MIEL UTILIZADA



LABORATORIO UNIFICADO DE CONTROL DE
ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS (LUCAM)
Apartado Postal 1188 - Guatemala, C. A.
Tels. 43762 al 43767 Cable: INCAP

REF: LUCAM-A1142-89

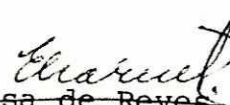
Guatemala, 16 de octubre de 1989

Señorita
María del Pilar Pedraza
Presente.

Por medio de la presente, le estoy enviando los resultados de los análisis practicados a UNA muestra de MIEL DE ABEJAS, la cual fuera recibida en este laboratorio bajo amparo de su nota de fecha 10 de octubre del presente año.

Sin otro particular, quedo de usted,

Atentamente,


~~Licda. Elsa de Reyes~~
JEFE DEL LABORATORIO



Adjunto: lo indicado
cc. archivo
wfb.

LABORATORIO UNIFICADO DE CONTROL DE ALIMENTOS
Y MEDICAMENTOS
Carretera Roosevelt, Zona 11
Apartado 1188
Guatemala, C. A.

INFORME DE EXAMEN DE LABORATORIO

NOMBRE COMUN O COMERCIAL DE LA MUESTRA
MIEL DE ABEJAS

MARCA O CÓDIGO DEL REMITENTE
MARIA DEL PILAR PEDR

NO. REGISTRO DEL LABORATORIO
AP-89-524

ORIGEN (REMITENTE)
MARIA DEL PILAR PEDRAZA

REFERENCIA

FECHA RECIBIDA
10-10-89

MUESTRA RECIBIDA POR
ADER

TIPO DE RECIPIENTE
VIDRIO

PESO NETO

DETERMINACIONES SOLICITADAS
AZUCARES Y PROTEINAS

RESULTADOS DE ANALISIS

DETERMINACION DE FRUCTOSA:	26.08%
DETERMINACION DE GLUCOSA:	16.74%
DETERMINACION DE SACAROSA:	11.32%
DETERMINACION DE PROTEINAS:	0.87%

COSTO POR DETERMINACION

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES DEL LABORATORIO



FECHA TERMINADO
12-10-89

ANALISTA
LB.

CODIGO DEL LABORATORIO
A19/157

COSTO TOTAL FACTURADO

FIRMA
Ana Fibra Cede Ruiz

APENDICE G

RESULTADOS DE PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

TABLA #18
 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ORGANOLEPTICAS
 PARA JUGO CLARIFICADO A 80 C CON 4.5 Y 5% DE MIEL

CARACTERISTICA ORGANOLEPTICA	DESCRIPCION JUGO CLARIFICADO CON 4.5% DE MIEL	DESCRIPCION JUGO CLARIFICADO CON 5% DE MIEL
COLOR	Más claro que el del jugo recién obtenido del fruto de la variedad de manzana de la que se extrajo. Coloración ambar.	Más claro que el del jugo recién obtenido del fruto de la variedad de manzana de la que se extrajo. Coloración ambar.
OLOR	Aromático, leve olor a miel.	Aromático, mayor olor a miel.
SABOR	Característico, semejante al del jugo recién obtenido del fruto, detectándose una ligera dulzura debida a la miel. Exento de gusto a cocido u oxidación.	Característico, semejante al del jugo recién obtenido del fruto, detectándose una mayor dulzura debida a la miel. Exento de gusto a cocido u oxidación.
APARIENCIA	Brillante, claro, traslúcido.	Brillante, claro, traslúcido.

APENDICE H
CALCULOS REALIZADOS

APENDICE H

a) DETERMINACION DE ACIDEZ TITULABLE

Según la literatura consultada, el ácido málico (P.M.= 134.08942 g/mol.) es el que se encuentra en mayor concentración conformando el ácido en el jugo de manzana. El cálculo de acidez se basó en este ácido.

Dado que: Equivalentes NaOH=Equivalentes Acido Titulable (A)

donde: Equivalentes NaOH= Normalidad * Volumen NaOH (B)
soln. NaOH consumido
(eq/lt) (lt)

Por lo tanto: Equivalentes = Normalidad * Volumen NaOH (C)
Acido titulable soln. NaOH consumido
(eq/lt) (lt)

Entonces: (D) :

$$\text{Acidez Titulable} = \frac{\text{g. ácido}}{1 \text{ ml. muestra}} = \frac{\text{P.M. a.m}}{2 \text{ eq.}} * \frac{1 \text{ mol}}{2 \text{ eq.}} * \frac{\text{Normalidad soln. NaOH}}{(\text{eq/lt})} * \frac{\text{Volumen NaOH}}{\text{cons. (lts)}}$$

2 ml.
muestra

b) DETERMINACION DEL PORCENTAJE EN PESO DE ACIDO

El porcentaje en peso de ácido está dado por:

$$\% \text{ en peso de ácido} = \frac{\text{g. ácido}}{1 \text{ ml. muestra}} * \frac{1}{\text{densidad muestra}} * 100 \quad (\text{E})$$

(ρ)

c) DETERMINACION DE LA DENSIDAD

La densidad fue determinada en base a la expresión siguiente:

$$\rho = \frac{\text{Peso de la muestra en picnómetro (g)}}{\text{volumen del picnómetro (ml)}} \quad (F)$$

d) DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD CINEMATICA

La viscosidad cinemática está dada por la expresión siguiente:

$$\eta = B * t * \rho \quad (G)$$

donde:

$$\begin{aligned} \eta &= \text{viscosidad cinemática (m}^2/\text{seg)} \\ B &= \text{constante del viscosímetro (m}^5/\text{kgseg}^2) \\ t &= \text{tiempo en que fluye la muestra a través} \\ &\quad \text{del capilar del viscosímetro (seg)} \\ \rho &= \text{densidad de la muestra (kg/m}^3) \end{aligned}$$

Se determinó experimentalmente que la constante promedio para el viscosímetro utilizado es $3.07437 \times 10^{-7} \text{ m}^5/\text{kg seg}^2$.

Utilizando esta constante y la expresión anterior fue posible determinar la viscosidad para todas las muestras.

e) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE TANINOS

El contenido de taninos se determinó utilizando la expresión siguiente:

$$\frac{\text{g. tanino}}{\text{ml. muestra}} = \frac{\text{peso tanino (g)}}{10 \text{ (ml. de muestra)}} \quad (H)$$

f) DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PECTINAS

El contenido de pectinas se calculó en base a la expresión siguiente:

$$\frac{\text{g. pectina}}{\text{ml. muestra}} = \frac{\text{peso pectinas (g)}}{20 \text{ (ml. de muestra)}} \quad (I)$$

g) DETERMINACION DE LAS UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS

Transcurrido el tiempo de incubación establecido para el recuento, se contaron manualmente el número de colonias como número de unidades formadoras de colonias (UFC).

Para calcular la carga bacteriana por placa se multiplicó las UFC contadas por el factor de dilución correspondiente. Para la dilución de 1:10, por ejemplo, el factor de dilución es de 10.

Para reportar los resultados se siguieron las siguientes normas:

- 1) **Para placas sembradas en duplicado:** Contar las placas sembradas por duplicado que contienen 25 a 250 colonias y promediar los resultados para obtener las UFC
- 2) **Para diluciones consecutivas con placas conteniendo entre 25 y 250 colonias:** Si las placas de diluciones consecutivas contienen entre 25 y 250 colonias, calcular las UFC como se indicó en (1) a menos que el valor de recuento más alto fuera más del doble que el valor más bajo, en cuyo caso debe tenerse en cuenta el valor más bajo para informar el resultado.
- 3) **Para placas que no presentan colonias entre 25 y 250:** Cuando ninguna placa contiene entre 25 y 250 colonias, y una o más placas presentan más de 250 colonias, utilizar la (las) placa (s) que tengan el recuento más próximo a 250 colonias y contar las placas como en (2) y (6).
- 4) **Para placas conteniendo menos de 25 colonias :** si las placas de todas las diluciones presentan menos de 25 colonias registrar el número de colonias de la menor dilución e informar los UFC estimados.

5) **Para placas sin colonias:** Si las placas del total de las diluciones no presentan colonias, expresar el resultado como menor de 1 por la menor dilución sembrada.

6) **Para placas con más de 250 colonias:** Cuando el número de colonias por placa excede 250 se reporta incontables.

(1)