

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Facultad de Ciencias Químicas

Tecnología de Alimentos



**Industrialización de la Piña, en la Obtención de
Vinagre Natural al 7o/0 de Acidez**

Presentado por:

Gloria Luz Baldizón Meza

Catedrático Guía: Lic. M. S. Irma Contreras de Cuadra

León Nicaragua, C. A.

Diciembre 1992

157.358
C.1



W
42
B1770
1992

OPINION DEL CATEDRATICO GUIA

La obtención de vinagre de frutas por el método de fermentación natural, permite la utilización de diversos frutos tropicales que en período de cosecha tienden a perderse por falta de tecnología apropiadas que la conserven para periodos más largos, porque no se consume como fruta fresca en su totalidad para el mercado nacional y por las limitaciones en las exportaciones para las exigencias de las Normas de calidad del mercado internacional.

Con las alternativas de la diversificación de los productos no tradicionales, actualmente en el país, se está incrementando el cultivo de frutos tropicales para la exportación como fruto fresco, por lo que se espera que un porcentaje de productos que no clasifiquen con las exigencias de calidad, se aprovechen en el mercado local y la obtención por fermentación natural viene a ser una alternativa para su utilización industrial.

La experiencia desarrollada por la autora del trabajo es un aporte valioso para el desarrollo de tecnología apropiadas.

Lic. Irma Contreras de Cuadra

Tutor

RESUMEN

El presente estudio tiene como objeto, obtener vinagre natural usando como sustrato piña, a fin de disminuir el consumo de vinagre artificial, que es el Ácido Acético diluido al 5% y especias, que tradicionalmente es el que se ha consumido en el país.

La importancia de este trabajo nos permite caracterizar la materia prima, industrializarla, desarrollar un proceso tecnológico controlando durante el proceso de producción Acidez, Grados Brix, pH, Grado alcohólico, y el rendimiento.

De esta manera se aporta al país un desarrollo tecnológico en la industria conservera, mediante un conjunto de operaciones, que conllevan a obtener un producto natural.



Dedicatoria

- A mis padres : Maria Antonia y Sergio Jesús.
A mi esposo : Ralf Andreas.
A mi hija : Andrea Liz
A mis hermanos : Ivania, Adda, Mayra, Sergio y Marvin.

A todos ellos por su constante apoyo, comprensión demostrada durante el curso de mi formación, ya que ello permitió alcanzar tan anhelada meta.

Autora

AGRADECIMIENTO

INDICE

Pág.

Introducción

A mi tutora Lic. Irma Contreras de Cuadra, por su asesoría y apoyo incondicional durante la realización del presente trabajo.

Marco teórico

A la Cooperativa de Vinagrero "Paúl González", por el apoyo material brindado en la realización de la parte experimental del trabajo, a todos ellos especialmente.

Discusión

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Apéndice

I N D I C E

	Pág.
I Introducción	1
II Objetivos	3
III Marco Teórico	4
IV Materiales y Métodos	23
V Resultados	25
VI Discusión	35
VII Conclusiones	38
VIII Recomendaciones	39
IX Bibliografía	40
X Anexos	42

I. INTRODUCCION

En Nicaragua existen muchos frutos que se pueden transformar tecnológicamente, ya que en épocas de aglutinamiento de frutas (zafras) es imposible consumirlas como fruta fresca las cuales procesada, éstas se conservan por períodos post-cosecha, se facilita el transporte y se pueden comercializar en el mercado internacional a mejores precios.

En la región IV , Masaya, se cultivan grandes plantaciones de piña de las variedades Cayena lisa, Reyna blanca, Monte lirio, la cual genera una sobreproducción de frutos frescos que no se logra consumirla totalmente por la población.

En esa misma región, Masaya, se organizó en 1988, la "Cooperativa de Vinagrero Paúl González" con el propósito de utilizar como sustrato la piña, ya que disminuyó en ese periodo la entrada de ácido acético sintético.

El presente trabajo consiste en obtener ácido acético (vinagre) por vía de fermentación aprovechando al máximo el sustrato utilizado (piña).

ANTECEDENTES

Históricamente en Nicaragua, la demanda de vinagre ha sido atendida importando vinagre de diferentes países del mundo en especial de los países Centroamericanos y produciéndose localmente a partir de ácido acético sintético importado.

Actualmente en Nicaragua existen dos fábricas de vinagre natural con pequeña escala de producción, las cuales están ubicadas en la Región II y IV siendo la primera en Chinandega (El Viejo) produciéndose Vinagre de Banano y la segunda está localizada en Masaya (Cooperativa Paúl González) obteniéndose en ésta Vinagre de Piña. Las demás vinagreras que existen en nuestro país son a partir del ácido acético lo cual se vende al público como "Vinagre de Fruta" siendo en realidad: ácido acético, especies, saborizantes. Por lo tanto este "Vinagre de Fruta" es una estafa al consumidor.

JUSTIFICACION

En Nicaragua tradicionalmente ha existido el hábito de consumo de Vinagre artificial (ácido acético al 5%), afectando de ésta forma la economía del país al destinarse divisas para la compra de Ácido Acético, además está prohibido su consumo. El vinagre natural iría sustituyendo poco a poco el ácido acético para ahorrar de esta forma divisas, y a su vez contribuir a la salud del pueblo.

También se crearían nuevas fuentes de trabajo al utilizar mano de obra nicaragüense ya sea como obreros, técnicos o profesionales.

III MARCO TEORICO

2. CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN DEL VINAGRE

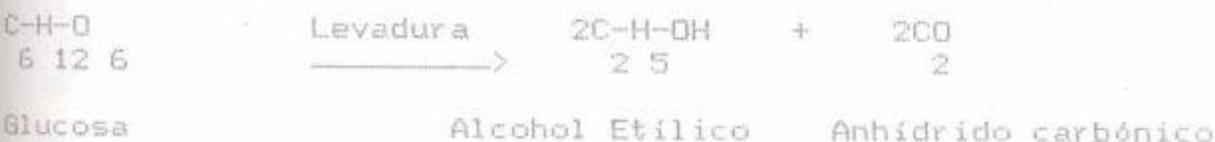
1. Vinagre

La palabra vinagre se deriva de la francesa "vinaigre", que literalmente significa "vino agrio".

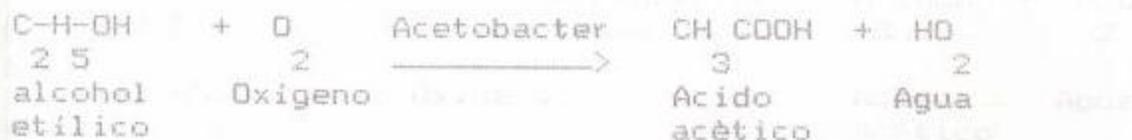
El vinagre se ha definido tradicionalmente como el producto obtenido de la fermentación alcohólica de una solución (mosto) rica en carbohidratos fermentables seguida de una fermentación acética y sin procesos de destilación intermedios.

El proceso de fermentación alcohólica es iniciado usualmente por ciertas variedades de levaduras generalmente la *Saccharomyces cerevisiae* (levadura de panificación).

La Reacción correspondiente es:



La segunda fermentación es efectuada por la bacteria del vinagre o el *Acetobacter aceti*. La reacción correspondiente es:

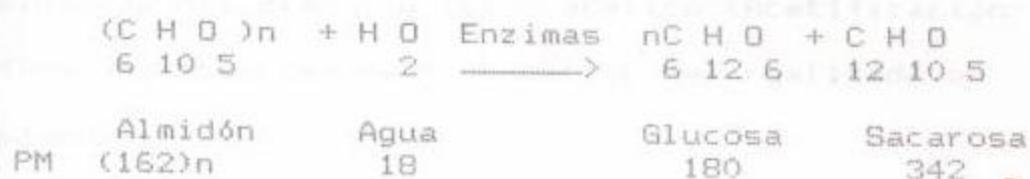


La temperatura óptima para esta fermentación es 27 C

2. ESQUEMA GENERAL DE LA PRODUCCION DE VINAGRE

Maduración y/o Sacarificación

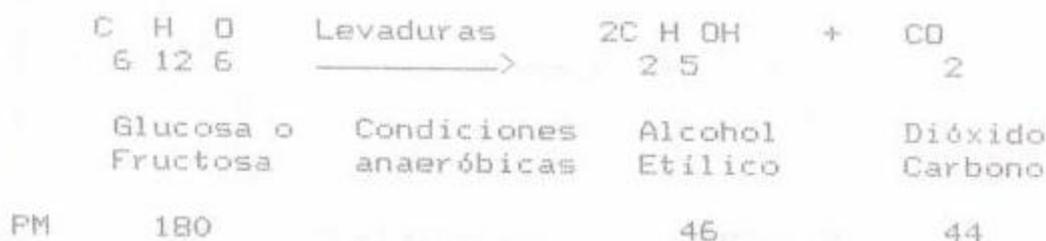
Almidones



Azúcares

(Mono y Disacáridos) fermentables

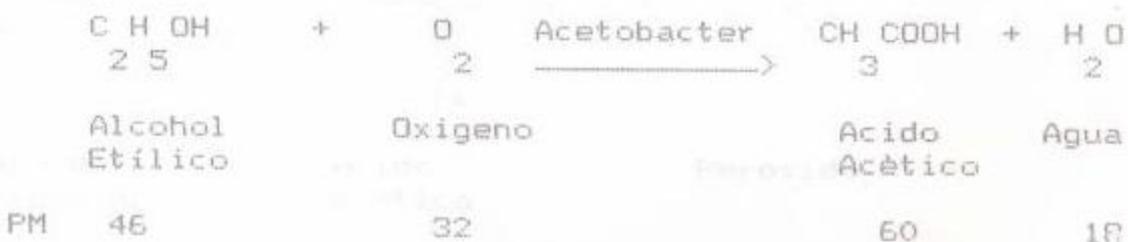
Fermentación Alcohólica



Mosto alcohólico

(Vino)

Acetificación



Vinagre

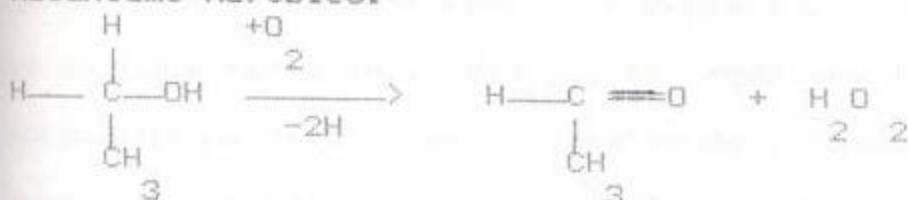
3. Producción de Acido Acético

Mecanismos

La oxidación del etanol a ácido acético (Acetificación) por diversas especies de Acetobacter, es realizada en dos pasos:

- 1) Deshidrogenación del etanol y conversión en aldehído,
- 2) Deshidrogenación del hidrato de acetaldehído (1,1 etanodiol) y conversión en ácido acético.

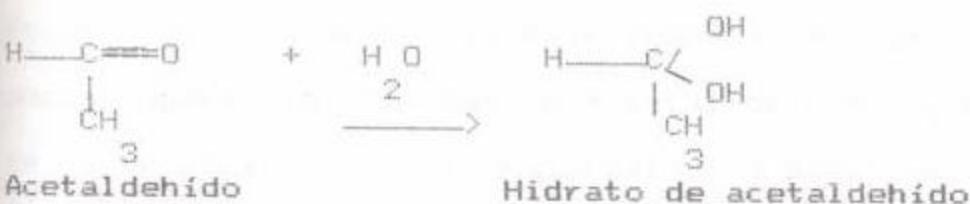
Mecanismo Aeróbico:



Alcohol etílico

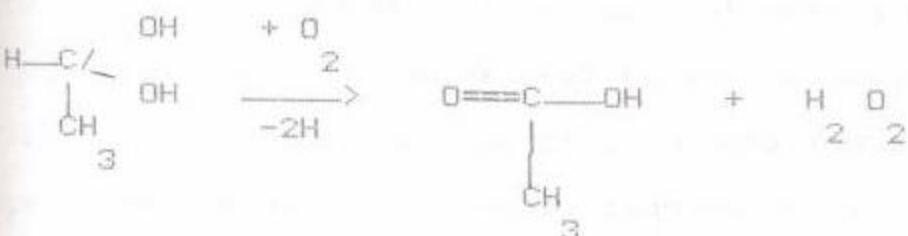
Acetaldehído

Peroxido



Acetaldehído

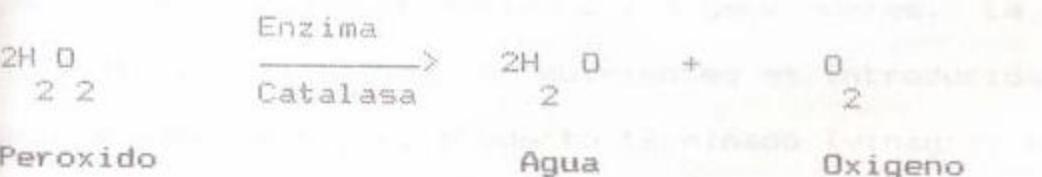
Hidrato de acetaldehído



Hidrato de acetaldehído

Acido acético

Peroxido

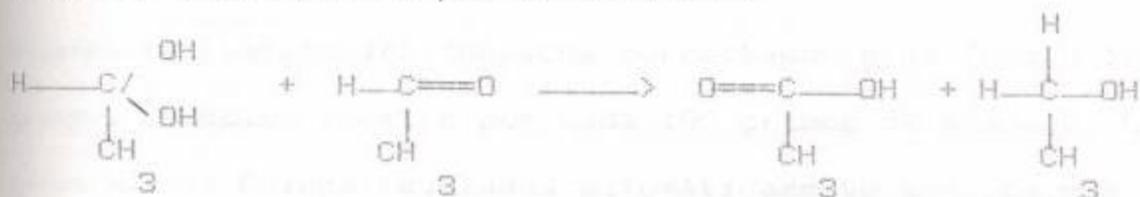


Peroxido

Agua

Oxigeno

Reacción anaeróbica (por dismutación)



Hidrato de
Acetaldehído

Acetaldehído

Acido
Acético

Alcohol
Etílico

Las soluciones que contienen de 6 a 12% de Etanol y nutrientes se convierten espontáneamente en vinagre cuando se exponen al aire.

En el procedimiento antiguo y lento de Orleans, usado en la producción de vinagre casero el contacto con el aire se hace en la superficie de líquido, y el organismo (Acetobacter) forman un cultivo compacto gelatinoso llamado "Zooglea", dentro del líquido o una película en la superficie. En el procedimiento rápido industrial el líquido que contiene ácido acético y etanol se hace resbalar por un material con mucha superficie (virutas de madera, carbón-vegetal o trozo de barro cocido), mientras que el aire pasa a través de un falso fondo perforado del tanque y atravieza el material de contacto. Las células de Acetobacter se adhieren a la superficie del material de contacto. En esta instalación llamada generador se hace circular el líquido una y otra vez y se enfría para mantener la temperatura entre 26 y 32°C. A menudo se conectan en series 2 ó 3 generadores. La solución alcohólica enriquecida con nutrientes es introducida en el primer generador y el producto terminado (vinagre) se retira del último generador de la serie.

Cuando la instalación funciona correctamente se forman 120 gramos de ácido acético por cada 100 gramos de etanol. Los generadores Frings regulados automáticamente son los más eficientes. (1.2)

4 ELABORACION DEL VINAGRE (METODOS)

De los diversos sistemas de fabricación del vinagre pueden hacerse 2 grupos con los métodos usados ya sea a nivel casero como a nivel industrial.

1. Métodos Lentos
2. Métodos Rápidos

4.1. Métodos Lentos

En el método casero se deja que el jugo de fruta sufra una fermentación alcohólica espontánea, preferiblemente hasta alcanzar un 11 ó 13% de alcohol lo que efectúan las levaduras presentes en dichos jugos, después de lo cual se llena parcialmente en el barril que se deja estar con la espita (tubo en L) hacia arriba y abierta.

Entonces el líquido alcohólico en que se convirtió el jugo de fruta sufre una fermentación acética espontánea llevada a cabo por las bacterias acéticas presentes, con lo que se obtiene el vinagre.

El proceso es muy lento y con frecuencia el producto es de calidad muy pobre.

En contraste con este procedimiento, el método francés de Orleans es un proceso continuo aunque también se efectúa en cubas.

Se introduce vinagre bruto procedente de una fabricación anterior hasta llenar alrededor de 1/4 de la capacidad de la cuba, lo que sirve para introducir un inóculo activo de bacterias del vinagre y para acidificar el vino añadido de modo que inhibe así a los gérmenes competitivos. Se añade entonces una cantidad de líquido alcohólico suficiente para llenar la cuba hasta aproximadamente la mitad dejando así en su parte superior un espacio libre que está en comunicación con el exterior por la espita y por 2 orificios efectuados uno a cada lado de la cuba por encima del nivel alcanzado por el líquido, estos orificios están protegidos por pantalla.

Las bacterias acéticas crecen en forma de películas en la superficie del líquido y oxidan el alcohol en ácido acético, durante semanas e incluso meses a temperaturas entre 29 - a 29.4°C, después de la cual se retira y embotella parte del vinagre formado, reemplazándolo en el barril por otra cantidad igual de líquido alcohólico, que sufrirá a su vez el mismo proceso. Mediante este proceso mas bien lento puede producirse un vinagre de calidad, es decir mas fino y rico en fragancia. Esta fermentación precisa bastante espacio de tiempo razón por la cual el vinagre es un producto más caro que el vinagre rápido.

Unas de las dificultades ofrecidas por este método consiste en el hundimiento de la película gelatinosa del vinagre y el consiguiente retraso en la acetificación. Para evitarlo se puede instalar un soporte en forma de bastidor o un armazón flotante que sostenga la película.

Otra variante del método Orleans es utilizar gavetas de acero inoxidable resistente al ácido.

4.1.2 Métodos de Gavetas

El método de gaveta es una variante semi-continua del método Orleans. Las gavetas tienen forma rectangular caracterizadas por una base grande relacionada con su altura, estas tienen un pequeño tubo en forma de "L" cuya salida se encuentra a pocos centímetros del fondo y que permite la alimentación del vino sin perturbar la capa superficial de las bacterias y además posee otro tubo en la parte inferior para la descarga del vinagre. (4)

4.2 Métodos rápidos

Estos métodos exigen el movimiento de líquido durante el proceso de acetificación, el método más usado en la actualidad es el de los generadores ejemplo el Frings.

Estos son tanques cilíndricos de madera generalmente de tamaño variado cuyo interior se encuentra dividido en tres partes:

- Una sección superior, donde se introduce el líquido alcohólico.
- Una zona media que es la mayor donde se permite el líquido precipitarse en forma de lluvia sobre las virutas.
- La sección interior donde se recoge el vinagre.

Existen otros métodos de acetificación rápida como el proceso Mackin y la fermentación sumergida. En el primero se pulveriza dentro de una cámara por medio de inyectores, en forma de niebla muy fina, una mezcla de bacterias del vinagre y solución alcohólica.

En el método de fermentación sumergida se inocula un medio que se mantiene en agitación el cual contiene de 8 a 12% de alcohol con *Acetobacter aceti* y se mantiene a temperatura de 24.4 a 25.4 C. con aireación controlada que se efectúa con el aire finamente dividido. (3,10)

5. BIOLOGIA DE LAS LEVADURAS

Las levaduras auténticas se reproducen por gemación, se reproducen con mayor rapidez cuando la temperatura es de 25 C. y en grandes cantidades cuando el líquido de fermentación está aireado. Sucede entonces que consume la mayor parte del azúcar ahí existentes utilizándolo para edificar sus propias sustancias constitutivas y de esta manera se limita la cantidad de azúcar disponible para la formación alcohólica.

Se puede impedir sin embargo el acceso al aire desde el principio del proceso de la fermentación (de hecho es precisamente lo que suele ocurrir en la práctica), a fin de que la levadura solo pueda reproducirse en cantidades limitadas y siga transformando gran parte del azúcar en alcohol y dióxido de carbono. Este proceso tiene precisamente porque la energía que la levadura necesita para subsistir solo puede obtenerla (a falta de aire) merced a la fermentación.

Las levaduras que disponen del aire limitan la cantidad de azúcar disponible para la fermentación alcohólica a un 75% cuando no penetra el aire queda un 90% de azúcar disponible para la fermentación alcohólica.

La transformación del azúcar en alcohol y dióxido de carbono es un proceso exotérmico que libera energía y produce calor. Este proceso de degradación del azúcar constituye la fuente de la energía necesaria para mantener la vida de la levadura, que en condiciones normales, es decir cuando penetra el aire la consigue a través de la respiración. Por esta razón se define también el proceso de fermentación del azúcar como respiración intramolecular o sea, la respiración que prescinde de la acción del oxígeno del aire. La respiración aeróbica y la fermentación son dos procesos igualmente capaces de asegurar al organismo la energía necesaria para su actividad vital.

El alcohol producido por la fermentación carece de valor funcional para la levadura, salvo en cuanto que ésta lo utiliza como metabolismo que le permite combatir la presencia de otros organismos concurrentes (hongos formadores de micelios, levaduras salvajes, bacterias). Así mismo las levaduras del vino no son ilimitadamente resistentes al alcohol, que ellas mismas producen.

Estas levaduras detienen por completo el curso de su propia acción en cuanto al contenido alcohólico del medio de fermentación sobrepasa la cantidad de 120 a 140 g/l (15 a 17.5%).

La temperatura es un factor de influencia decisiva para las manifestaciones y actividades de la levadura la temperatura mas adecuada para la reproducción y la fermentación por las levaduras es de 22 a 27°C., cuando la temperatura sube a 40°C. las levaduras dejan de crecer y de reproducirse.

Los compuestos nitrogenados son esenciales para la vida y las levaduras los encuentran en las sustancias albuminoides, los aminoácidos y en los compuestos amónicos del mosto.

Finalizado el proceso de la fermentación alcohólica la levadura suprime todas sus actividades. En esta fase de reposo está mejor alimentada que en las demás etapas de su vida y además dispone de grandes cantidades de materia de reserva, como el glucógeno, proteínas y grasas que ha ido almacenando. El contenido de nitrógeno asciende durante esta fase de reposo de 3 a 11% y el de materia grasa de 2 a 7% del peso seco.

La levadura que alcanzó esta fase sigue viviendo semanas e incluso meses, durante las cuales se alimenta de las sustancias de reserva que consume en mayores cantidades al prolongarse dicho período de reposo. Se llama levadura "hambrienta" a aquella levadura cuyas sustancias de reserva se han agotado. El contenido de agua en las células de levaduras es aproximadamente de 70 a 75%. (5,6)

6. Organismos

De un buen cultivo se espera que se adhiera bien el material de contacto, que tolere concentraciones elevadas del ácido y que convierta el etanol rápida y completamente en ácido acético sin producir impurezas desagradables, especialmente aldehidos.

El Acetobacter, que no forma esporas frecuentemente movibles, y por lo general en bastones cortos se presenta sola (o) en cadenas (000000). (5)

7. Piña Tropical

Conocida también como Ananás y llamada así en diversos países europeos, fueron los Españoles a través del descubrimiento de América quienes impusieron al fruto el nombre de "piña", talvèz por su parecido externo con las piñas que se producen en los pinos y cuya denominación fuè admitida por los ingleses que en su idioma la llaman "pine-apple", siendo este mismo el nombre por el que conoce al fruto en América del Norte.

La piña tropical es sin duda alguna la mas bella de cuantas frutas se producen en la tierra y es conocida como la reina de las frutas.

El fruto, en forma de piña tiene una corteza leñosa y olorosa que, a modo de nódulos pentagonales o hexagonales está adherida a la carne. Su color verdoso se torna anaranjado cuando obtiene su óptimo grado de madurez su pulpa, impregnada de sugestivo perfume, muy carnosa y repleta de sabroso jugo, es blanca o amarilla según el cultivo al que pertenece. Tiene en su interior un pequeño tronco leñoso, desde la corona hasta el pedúnculo.

Aunque la piña es consumida como fruta fresca en todo el mundo, y al natural, su aprovechamiento industrial y conservero fue iniciado en Hawai alrededor del año 1892.

7.1 Taxonomía

El ananás, piña americana, nombres por las que también se conoce esta planta y su fruto, pertenece la familia de las Bromeliáceas (Subclase de las Monocotiledóneas) y con más precisión al género ANANAS que, con el género vecino PSEUDANANAS, se distingue de los otros de la familia por el hecho de que el "fruto" es un sincarpo.

7.2 Botánica

El ananás es una planta herbácea perenne, después de la recolección del fruto las yemas axilares del tallo prosiguen su desarrollo y forman una nueva planta semejante a la primera, que da un segundo fruto (o retoño), generalmente de tamaño inferior al primero, al tiempo que las yemas axilares del pie hijo se desarrolla a su vez para dar un tercer fruto. De esta forma pueden sucederse numerosas "generaciones vegetativas", pero en la práctica, para la mayoría de los cultivares no resulta ir más allá de las dos o tres cosechas.

Aunque son muy numerosos los cultivares de piña que se conocen, citaremos como representativo, Cayena lisa, Blanca o de Puerto Rico, Red Spanish, Negrita, Pan de Azúcar, Golden Queen, Española Roja, Abaca, Cabezona y Abacaxi.

8. PROCESO TECNOLÓGICO

8.1 Lavado

El lavado es una operación necesaria en las frutas y los vegetales ya que estas tienen tierra, sustancias desinfectantes (herbicidas, fungicidas, etc.) y abundante microflora. Con el lavado de las frutas y vegetales se logra detectar el estado real de ellos por lo tanto se permite una selección cualitativa más precisa.

El agua que se utiliza para el lavado debe reunir las mismas condiciones que el agua para beber (agua potable).

El método de lavado se elige según el tipo y el estado de la materia prima (frutas y vegetales) así como el grado de suciedad de ésta.

La cantidad de agua no se debe determinar por patrón, sino que debe corresponder al grado de suciedad de la materia prima y de su tipo.

Frecuentemente se hace necesario el lavado en 2 etapas:

1. Remojar la materia prima
2. Realizar el lavado final con agua clorinada a 6 p.p.m. para desinfectar y evitar posibles contaminaciones.

8.2 Selección

La selección es una de las operaciones más importantes del proceso de elaboración y se refleja en la producción terminada.

Las frutas y vegetales se agrupan de acuerdo con sus características: tamaño, grado de madurez, color etc., de esta forma se facilita la elaboración y se garantiza un producto terminado de alta calidad.

En algunas ocasiones la selección se realiza antes de lavado y en otras, después este criterio depende de la materia prima a utilizar.

8.3 Pelado

En la mayoría de las frutas y vegetales las cáscaras se encuentran unidas a la masa formada por tejidos más fibrosos y consistentes, por esta razón existen métodos para eliminar las cáscaras y la cutícula: manual, mecánico, por altas temperaturas, químico, fuego directo.

8.4 Cortado

El cortado de las frutas y vegetales es necesario para su elaboración el cual permite un proceso tecnológico correcto, rápido y fácil.

El tipo de cortado se determina de acuerdo con el producto que se va a elaborar.

8.5 Pulpeado

El pulper de paletas tipo universal está constituido por un tamiz cilíndrico cubierto por un cilindro de acero inoxidable, y en su interior cuenta con una hélice que gira a gran velocidad.

Al verter la materia prima por el embudo, las aspas de la hélice la lanzan contra la malla, provocando así la salida de la pulpa por los orificios del tamiz y luego por el tobogán de salida, los desechos.

Las aspas de la hélice tienen un ángulo de inclinación que actúa en forma de tornillo sin fin, esto provoca un movimiento en espiral que facilita la salida de los desechos por la canal situada en la parte delantera del pulpador.

Del diámetro de los orificios del tamiz depende fundamentalmente, que este sea utilizado para eliminar las semillas, o como pulpador o repasador.

Por ejemplo, si tienen un diámetro de 2.25 mm se utiliza para eliminar las semillas, si el diámetro es de 0.8 a 1.2 mm, se utiliza como pulpador, y si tiene 0.4-0.6mm, se usa como repasador.

8.6 Formulación

Es expresar formalmente los porcentajes de cada uno de los componentes de un alimento. De esta formulación dependen la calidad, rentabilidad y aceptación del alimento por parte del consumidor.

8.7 Filtración

Es la operación en que el componente sólido insoluble de una suspensión sólido líquido se separa del componente líquido haciendo pasar este a través de una membrana porosa que retenga las partículas sólidas en la superficie superior o dentro de su estructura o ambas. Los sólidos separados constituyen la torta de filtración. Entre los filtros mas usados se encuentran el filtro prensa y el de vacío.

8.8 Pausterización

La pausterización es un proceso de calentamiento al que se somete varias sustancias comestibles y bebidas para disminuir el número de microorganismos presentes, de esta manera que la sustancia correspondiente se haga mas estable. La pausterización también se realiza con frecuencia para destruir los organismos patógenos. El calentamiento se efectuará con tanto cuidado como resulte posible, para impedir alteraciones demasiado grandes respecto al sabor, aspecto o composición de la sustancia. Al aplicar bajas temperaturas mayor será el calentamiento y viceversa.

8.9 Pausterización del Vinagre

Cuando el vinagre se calienta entre 48-50 C o durante un tiempo de 2 minutos a 46 C se destruyen todas las bacterias acéticas. En el calentamiento durante 20 minutos a 40 C se produce por lo general el mismo efecto.

Las temibles anguilulas del vinagre son destruidas a la misma temperatura e igual tiempo, aunque parecen ser un poco mas resistentes que las bacterias. En el crecimiento de las bacterias mucógenas en el vinagre, la pausterización tiene que ser un poco mas potente, pues estas bacterias estan protegidas por una capa mucosa.

8.10 Llenado

El producto obtenido se envasa, en sus envases respectivos higienicamente, esta operación se puede realizar manualmente o con el uso de máquinas para obtener una alta productividad.

Operaciones finales durante el proceso de producción

8.11 Etiquetado

El etiquetado es la acción el envase los datos informativos, tales como la identificación y las características mas importantes del producto.

El etiquetado tiene como objetivo ofrecer información y orientación del producto y no debe realizar una propaganda engañosa a fin de aventajar a otros productos en una competencia comercialista.

La etiqueta debe brindar datos acerca de la procedencia del producto, la forma de consumirlo, los ingredientes que contiene, la fecha de vencimiento, etc., ya que estos datos orientan a los consumidores.

Los detalles estéticos de la etiqueta debe ser una representación característica del producto, y provocar una influencia psicológica en el consumidor la cual estimule las funciones fisiológicas para una buena asimilación.

8.12 Embalado

Es la operación tecnológica la cual se colocan los envases que contienen al producto terminado en otros envases mayores, a fin de facilitar la manipulación, el almacenamiento, la transportación y protección del producto.

8.13 Almacenamiento

Es la actividad mediante la cual se guarda el producto terminado en locales adecuados, por un tiempo prolongado hasta su expedición.

La bodega de productos terminados debe reunir las siguientes condiciones:

1. Ser fresco (22-26° C)
2. Ser ventilado
3. Estar protegido del sol y la lluvia
4. Tener pisos fáciles de limpiar
5. Tener una capacidad acorde con las necesidades de la fábrica para almacenar el producto sin aglomerar.

(9,1).

IV Materiales y Métodos

El presente estudio consistió en llevar a cabo la obtención de vinagre natural usando como sustrato piña de la variedad Cayena Lisa y Reyna Blanca. Para su caracterización se visitó las áreas de cultivo ubicadas en la región IV (Ticuantepé Masaya), la fruta se seleccionó mediante la observación visual, separándose las frutas que no estaban aptas para el proceso, se tomó muy en cuenta el grado de madurez, textura externa, tamaño y peso.

Las piñas se trasladaron a la bodega de Materia prima de la "Cooperativa de Vinagrero Paúl González". En el laboratorio se le determinó acidez, grados Brix y pH para su posterior procesamiento.

La piña se procesó utilizando un pulper con el objeto de extraer la pulpa al que se añade agua y azúcar, para ajustar a 12 grados BX la mezcla final, se inoculó con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se balancearon los nutrientes con sal y fosfato de amonio, en esta etapa se realizó la fermentación alcohólica, utilizándose barriles plásticos con una capacidad de 200 litros cada uno, la fermentación alcohólica dura de 72-96 horas, esto se observa cuando ya no hay formación de burbujas en la superficie del líquido, la temperatura tuvo un rango entre 27 y 33 C, una vez finalizada la fermentación alcohólica se obtiene una concentración de alcohol de 3.3-3.5% en volúmen.

El vino se separó de la levadura, se filtró y se procedió a una premezcla, que consiste en añadir alcohol etílico al 98% en volumen y vinagre al 7% para obtener una mezcla de 9% en volumen de alcohol y 0.42-1% en volumen de acidez, esto se hace con el objetivo de obtener un rendimiento de 7-8% de acidez. Esta premezcla se almacena en barriles plásticos completamente llenos para evitar oxidaciones y desarrollo de microorganismos.

La segunda etapa es la fermentación acética, se realizó en gavetas de acero inoxidable con una capacidad operativa de 700 litros, para la cual se utilizó el vino premezclado y vinagre madre que contiene la bacteria *Acetobacter aceti*. Esta fase dura aproximadamente 2 semanas, que es el tiempo necesario para obtener la acidez deseada, se descarga el 20% de volumen total del vinagre y se sustituye por vino premezclado.

Para desarrollar el proceso tecnológico para la elaboración del vinagre natural, utilizando como sustrato piña, se procedió mediante lo siguiente:

Recepción de la Materia Prima, transporte de la materia prima, Selección de la Fruta, Lavado de la Fruta, Pelado y Cortado de la fruta, Pulpeado, Formulación del Mosto, Fermentación alcohólica, Filtración del Vino, Preformulación, almacenamiento y clarificación del vino, formulación del mosto alcohólico, fermentación acética, filtración del vinagre, pausterización, almacenamiento, maduración y clarificación, formulación del vinagre, abrillantado, emvasado, etiquetado, embalado, almacenamiento.



V Resultados

En el cuadro No. 1, se reportan los resultados de la materia prima, reportándose sus características organolépticas y físico-química, las muestras analizadas presentan su olor característico, color amarillo anaranjado, textura sólida, un peso promedio de 1.2 a 1.6 Kg y lo referente a los análisis físico-químico se encontró lo siguiente: grados Brix de 11.2 a 13, pH de 3.6 a 3.7, acidez total de 0.45 a 0.60% expresado como ácido cítrico.

El cuadro No. 2, se reportan las fórmulas porcentuales que se utilizó en la preparación del mosto alcohólico, 30% de pulpa de piña, 10% de azúcar, 0.1% de sal, 0.025% de fosfato de amonio, 0.05% de levadura, 60% de agua potable.

En el cuadro No. 3 y gráfico No. 1, se reflejan los resultados de la fermentación alcohólica, iniciándose a 12 Brix, finalizándose a 4 Brix, el período de la fermentación duró entre 72 y 96 horas, con un rango de temperatura de 27 a 33 C, con una concentración de etanol de 3.3 a 3.5% en volúmen, con una acidez comprendida de 0.42 a 0.44%.

En el cuadro No. 4 y 5, se reportan los parámetros con que se inició la fermentación acética, para obtener una concentración de ácido acético por vía fermentable encima del 7% de acidez, el mosto alcohólico se reforzó con alcohol etílico al 98% en volúmen, para obtener una mezcla de 9% en volúmen, se utilizó vinagre madre contenidnedo la bacteria Aceto-

bacter aceti, la fermentación acética dura aproximadamente 2 semanas, se inició con 9% de volúmen de alcohol y concluyó alrededor de 0.5% volúmen de alcohol, se inició con una acidez de 0.42 a 0.44% y finalizó de 7 a 7.5% de acidez expresada como ácido acético. (ver en anexo gráfico No. 2).

El proceso tecnológico optimizado, en la obtención de vinagre natural es el siguiente:

1. Recepción de la Materia Prima

Las piñas fueron descargadas en estado semi-maduro a la bodega de materia prima hasta alcanzar su estado optimo de madurez colocándose estas sobre estibas de madera o en tinas plásticas.

El alcohol etílico fué recibido en baldes plásticos de 20 litros con un grado alcohólico de 98% en volúmen, procedente de la destileria Induquinisa, almacenándose luego en la bodega de materia prima.

El azúcar, sal común, levadura, fosfato de amonio se recibieron en sus envases respectivos, almacenándose posteriormente en la bodega de materia prima.

2. Transporte de Materia Prima

Las piñas a procesarse se trasladaron al área de procesamiento.

3. Selección de la Fruta

Las piñas se seleccionaron de acuerdo al estado óptimo de madurez que presentaban, el criterio utilizado consistió en el desarrollo de color en las piñas, cuando estas se tornaron anaranjadas y desprendieron su olor característico.

4. Lavado de las Frutas

Por medio del lavado se les eliminó la suciedad que traían adheridas, utilizando agua potable y agua clorada a 6 ppm para desinfectar y evitar cualquier posible contaminación.

5. Pelado y cortado de la Fruta

Las piñas se colocaron en las mesas donde las obreras provistas de cuchillos de acero inoxidable procedieron a pelar y cortar las frutas en trozos adecuados, para alimentar el pulper, depositándose estas en tinas plásticas.

6. Pulpeado

Las piñas troceadas se llevaron al pulper, donde las obreraras vaciaban la materia prima en la tolva de alimentación, donde por la acción de las paletas de hule y una malla gruesa se obtiene la pulpa, la cual es descargada por la parte inferior, siendo recibida en tinas plásticas. Los residuos sólidos son expulsados por un extremo. Y se realizó una segunda pasada de la pulpa, para obtener una pulpa mas fina, para lo que se utilizó una malla fina que separe las partículas mas pequeñas.

7. Formulación del mosto

En los barriles plásticos de 210 litros se agrega la pulpa y los demas ingredientes .

A continuación se da la formulación para preparar 100 kilogramos de mosto azucarado:

- 30 kg pulpa de piña
- 10 kg de azúcar refinada para ajustar a 12 grados BX la mezcla final.
- 0.1 kg de sal
- 0.025 kg de fosfato de amonio
- 60 kg de agua potable.

(Ver cuadro No. 2)

8. Fermentación alcohólica

El mosto azucarado se inoculó con levadura 0.5 g/l, para lo cual se preparó el pie de fermento, tomando 5% del volúmen del mosto ya diluido, añadiéndole la levadura necesaria y activándola con agitación por 20 minutos, luego se los agrega al mosto azucareado, tapándose luego el agujero de los barriles con manta. Los barriles de fermentación se agitan cada 2 horas, transcurridas la 24 horas se suspende la agitación. La fermentación alcohólica duró entre 72 y 96 horas cerrándose los barriles una vez que se observa que se ha detenido la fermentación. Ya sellados los barriles se dejan en reposo de 5 a 10 días para mejorar el sabor, aroma y sedimenten la mayor parte de los sólidos en suspensión.

9. Filtración del vino

El vino se filtró usando manta cruda con el fin de retener los sólidos gruesos que se encuentran aún en suspensión.

10. Preformulación

Una vez filtrado el vino se procedió a formular para preparar la mezcla, que no es mas que el vino ya filtrado, alcohol etílico al 98% y vinagre madre al 7%. Esta mezcla debe quedar con un 9% de alcohol y 1 % de acidéz.

11. Almacenamiento y clarificación del mosto alcohólico

La mezcla de vino, alcohol y vinagre se almacenó en barriles plásticos completamente llenos evitando con esto el contacto del vino con el aire, impidiendo así que haya oxidación y desarrollo de microorganismos aeróbicos en el vino.

Las partículas en suspensión sedimentaron naturalmente durante el tiempo de almacenamiento, lograndose de esta manera la clarificación del vino.

12. Formulaci3n del mosto alcoh3lico

Se agreg3 25 gramos de fosfato de amonio por cada 100 litros de vino preformulado. Esto se hizo con el objetivo de proporcionar nutrientes para la actividad de la bacteria.

13. Fermentaci3n ac3tica

La fermentaci3n ac3tica se efectu3 en gavetas de acero inoxidable, estas tienen una altura de 0.28 m, largo 2.39 m, ancho 1.20, la capacidad m3xima de cada gaveta es de 800 litros y la capacidad operativa es de 700 litros. Estas gavetas tiene forma rectangular, una base grande en relaci3n a su altura forma de L, cuya boca se encuentra a pocos cent3metros del fondo el cual permite la entrada de vino en la parte derecha y en la parte izquierda otro tubo con llave para descarga del vinagre. (Ver dise3o No. 1).

La capa de Acetobacter flota en la superficie de líquido toma el oxígeno del aire para oxidar el alcohol etílico a ácido acético. Cuando el contenido alcohólico ha disminuido en 0.5% se descarga la gaveta obteniéndose un vinagre aproximadamente al 7% de acidéz expresado como ácido acético el cuales recibido en tinas plásticas.

A la gaveta se le extrae solamente el 20% del volumen operativo que es de 700 litros, lo cual significa una extracción de 140 litros cada vez que se vaya a extraer vinagre.

14. Filtración del vinagre

Se hace por gravedad con el aprovechamiento de la caída de los líquidos para lo cual se usa un el filtro de 20 mu y 3 mu. (Ver diseño No. 2).

15. Pausterización

Una vez el vinagre ya filtrado se procedió a pausterizar, con el objetivo de evitar cualquier contaminación, ocasionando esto nubosidad, mal olor y sabor en el vinagre.

La pausterización se puede efectuar de 2 maneras:

1. De 30 a 40 segundos a una temperatura de 75 a 80° C.
2. Por 15 minutos a una temperatura de 50 a 55° C.

16. Almacenamiento, maduración y clarificación.

El vinagre ya pausterizado, es almacenado en tanques de acero inoxidable durante un tiempo mínimo de 7 días, en este

lapso de tiempo se da la maduración del producto la cual consiste en dar las características de olor, sabor y color del vinagre.

El vinagre de segunda se puede utilizar en la acidificación del vino preformulado.

17. Formulación del vinagre

En el barril de dilución, se diluyó con agua el vinagre hasta la acidez a la cual será expandida (4.5-5%).

18. Abrillantado

El abrillantado consistió en hacer pasar el vinagre listo para ser embotellado por un filtro que retenga la mínima partícula en suspensión que interfiere en la transparencia y brillantez de producto final.

19. Envasado

El vinagre se envasó en botellas de plástico de 350 ml y en bidones plásticos de 1 galón, procediéndose a taparse, asegurándose que el cierre quede bien ajustado.

20. Etiquetado

Los envases deberán ser debidamente etiquetados y toda etiqueta debe expresar como mínimo los siguientes datos:

- Nombre del producto
- Ingredientes o componentes
- Contenido neto
- Nombre y razón social de la firma

- País de origen
- Número de registro sanitario.

21. Embalado

En el caso de las botellas estas fueron embaladas en cajas de cartón con una capacidad para 24 botellas cada una.

22 Almacenamiento

Los envases conteniendo el vinagre fueron trasladados a la bodega de productos terminados, en espera de ser comercializados. (ver en el anexo diagrama de proceso).

Para diseñar el proceso tecnológico de la planta, se elaboró el diseño No. 3, en el que se distribuyen las siguientes áreas: Bodega de materia prima, procesamiento, laboratorio, fermentación alcohólica y filtración del vino, fermentación acética, filtración del vinagre, pausterización, maduración del vinagre, llenado, tapado y etiquetado, producto terminado, administración, oficina.

En el cuadro No. 6 de balance de materia prima, se presenta un diagrama de las operaciones dónde se analiza la entrada de materiales y de pérdidas en desechos. En el proceso entró 349.54 kg. de piña troceada y en desecho se obtuvo 49.09 kg lo que corresponde a 14% de pérdidas de materia prima. Se preparó para la formulación del mosto 300.45 kg de pulpa, al que se le adicionó 601.74 kg de agua potable, 96 kg de azúcar, 0.10 kg de sal 0.25 kg de fosfato de amonio, se obtuvo 998.54 kg de mosto, el mosto se inoculó con 0.05 kg de

levadura para llevar a cabo la fermentación alcohólica, al concluir esta se obtuvo 972.5 kg de mosto alcohólico (vino), desprendiéndose 26.54 kg de dióxido de carbono. El vino se filtró y se obtuvo 938.2 kg de vino y 34.3 kg en desechos, este vino se reforzó con alcohol etílico, al que se añadió 60 Kg de alcohol al 98% en volúmen, y se obtuvo una mezcla al 9% de acidez el cual quedó de 0.42-1% en acidez en total obteniéndose 1048 kg de vino reforzado y vinagre madre para llevarse a cabo la fermentación acética, una vez concluida la fermentación acética se obtuvo 940 kg de vinagre de 7 a 7.5% de acidez expresada como ácido acético, evaporándose 108 kg de ácido acético.

En el rendimiento de producto terminado de acuerdo a la formulación fué de 84.75% y un 15.25% de pérdidas por desechos, desprendimiento de CO y evaporación de ácido acético, tal como se describe en el cuadro No. 7.

VI Discusión

En base a los objetivos propuestos y los resultados obtenidos, se consideran, que las características tanto físico-química como organoléptica de la materia prima utilizada son parámetros fundamentales para la obtención de un producto de calidad.

En relación a la primera etapa del proceso, considerada como la fermentación alcohólica, la temperatura con que se inició ésta fuè de 27 a 33° C, se considera un rango aceptable de temperatura, para la realización de la fermentación alcohólica, aunque la velocidad de fermentación aumenta con una temperatura de 15-35° C, en esta etapa la reacción es exotèrmica y hay que tener mucho cuidado para que la temperatura no sobrepase los 40° C., en este caso se recomienda bañar los barriles de fermentación alcohólica con agua fría, el pH es muy importante ya que favorece a la levadura para su desarrollo, como también la presencia de sustancias nitrogenadas, ya que estas suplen la posible deficiencia en el mosto, otro factor importante es la concentración de azúcar, ya que de ello depende el porcentaje de alcohol obtenido, generalmente en los frutos tropicales, el porcentaje de alcohol que se logra obtener en la fermentación, es bajo, por lo que se requiere el reforzamiento de la cantidad de alcohol etílico para la etapa de la fermentación acètica, y obtener una acidez deseada.

La segunda etapa es la fermentación acética, el mecanismo de este proceso es oxidativo, el alcohol se oxida en ácido acético y para las condiciones óptimas de este proceso, se tomó muy en cuenta la concentración del alcohol, ya que por encima del 12% en volumen de alcohol, la bacteria acética no puede desarrollarse, la temperatura con que se trabajó fué de 27 a 33°C, encima de 42°C la bacteria acética muere, también es muy importante la presencia de nutrientes para su desarrollo, la presencia suficiente de oxígeno en el medio es muy importante para la conversión del alcohol en ácido acético.

En el proceso tecnológico optimizado, todas las operaciones son muy importantes, ya que de ello depende la obtención de un producto terminado de alta calidad, sin embargo se considera que para llevar a cabo este proceso hay que tomar muy en cuenta la filtración, porque de ello depende obtener un vinagre limpio y sin sedimentación, por consiguiente es importante antes de practicar una filtración, conocer la filtrabilidad, el poder colmatante (goteo) del producto a obtener, para luego decidir el tipo de material del filtro y el tamaño del poro, esto fué uno de los principales problemas durante el proceso de esta operación. La pausterización del vinagre fué eficaz empleando una temperatura de 50 a 55°C por 15 minutos, eliminando de esta forma la bacteria acética, también se puede emplear temperatura de 75 a 80°C de 30 a 40 segundos.

Con respecto al balance de materia, en cada etapa hay pérdidas y ganancias, en el inicio del proceso se obtuvo 14% de pérdidas en desechos correspondiente a la materia prima, sin embargo al formularse el mosto alcohólico se obtuvo 2.5% en pérdidas por desprendimiento de CO_2 , en la etapa de filtración del vino hay pérdidas por desechos 3.5%, en cambio en la formulación para llevarse a cabo la fermentación acética hay 111.7% en rendimiento sin embargo al concluir la fermentación acética se obtuvo 10.3% de pérdidas por evaporación del ácido acético. Tomado en cuenta que durante el proceso entró 1109.03 Kg de materia prima, 168.84 kg en desechos, del cual se obtuvo 940 kg de vinagre de 7-75%, de acidéz, lo que corresponde a un 87.75% de rendimiento y 15.25% en pérdidas.



VII Conclusiones

En base a los resultados obtenidos durante el proceso, en la obtención de vinagre natural se concluye lo siguiente:

1. El vinagre natural obtenido utilizando como sustrato piña es de muy buena calidad, ya que se obtiene ácido acético por vía de fermentación natural y no por vía sintética, además, este proceso tecnológico aplicado a la piña se puede emplear para otros sustratos como mandarina, papaya, naranja, banano y/o plátano, tamarindo etc.
2. Los márgenes de temperatura aceptables para una fermentación alcohólica y acética en nuestro país son de 27 a 33°C, ya que graduaciones superiores de 40 a 45°C, producen inactivación tanto a la levadura como a la bacteria acética.
3. La pausterización es eficaz aplicando temperaturas de 50 a 55°C por 15 minutos no afectando de esta manera al sabor, olor, color.
4. El producto obtenido tiene un rendimiento de 84.75% durante el proceso.

VIII Recomendaciones

1. En vista que la Región II y IV posee sustratos de frutas tropicales en abundancia, es importante que el nuevo gobierno estimule la pequeña y mediana industria pasando de un proceso artesanal a un proceso semi-industrial, disminuyendo pérdidas post-cosechas.
2. Técnica y científicamente está comprobado que el vinagre obtenido por fermentación natural, empleando sustratos de frutos tropicales es de mejor calidad y minimiza los riesgos a la salud.
3. La mano de obra nacional ahorraría divisas y abriría las posibilidades de exportar tanto en el área centroamericano, como fuera de ella la producción de vinagre natural ya sea como vinagre madre y/o pausterizado.
4. Así mismo, se plantea la demanda a organismos gubernamentales y no gubernamentales a asesorar y tecnificar el proceso de producción en la industrialización del vinagre.



IX BIBLIOGRAFIA

1. Sosa González, Raymundo, Microbiología de Bebidas
Editorial Pueblo y Educación, 1984.
2. Cortès Mureca, Ildefonso, Origen, composición y evolución del vino, Editorial Alambra, S. A. 1983.
3. Ward, Owen, Bioteología de la Fermentación, Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España 1989.
4. Miranda, Luis Alfredo, Metodo de Gavetas, Labal Boletín técnico Vol. 6 . 1985.
5. Fernández Rubiera, Pedro Ramón, Microbiología General de los Alimentos, Editor Pueblo y Educación 1987.
6. Vogt, Ernest, Fabricación de vinos, Editorial Acribia 1987.
7. Claude, Py, La Piña Tropical, Editorial Blume 1969.

8. Duckworth, R. B, Frutas y Hortalizas Editorial Acribia
1968.

9. Acea Piloña, Evadilio, Tecnología de las conservas de
Frutas y Vegetales, Editorial Pueblo y Educación
1987.

10. Stanier Róger y, Wheelis, Mark, Microbiología. 2da.
Edición, Editorial Revertè, S. A.

A N E X O S

CUADRO No. 1

Indicador	Materia Prima
Peso neto	1.2-1.6 kg
Color	amarillo anaranjado
Olor	característico
X Textura	A N E X O S cálida
N ₂	11.0-13
pH	3.6-3.7
Acidez total	0.45-0.60

CUADRO No. 1

Indicador	Materia Prima
Peso neto	1.2-1.6 kg
Color	amarillo anaranjado
Olor	característico
Textura	sólida
Brix	11.2-13
pH	3.6-3.7
acidez total%	0.45-0.60

CUADRO No. 2

FOMULACION DEL MOSTO ALCOHOLICO PARA 100 Kg

REGLAS PARA LA FERMENTACION ALCOHOLICA

MATERIAL	Temperatura % - 35 °C	Kg.
Pulpa de Piña	30%	30
Azúcar	10%	10
Sal	0.1 %	0.1 Kg
Fosfato de Amonio	0.025 %	0.025 Kg
Levadura	0.05 %	0.05 Kg
Agua	60 %	60 Kg

Grafico No. 1

CUADRO No. 3

Disolución de 100 g de azúcar en 1 litro de agua y evolución del alcohol
del alcohol etílico durante el proceso de la fermentación

RESULTADO DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA

alcohol etílico (temperatura de 27 a 33 °C)

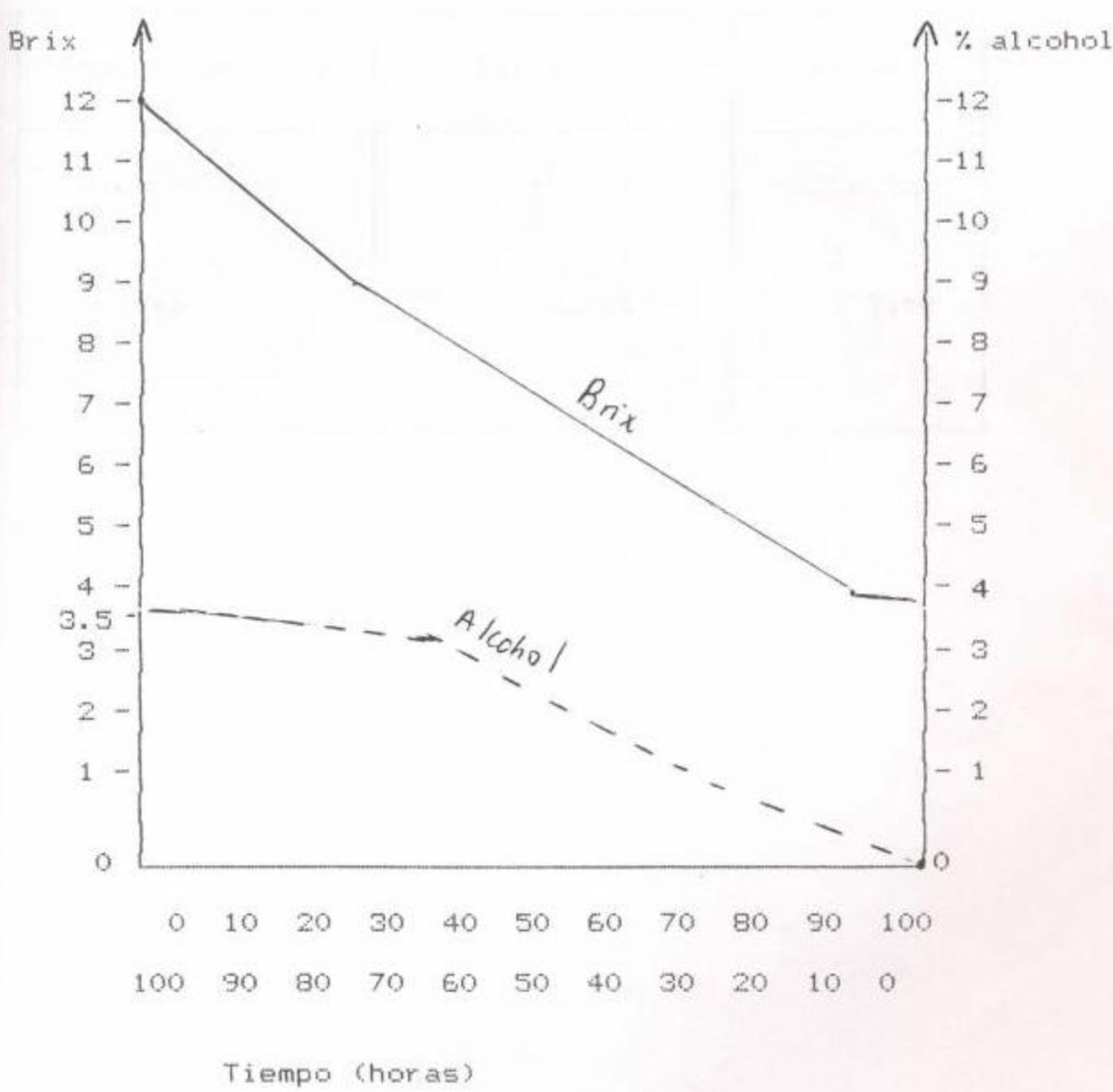
Temperatura 27-33 C

Indicador	Inicial	Final
Brix	12	4
pH	3.6	3.6
acidéz %	0.48	0.44
Alcohol %	-	3.5

Tiempo (horas)

Gráfico No. 1

Disminución de los grados Brix y evolución del alcohol del alcohol etílico durante el proceso de la fermentación alcohólica. (temperatura de 27 a 33°C)



CUADRO NO. 4

Continúa

RESULTADO DE LA FERMENTACION ACETICA

Temperatura 27-33 C

Indicador	Inicial	Final
Alcohol	9%	0.5%
Acidez	0.44%	7.5%

Gráfico No. 2

Comportamiento del % de alcohol y % de ácido durante el proceso de fermentación acética. (Temperatura 27-33°C)

CUADRO No. 5

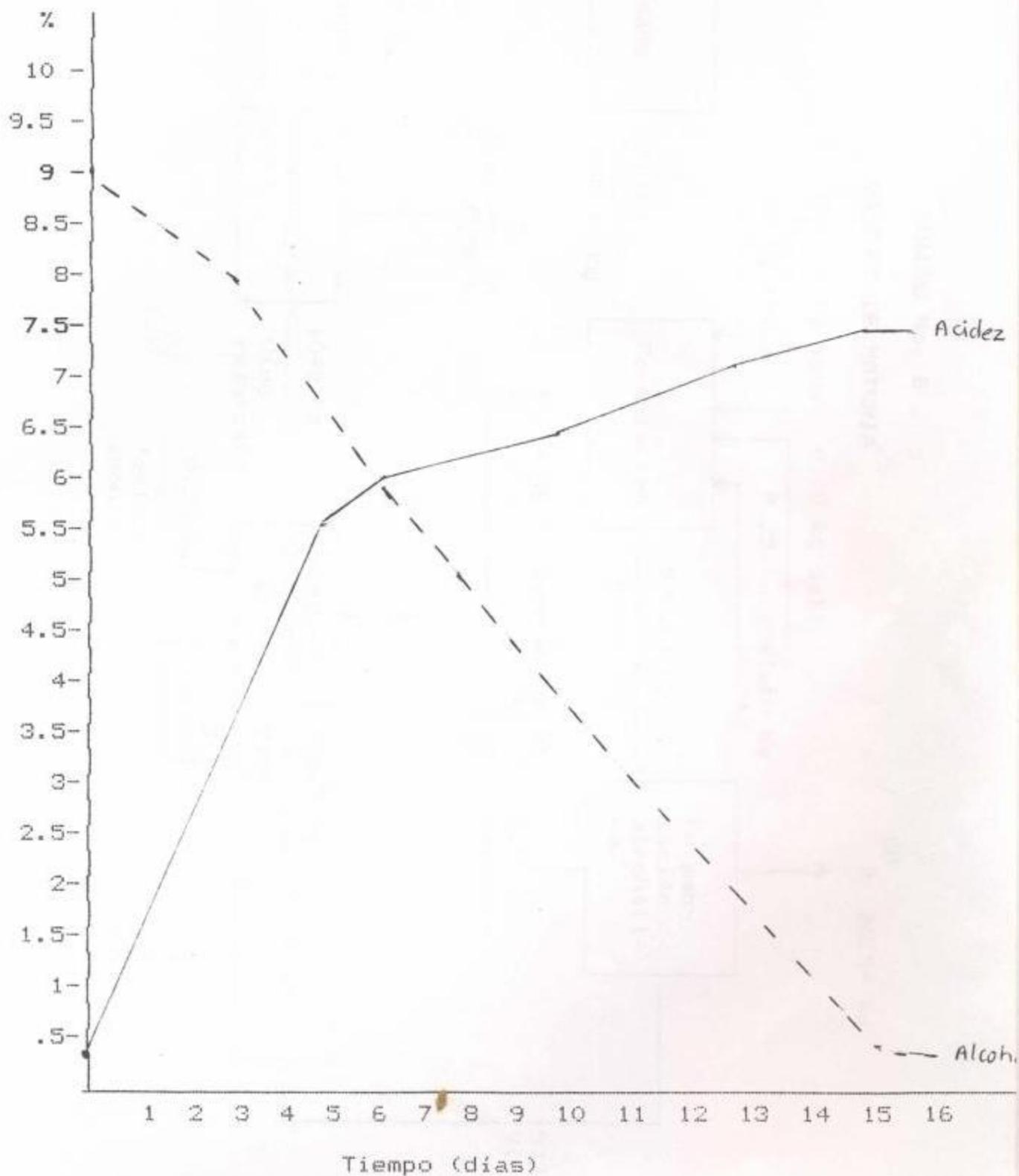
Cambios de acidez durante la fermentación acética con rango de Temperatura de 27-33 C.

Fermentación días	pH	ácido titulado como ácido acético %
7-0	3.6	0.42
5-5	3.6	5.68
5-10	3.6	6.85
3.5-15	3.6	7.49

Tiempo (días)

Gráfico No. 2

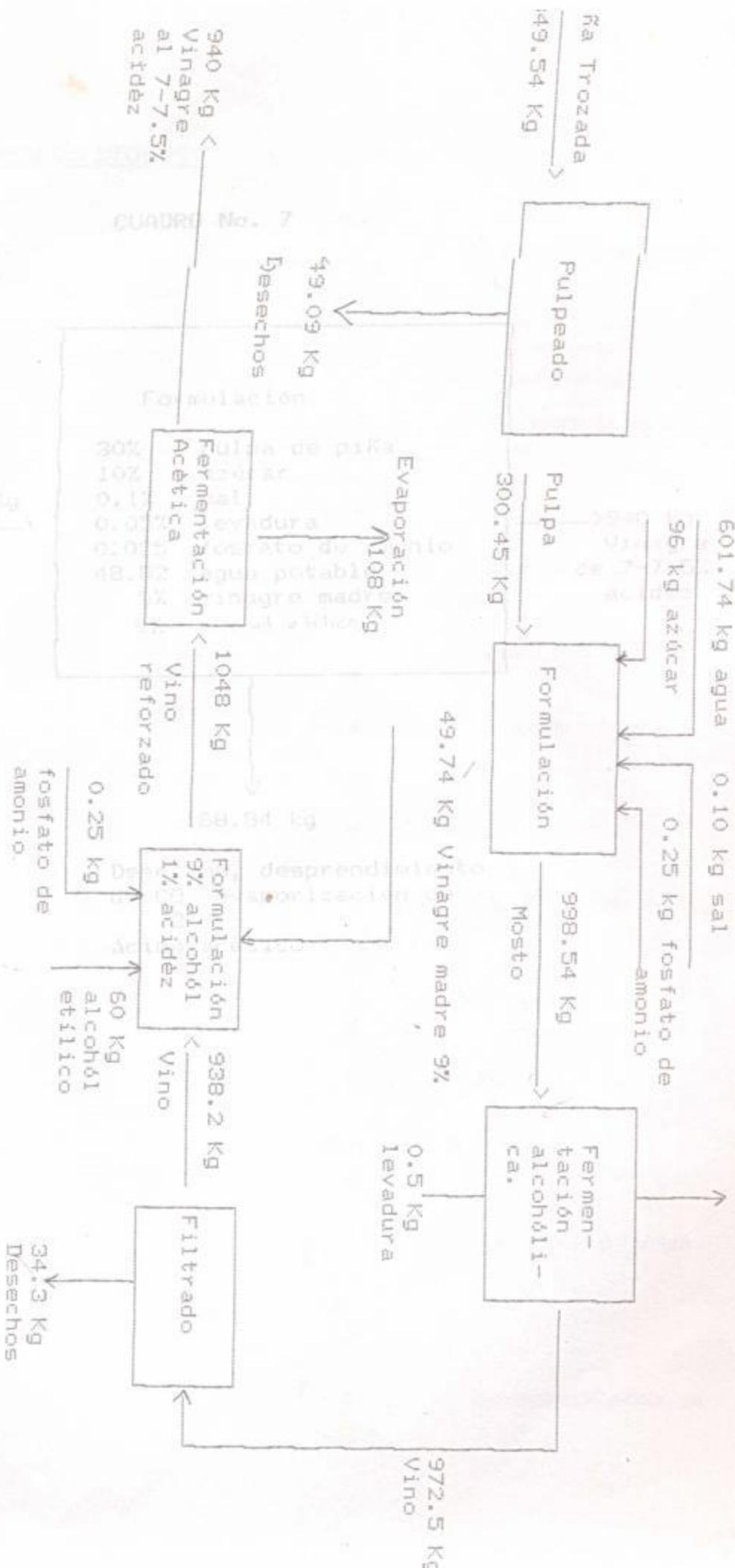
Comportamiento del % de alcohol y % de acidez durante el proceso de fermentación acética. (Temperatura 27-33°C)



CUADRO No. 6

BALANCE DE MATERIA

CO 2 26.54 kg



CUADRO No. 7



1109.03 Kg
Materia

Diagrama de proceso

CUADRO No. 7

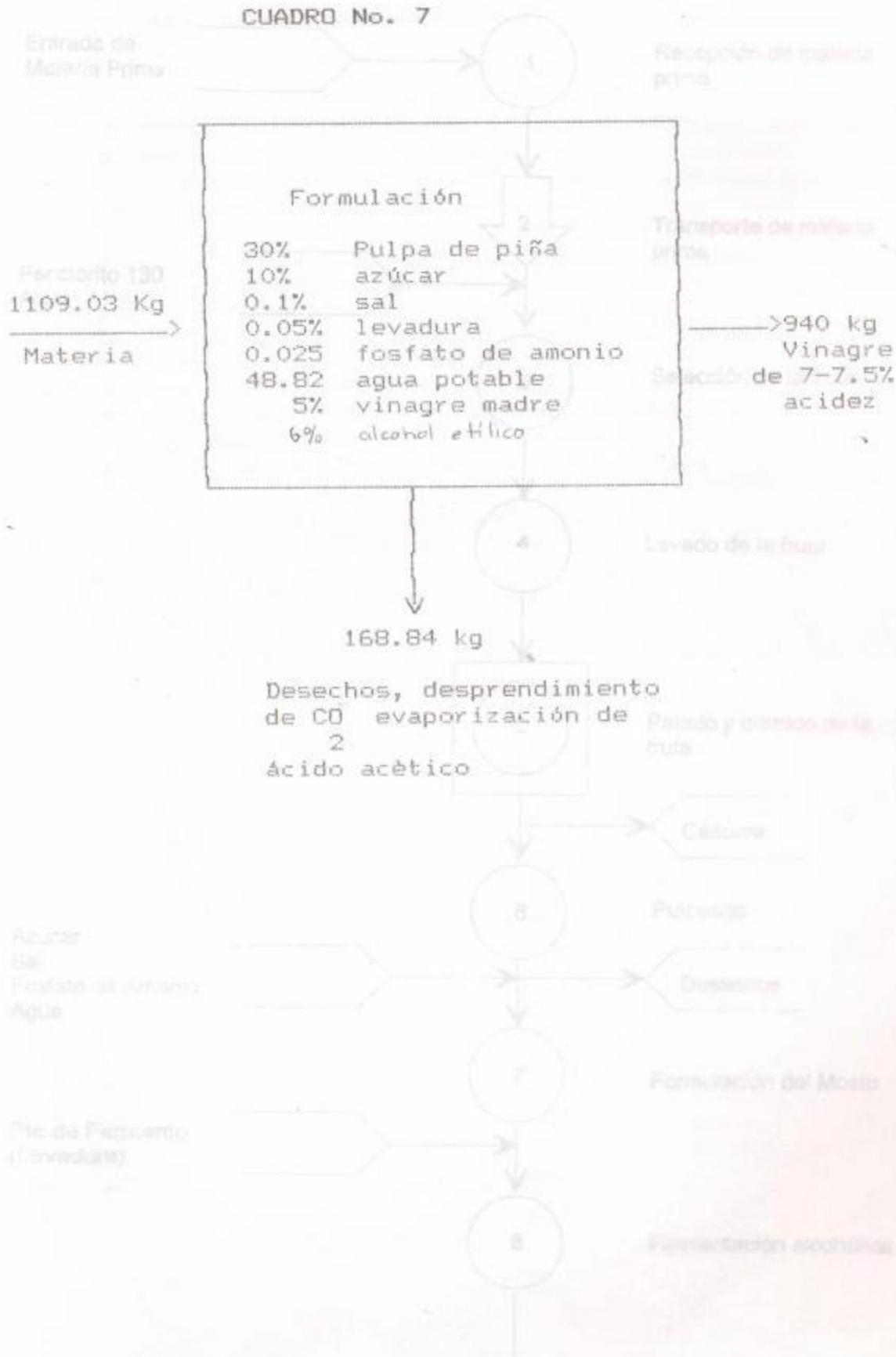
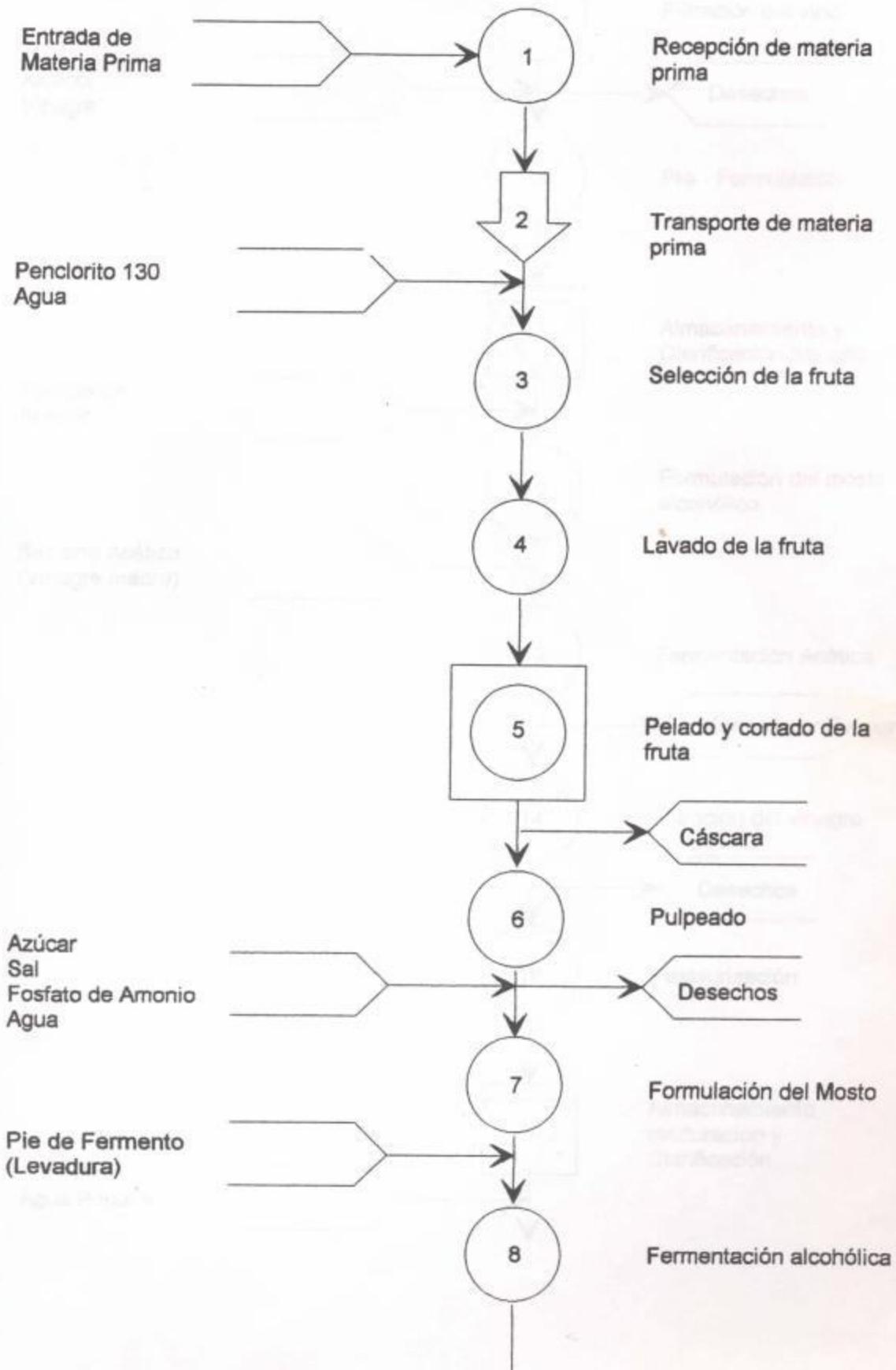
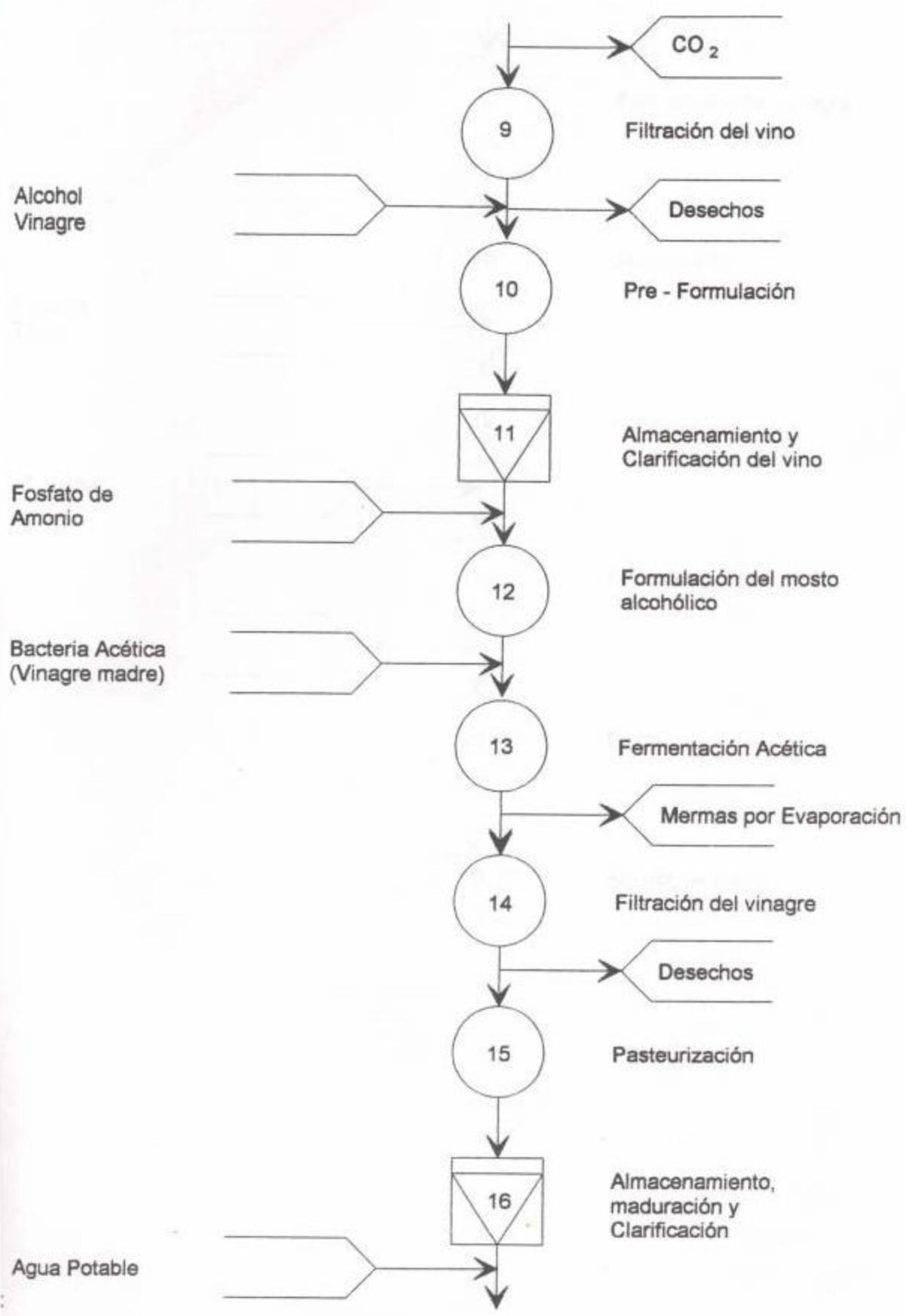
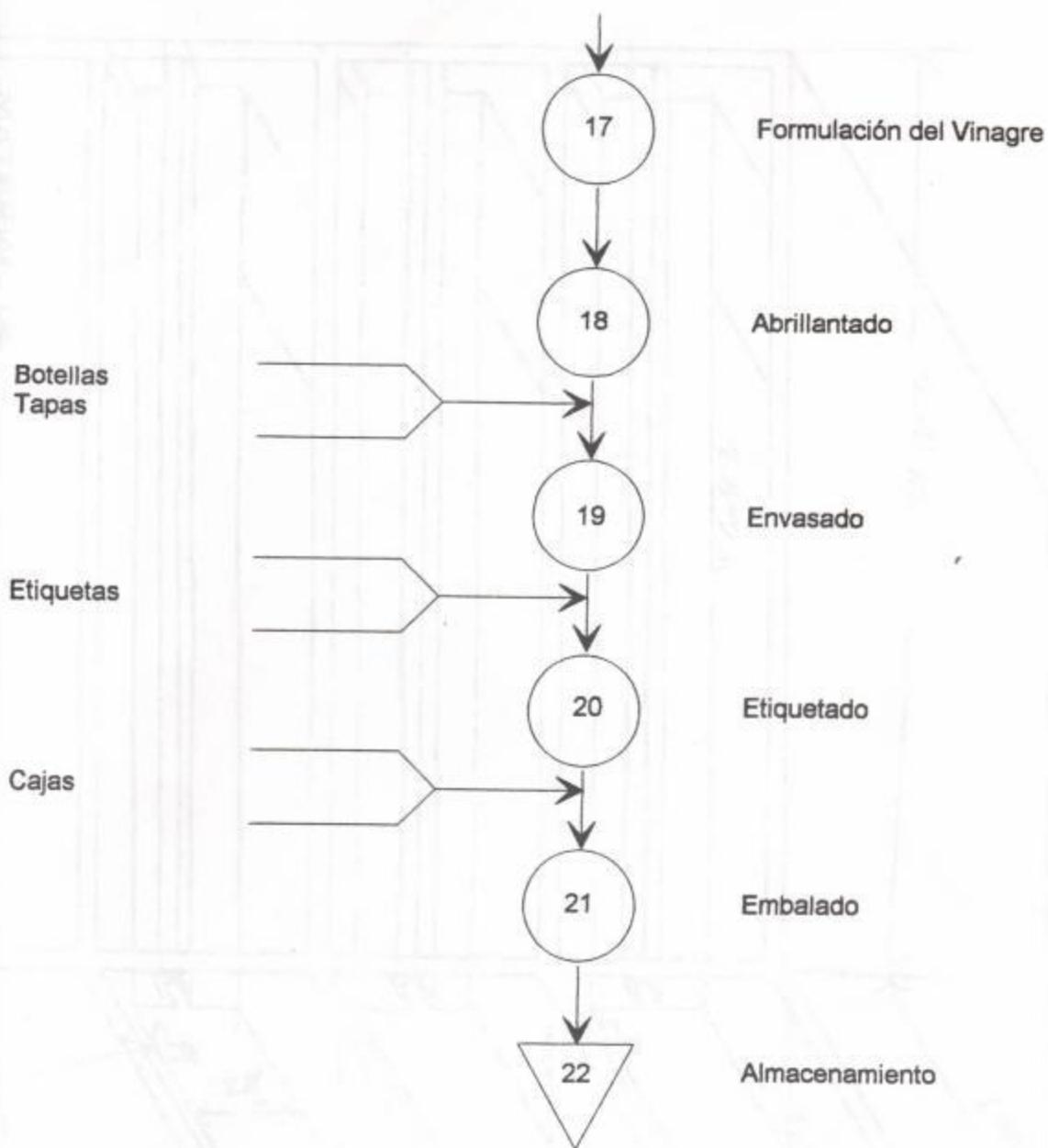


Diagrama de proceso







Botellas
Tapas

Etiquetas

Cajas

Formulación del Vinagre

Abrillantado

Envasado

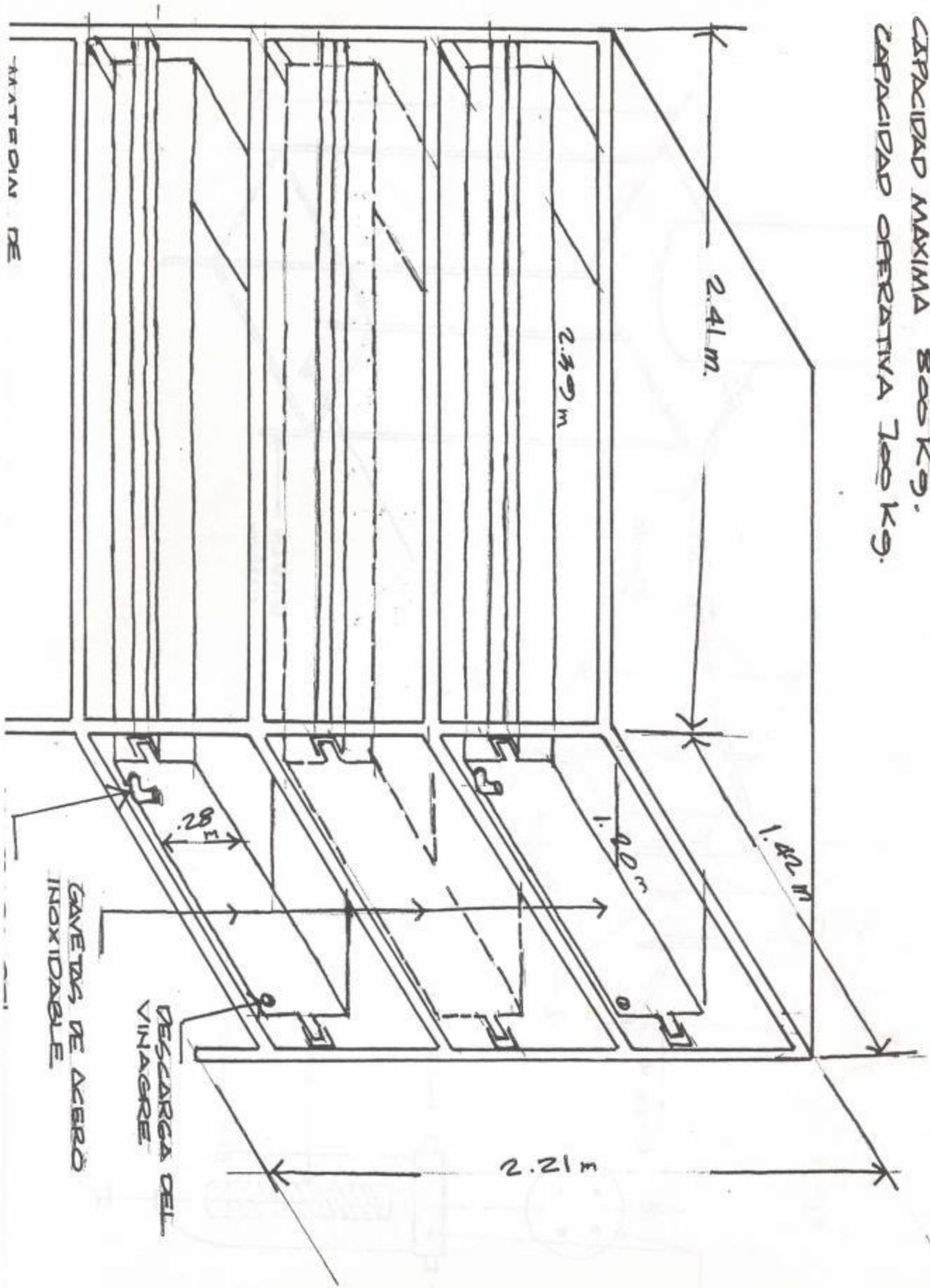
Etiquetado

Embalado

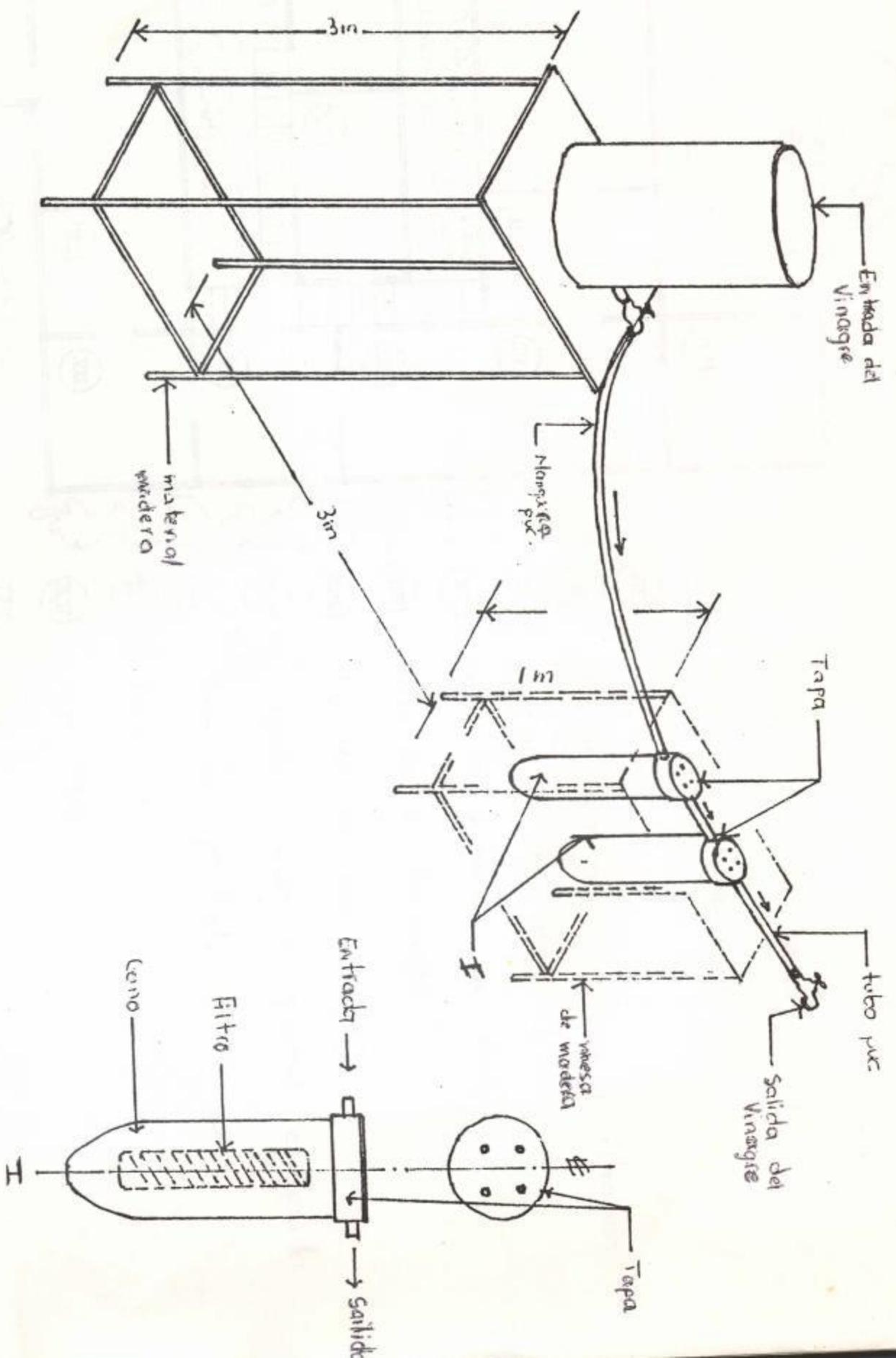
Almacenamiento

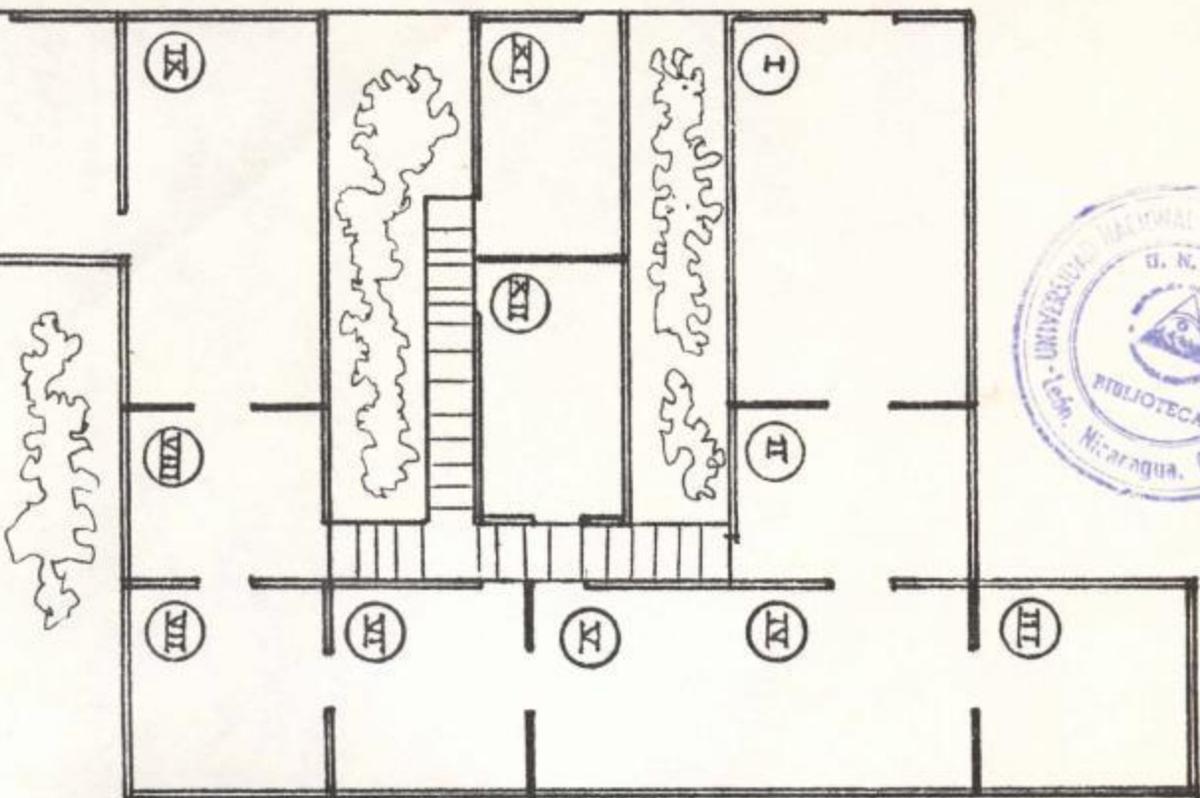
DISEÑO Nº 1

- CAPACIDAD MAXIMA 800 KG.
- CAPACIDAD OPERATIVA 700 KG.



MATERIA DE





I Bodega de materia prima .

II Area de procesamiento .

III Laboratorio .

IV Area de Fermentación alcohólica y Filtración del Vind.

V Area de Fermentación acética .

VI Area de filtración del vinagre .

VII Area de pausterización .

VIII Maduración del vinagre .

IX Llenado, tapado, etiquetado, embalado .

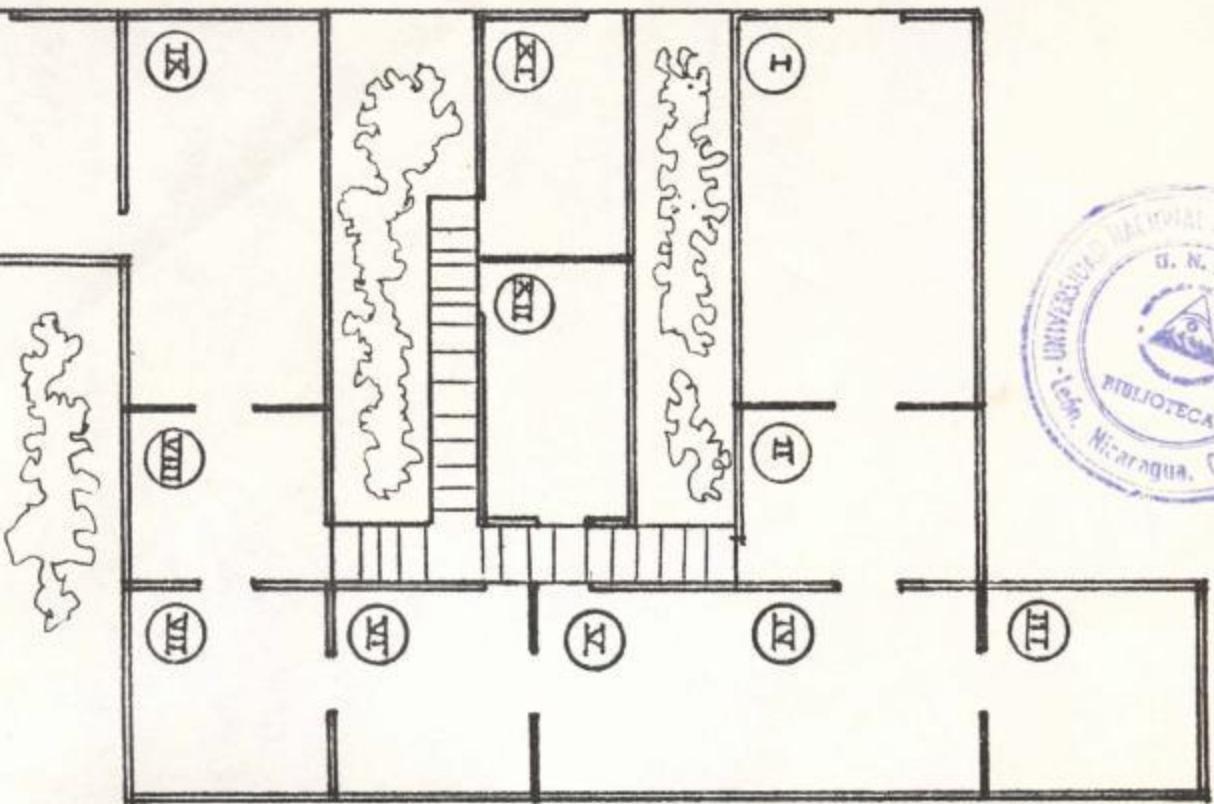
X Area de producto terminado .

XI Administración .

XII Oficinas .

XIII pasillo .





I

Bodega de materia prima .

II

Area de procesamiento .

III

Laboratorio .

IV

Area de fermentación alcohólica y filtración del vino .

V

Area de fermentación acética .

VI

Area de filtración del vinagre .

VII

Area de pasteurización .

VIII

Maduración del vinagre .

IX

Llenado, tapado, etiquetado, embalado .

X

Area de producto terminado .

XI

Administración .

XII

Oficinas .

III

pasillo .

