

20 300627

20



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## “APROVECHAMIENTO DEL JUGO DE CASCARA DE PIÑA”

### TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO  
P R E S E N T A  
CLAUDIA MILIAN DIAZ

MEXICO, D. F.

1939



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pag
CAPITULO I.- OBJETIVOS.....	3
CAPITULO II.- INTRODUCCION.....	4
CAPITULO III.- GENERALIDADES.....	6
3.1.- Producción de piña.....	6
3.1.1.- Producción Mundial de Piña.....	6
3.1.2.- Producción Nacional de Piña.....	9
3.1.2.1.- Superficie Cosechada.....	9
3.1.2.2.- Rendimientos.....	11
3.1.2.3.- Producción.....	11
3.1.2.4.- Comportamiento de las Prin. va- riables económicas de la Piña.....	14
3.2.- La Piña.....	16
3.2.1.- Composición química.....	18
3.2.1.1.- Acidos No Volátiles.....	20
3.2.1.2.- Azúcares.....	21
3.2.1.3.- Pigmentos.....	21
3.2.1.4.- Nitrógeno y Constituyentes Enzimáticos.....	22
3.2.1.5.- Constituyentes Volátiles del Sabor.....	23
3.3.- Procesamiento de la Piña.....	26
3.4.- Jugo de cáscara de piña.....	29
3.4.1.- Obtención de Alcohol.....	30
3.4.2.- Obtención de Vinagre.....	34
3.4.3.- Obtención de Jarabe o Almíbar.....	40
CAPITULO IV.- PRINCIPIOS TECNICOS.....	41
4.1.- Filtración.....	41
4.1.1.- Filtro Ayuda.....	43
4.1.2.- Los Medios de Filtración.....	43

CAPITULO V.- EQUIPO Y MATERIAL.....	44
5.1.- Nivel Laboratorio.....	44
5.1.1.- Equipo.....	44
5.1.2.- Reactivos.....	44
5.2.- Nivel Planta piloto.....	47
5.2.1.-Equipo.....	47
CAPITULO VI.- METODOS DE ANALISIS.....	50
6.1.-Acidez.....	50
6.2.-Sólidos solubles.....	51
6.3.-Sólidos insolubles.....	52
6.4.-pH.....	53
CAPÍTULO VII.- PARTE EXPERIMENTAL.....	55
7.1.-Nivel Laboratorio.....	56
7.2.-Nivel planta piloto.....	66
CAPITULO VIII.- RESULTADOS.....	70
8.1.-Nivel laboratorio.....	70
8.2.-Nivel planta piloto.....	77
CAPITULO IX.- ANALISIS DE RESULTADOS.....	79
9.1.-Evaluación Económica.....	81
CAPITULO X.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
CAPITULO XI.- BIBLIOGRAFIA.....	89

CAPITULO I.- OBJETIVOS.-

El Presente trabajo pretende solucionar uno de los problemas a los que se enfrenta la industria procesadora de la piña..

El Problema a que se referirá esta tesis es el de aumentar el aprovechamiento de los residuos de la piña, y como consecuencia los objetivos del presente proyecto, son los siguientes: \_\_\_\_\_

- 1.- Obtener un jarabe de buena calidad, con los sólidos solubles deseados, que se utilice en el enlatado de la piña o de cualquier otra fruta; a partir de jugo de cáscara de piña, previamente filtrado y clarificado con un adsorbente.
- 2.- Reducir la cantidad de azúcar refinada utilizada en la preparación de los jarabes de los enlatados de frutas.

## CAPITULO II. INTRODUCCION.

La Industria procesadora de la piña, tiene muchas alternativas para aprovecharse al máximo, y de esta manera ser rentable.

Es por ello, que en esta tesis, se instará a utilizar cada una de éstas, y se hará una mención muy especial en una de las líneas menos utilizadas en el país, que consiste en la recuperación de azúcares a partir de jugo de segunda (proveniente de la cáscara de la piña) y obtener jarabe para el enlatado de piña u otras frutas.

En la industrialización de la piña, se observa un aprovechamiento total de 35 u 44%, no siendo utilizado del 56 al 65% de la misma (comprendido por cáscaras, corazones fibrosos, residuos de los extractores de jugo y coronas), lo cual se considera una merma de la industria procesadora de la piña.

El desaprovechamiento del 56 al 65% de la piña, corresponde: un 50% para la cáscara y del 15% para la corona. Del 50% correspondiente a la cáscara, aproximadamente el 35% es jugo, por lo que de cada tonelada de piña se obtienen 175 litros de jugo de cáscara de piña.

Tomando en cuenta los valores anteriores, para la piña procesada en una empaçadora de Los Robles, Veracruz, se obtiene:

Piña procesada (Año 1986).-	20,000 toneladas.
Desperdicios aprovechables	
(del 56 al 65%).-	12,000 toneladas.

Mediante la desintegración de estos desperdicios y extracción del jugo impuro por medios mecánicos (Prensa Reitz) se obtienen 3,500 litros de jugo de cáscara de piña, con un contenido de 8 a 18% de azúcares y 0.5% de ácido cítrico.

Si este jugo se somete a un proceso por el cual se precipiten los albuminoides y se decolore con un agente adsorbente durante un cierto tiempo, seguido de una filtración para eliminar el agente adsorbente, además de la adición de alguna base que disminuya la acidez del jugo, y finalmente se evapora, se puede obtener un jarabe para almíbar.

En la parte experimental de esta tesis, se define el adsorbente más adecuado, tiempo de acción y todos los parámetros concernientes a este proceso, a fin de optimizarlo y obtener un jarabe de la mejor calidad posible; permitiendo así, un mejor aprovechamiento de los residuos de la piña que normalmente son desechados, y un ahorro en la cantidad de azúcar refinada utilizada en la preparación de jarabe para el enlatado de frutas.

CAPITULO III.- GENERALIDADES.

3.1.- PRODUCCION DE LA PIÑA.

3.1.1.- Producción Mundial de la Piña.

Según cifras de la FAO, en el período 1976-1979, la producción mundial de piña, registró un incremento considerable, pasando de 6'607,000 toneladas a 7'830,000 toneladas, registrando un incremento absoluto de 1'223,000 toneladas. La oferta mundial de 1979, se integró de acuerdo a lo que se aprecia en la Tabla N° 1 :

TABLA N° 1.- OFERTA MUNDIAL DE PIÑA DE 1979.-

CONTINENTE	PRODUCCION	PORCENTAJE
Asiático.	4'256,000 Tons.	54.40%
América	2'309,000 Tons.	29.50%
Africa.	1'112,000 Tons.	14.20%
Oceanía.	152,000 Tons.	1.90%
Europa.	1,000 Tons.	0.01%

FUENTE.- Subdirección Comercial CONAFRUT, con datos del Anuario FAO, de Producción; Vol. 33,1979.

En base a las estadísticas más recientes de la FAO, los principales países que aportan un volumen considerable



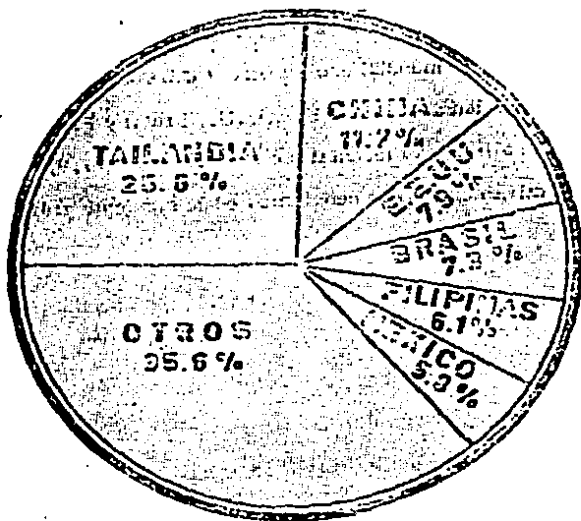
de la oferta mundial, se estima que México figuró durante 1979 en el 6º lugar de la producción mundial que totalizó 7'830,500 toneladas, solamente superado por Tailandia, China, E.U., Brasil y Filipinas; países cuya contribución a la oferta mundial fué de 25.6%, 7.9%, 7.3% y 6.1% respectivamente, como señalamos en la Gráfica N° 1.

El comportamiento de la producción fue diferente para cada país, siendo que México ocupó el 5º lugar durante 1976 y 1977, sufriendo un decremento de 210,000 toneladas en 1978 respecto al año anterior que lo colocó en el 7º lugar recuperándose hasta el 6º lugar en 1979 con una producción de 455,000 toneladas.

GRAFICA Nº 1.-

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE PIÑA

AÑO 1979



FUENTE.- Subdirección Comercial, CONAFRUT con datos del Anuario FAO de Producción./ Vol. 33, 1979.

### 3.1.2.- Producción Nacional de Piña.-

La producción nacional de piña durante 1981 fué de 473,031 toneladas, localizándose las principales áreas de cultivo en los estados de Veracruz y Oaxaca, situadas en el Istmo de Tehuantepec, con una aportación que representó el 94.55% de la producción nacional. Este cultivo representa una destacada fuente de ingresos tanto en el cultivo como en el proceso de comercialización, constituyendo la exportación una parte importante en la balanza comercial frutícola del país.

#### 3.1.2.1.- Superficie cosechada.-

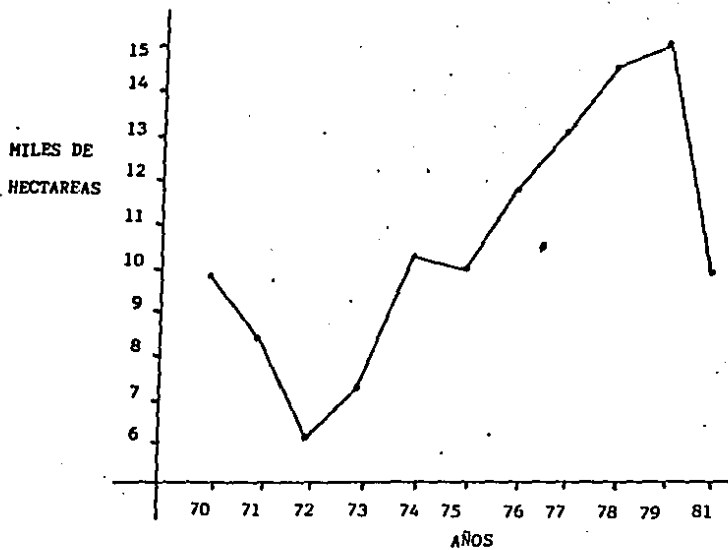
Se considera que la superficie nacional cosechada durante 1981, fué de 9,836 hectáreas, mismas que como señalamos antes, se localizaron principalmente en los estados de Veracruz y Oaxaca, aunque también se registraron cosechas procedentes de los estados de Tabasco, Chiapas y Jalisco. La tendencia del cultivo durante el periodo de 1970-1981 fué creciente en términos generales, siendo irregular interanualmente como es el caso de 1975 y 1981, que registraron una reducción absoluta de 319 y 5,113 hectáreas respectivamente, de acuerdo con la superficie cosechada el año inmediato anterior.

La Gráfica Nº 2, muestra el comportamiento de la superficie nacional cosechada de piña, para el periodo anteriormente citado.

GRAFICA Nº 2.-

SUPERFICIE NACIONAL COSECHADA DE PIÑA.

PERIODO 1970-1981



FUENTE.- Subdirección Comercial, CCAFRUT, con datos de la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

### 3.1.2.2.- Rendimiento.-

Durante el período 1970-1981, el cultivo en México de piña, tuvo un dinámico desarrollo, ya que la productividad de la tierra, dedicada a la producción creció en 90.18%, al registrarse un incremento del rendimiento medio de producción, que en 1970 fué de 25,287 kgs/ha a 48,092 kgs/ha durante 1981.

La gráfica N° 3 muestra los rendimientos medios para el período 1970-1981.

### 3.1.2.3.- Producción.-

Durante 1970, la producción nacional de piña fué de 248,772 toneladas, incrementándose a 632,136 toneladas en 1979, registrándose durante el período un incremento absoluto de 383,364 toneladas y un incremento relativo del 154%.

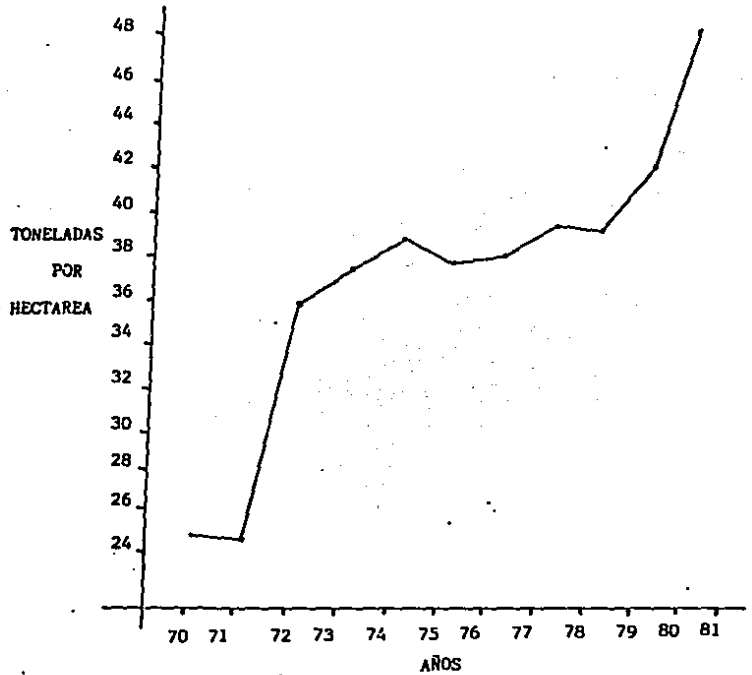
Pero durante 1981, tuvo un valor de 473,031 toneladas, obteniéndose un decremento absoluto de 159,105 toneladas y un decremento relativo del 74.83%.

La gráfica N°4, muestra la tendencia que siguió la producción de piña, durante el período mencionado, caracterizándose ésta por una tendencia general creciente con altibajos interanuales.

GRAFICA N° 3.-

RENDIMIENTO DE PIÑA EN MEXICO.

PERIODO 1970-1981

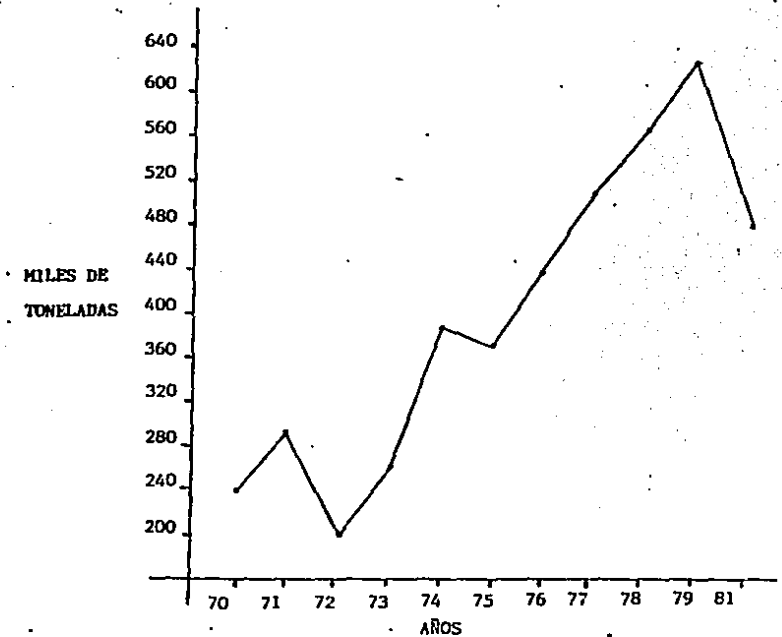


FUENTE.- Subdirección Comercial, CONAFRUT, con datos de  
la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

GRAFICA Nº 4.-

PRODUCCION NACIONAL DE PIÑA.

PERIODO 1970-1981



FUENTE.- Subdirección Comercial, CONAFRUT, con datos de la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H..

3.2.1.4.-Comportamiento de las principales variables económicas de piña en México, durante 1970-1981.

En términos generales, las diferentes variables de la agroindustria nacional de la piña, han marcado una tendencia creciente con altibajos interanuales poco sensibles.

La Tabla N° 2, registra el comportamiento del cultivo de la piña en México para el período 1970-1981 y del cual hemos analizado cada una de las variables por separado. Durante 1981, la piña ocupó el tercer lugar de la producción nacional de las 34 especies más relevantes de frutas, superada solamente por la producción de naranja y plátano que ocupan los primeros lugares.

Se observa que hubo un fuerte incremento en lo referente a la producción nacional de piña, lo cual permite suponer con base a los resultados de 1979, que de continuar el incremento relativo del 154%, probablemente en 7 años (1986) la cifra sea: 973,483 toneladas de piña.



TABLA N° 2.- COMPORTAMIENTO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES ECONOMICAS DE PIÑA EN MEXICO (1970-1981).--

AÑO	SUPP. COSECHADA (HA).	RENDIMIENTO MEDIO (TON/HA)	PRODUCCION NAL. (TON)	PRECIO MEDIO RURAL (PESOS)	VALOR PRODUCCION (MILES PESOS)
1970	9 838	25.287	248 772	620	154 321
1971	8 460	25.136	297 251	560	165 880
1972	6 070	35.941	218 164	460	100 799
1973	7 169	37.426	268 314	560	149 020
1974	10 215	38.940	397 781	540	215 770
1975	9 896	37.519	371 288	830	307 096
1976	11 593	38.088	441 564	930	409 916
1977	12 950	39.382	510 003	1 000	508 165
1978	14 496	39.207	568 344	1 040	591 358
1979	14 949	42.286	632 136	1 553	982 016
1981	9 836	48 092	473 031	2 210	1 045 487

FUENTE.- Subdirección Comercial de CONAFRUT, con datos de la Dirección General de Economía Agrícola, SARH.

### 3.2.- LA PIÑA.

La Piña, cuyo nombre científico es "Ananas comosus", es un fruto tropical originario de Filipinas, de la familia de las bromeliáceas, del orden de las farinosas, género Ananas.

Las tres grandes divisiones de piña, instituidas por Humme y Miller, son:

- Queen.- Sus principales variedades son: Golden Queen, Queen, Queen Ruby, Pernambuco etc.
- Spanish.- Sus principales variedades son: Ceylán Amarillo, Ceylán Rojo, Rojo Española o Queen Ruby, Pan de Azúcar.
- Cayenne.- Sus principales variedades son: Cayenne Lysse o sin espinas, Australiana, Carlota de Rothschild, Henville.

A lo que agregaremos un 4º Grupo: el Abicaxi, que en esta clasificación se confunde con el grupo Spanish.

Considerando que la parte experimental de este trabajo se efectuó en jugo de cáscara de piña Cayena, variedad Cayena sin espinas o "Cayenne Lysse"; se describe brevemente la morfología de ésta.

El grupo de piñas Cayenas, contiene las más estimadas variedades, ya que reúne cualidades inmejorables, para la industria procesadora de la piña.

La variedad CAYENA SIN ESPINAS, es un fruto oblongo grande, o cónico, con la base redondeada de color verde grisáceo al estar en el inicio de su madurez fisiológica, y de color amarillo cromo claro en plena madurez. Las hojas de la planta son flexibles, anchas, moderadamente largas (80 a 100 cm) y de 60 a 80 en número; casi siempre sin espinas, o en su defecto: una en la punta de la hoja, con orillas rojizas (si se cultiva en pleno sol) o verde claro (si se cultiva en la sombra).

La corona es mediana, casi siempre es más chica en comparación con el tamaño del fruto; aunque tiene una semejanza a un penacho elíptico, con hojas erectas y flexibles en la punta. Las flores tienen pétalos azul pálido tirando a púrpura, siendo alrededor de 150.

El fruto es cilíndrico, con bayas planas de 2.5 cm de diámetro; su color es naranja rojizo al llegar a la madurez. La pulpa o carne tiene un tono que varía de amarillo pálido al amarillo dorado. El peso promedio del fruto es de 2 kgs.

3.2.1.- Composición Química.-

El fruto no presenta composición química homogénea en sus diferentes partes, y difiere de una variedad a otra y para una misma varía con el clima de la región y la estación del año en que se produce (generalmente en verano, cuando se induce su floración para obtener uniformidad en el producto).

A continuación, en la Tabla N°3 se presenta, el valor nutritivo de 100 gr de piña.

TABLA N°3.- VALOR NUTRITIVO DE LA PIÑA. (por 100 gr de Piña).

COMPONENTES.	UNIDADES.
Agua.	85.3 g.
Proteínas.	0.4g.
Energía.	52 cal.
Grasa.	0.2g.
Carbohidratos.	13.7g.
- Fibra.	0.4g.
Cenizas.	0.4g.
Calcio.	17 mg.
Fósforo.	8 mg.
Fierro.	0.5 mg.
Sodio.	1 mg.
Potasio.	146 mg.
Tiamina.	0.09 mg.
Riboflavina.	0.03 mg.
Niacina.	0.2 mg.
Acido Ascórbico	17 mg.

FUENTE.- Valor Nutritivo de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición.

La Piña presenta mayor contenido de azúcares y menor acidez que la producida fuera de temporada (invierno), cuando la temperatura es más baja, (Collins, 1960), por lo que los valores de la relación  $\frac{\text{°.rix}}{\text{acidez total}}$ , encontradas para la piña Cayenne Lysse, cultivada en Sao Paulo, Brasil, se encuentran en la Tabla N° 4 :

TABLA N° 4.- RELACION °BRIX/ACIDEZ TOTAL EN PIÑA CAYENNE LYSSE.

VALORES (°Bx/Acidez total)	VERANO	INVIERNO
Mínimo	17.94	13.04
Máximo	20.14-27.04	16.0
Promedio	19.12	14.5

FUENTE.- Instituto de Tecnología de Alimentos-Brasil.

Se observa en la Tabla N° 5, que los cambios químicos que tienen lugar durante la maduración, son similares a los mencionados anteriormente, ya que disminuye el contenido de ácido ascórbico, incrementándose en mayor proporción los grados brix y el contenido en azúcares totales; por otro lado, la acidez disminuye al aumentar el estado de maduración del fruto.

TABLA N° 5.- CAMBIOS QUIMICOS DE LA PIÑA DURANTE LA MADURACION.

DETERMINACION	CAYENNE LYSSE.	
	VERDE	MADURA
pH.	3.20	3.70
Sólidos Solubles.	11.60	18.20
Acidez Total (ácido cítrico, %).	0.96	0.47
Azúcares Reductores, %.	4.16	5.35
Azúcares Totales, %.	9.85	16.17
Acido Ascórbico, mg/100 gr.	17.00	10.00

FUENTE.\_ Instituto de Tecnología de Alimentos.- Brasil.

3.2.1.1.- Ácidos No Volátiles.

Nelson (27), encontró que los ácidos orgánicos en la piña, se cuantifican de la siguiente manera: 87% de ácido cítrico y 13% de ácido málico. Collins (27), obtiene que la relación de ácidos cítrico, málico y ascórbico es de 80:20:2.

Igualmente Mehrlich (27), estudió el jugo de piña, encontrando que había aproximadamente 14,60 meq de ácido cítrico/100 gr de jugo, además afirma que la cantidad de ácido cítrico puede variar del 28 al 66% del total, el málico del 18 al 27% y ácidos desconocidos del 12 al 52%.

### 3.2.1.2.- Azúcares.-

En las primeras etapas, el nivel de Sacarosa es bajo y más del 80% del azúcar presente se encuentra en su forma invertida.

Los azúcares reductores decrecen durante los últimos 60 días del desarrollo de la fruta, hasta cerca de un 30%, con un ligero incremento en la última semana de desarrollo. La Piña Cayenne madura, contiene cerca de 2/3 partes de sacarosa y 1/3 parte de azúcares reductores, compuestos a su vez, de cantidades casi iguales de glucosa y fructosa. Durante el procesamiento del jugo de piña, hay inversión de la sacarosa y durante el almacenamiento, la inversión continúa hasta que casi todo el azúcar está presente en forma reducida.

### 3.2.1.3.- Pigmentos.

El desarrollo del color en la piña, es un excelente parámetro de la calidad. El incremento en el nivel de pigmento al mismo tiempo que ocurre el incremento de azúcares y de sustancias saborizantes volátiles, conforme la fruta se desarrolla, es muy acelerado. Muchos de los cambios ocurridos durante su maduración continúan, aún después de que la fruta ha sido removida de la planta.

Los extensivos estudios de Gortner (1965) y de Singleton et al (1961) han demostrado que la clorofila en la

cáscara de piña decrece rápidamente en los últimos días de la maduración y al mismo tiempo los pigmentos carotenoides en la fruta fresca se incrementan (27).

#### 3.2.1.4.- NITROGENO Y CONSTITUYENTES ENZIMATICOS.

Estudios efectuados en piñas, 90 días antes de completar su maduración, han demostrado que la cantidad total de Nitrógeno es aproximadamente de 0.9 mg/ml de jugo de piña, y solamente 0.2 mg/ml del Nitrógeno se encuentra en la forma proteica. Los cambios en la concentración del Nitrógeno continúan al mismo tiempo que el desarrollo de la fruta.

Los aminoácidos básicos están presentes en cantidades relativamente bajas. La glicina y alanina, se incrementaron rápidamente durante la maduración; la metionina que ha estado presente en cantidades traza, aparece en cantidades considerables durante la maduración, llegando a ser uno de los aminoácidos principales. La cáscara de piña es relativamente rica en Acidos aspártico y glutámico.

Cerca de la mitad de la proteína en la cáscara de piña es la Bromelina. Esta enzima no está presente del todo durante las primeras etapas del desarrollo de la fruta y posteriormente se incrementa rápidamente y permanece en un alto nivel aún después de finalizada la maduración del fruto.



La piña es la única fruta que tiene una alta concentración de esta proteasa en la fruta madura.

La otra enzima estudiada por Gortner y Singleton, fué la peroxidasa, la cual está presente durante las primeras etapas del desarrollo de la fruta y gradualmente se vé disminuída su cantidad conforme la fruta madura, pero sigue presente en moderadas cantidades en la fruta madura.

### 3.2.1.5.- Constituyentes Volátiles del sabor.-

El sabor de la Piña está dado por una mezcla muy variable de constituyentes volátiles y no volátiles. Estos difieren, de estación en estación y son afectados por la maduración, procesamiento y condiciones de almacenamiento.

Los Investigadores Haagen-Smith et al (1946) identificaron los componentes más prominentes en el sabor de la piña. Estos componentes fueron principalmente ésteres de cadena larga.

Los ésteres en las piñas de verano fueron principalmente de tipo etil, mientras que en piñas de invierno, eran de tipo metil. Esta confirmación ha sido puesta en duda últimamente, concluyéndose finalmente que ambos tipos de ésteres se encuentran en todas las piñas.

Como regla general, los ésteres de tipo etil, están presentes en más altas concentraciones pero la intensidad del sabor es más fuerte en los ésteres de tipo metil; así

que ambos tipos tienen contribuciones apreciables al aroma de la piña.

La Tabla N° 6 muestra los componentes volátiles que se han logrado identificar en Piña Cayena.

TABLA N° 6.- COMPONENTES VOLATILES DE PIÑA CAYENA.

Acetato de metilo.	Acetoxiacetona.
Acetato de etilo.	Acetato de 2-metil , 1-propilo
Acetato de 1-propilo.	Propionato de 2-metil,1-etilo
Propionato de etilo.	Pentanoato de metilo.
Butirato de metilo.	Butirato de 3-metilo.
3-hidroxibutirato de metilo	Octanoato de metilo.
Hexanoato de metilo.	3-acetoxihexanoato de metilo.
Hexanoato de pentilo.	2,3 Butanodiona.
Acetona.	Furfural.
2-Pentanona.	Metanol.
5-Hidroximetilfurfural.	1-propanol.
Etanol.	1-pentanol.

FUENTE.- Fruit & Vegetable Juice Processing Technology./  
J.K. Paul Noyes Data Corp. London, England/ Food  
Technology Review N° 21, 1975.

La Tabla N° 7 señala los principales ésteres identificados en el, sabor de la Piña.

TABLA Nº 7.- ESTERES IDENTIFICADOS EN EL SABOR DE LA PIÑA.

Acetato de metilo.	Acetato de etilo.
Acetato de 2-propilo.	Acetato de 2-metil,1-propilo.
Propionato de 2-metilo.	Butirato de metilo.
Butirato de 3-metil ,1-etilo.	Hexanoato de metilo.
3-acetoxihexanoato de metilo.	Octanoato de metilo.
Benzoato de etilo.	

FUENTE.- Fruit & Vegetable Juice Processing Technology./

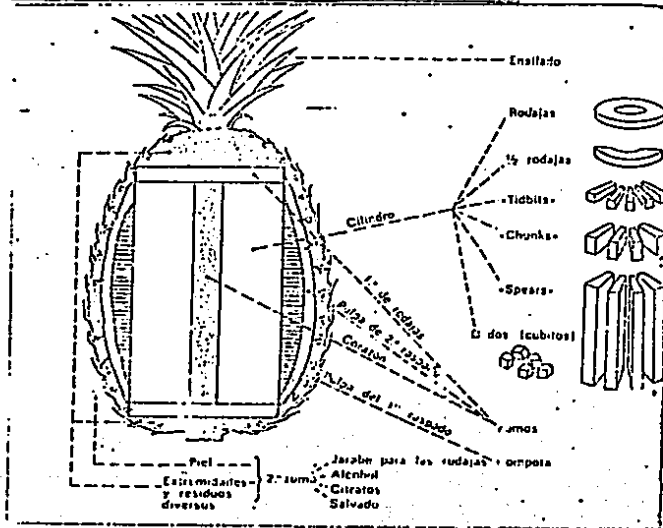
J.K. Paul Noyes Data Corp. London. England/ Food  
Technology Review Nº 21, 1975.

La Cromatografía de Gases y la Espectrometría de Masas han permitido concluir que el acetato de etilo es el componente que se encuentra en mayor cantidad, variando del 27.9% al 61.1% del total de los ésteres que constituyen el sabor de la Piña, siguiendo el Octanoato de metilo en una proporción del 12.9 al 26.6% y el Octanoato de Etilo en una cantidad del 10.0 al 23.9%; el resto de los constituyentes se encuentran en cantidades traza. La combinación de todos ellos permite obtener el aroma y sabor característicos de la piña.

### 3.3.- PROCESAMIENTO DE LA PIÑA.

En la figura N° 3.3.1., se muestra la utilización industrial de la piña.

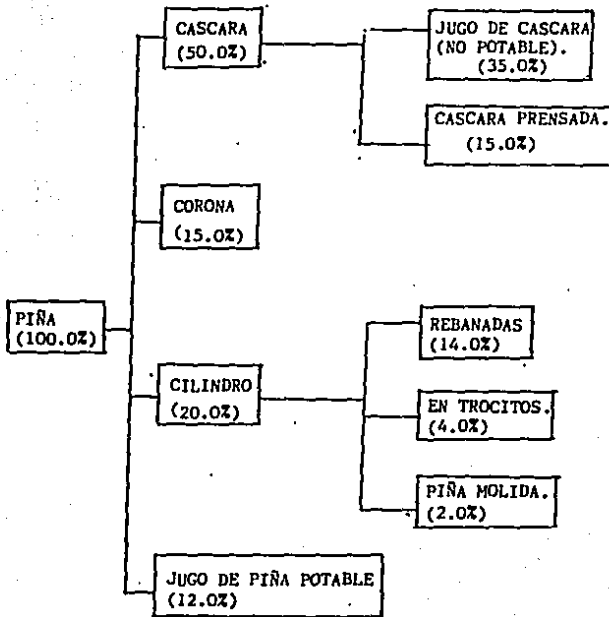
FIGURA 3.3.1.- UTILIZACION INDUSTRIAL DE LA PIÑA.



FUENTE.- La Piña Tropical. Claude E. Py. Ed. CECSA. 1980.

La Gráfica N° 5 indica el aprovechamiento de la piña durante su utilización, por la Empacadora de Los Robles, Veracruz.

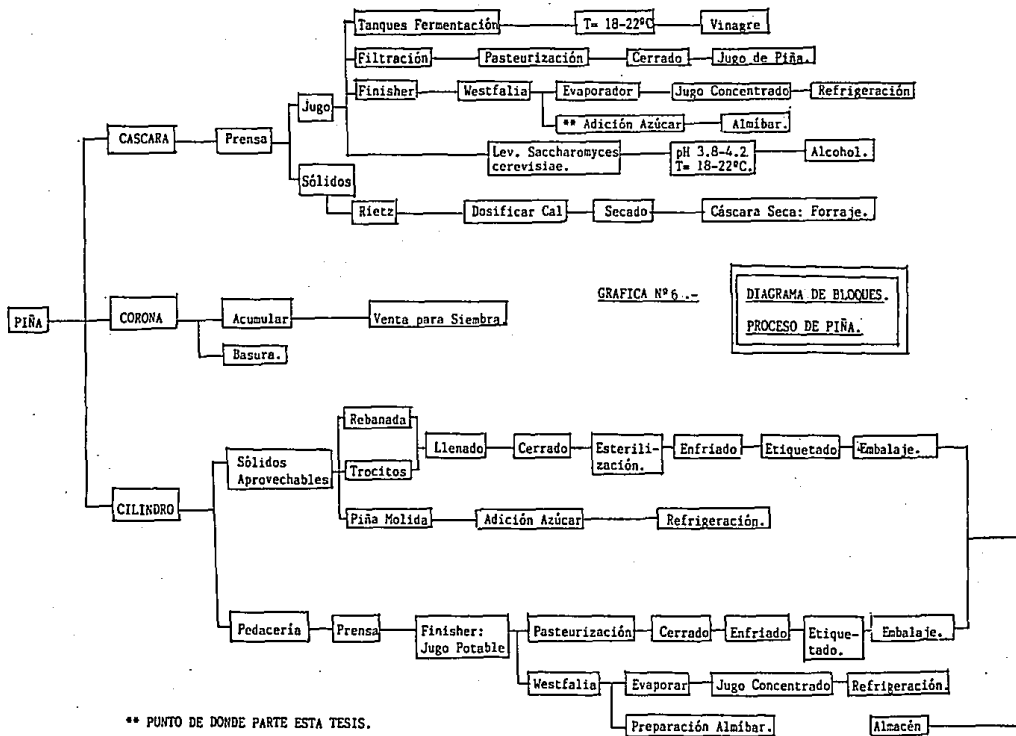
GRAFICA Nº 5.- APROVECHAMIENTO DE LA PIÑA DURANTE SU UTILIZACION, POR LA EMPACADORA DE LOS ROBLES, VER.



FUENTE.- Planta Empacadora de Los Robles, Veracruz./  
1987.

La Gráfica Nº 6, muestra el diagrama de bloques, de cada uno de los procesos, en los que se aprovecha la Piña.

GRAFICA N° 6.- PROCESO DE PIÑA.-



3.4.- JUGO DE CÁSCARA DE PIÑA.

El jugo de cáscara de piña, es obtenido mediante la trituración de las mismas, mediante una prensa o molino de tornillo; este jugo presenta la composición química expresada en la Tabla N° 8:

TABLA N° 8.- COMPOSICION QUIMICA DEL JUGO DE CÁSCARA DE PIÑA.

<u>VARIEDAD CAYENA.</u>	<u>VALOR MINIMO</u>	<u>VALOR MAXIMO</u>	<u>PROMEDIO</u>
Grados Brix.	8.2	10.50	9.20
pH.	3.34	3.80	3.53
Acidez Total(ex- presada Ac. Cítrico)	0.50%	0.66%	0.57%
Azúcares Reductores Directos.	2.44%	4.29%	3.50%
Azúcares Totales Invertidos.	7.12%	9.04%	8.18%
Cenizas.	0.42%	0.67%	0.50%

FUENTE.- The Composition of Foods./ Mc Cance and Widdowsons.

Este jugo de cáscara de piña representa el 35% del peso total del fruto, de ahí la importancia que tiene el lograr su máximo aprovechamiento.

Este aprovechamiento puede lograrse mediante el uso

de tres opciones:

- 1.- Obtención de alcohol.
- 2.- Obtención de vinagre.
- 3.- Obtención de jarabe o almíbar.

A continuación, se describirá brevemente cada una de estas opciones.

#### 3.4.1.- Obtención de alcohol.

El jugo que se extrae de la cáscara de piña, tiene de 8 a 9 gramos de azúcar/100 ml.

Se adiciona el jugo a un tanque de almacenamiento, se le agrega Metabisulfito (evitando la fermentación espontánea), después se hace pasar el jugo a cubas de fermentación, se inocula con la levadura Saccharomyces cerevisiae variedad ellipsoideus y se elimina el  $SO_2$  mediante la inyección de aire.

La inoculación de las levaduras se efectúa en condiciones que propicien su óptima actividad: pH de 3.8 a 4.2, lo que equivale a una acidez total de 0.87 y 0.52% de ácido cítrico. Esta fermentación alcohólica se desarrolla a una temperatura de 18 a 22°C, en condiciones anaeróbicas, hasta que se agoten los azúcares del medio.

Se obtiene un rendimiento de 4 a 6 gr de alcohol por cada 100ml de mosto (jugo de cáscara de piña).



En la Tabla N° 9, se muestran los valores obtenidos en las determinaciones durante la fermentación del jugo de cáscara de piña, con diferentes grados de concentración de azúcar.

La Figura N° 7, representa los valores de azúcar consumido y el alcohol producido durante la fermentación alcohólica.

TABLA N° 9.-

VALORES OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES DURANTE LA FERMENTACION DEL MOSTO DE DESPERDICIOS DE PIRA (INOCULADO) CON S. ELLIPSOIDEUS (en gr/100 ml de mosto) CON DIFERENTES GRADOS DE CONCENTRACION DE AZUCAR.

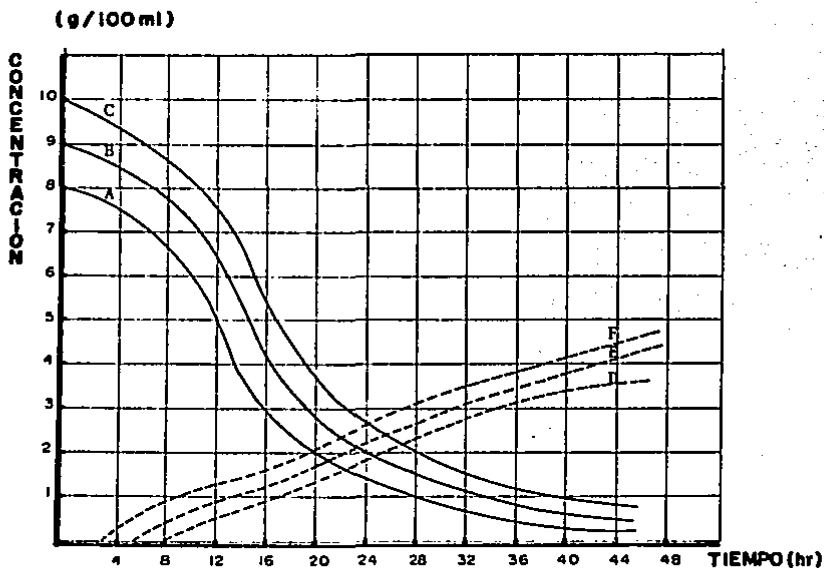
TIEMPO (Hrs).	CURVA I		CURVA II		CURVA III	
	A	B	A	B	A	B
0	8.12	---	9.36	---	10.48	---
4	7.86	---	9.18	---	9.78	---
8	7.42	---	8.70	---	9.46	---
12	6.82	0.40	8.14	0.52	8.72	0.64
16	5.70	---	7.08	---	7.62	---
20	4.28	---	5.40	---	6.18	---
24	2.72	2.12	3.05	2.46	4.60	2.48
28	2.10	---	2.16	---	3.40	---
32	1.42	---	1.24	---	2.42	---
36	1.08	3.24	1.16	3.52	1.78	3.78
40	0.82	---	0.68	---	1.12	---
44	0.70	---	0.54	---	0.66	---
48	0.60	3.56	0.45	4.20	0.62	4.46
72	0.52	3.56	0.44	4.26	0.44	4.50
96	0.44	3.58	0.42	4.28	0.40	4.52

A.- Concentración de Azúcares Reductores Totales.

B.- Concentración de Alcohol.

FUENTE.- La Industrialización de la Pira/ Proceso Gral. y Aprovechamiento de los Residuos/ CONAFRUT. 1974. Serie Técnica Folleto N° 21.SAG, México.

FIGURA N° 7.- AZUCAR CONSUMIDO Y ALCOHOL PRODUCIDO DURANTE LA  
FERMENTACION DE DESPERDICIOS DE PIÑA.



AZUCARES TOTALES \_\_\_\_\_

ALCOHOL ETILICO - - - - -

A.- Curva 1.

D.- Curva 1.

B.- Curva 2.

E.- Curva 2.

C.- Curva 3.

F.- Curva 3.

### 3.4.2.- Obtención de Vinagre.

Como sustrato para la fermentación acética, se puede utilizar el mosto obtenido en la fermentación alcohólica, el cual tiene de 4 a 6 gr de alcohol por 100ml de mosto.

Las bacterias Acetobacter aceti ó Acetobacter suboxydans se desarrollan en el jugo de cáscara de piña, a una temperatura de 37°C. La fermentación acética se efectúa en el aparato dosificador de Henenberg modificado (tiene dos frascos con orificio lateral inferior, unidos a una columna llena de bagazo de piña, la cual se esteriliza con vapor a una velocidad de 7 l/min).

La fermentación se realiza a temperatura ambiente (18 a 22°C).

Es necesario que antes que se cargue el Aparato con el mosto, circule mosto azucarado de piña por la columna generadora (columna con bagazo de piña), para mantener las bacterias en condiciones viables, o se hace circular una mezcla de mosto de piña y de mosto fermentado en la siguiente proporción:

- 20ml de mosto con 8 a 10 gr de azúcares/ 100ml.
- 800 ml de mosto con 4 a 6 gr de alcohol/ 100 ml.

La fermentación acética se efectúa rápidamente, si se agrega vinagre en una concentración de 4 a 6 gr por 100 ml, o en mayor cantidad, hasta regular la acidez total a 1 gr/100 ml aproximadamente.

Se determina diariamente la acidez total, fija y volátil, hasta que se haya oxidado completamente el alcohol o ácido acético.

En la Tabla N°10, se muestran los valores obtenidos durante la fermentación acética, y en la Figura N° 8, las curvas correspondientes.

La Tabla N°11 corresponde a los valores de las determinaciones realizadas durante la fermentación alcohólica y la subsecuente fermentación acética; y la Figura N°9, representa las curvas obtenidas, de ambas fermentaciones.

TABLA N° 10.- PRODUCCION DE ACIDO ACETICO A PARTIR DEL MOSTO DE DESPERDICIOS DE PIÑA.

INOCULO (Días).	ACIDEZ VOLATIL (AC. ACETICO g/100ml).	
	A. aceri	A. suboxidans.
0	0.40	0.40
1	0.52	0.52
2	0.75	0.70
3	1.02	0.88
4	1.58	1.42
5	2.60	2.28
6	3.22	2.84
7	3.84	3.53
8	4.48	4.20
9	4.84	4.48
10	4.86	4.52

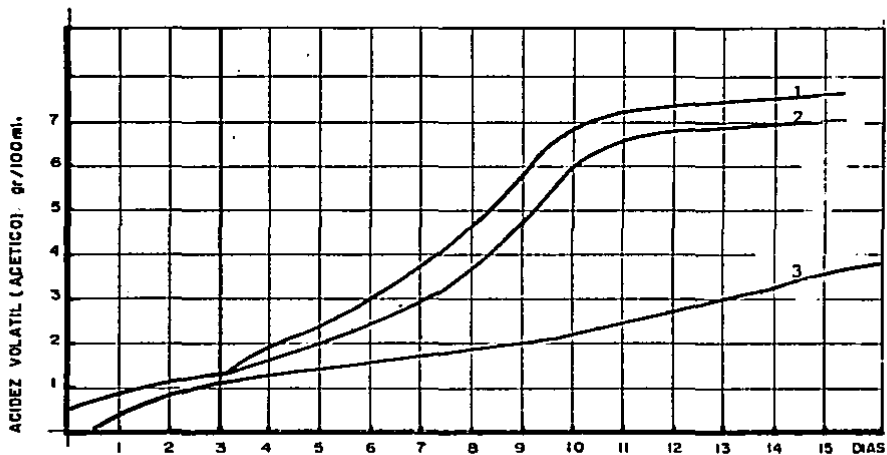
Concentración Inicial de Alcohol.....4.20gr/100ml

Acidez Fija (Cítrico) inicial.....0.87gr/100ml

pH inicial.....3.84

FUENTE.- Industrialización de la Piña/ Proceso Gral y Aprovechamiento de los residuos/ CONAFRUT.SAG, México, 1974. Serie Técnica, folleto N° 21.

FIGURA 8.- PRODUCCION DE ACIDO ACETICO.-



Producción de ácido acético a partir de mosto de desperdicios de piña; inoculando con *Acetobacter aceti* (1), y *A. suboxidans* (2) efectuado en acetificador de Henenberg; comparado con la acetificación espontánea (3).

TABLA N° 11.-

VALORES OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES EFECTUADAS DURANTE  
LA ELABORACION DE VINAGRE DEL MOSTO DE DESPERDICIOS DE  
PIÑA

	PERIODO DE FERMENTACION ALCOHOLICA.		PERIODO DE FERMENTACION ACETICA.	
	A	B	A	B
Azúcares.	9.36	0.42	0.42	0.38
Alcohol.	0.02	4.20	4.20	0.04
Acidez Total	0.87	0.89	1.00	5.74
Acidez Fija	0.87	0.88	0.68	0.88
Acidez Vo- látil.	0.00	0.01	0.12	4.86
pH.	3.84	4.32	4.26	3.00

A.- Concentración inicial g/100 ml.

B.- Concentración final g/100 ml.

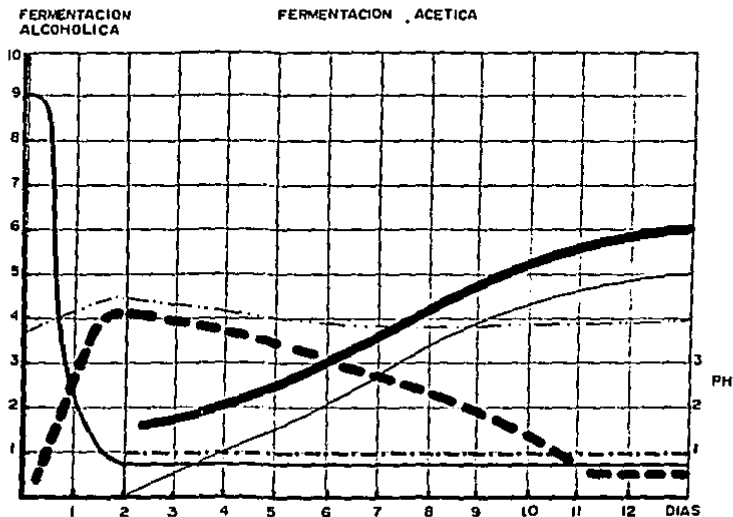
La fermentación alcohólica se efectuó con Saccharomyces ellipsoideus.

La fermentación acética se efectuó con Acetobacter aceti.

FUENTE.- Industrialización de la Piña/ Proceso Gral. y Aprovechamiento de los Residuos/ CONAFRUT/ SAG, México, 1974. Serie Técnica. Folleto N° 21.



FIGURA N° 9.- FERMENTACION ALCOHOLICA Y ACETICA DEL MOSTO  
DE DESPERDICIOS DE PIÑA.



Azúcares Totales.

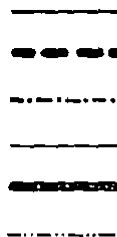
Alcohol etílico.

Acidez fija (ácido cítrico).

Acidez volátil (ácido acético).

Acidez total.

pH.



### 3.4.3.- Obtención de Jarabe o Almíbar.

El Jugo obtenido del prensado de cáscara de piña, tiene de 7 a 9° Brix. Si a este jugo , se le añade azúcar refinada hasta alcanzar los 30 o 35° Brix, se puede utilizar en el enlatado de rebanadas de piña u otras frutas.

También es posible, suplir el azúcar requerida, mediante procesos que clarifiquen el jugo, y posteriormente se concentre, a fin de obtener el jarabe con los sólidos deseados , siendo éste el objetivo principal de esta tesis.

Con el fin de sustituir el azúcar completamente, se han propuesto procedimientos muy diversos; algunos autores recomiendan para lograr la clarificación del jugo de cáscara de piña, el uso de adsorbentes como carbón activado, cal, sulfato de sodio; otros más se inclinan por el uso de tierra de diatomeas, filtros, aplicación de calor para flocular sustancias pécticas en suspensión del jugo, en combinación con equipos como: centrífuga, filtro prensa e inclusive la columna de intercambio iónico con el fin de suspender ciertos cationes así como aniones de origen orgánico.

En el capítulo VII, correspondiente a la parte experimental, se consideran las técnicas propuestas, y de esta manera se determina el procedimiento más adecuado para cumplir el objetivo de esta tesis.

#### CAPITULO IV.- PRINCIPIOS TECNICOS.-

El jugo de cáscara de piña, turbio y viscoso se debe someter a un proceso de clarificación, con el fin de eliminar, lo más completamente posible, los constituyentes viscosos y gomosos, así como las impurezas disueltas y en suspensión.

El uso combinado de centrifugación, filtración y la elevación de la temperatura para clarificar, pueden conducirnos al objetivo anteriormente citado. Es por ello que a continuación se hará una breve descripción de los siguientes procedimientos:

- 1.- Filtración.
- 2.- Clarificación.
- 3.- Centrifugación.

##### 4.1.- Filtración.

Operación unitaria que consiste en separar sólidos presentes en un fluido, forzándolo a pasar a través de un medio filtrante, el cual puede ser una tela de fibras naturales, sintéticas o metálicas (51). Los poros del medio deben ser lo suficientemente pequeños para retener los sólidos.

Conforme transcurre la filtración, se forma una torta de sólidos que servirá como medio de filtración.

La filtración tiene tres aplicaciones:

- a) Clarificar los líquidos, descartando los sólidos.
- b) Separar líquidos de sólidos, reteniendo ambos.
- c) Recuperar los sólidos, descartando el líquido.

La filtración que se efectuó en esta tesis, tuvo como objetivo , la clarificación del líquido (jugo de cáscara de piña).

Se considera filtración, cuando el líquido contiene alrededor de 1% o más de partículas sólidas suspendidas en el mismo, y clarificación cuando el líquido contiene un menor porcentaje de sólidos en suspensión.

Las variables más importantes que afectan la filtración son:

- Arena efectiva de filtración.
- La presión a través del filtro.
- Resistencia del medio de filtración a que fluya el líquido.
- Compresibilidad del medio de filtración ante la presión.
- Diámetro de las partículas suspendidas.
- Tendencia de las partículas a flocular.
- Viscosidad del líquido a filtrar.
- Temperatura del líquido a filtrar.
- Velocidad de formación de la torta de filtración.
- Resistencia de la torta de filtración a fluir libremente.
- Consistencia del líquido a filtrar.

#### 4.1.1.- Filtro Ayuda.

Es un polvo extremadamente fino que se deposita sobre el medio de filtración. Se recomienda usar cuando hay partículas gomosas o viscosas en el líquido o cuando es necesario filtrar materiales coloidales finamente divididos.

Entre los más usados son: arcilla, sílica gel, algunos carbonatos etc., siendo uno de los más efectivos la tierra de diatomeas, mejor conocida como tierra de infusorios o kieselguhr.

El filtro ayuda, se utiliza generalmente en una doble operación:

- Se adiciona para formar la precapa sobre el medio de filtración, y/o
- Se añade al líquido que será filtrado.

Esta precapa aún cuando sea muy delgada sirve como una superficie de filtrado para evitar el contacto directo de las impurezas viscosas con el medio de filtración.

Esta operación es necesaria cuando las partículas suspendidas son muy pequeñas o gomosas.

#### 4.1.2.- Los Medios de Filtración.

So. las sustancias porosas, fibrosas o granulares a través de las cuales pasa el fluido. Este medio puede ser de los siguientes materiales: papel, fibra vegetal, algodón, lana o materiales sintéticos: piedra porosa etc.

## CAPITULO V .-EQUIPO Y MATERIAL.

Durante la parte experimental, se utilizaron los siguientes equipos y reactivos, con las características indicadas a continuación:

### 5.1.- NIVEL LABORATORIO.

#### 5.1.1.- EQUIPO.

- Bomba de Vacío.- Marca Metron, de 127 volts.
- Matraz Kitazato.- con capacidad de 500ml.
- Embudo Buchner.
- Vasos de precipitados.- con capacidad de 1000 y 2000ml.
- Termómetro .- con rango de -10°C a 110°C.
- Lona poliéster.- De 25 cm X 25 cm.

#### 5.1.2.- REACTIVOS.

- Tierra de Diatomeas.- Los filtroayudas Fibra Cel son mezclas especiales constituidas por diferentes grados de celite y por fibras relativamente largas de alfa celulosa.

Se usaron:

-Fibra Flo 7C.-Tiene una densidad en seco de 9.5 lb/ pie<sup>3</sup>, y densidad en húmedo de 18.4 lb/pie<sup>3</sup>.

Se consideran los datos de densidad en húmedo, para su uso como precapa en un filtro.

- Carbón activado.- Se usaron como prueba, tanto carbón

activado en polvo como granulado, de los siguientes tipos:

En polvo:

Tipo O.61.- Carbón de origen vegetal, tipo neutro. Util en la refinación del azúcar, tratamiento de agua potable y bebidas alcohólicas, etc.

Tipo O.67.- Carbón de origen vegetal, tipo ácido. Util en la purificación de grasas y aceites vegetales, minerales.

Tipo O.61-C.- Carbón de origen vegetal, tipo neutro. Util en la purificación de ácidos minerales y orgánicos como la glicerina.

Tipo O.61-G.- Carbón de origen vegetal, tipo neutro. Se usa en la decoloración de glucosa de maíz, jarabes de sorgo, mieles, purificación de disolventes etc.

Tipo O.61-A.- Carbón de origen vegetal; de alta actividad, tipo alcalino. Util en la decoloración de plastificantes y productos químicos con un pH alcalino.

Tipo DB.- Carbón activado de origen mineral; de alta densidad, nulo contenido de fosfatos y alta actividad en la decoloración de glucosa de maíz, tratamiento de aguas municipales e industriales.

Granulares:

Tipo DGR 10X25.- Carbón de origen mineral regenerable, de alta densidad. Util en tratamiento de aguas, productos alimenticios etc.

Las especificaciones de estos carbones, se indican en la Tabla N° 12.

TABLA N° 12.- ESPECIFICACIONES DE CARBONES ACTIVADOS.

PROPIEDAD	0.61	0.67	0.61-C	0.61-A	0.61-G	DB	10X25
pH	6-8.5	6-8.5	3	8-11	4.5-5.5	5.5-8	2.9
Humedad, %.	12	12	12	12	12	12	12
Cenizas, %.	12	12	12	12	12	16	12
Activ Azul Metileno gr/100gr min.	25	20	25	25	25	20	25
Solubles en agua, % max.	4	4	3.5	4	4	5	1.0
Densidad aparente, gr/cc.	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.3
Granulometría que pasa Malla 200.	95	95	95	95	95	95	10X25

- Sulfato de Sodio.- Grado reactivo.

- Cal.-

- Placa Filtro FK-7.- Placa formada por una mezcla de asbesto y celulosa, donde el material que realiza el efecto filtrante es el asbesto, y la celulosa que sirve como medio de distribución uniforme del asbesto, tiene un espesor de varios milímetros.



- Placa Filtro F-0.- Placa formada por una mezcla de asbesto y celulosa, donde el material que realiza el efecto filtrante es el asbesto, y la celulosa sirve como medio de distribución uniforme del asbesto. Bajo grado de retención con el fin de permitir altas velocidades de flujo.

- Placa carbopad.- Placa de asbesto-celulosa impregnada con carbón activado que permite decolorar soluciones, evitando la adición de carbón activado en el producto a filtrar.

- Papel Filtro tipo S-305.- Papel filtro lavable, de celulosa blanqueada con una retención nominal de 3 micras.

## 5.2.- NIVEL PLANTA PILOTO.

### 5.2.1.- EQUIPO.

- Centrífuga de Impulsor Abierto.

Material: Acero Inoxidable.

Velocidad: 6,600 rpm.

Modelo: SA 35-06-076.

Marcas: Westfalia.

Velocidad: 4,000 l/hr.

Presión: 3.4 bar.

Densidad Máxima del producto a tratar: 10 Kg/dm<sup>3</sup>.

Sólidos: 1.4 Kg/dm<sup>3</sup>.

- Filtro de Platos Horizontales.

Material: Acero inoxidable.

Marca: Sparkler.

Nº de Platos: 18

Velocidad de flujo: 10,000 l/hr.

Caída de presión: 3.31 kg/cm<sup>2</sup>.

- Filtro Prensa.

Marca: Columbia Filter Co.

Modelo: 60

Número de cámaras: 14.

Presión máxima de operación: 3.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Espesor (de cada marco y cámara): 1.5 pulgadas.

Area efectiva de filtración: 0.0368 m<sup>2</sup>.

Tamaño de placas: 60 X 60 cms.

- Evaporador de Triple Efecto.

Velocidad de alimentación: 12,700 lb/hr.

Concentración de alimentación: 12.0% Sólidos Totales.

Temperatura de alimentación al precalentador: 80°F.

Temperatura de alimentación al evaporador: 195°F.

Temperatura del 1<sup>er</sup> Efecto: 210°F.

Vacío en el 1<sup>er</sup> Efecto: 1.2 in Hg.

Temperatura en el 2<sup>o</sup> Efecto: 191°F.

Vacío en el 2<sup>o</sup> Efecto: 10.5 in Hg.

Temperatura en el 3<sup>er</sup> Efecto: 164°F.

Vacio en el 3<sup>er</sup> Efecto: 19.3 in fig.

CAPITULO VI.- METODOS DE ANALISIS.

Los Métodos de análisis durante este estudio, fueron los siguientes:

6.1.- Acidez.

-Materiales y reactivos:

Solución indicadora de fenolftaleína.- 1g/100ml agua destilada.

Hidróxido de Sodio.- Solución valorada 0.1N.

Agua destilada.

Bureta.- con capacidad de 50ml.

Matraz Erlenmeyer.- con capacidad de 125ml.

-Procedimientos.-

1) Diluya 1ml de muestra con 25ml de agua destilada, dentro de un matraz erlenmeyer de 125ml.

2) Adicione de 0.3 a 0.5ml de solución indicadora de fenolftaleína.

3) Titule con Hidróxido de Sodio 0.1N, con agitación constante, hasta que el color rosa persista durante 15 segundos.

-Cálculos:

$$\frac{(\text{ml NaOH})(N \text{ NaOH})(\text{meq Ac Cítrico})(100)}{\text{Cantidad muestra}} \quad \% \text{ Acidez, expresado como Ac Cítrico.}$$

62-Sólidos Solubles.

- Materiales y reactivos:

Refractómetro Bausch & Lomb.- Serial N° 052 216.

Aplicador.

Papel suave.

Agua destilada.

-Procedimientos:

1)Se calibra el refractómetro con agua destilada como muestra. Esto se logra prendiendo el aparato para que se puedan ver dos líneas cruzadas en forma de X y una separación en el campo de una parte luminosa y la otra oscura, colocando con la manija de la derecha, la separación de las dos tonalidades del campo exactamente en el centro de la X, o sea, el lugar donde se cruzan las líneas negras. La manija de la derecha no se moverá a través para nada.

2)Se procede a colocar la muestra, separando los 2 cristales para que entre ellos quede la muestra, esto se hace colocando una gota y expandiéndola en toda la superficie del cristal con un aplicador suave para no tallar el cristal.

3)Se unen los cristales y se acerca la fuente luminosa a la pirámide de refracción accionando con el interruptor de la izquierda con lo que podremos ver el campo claro y oscuro y las líneas cruzadas en forma de X.

4)Se vuelve a accionar el interruptor con el fin de observar

la escala de sólidos solubles, el valor será el que corres-  
ponda con la línea divisoria vertical.

5) Se apaga la fuente luminosa y se separa la pirámide de refracción; también se separan los cristales y limpian con agua destilada y un papel suave para no rallarlos.

**-Cálculos:**

El resultado de la lectura se reporta como el porcentaje de sólidos solubles en la muestra.

**6.3.- Sólidos insolubles.**

**-Materiales y reactivos:**

Centrífuga de 3,500 rpm.

2 Tubos de centrífuga, de 10ml.

**-Procedimientos:**

- 1) Se coloca la muestra en 2 tubos de centrífuga hasta alcanzar el nivel de 10, exactamente.
- 2) Se colocan los tubos de centrífuga, frente a frente.
- 3) Se cierra la tapa de la centrífuga.
- 4) Se prende el aparato y se gira la perilla hasta que el menisco del líquido del tubo, que se encuentra a través de la tapa, quede al nivel de 3,500 rpm.
- 5) Se mantiene la velocidad, durante 3 minutos.
- 6) Se apaga el aparato y se procede a abrir la tapa, hasta

que el menisco del líquido del tubo, referido anteriormente, regrese a su nivel original de cero.

7) Se sacan los tubos de centrifuga.

**-Cálculos:**

El volúmen de sólidos sedimentados en el tubo de centrifuga, multiplicados por diez, se reportan como porcentaje de sólidos insolubles, en la muestra.

**6.4.-pH.**

**-Materiales y reactivos:**

Potenciómetro Corning 125.

Frasco de boca ancha.

Papel suave.

Agua destilada.

Soluciones Amortiguadoras de pH 4 y pH 7.

**-Procedimientos:**

1) Se ajusta la perilla de la temperatura a la misma temperatura de la muestra, que debe ser de preferencia la temperatura del ambiente, o sea de 22 a 24°C.

2) Lavar los electrodos con agua destilada y secar con papel suave, los electrodos se meten en un frasco de boca ancha para que no toquen las paredes de éste y que contenga solución amortiguadora a pH de 7, se enciende el aparato.

3) Se deja así durante 5+1 min, sin mover la muestra ni

la mesa hasta que el marcador se estabilice en un valor, en el caso de que este valor no sea de 7.0, se ajustará con la perilla del calibrador y después se apaga.

4) Se lavan los electrodos con agua destilada y se secan con papel suave para introducirlos ahora en un frasco de boca ancha con amortiguador de pH de 4 y se enciende.

5) Se deja  $5 \pm 1$  min, sin mover ni la muestra ni la mesa, para que se estabilice la escala y si una vez transcurrido este tiempo el valor no es de 4.0, se calibra entonces con la perilla de slope (pendiente,  $\lambda$ ) a este valor de 4.0 y se apaga.

6) Se cambia después de nuevo al amortiguador de pH 7.0 y al de pH 4.0 lavando y secando los electrodos y apagando y encendiendo el aparato cada vez que se cambie la muestra, hasta que las lecturas correspondan al pH indicado en cada amortiguador.

7) Se coloca entonces la muestra en un frasco de boca ancha, se introducen los electrodos y se enciende el aparato.

8) Se deja así, de 3 a 5 minutos, hasta que se estabilice la escala para poder tomar la lectura.

-Cálculos:

La lectura se reporta directamente como el valor de pH de la muestra que se sometió a la prueba.

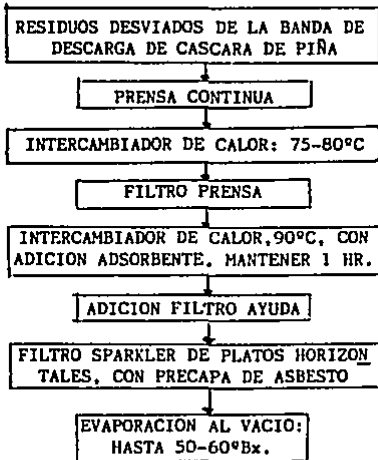


CAPITULO VII.- PARTE EXPERIMENTAL.-

El jugo de piña obtenido al prensar la cáscara de piña, contiene pulpa en suspensión, la cual es necesario eliminar:

Contiene además, algunas impurezas que, al calentar el jugo, producen sabores extraños. Así pues, la pulpa se puede eliminar por filtración, empleando un adsorbente que clarifique y purifique el jugo, obteniéndose un jarabe de buena calidad.

La presente tesis, se basa en el procedimiento propuesto por los Ings. Ignacio Hernández Pons y Wenceslao Fuentes (49) el cual consiste en:



7.1.- NIVEL LABORATORIO.

- Materiales y reactivos:

Jugo A.-Jugo de cáscara de piña, clarificado.

Jugo B.-Jugo de cáscara de piña no clarificado, concentrado.

Adsorbentes:

A1.-Carbón activado granular (10X25).

A2.-Carbón activado en polvo (DB).

A3.-Carbón activado en polvo (O.61A).

A4.-Carbón activado en polvo (O.61G).

A5.-Carbón activado en polvo (O.61).

A6.-Carbón activado en polvo (O.61C).

A7.-Cal.

A8.-Tierra de Diatomens (Fibra Flo 7C y Filter Cel).

A9.- Fosfato de Sodio.

Se consideran también los materiales y reactivos mencionados en los Métodos de Análisis. (Capítulo VII).

-PROCEDIMIENTOS.

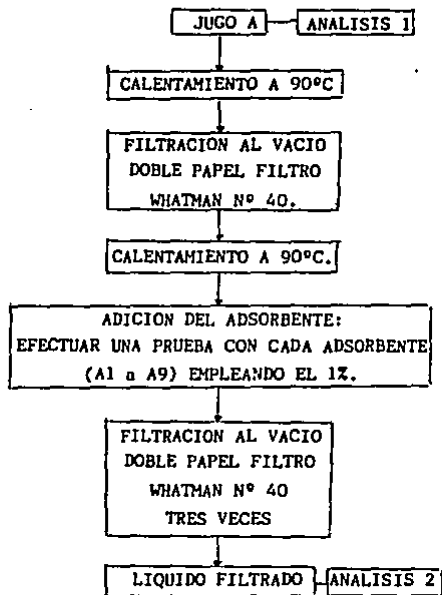
JUGO A.

Procedimiento A.01.

Esta prueba se efectúa, con el fin de establecer cual es el agente adsorbente más adecuado para decolorar y deodorizar al jugo de cáscara de piña. El Diagrama de bloques

del proceso a seguir es el siguiente:

PROCEDIMIENTO A.01.-



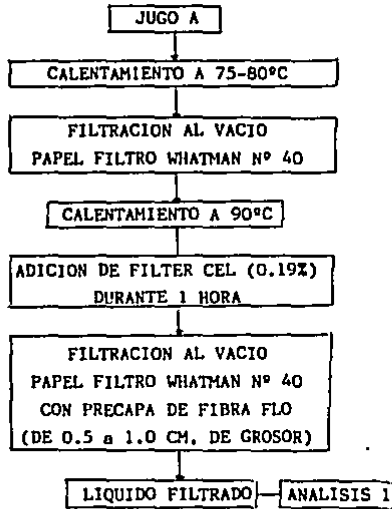
ANALISIS 1.- Acidez, pH y sólidos solubles.

ANALISIS 2.- Color, olor, pH, acidez y sólidos solubles.

Procedimiento A.02.-

Considerando que en el depto. de vinagre de la empacadora de piña de Los Robles, Veracruz; se usan ambos tipos de tierra de diatomeas (filter cel y fibra flo) como agente adsorbente para la clarificación del vinagre, se siguió el proceso indicado a continuación :

PROCEDIMIENTO A.02.-

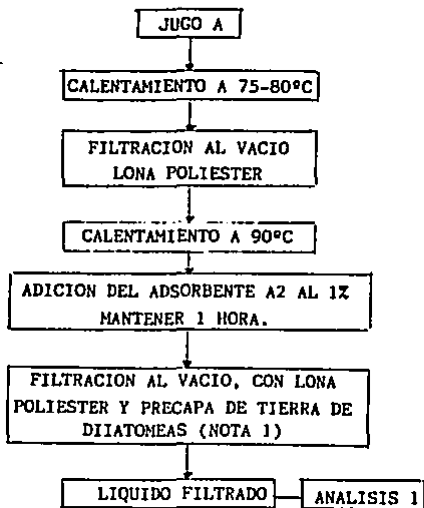


ANALISIS 1.- Color, olor, pH, acidez y sólidos solubles.

Procedimiento A.03.-

En este procedimiento, la variable es: el uso de lona poliéster como soporte durante la filtración, y así optimizar esta operación.

PROCEDIMIENTO A.03.-



NOTA 1.- Precapa de tierra de diatomeas: la lechada de fibra flo se adiciona en el filtro, posteriormente se adiciona lechada de filter cel (precapa de 0.5 cms).

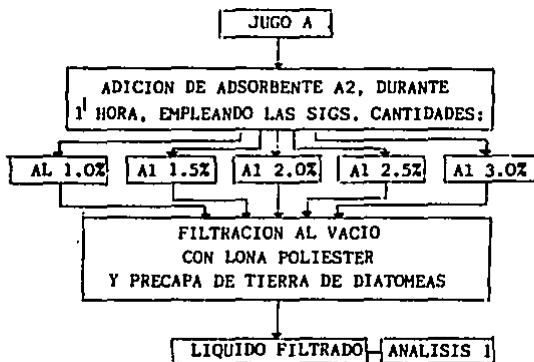
ANALISIS 1.- Color, olor, pH, acidez y sólidos solubles.

Procedimiento A.04.-

Considerando los resultados obtenidos en el Procedimiento A.01, el agente adsorbente A2 es el más efectivo para decolorar y deodorizar.

El siguiente procedimiento se hizo para determinar la cantidad mínima de carbón activado necesaria para obtener los mejores resultados.

PROCEDIMIENTO A.04.-

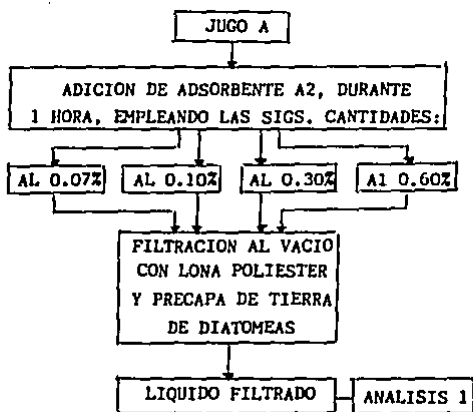


ANALISIS 1.- Color, olor y sabor.

Procedimiento A.05.-

Tomando en cuenta los resultados del procedimiento A.04, se reduce la cantidad de carbón activado empleado para decolorar el jugo de cáscara de piña.

PRPCEDIMIENTO A.05.-



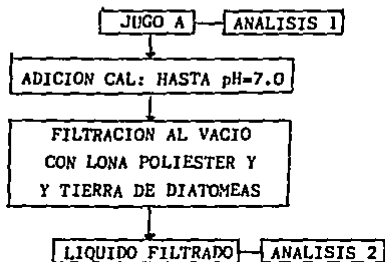
ANALISIS 1.- Color, olor y sabor.

Procedimiento A.06.-

Con el fin de disminuir la acidez del almíbar obtenido del jugo de cáscara de piña (debe de tener de 0.3% a 0.5% de ácido cítrico y así evitar la corrosión de la lata) se efectuó una prueba, adicionando cal ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) al jugo de cáscara de piña.

Retolaza Ulibarri (50), recomienda adicionar una lechada de cal hasta casi neutralización del ácido cítrico, hasta obtener un pH de 6.9 y formación del citrato de calcio; por lo que se efectuó el siguiente procedimiento:

PROCEDIMIENTO A.06.-



ANALISIS 1.- color, olor, sabor , acidez.y pH.

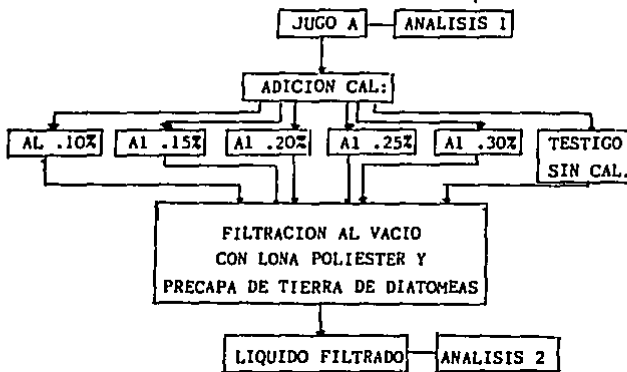
ANALISIS 2.- color, olor, sabor y acidez.



Procedimiento A.07.-

Considerando los resultados obtenidos en el procedimiento A.06, se procede a disminuir la cantidad de cal adicionada para disminuir la acidez, sin afectar las propiedades sensoriales del filtrado obtenido.

PROCEDIMIENTO A.07.-



ANALISIS 1.- acidez, pH, color, olor y sabor.

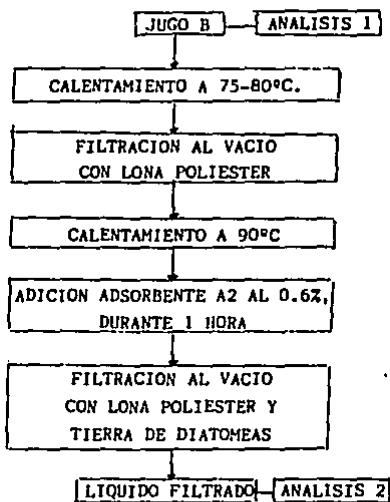
ANALISIS 2.- color, olor, sabor, pH y acidez.

JUGO B.

PROCEDIMIENTO B.01.-

Este método es similar al Procedimiento A.01, con la única variante de utilizar jugo de cáscara de piña no clarificado, concentrado en lugar de jugo de cáscara de piña clarificado.

PROCEDIMIENTO B.01.-



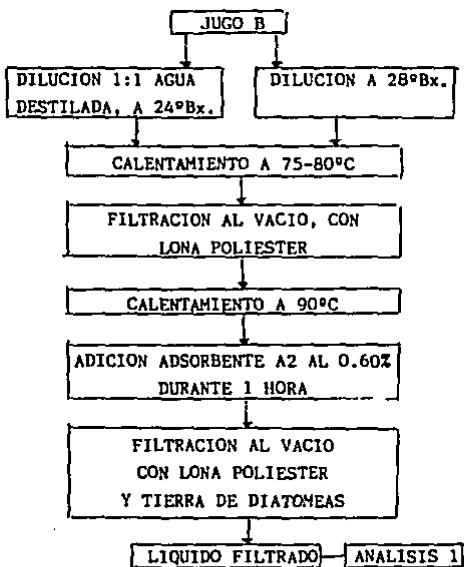
ANALISIS 1.- acidez, pH y sólidos solubles.

ANALISIS 2.- color, olor, sabor, pH, acidez y sólidos solubles.

Procedimiento B.02.-

Considerando los resultados obtenidos en el procedimiento B.01, se efectúa la siguiente prueba:

PROCEDIMIENTO B.02.-



ANALISIS 1.- color, olor, pH, sabor, acidez y sólidos solubles.

### 7.2.- NIVEL PLANTA PILOTO.-

La parte experimental, se efectuó a nivel industrial, ya que no se contó con el equipo en pequeña escala para efectuarse a nivel planta piloto.

Antes de comenzar, cabe hacer notar que se encontró una variable no considerada en las pruebas a nivel laboratorio: el clima, que es muy caluroso y húmedo en la región donde se encuentra la empacadora de Los Robles, por lo que el jugo de cáscara de piña tiende a fermentarse en 1 1/2 hrs.

#### **-Materiales, Reactivos y Equipos.-**

Jugo de cáscara de piña.

Cal.

Carbón activado en polvo, A2.

Fibra Flo.

Filter-Cel (o Celite).

Lona poliéster.

Placas filtrantes FK-7.

Placas filtrantes F-O.

Papeles filtro lavables S-305.

Placas carbopads.

Centrífuga Westfalia.

Pasteurizador.

Sistema de enfriamiento Carrier.

Filtro de platos horizontales Sparkler.

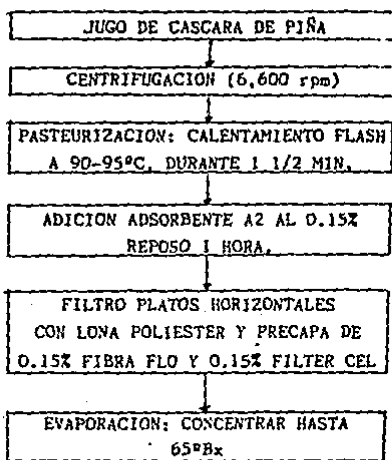
Filtro prensa.

Evaporador de triple efecto.

NOTA: Considerar también, los materiales y reactivos señalados en los métodos de análisis.

PROCEDIMIENTOS.-

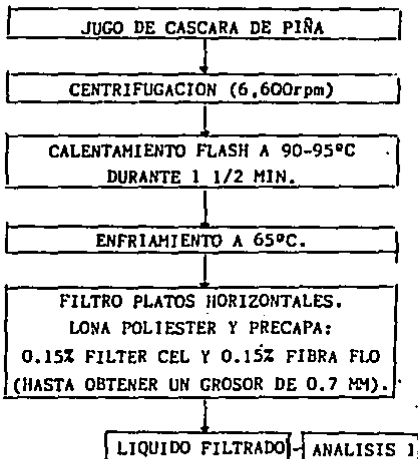
PROCEDIMIENTO 7.2.1.-



Procedimiento 7.2.2.-

Considerando los resultados observados en el procedimiento 7.2.1. se prueba la siguiente variable: no adicionar el carbón activado, tomando en cuenta que puede afectar durante la evaporación del líquido filtrado, en el procedimiento anterior.

PROCEDIMIENTO 7.2.2.-

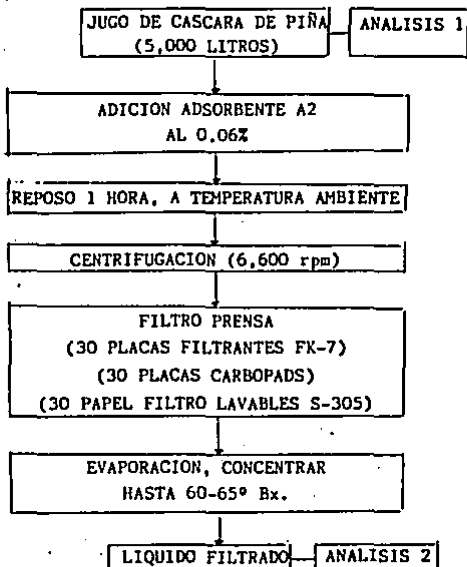


ANALISIS 1.- color, olor, pH, sabor, acidez y sólidos solubles.

PROCEDIMIENTO 7.2.3.-

En base a los resultados obtenidos en anteriores procedimientos, se diseña el siguiente método.

PROCEDIMIENTO 7.2.3.-



ANALISIS 1.- color, acidez y sólidos solubles.

ANALISIS 2.- color, olor, acidez y sólidos solubles.

CAPITULO VIII.- RESULTADOS.-

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en los procedimientos anteriormente descritos, obtenidos a nivel laboratorio y planta piloto.

B.1.- Nivel laboratorio.-

JUGO A.-

Procedimiento A.01.-

En la Tabla N° 13, se muestra el análisis fisicoquímico inicial del jugo A.

TABLA N° 13.- ANALISIS FISICOQUIMICO DEL JUGO A.

Sólidos solubles.	18.0 %.
pH	3.68
Acidez.	0.6404% Acido Cítrico.
Sólidos Insolubles.	1.0%

Cabe señalar, que los sólidos solubles y la acidez varían de acuerdo a la temporada de cosecha de piña, de ahí que se observen tan diferentes valores en estos parámetros dependiendo de la temporada de piña en que se efectuaron los procedimientos.

En la Tabla N° 14, se observan los resultados obtenidos en el Procedimiento A.01, para seleccionar el mejor adsorbente.



TABLA Nº 14.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO A.OI.-

Adsorbente.	Aspecto.	pH	Sólidos Solubles	Acidez. (Ac Cítrico)
A1	Transparente, amarillo, cristalino.	4.07	14%	0.96%
A2	Transparente, sin color, ligeramente oscuro.	4.25	14%	0.64%
A3	Transparente, sin color, ligeramente más oscuro.	4.21	14%	0.56%
A4	Transparente, sin color, oscuro.	4.10	14%	0.96%
A5	Transparente, sin color, ligeramente más oscuro.	4.24	14%	0.64%
A6	Transparente, sin color, ligeramente oscuro.	4.21	14%	0.64%
A7	Amarillo ámbar. Mucho olor a piña. no cristalino.	6.68	14%	0.16%
A8	Amarillo transparente, menos cristalino.	4.25	14%	0.80%
A9	Amarillo intenso, transparente.	4.27	14%	0.128%

Se procede entonces, a concentrar el jugo obtenido de usar el agente adsorbente A2, hasta 50° Brix, obteniéndose un almíbar de color amarillo oscuro, y olor desagradable a piña.

Procedimiento A.02.-

En la Tabla Nº 15, se muestran los resultados obtenidos en este procedimiento.

TABLA Nº 15.- RESULTADOS DE PROCEDIMIENTO A.02.-

Aspecto	Líquido amarillo-café desagradable, con olor a piña.
Acidez.	0.81% de Acido Cítrico.
pH	4.26
Sólidos Solubles.	14.0 %.

Procedimiento A.03.-

En la Tabla Nº 16, se encuentran los resultados obtenidos en esta Prueba:

TABLA Nº 16.- RESULTADOS DE PROCEDIMIENTO A.03.-

Aspecto.	Líquido muy cristalino, transparente ámbar.
Acidez.	0.64% de Acido Cítrico.
pH.	4.23.
Sólidos Solubles.	9.5%.

Procedimiento.- A.04.-

A continuación, se exponen en la Tabla Nº 17, los resultados obtenidos en este procedimiento para determinar la cantidad mínima de carbón activado para decolorar el jugo

de cáscara de piña.

TABLA N° 17.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO A.04.-

N° Muestra.	% Carbón Activado	Aspecto	Sólidos Solubles	Acidez Ac. Cítrico
1	1.0	Líquido amarillo claro.No cristali no. Sedimenta carbón,sabor piña, inodoro.	9	0.38%
2	1.5	Liq. ámbar cristali no. Sedimenta carbón,mucho sabor a piña.	9	0.38%
3	2.0	Liq. ámbar cristali no, sedimenta carbón,mucho sabor piña.	9	0.38%
4	2.5	Liq. ámbar cristali no,sedimenta carbón,mucho sabor piña.	9	0.38%
5	3.0	Liq. ámbar cristali no,sedimenta mucho carbón. Mucho sabor piña.	9	0.38%
6	0.0	Liq. amarillo opaco, muchísimo sabor piña.	9	0.60%

Procedimiento A.05.-

En la Tabla N° 18, se indican los resultados obtenidos .

en este procedimiento.

TABLA N° 18.-RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO A.05.-

N° Muestra	%Carbón Activado.	Aspecto.	Sólidos Solubles	Acidez. Ac Cítrico.
1	0.075	Transparente, amarillento.	8	0.38%
2	0.10	Transparente, ligeramente amarillento.	8	0.38%
3	0.30	Transparente, ligeramente amarillento.	8	0.38%
4	0.60	Transparente, amarillo paja.	8	0.38%
5	Testigo	Transparente, amarillo.	8	0.38%

Procedimiento A.06.-

En la Tabla N° 19, se muestran los valores obtenidos en este procedimiento, para disminuir la acidez del jugo de cáscara de piña.

TABLA N° 19.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO A.06.-

N° Muestra.	Adición cal hasta pH.	Acidez Ac Cítrico	Props. Sensoriales.
1	Sin cal=3.70	0.19%	Transparente,ámbar cristalino, sabor piña.
2	7.0	0.12	Transparente,no cristalinno,ámbar; sin sabor a piña, ligeramente a cal.
3	10.05	0.06	Ambar,opaco; sin sabor a piña, sino a cal.

Procedimiento A.07.-

En la Tabla N° 20, se indican los resultados obtenidos durante este procedimiento.

TABLA N° 20.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO A.07.-

N° Muestra	%Cal	pH	%Acidez Ac Cítrico	Props. Sensoriales.
1	0.10	4.20	0.26	Olor y sabor a piña, color amarillo.
2	0.15	4.40	0.23	Olor y sabor a piña, color amarillo.
3	0.20	5.00	0.13	Ligero sabor a cal, amarillo, inodoro.
4	0.25	5.95	0.10	Olor y sabor a cal,color amarillo lechoso.
5	0.30	6.20	0.09	Olor y sabor a cal,color amarillo lechoso.
6	0.0	3.80	0.39	Olor y sabor a piña, color amarillo.

JUGO B.-

Procedimiento B.01.-

En la Tabla N° 21, se muestran los resultados obtenidos en este procedimiento, partiendo ahora de jugo de cáscara de piña no clarificado concentrado (Jugo B).

TABLA N° 21.- ANALISIS FISICOQUIMICO DE JUGO B.-

Sólidos Insolubles.	4.2%
Sólidos Solubles.	48.0%
pH.	3.60
Acidez (Ac. Cítrico).	2.49%

La alta densidad del Jugo B, no permitió que se pudiera filtrar en el primer paso, suspendiéndose entonces la técnica.

Procedimiento B.02.-

La dilución 1:1, del Jugo B, permitió tener un jugo de 24°Brix, pero cuando se inició la prueba, de calentar el jugo a 75-80°C y posteriormente a 90°C, se volvieron a tener problemas durante la filtración (debido a que se concentró) aunque no tan graves como cuando se empleó el jugo en su forma inicial. También por la misma razón, no se continuó con la técnica.

Procedimiento B.03.-

En la Tabla Nº 22, se presentan los resultados obtenido del Procedimiento empleado.

TABLA Nº 22.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO B.03.-

Aspecto.	Líquido color ocre, ligera opacidad (debida quizás a los sólidos insolubles).
Sólidos solubles.	20ºBrix.
Acidez.	1.26% Acido Cítrico.
Sólidos insolubles.	1.90%

8.2. NIVEL PLANTA PILOTO.-

Procedimiento 7.2.1.-

En la Tabla Nº 23, se muestran los resultados de los análisis obtenidos durante este procedimiento.

TABLA Nº 23.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO 7.2.1.-

Aspecto.	Jugo ligeramente amarillo, turbio. sabor a piña, ligeramente amargo y caramelizado, con sedimento ocre.
Sólidos solubles.	65ºBrix.
Acidez.	2.36% de Acido cítrico.

Después de un mes de almacenamiento, se observa un sedimento de carbón.

Procedimiento 7.2.2.-

En la Tabla N° 24, se encuentran los resultados obtenidos durante este procedimiento.

TABLA N° 24.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO 7.2.2.-

Aspecto.	Líquido turbio amarillento, sabor amargo, ligeramente a piña.
Sólidos solubles	9.0°BRix.
Acidez.	0.80% Acido cítrico.

TABLA N° 25.- RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO 7.2.3.-

Sólidos Solubles	% Acidez. Ac Cítrico	Aspecto
8	0.36	Turbio amarillento.
FILTRACION Y EVAPORACION.		
52	2.36	Transparente, ligeramente amarillo.

Después de 24 hrs de almacenamiento en refrigeración se observó un sedimento grisáceo, y el líquido sobrenadante se encuentra transparente.



CAPITULO IX.- ANALISIS DE RESULTADOS.-

En base a los resultados obtenidos en la pruebas efectuadas a nivel laboratorio y planta piloto, se observa que:

- Es necesario efectuar una pasteurización del jugo, con el fin de evitar el desarrollo de microorganismos, obteniendo así una esterilidad comercial; además de coagular ciertas sustancias proteicas de tipo péptico, suspendidas en el jugo; o bien elegir un conservador adecuado como el sorbato de potasio o dióxido de azufre.

- Se requiere disminuir la acidez del jugo, mediante la adición de cal en 0.10 a 0.15%, y así evitar la corrosión de la lata, debido a la alta acidez.

- Siendo la filtración, el punto más importante de este proceso, es necesario que se trabaje el equipo en forma óptima:

1.- Si se utiliza un Filtro de platos horizontales, debe de tener los platos perfectamente planos, evitando la mala filtración en ciertos sectores del filtro, debida a una deficiente distribución de la precapa de tierra de diatomeas.

2.- En caso de tener un Filtro prensa, el montaje de las placas filtrantes es básico, motivo por el cual se pueden obtener resultados erróneos o fugas de filtrado a lo largo de las placas

y con ello, considerables mermas.

3.- Es necesario efectuar la filtración, con adición constante de filtro ayuda (Filter-cel) para así evitar la formación de una torta compresible que disminuya el flujo, hasta tapan completamente el filtro en poco tiempo.

4.- Se puede substituir el uso de carbón activado en forma de polvo o granular, mediante las placas filtrantes carbopads (con carbón activado impregnado).

9.1.- Evaluación Económica.-

Para la evaluación económica del proyecto, se consideran los costos por temporada de piña al año.

Los costos están representados en dólares, tomando en cuenta la cotización de \$ 1,686.90 por dólar, al día 16 de Noviembre de 1987.

1.- De las 20,000 Toneladas de piña trabajadas anualmente, el 18% de ésta (3,600 toneladas) se utiliza en la elaboración de piña en rebanadas.

2.- Considerando que durante la fabricación de piña en rebanadas, se usa el 60% de piña y el 40% de almíbar, se requieren 2,400 toneladas de jarabe o almíbar al 34% de sólidos solubles, para las 3,600 toneladas referidas de piña.

Se compran anualmente 816 toneladas de azúcar refinada para la obtención del referido almíbar, con un costo de \$ 0.2715 dólares/kg de azúcar; todo lo cual significa una inversión de \$ 221,544.- dólares por concepto de azúcar. Este dato se considera como costo fijo del método actual utilizado en la empacadora de piña.

3.- El Método propuesto en esta tesis, considera que se obtienen 3,500 toneladas de jugo de cáscara de piña, a partir de 20,000 toneladas de piña anuales, y tomando en cuenta que tienen de 9 a 11% de sólidos solubles en promedio

lo cual corresponde a 315-385 toneladas de azúcar.

Si se toma una merma de 3% por procesos de fabricación, se obtienen de 305.55 a 373.45 toneladas de azúcar.

4.- Por el punto N° 2, es necesario comprar alrededor de 442.55 a 510.45 toneladas para cubrir el requerimiento de 816 toneladas de azúcar anuales, lo cual corresponde a : \$ 138,589.12 dólares, dato que aunado al costo del Filtro Prensa \$ 12,572.17 dólares se consideraron como costo fijo del método propuesto, obteniéndose un total de \$ 151,161.36 dólares.

En la Tabla N° 26, se muestran los costos variables, que implica este proyecto, como son la compra de materiales y la mano de obra directa.

TABLA N° 26.- COSTOS VARIABLES DEL PROYECTO DE TESIS.

MATERIALES	COSTO (EN DOLARES).
Papel Filtro,	\$ 524.63
Placas FK-7.	\$ 17,883.69
Carbopads.	\$ 10,613.55
Filter-Cel.	\$ 112.03
Cal.	\$ 22,990.73
MANO DE OBRA DIRECTA:	
2 Operadores Extra (1/Turno Producción)	\$ 579.98
TOTAL	\$ 52,704.61

El Total obtenido anteriormente se considera el costo variable del proyecto propuesto.

La depreciación del equipo comprado (Filtro Prensa) tiene un valor del 8%, durante 12 años.

El Ahorro anual sería el siguiente:

(Azúcar obtenido)(Costo Azúcar/Kg)-Costo Variable = Ahorro  
del proyecto Anual.

(340,000 Kg)(0.2715 dólares/kg)-\$52,704.61 = \$ 39,605.39  
dólares.

Como se observa, el ahorro anual significa abatir los costos en un 17.87% con respecto a la inversión del método actual (\$ 221,544 dólares por concepto de azúcar).

Una segunda alternativa (sugerida a Empresas de bajos recursos) sería no efectuar la inversión del filtro prensa, y por lo tanto no se considerarían los costos variables.

Como se vió en el Punto N° 2, se requieren 2,400 toneladas de almíbar al 34% de sólidos solubles, para las 3,600 toneladas de piña (utilizadas en la elaboración de piña en rebanadas).

Para ello, mediante el Método tradicional, se necesitan 816 toneladas de azúcar y 1584 toneladas de agua y de esta manera obtener el almíbar a 34% de sólidos solubles.

Considerando la obtención de 340 toneladas de azúcar, a

partir de 3,500 toneladas de jugo de cáscara de piña (referido en el punto N° 3), se requieren 476 toneladas de azúcar para la obtención del almíbar al 34% de sólidos solubles.

El ahorro anual sería el siguiente:

$$\begin{aligned} &(\text{Costo azúcar anual}) - (\text{azúcar})(\text{Costo azúcar/Kg}) = \text{Ahorro anual} \\ &(\$ 221,544 \text{Dólares}) - (476)(0.2715 \text{dólares/Kg}) = \$ 92,311.34 \text{dólares.} \end{aligned}$$

Este ahorro anual, implica abatir los costos del método tradicional en un 41.6%.

Esta segunda alternativa, requiere que se efectúen pruebas experimentales, y de esta manera analizar si el color del almíbar obtenido está de acuerdo con las especificaciones del mismo y no afecta mucho el aspecto de la piña en rebanadas.

CAPITULO X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las pruebas efectuadas a nivel laboratorio y planta piloto, permiten concluir que el proceso para clarificar el jugo de cáscara de piña y obtener un jarabe de buena calidad, reduciendo la cantidad de azúcar refinada, es el siguiente:

JUGO DE CASCARA  
DE PIÑA

JUGO DE CASCARA  
DE PIÑA

CENTRIFUGACION  
(6,600 rpm).

ADICION ADITIVO:  
SORBATO DE POTASIO O  $SO_2$ .

PASTEURIZACION:  
90°C; 1 1/2 min.

ENFRIAMIENTO:  
70°C

CONTROL:  
TEMPERATURA

EVAPORADOR:  
(HASTA 60°Bx)

FILTRO PRENSA.  
(28 PLACAS FILTRANTES F-O)  
(28 PLACAS FILTRANTES CARBOPADS)  
( 2 LONAS POLIÉSTER EN 1° MARCO)  
ADICION CONSTANTE: FILTER-CEL

CONTROL:  
ACIDEZ

ADICION CAL  
0.10%-0.15%  
Y DE FILTER  
CEL 0.15%

PRECAPA:  
LECHADA FI-  
BRA FLO

ALMACENAMIENTO

DILUCION HASTA 30-35°Bx  
AL MOMENTO DE USARSE.

CONTROL: ACIDEZ, pH, °BRIX.



CONTROL<sup>1</sup>.-- Es necesario asegurarse que se efectúe la filtración a una temperatura mínima de 70°C, la cual es la temperatura suficiente para mantener insoluble la materia proteica, sin que haya daño en la calidad.

CONTROL<sup>2</sup>.-- Se verificará que la acidez obtenida con la adición de cal, no exceda de 0.25% de ácido cítrico, evitando con ello un producto final (30-35°Brix) con alta acidez.

CONTROL<sup>3</sup>.-- Se verificará que el jarabe que se vaya a emplear en el enlatado de frutas, tenga las siguientes especificaciones, en el momento de envasarlo:

pH = 3.6 a 3.8

Acidez = 0.30 a 0.80% ácido cítrico.

Sólidos solubles = 30 a 35°Brix, según sea la fruta en almíbar.

Recomendaciones.--

Haciendo hincapie en lo referido al análisis de resultados, es importante la filtración durante este proceso, para obtener los resultados óptimos, por lo que es recomendable:

- Montar las placas filtrantes en el siguiente orden:

En el 1º marco, colocar 2 lonas poliéster, y así evitar que la potencia de la bomba, rompa las placas filtrantes de asbesto-celulosa.

Posteriormente colocar la placa filtrante F-O y finalmente la placa filtrante Carbopad.

- Mantener la caída de presión en  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$ , durante la filtración, y así obtener un flujo constante.
- Adicionar en forma continua pequeñas dosis de Filter-Cel, y evitar la formación de una torta compresible.

Finalmente, recomiendo a las empacadoras de piña, que consideren el aumento de los subproductos de la piña, con el fin de darle un mejor aprovechamiento a una de las líneas menos utilizadas, y obteniendo asimismo una considerable disminución en los insumos de azúcar; tomando en cuenta que la mayoría de estas empacadoras cuentan con gran parte del equipo necesario para la recuperación de azúcares, en forma de almíbar.

CAPITULO XI.- BIBLIOGRAFIA.-

- 1) A.C. Hulme. The Biochemistry of Fruits and their Products Vol. 2. 1971. A.P. Academic Press, London and N.Y.
- 2) A.S.T.M. Correlation of Subjective.- Objective Methods, in the study of odors and Taste. 1981.
- 3) Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estadística del IMCE. 1978-1981.
- 4) ASTM Designation. D2652-74. Standard Definitions of Terms and relating to Activated Carbons.
- 5) Badui Dergal S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra. México, 1981.
- 6) Bernardin, F.E. Jr. Selecting and Specifying Activated Carbon Adsorption Systems. Chemical Engineering. Desbook Issue. October 1970.
- 7) Braverman, J.B.S. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. Omega. Barcelona, España. 1967.
- 8) Chemical Studies en Concentrated Pineapple Juice. J.Food Sci. 31, 1966.
- 9) Cheremisinoff, Paul N. & Ellerbushi Fred. Carbon Adsorption Handbook. Ann Arbor Science. 1982.
- 10) Definición del Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Determinación de la calidad en el Carbón Activado, usado en la Refinación del Azúcar. NOM-F-295. 1981.
- 11) Definición del Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Determinación de la Granulometría del Carbón activado em piendo en la Refinación del Azúcar. NOM-F-287-1982.
- 12) Definición del Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Determinación del NI en muestras de Carbón Activado empleado en la Refinación del Azúcar. Nov 23 de 1976.
- 13) Definición del Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Determinación del pH del Carbón Activado usado en la Refinación del Azúcar. NOM-F-283. 1981.
- 14) Definición del Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Prueba para determinar el Color en líquidos transparentes. (Escala de color Gardner). NOM-R-404. 1973.

- 15) Fennema Owen R. Principles of Food Science. Part I. Food Chemistry. Marcel Dekker Inc. N.Y. 1976.
- 16) Fogarty, W.M. and Ward, O.P. Pectic Substances and Pectinolytic Enzymes. Dept. of Ind. Microbiol, Univ. College Dublin, Irish Republic. Process Biochemistry. 1972. 7. pp. 13-17.
- 17) Food Chemicals Codex. National Academy of Sciences. Washington D.C., USA. 2nd Edition. 1972.
- 18) F. Noyes Paul. Fruit and Vegetable Juice Processing. Data Corporation, Park Ridge, New Jersey, London, England. Food Technology Review Nº 21. 1975.
- 19) G. Birch and K.J. Parker. Sugar: Science and Technology. Applied Science Publishers LTD. London, 1979.
- 20) G. Birch, K.J. Parker and J.T. Morgan. Food from Waste. Applied Science Publishers LTD. London, 1979.
- 21) Gitchel, W.B. et al. Activated Carbon regeneration: Carbon regeneration by wet Air Oxidation. Chem. Eng. Progr. Vol 71 Nº 5. Mayo 1975. pp 90.
- 22) Hassler J.V. Purification with Activated Carbon. Chemical Publishing Co. Inc. New York, N.Y. 1974.
- 23) Huor, S.S. E.M. Ahmed and R.D. Carter. Concentration of Watermelon Juice. J.Food Sci. 45,3. 1980. pp.718-719.
- 24) J.G. Brennan, J.R. Butters N.D. Cowell y A.E.W. Lilly. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Ed. Acribia. 2ª Edición. Zaragoza. 1980.
- 25) Kern Q Donald. Procesos de Transferencia de Calor. Ed. C.E.C.S.A. 1974.
- 26) Norback, J.P. Techniques for Optimization of Food Processes. Food Tech. 34.2. 1980. pp 86-88.
- 27) La Piña Tropical. Claude E. Py. Ed. C.E.C.S.A. 1980.
- 28) Lopez A. and Johnson J.M. Apple-grapefruit juice products : consumer preference. Research Division Bulletin, Virginia Polytechnic Institute and State University. N[ 65. 1971.27pp.
- 29) MC. Cance and Widdowson. A.A. Paul and D.A.T. Southgate The Composition of Foods. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Medical Research Council. 4 Ed. 1978.

- 30) Milan Smivsek, R.N.D. Slavoj Cerny R.N. Dr. CSC. Active Carbon: Manufacture, Properties and Applications. Elsevier Publishing Co. 1970.
- 31) Patten J.B. Considerations Relating to Fruit Content of Juices and Diluted Beverages. Quarterly Bulletin of the Association of Food and Drug Officials of the United States 34.4. 1979. pp 261-264.
- 32) Paul, J.K. Fruit and Vegetable Juice Processing. Food Technology Review, Noyes Data Corporation. No. 21. 1975. 277 pp.
- 33) Park Y.K.; Fujuki, R. Lima D.C. de Production of Pectolytic enzymes by Fungi. I. Isolation of Microorganisms from Soil and Activities of Enzymes in the clarification of different Fruit Juices. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos. 3.4. 1972. pp 197-203.
- 34) Quality in stored and processed Vegetables and Fruits. Academic Press Inc. London LTD. 1981.
- 35) Ramón Arnaud H., Javier Barrón et al. Tesis para obtener la Licenciatura de I.Q. Estudio de Factibilidad de una planta Productora de Carbón Activado. Universidad de las Américas. Marzo 1980.
- 36) Rao, M.A. C.Y. Lee, J.Katz and H.J. Cooley. A Kinetic Study of the Loss of Vitamin C, color and firmness during Thermal Processing of Canned Peas. J. Food Sci. 46.2. 1982. pp 636-637.
- 37) Rizzo, J.L. & Schade R.E. Secondary Treatment with Granular Activated Carbon. Water and Sewage Works. Agosto 1969. p.307.
- 38) Rodrigo M.P. Lorenzo y J. Safón. Conservas. Optimización de la Técnica de Esterilización por calor y efectos de la misma sobre los Alimentos. Cinpética y Parámetros. Rev. Agroquím. Tecnol. Alim. 20.4. 1980. pp 425-443.
- 39) Scerm, M. & Lawson C.T. Activated Carbon Adsorption of Organic Chemical Manufacturing waste waters after extensive biological treatment. Presentado en the Third National Conference on Complete Water reuse. American Institute of Chemical Engineers. Junio, 1976.
- 40) Saguy, I. & M. Karel. Modeling of Quality Deterioration during Food Processing and Storage. Food Tech. 34.2. 1980. pp 78-85.
- 41) Smith S.B. Activated Carbon regeneration: The Thermal Transport Process. Chemical Engineering Progr. Vol 71. No. 5 Mayo 1980. pp87.

- 42) Steinkraus, K.H. ; Ramos, L.J. Layesse, G.E. et al. Production of Still and Sparkling Wines from Philippine Pineapple Juice. Philippine Agriculturist. 52. (9/10). 1969. pp 619-625.
- 43) The United States Pharmacopeia. XIX Revision Official from July 1, 1975.
- 44) Tusseau, R. Proteolytic Activity of Pineapples used for canning and of their waste. A simplified method for Bromelin Extraction. IRFA Gerdat, B.P. 34302 Montpellier Cedex, France. Fruits. 32.2. 1977. pp 87-92.
- 45) Valdés Olguín, Hilda Ofelia. Tesis de Carbón Activado, sus usos y aplicaciones en Sistemas Líquidos. 1981.
- 46) Vizcaino Curiel Pedro. Industrialización de la Piña. Comisión nacional de Fruticultura. S.A.G. México. 1974.
- 47) Vogt Ernst Dr. Eabricación de Vinos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1984.
- 48) Wilson and Wells. Coal Coke and Coal Chemicals. Chemical Engineering Series. Ed. Mc Graw Hill-Book-Co. 1982. pp6,9,19
- 49) Fuentes Solís Wenceslao./ Tesis de Ind. Integral de la Piña en México. 1975, México.
- 50) Retolaza Ulibarri./ Tesis de Aprovechamiento de la Piña/ 1981.
- 51) Mc Cabbe W.L. y Smith J.C. Unit Operations of Chemical Engineering. Sec. Ed. Mc Graw Hill. Book Co. ,Inc New York 1967. .pp875-904.