

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
NICARAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**



**Elaboración de una Propuesta Técnica de Modificación a un Reactor Tipo
Shutzenbach para la Obtención de Acido Acético a Partir de un Mosto Alcohólico
de Frutas Tropicales**

Presentado por:

**Hypatia Johana Parajón Núñez
Martha Carolina Terán Rodríguez**

Para Optar al Título de Ingeniero en Alimentos

Tutor: Msc. Irma Contreras

León, Nicaragua 25 de Junio del 2005



DEDICATORIA

Hypatia Johana

A mi madre, Mercedes Núñez que siempre me apoyo en todos estos años.

A mis abuelos, Mercedes y Luis, mis tíos que dieron cada uno de ellos un grano para formarme.

A mis hijos, Jaime y Johan por ser ellos la inspiración para seguir.

A mi esposo Jaime por toda su ayuda y amor.

Martha Terán

A mis Padres por ser el ejemplo a seguir

A mis hermanos que quiero tanto.

A mis amigos más íntimos que supieron estar con migo en los momentos oportunos



AGRADECIMIENTOS

Primero queremos agradecer a Dios por habernos mostrado siempre el camino a seguir y haber llegado hasta aquí.

A nuestros padres que nos apoyaron toda nuestra vida y lo siguen haciendo.

A mi abuela, Mercedes por ayudarme y creer en mi toda la vida.

A nuestra tutora Msc. Irma Contreras por darnos su invaluable ayuda para la realización de esta tesis.

Nuestros profesores quienes nos dieron las herramientas para realizar este trabajo.

Queremos agradecer a las siguientes personas que nos ayudaron estos años:

Bismarck Rosales, Adriana Núñez, Maria Eugenia, Jaime Flores, Arles, Jansen Terán, Víctor Gaitán, Isabel Rosales.

GRACIAS



CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
I. INTRODUCCIÓN	5
1.1 -Antecedentes	5
II. OBJETIVOS	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
III. JUSTIFICACIÓN.....	8
IV. MARCO TEÓRICO.....	9
4.1 Fermentación Alcohólica.....	9
4.2 Fermentación Acética.....	10
4.3 Características Morfológicas y Fisiológicas (acetobacter).....	11
4.3.1 Morfología.....	11
4.3.2 Fisiología	12
4.4 Factores que Influyen en el Crecimiento y Metabolismo de Acetobacter.....	12
4.4.1 Temperatura.....	12
4.4.2 pH	13
4.4.3 Nivel de Oxígeno.....	13
4.4.4 Nivel de Acido.....	14
4.4.5 Nivel de Alcohol.....	14
4.4.6 Nutrientes	14
4.4.7 Uso de Iniciadores	14
4.5 Componentes del Vinagre	14
4.6 Acabado del Vinagre	15
4.7 Defectos y Enfermedades del Vinagre	15
4.7.1 Fenómenos Químicos	15
4.7.2 Acciones Microorgánicas	15
4.7.3 Alteraciones por Organismos de Mayor Tamaño.....	16
4.8 Sistema Generador Empacado (SCHUTZENBACH)	16
4.8.1 Funcionamiento	16
4.9 Elaboración del Cultivo Iniciador de Bacterias Acéticas.	17
4.10 Buenas Practicas de Manufactura.....	17
V. DISEÑO METODOLÓGICO	18
VI. RESULTADOS.....	19
6.1 Descripción del Diseño del Reactor	19
6.1.1 Tanque de Alimentación.....	19
6.1.2 El Acetificador o Fermentador	19
6.1.3 Tanque de Recolección.....	20
6.2 Guía para el Manejo del Reactor	20
6.2.1 Objetivos:	20
6.2.2 Procedimiento.....	20
6.3 Descripción del Flujograma de Proceso de Una Planta Productora de Vinagre a Partir de Frutas Frescas	20
6.4 Carta Tecnológica.....	22
6.5 Descripción del Layout de la Planta.....	23



VII. CONCLUSIONES	23
VIII. RECOMENDACIONES	24
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	25
X. ANEXOS	27
Anexo No. 1 Parámetros Fisicoquímico del Ácido Acético.....	28
Anexo No. 2 Esquema de Reacciones en la Producción de Vinagre de Frutas.....	29
Anexo No. 3 Requerimientos y Costo de Materiales para el Diseño del Reactor	30
Anexo No. 4 Cálculos Para el Diseño del Reactor	¡Error! Marcador no definido.
Anexo No. 5 Manual de Buenas Prácticas de Manufactura Aplicado a Industrias de Vinagre de Fruta	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6 Gráficos.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos 7 Documentos.....	¡Error! Marcador no definido.



I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua las pequeñas industrias de alimentos en especial las procesadoras de salsas y aderezos, durante muchos años han importado ácido acético glacial, el cual es diluido y utilizado como insumo en la conservación de hortalizas y como ingrediente en la elaboración de alimentos tanto caseros como industriales.

Este ingrediente es comercializado a un bajo precio debido a que presenta un bajo costo de introducción al país, en comparación con el ácido acético natural proveniente de la fermentación de frutas, el cual en su mayoría es importado de los países vecinos.

La práctica de diluir el ácido acético glacial para consumo humano, es realizada sin ninguna reglamentación vigente en el país, que controle los parámetros y especificaciones del mismo, ya que el ácido acético glacial contiene trazas de metales pesados como: mercurio, plomo, magnesio los cuales a largo plazo resultan ser cancerígenos.

Siendo Nicaragua un país altamente agrícola donde anualmente se cultivan y cosechan diferentes variedades de frutas tropicales, tanto para la exportación como para el consumo local y otra parte de la misma se obtienen de la producción que crece de forma natural o silvestre y que aumenta la disponibilidad para el consumo local; originándose pérdidas post – cosecha en periodo productivo debido a que la producción es mayor que la demanda interna. Esto origina una fuente potencial de materia prima para la transformación y obtención de vinagre natural.

Por tal motivo se pretende desarrollar un método sencillo de transformación, que eviten pérdidas de frutas post-cosecha y aprovecharlas en la elaboración de un producto que no cause daños a la salud por su origen natural y que ayude al desarrollo de las PYMES, como lo es el vinagre a partir de frutas.

El presente estudio tiene como propósito diseñar un reactor tipo shutzenbach, que sea una alternativa al problema antes expuesto, en el cual se elaborará ácido acético a partir fruta como materia prima, teniendo en cuenta los parámetros de operación y un bajo costo de construcción para las PYMES.

1.1 -Antecedentes

En Nicaragua ha existido una cultura de importar ácido acético glacial para su dilución y posterior consumo, ya sea como aderezo en las comidas, ingrediente en la elaboración de alimentos y en la conservación de las hortalizas de consumo popular en el mercado nicaragüense, sin conocer que este en cantidades excesivas puede dañar la salud.

Hasta hoy en el país han sido muy pocas las microempresas que se dedican a la elaboración de ácido acético natural, debido al desconocimiento de la tecnología de fabricación.

Según fuentes del MINSA, actualmente sólo existe una microempresa registrada que procesa ácido acético natural a partir de caña de azúcar, esta es conocida como CORONA DEL REY y opera en Managua, en el reparto Benjamín



Zeledón. Los productos de dicha empresa se comercializan a nivel local, en las pulperías y supermercados de la capital. Asimismo se ha identificado que existen otras microempresas en el país que elaboran ácido acético de frutas de forma artesanal, estas aún no están registradas en el MINSA; abastecen a los consumidores en los mercados locales.

Las microempresas como DOÑA COCO ubicada en la ciudad de León y LA MATAGALPA ubicada en la ciudad de Matagalpa; se dedican a la comercialización del ácido acético glacial diluido y son las que tienen mayor mercado a nivel nacional.

En este rubro existe un estudio realizado por el laboratorio LABAL donde se proponen nuevas tecnologías para adaptarlas en la elaboración de ácido acético natural a partir de banano, el objetivo del estudio es mejorar y evaluar la eficiencia de un reactor acético Orleans.



II. OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar una propuesta técnica de modificación a un reactor tipo Shutzenbach para la obtención de ácido acético a partir de un mosto alcohólico de frutas tropicales y el diseño de la distribución de planta y las buenas prácticas de manufactura para la obtención de vinagre a escala artesanal.

Objetivos Específicos

- Realizar el esquema de diseño del reactor tipo Shutzenbach con las innovaciones necesarias para adaptar la tecnología y mejorar la productividad.
- Identificar los materiales necesarios para el diseño y construcción del reactor.
- Establecer el flujo-grama de proceso para la obtención de ácido acético.
- Proponer los parámetros de operación y carta tecnológica.
- Proponer el Layout de planta para la obtención de vinagre a partir de fruta.
- Describir las buenas prácticas de manufactura para la planta productora de vinagre a partir de frutas frescas.



III. JUSTIFICACIÓN

Nicaragua es un país eminentemente agrícola que produce grandes cantidades y una diversidad de frutas, las que no llenan los requisitos del mercado internacional para la exportación y no se consumen en su totalidad, generando un alto porcentaje de pérdidas post-cosecha.

La industria nacional de alimentos en nuestro país, no ha alcanzado un desarrollo tal que permita generar alternativas para procesar el excedente de frutas producidas y obtener un producto con valor agregado. Gran cantidad de las empresas de nuestro país se clasifican como microempresas artesanales, que desconocen de tecnologías opcionales y de normas que deben ser utilizadas en la elaboración de alimentos, entre estas tenemos todas aquellas empresas que se dedican a la dilución de ácido acético glacial, un subproducto de la destilación del petróleo, el cual contiene trazas de mercurio y plomo ambos metales pesados, causantes de cáncer al ser humano por acumulación gradual en el organismo.

Por las razones antes expuestas y para contribuir al desarrollo de las PYMES en Nicaragua, se pretende desarrollar una alternativa que ayude a implementar y mejorar la tecnología de producción de vinagre natural mediante un método sencillo, el cual no requiere de una gran inversión inicial para su construcción.

Así también se presenta el diseño de una pequeña planta productora de vinagre a partir de frutas frescas. En el diseño se toman en cuenta las normas de inocuidad alimentaria vigentes en el país, de tal forma que el producto no represente un peligro para la salud de los consumidores.



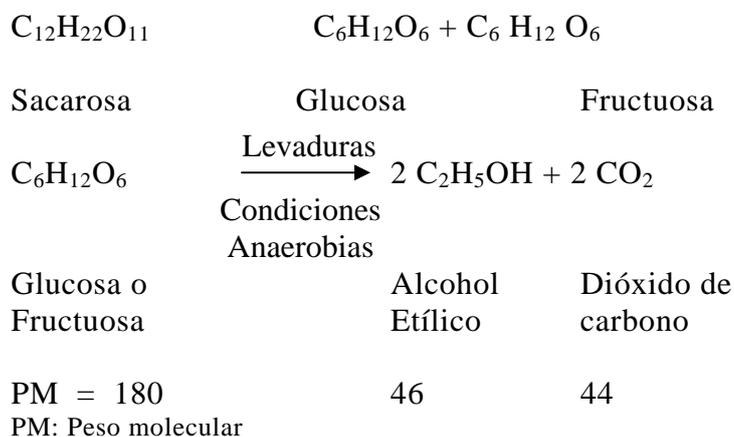
IV. MARCO TEÓRICO

El vinagre es el producto obtenido de la fermentación alcohólica y acética de una solución que contenga azúcares, sin ninguna destilación intermedia excepto en el caso de vinagre de espíritu, según definición dada por el comité para normas alimenticias del Reino Unido (1966), (Pertz et al 1982).

Una de las principales causas de fallas en la elaboración de vinagre es no considerar estas dos diferentes fermentaciones por separado y que la primera debe ser completada antes de empezar la segunda. (Desrosier 1976).

4.1 Fermentación Alcohólica

La fermentación es descrita por varios autores: Adam (1980), Amerine et al (1982), Desrosier (1976), Frazier (1981) y Vogt (1972), como el proceso donde las levaduras actúan sobre el azúcar, transformándolo a través de numerosas y complejas reacciones químicas a alcohol etílico y dióxido de carbono, resumiendo esta etapa con las siguientes reacciones químicas:



Esta fermentación ocurre naturalmente con el crecimiento y la actividad de las levaduras presentes en la fruta. Sin embargo, se produce una fermentación diferente y se obtiene como producto final un vinagre de calidad variable. Por lo tanto es mejor añadir un iniciador de levadura productora de grandes cantidades de alcohol. (Desrosier, 1976).

La levadura más utilizada es la *Saccharomyces cerevisiae varelloides* (Frazier, 1981). Otras variedades mencionadas por Hansen (1959) con las cuales se obtienen menores rendimientos de alcohol son *Tolossis*, *Kloechna*, *Cándida* y ciertas especies de *Mucor*.

El crecimiento de las levaduras se favorece con un intervalo de temperatura óptimo de 25 – 30° C, y un pH ácido próximo a 4 – 4.5 (Frazier, 1981).

La fermentación alcohólica se desarrolla independientemente de la presencia del aire. Sin embargo, cuando el líquido a fermentar está aireado, las levaduras se reproducen en grandes cantidades, consumiendo gran parte del azúcar para elaborar sus propias sustancias constitutivas y de esta manera se limita la cantidad de azúcar disponible para la formación alcohólica. Por esta razón en la



esencial para la transformación del alcohol en ácido acético, es importante en la producción de vinagre lograr una buena transferencia de oxígeno en los aparatos de acetificación. Además del oxígeno, las bacterias necesitan algunos nutrientes para la multiplicación celular. Generalmente, cuando se utiliza vino como sustrato para la fabricación de vinagre no hay problemas en cuanto a las necesidades nutritivas de las bacterias. (Levonen, haguno, 1978).

Las principales bacterias productoras de ácido acético son: *Acetobacter xilinoide*, *acetobacter orleanense*, *acetobacter xylinum*, *acetobacter ascendeus*, *acetobacter acetic*, siendo esta última especie la que se encuentra más a menudo. (Frazier 1981).

Debido a esta gran cantidad de microorganismos M. W. Beijerinck propuso el nombre genérico *Acetobacter* a causa de la simplicidad de la descripción de las especies clasificándolas como sigue:

Orden: Eubacteriales buchanan
Familia: Pseudomonadaceae Winston
Tribu: Pseudomonadaceae Kluyvert Van Niel
Género: *Acetobacter* Beijerinck

El rango óptimo de temperatura de las bacterias de ácido acético para vivir se encuentra alrededor de 25-30° C, sin embargo, si el cultivo es puro (una sola especie de microorganismo) la temperatura óptima es un poco más bajo el máximo 40° C y el mínimo entre 6-10° C. El rango de pH está entre 3-8, y el óptimo es de 5.4. (Frazier 1981).

Las bacterias no esporogéneas de reproducción asexual no necesitan de fecundación y no utilizan esporas en la reproducción es pues una simple división, son aeróbicas obligadas, realizan su respiración en presencia de oxígeno libre, en ausencia de él no realizan ninguna otra función vital, porque mueren o pasan a estado latente ana biótico.

En el Anexo No. 2 se describen las reacciones que se llevan acabo en le proceso de producción de vinagre.

4.3 Características Morfológicas y Fisiológicas (acetobacter)

4.3.1 Morfología

Las dimensiones varían de longitud de 1µm a 35µm y en anchura de 0.2µm a 1.2µm pero tanto el tamaño como el resto del aspecto de las células son marcadamente influenciados por las condiciones de cultivo, al cultivar se debe realizar con el mismo medio nutritivo y a la misma temperatura que el cultivo del producto puro empleado como comparación.

Algunas especies de *acetobacter* poseen flagelos y tienen movimiento propio, este es un importante medio auxiliar de diagnóstico, pero no siempre se puede observar con facilidad en una preparación eventual en cubreobjeto. (Brock, 1980)

Las condiciones de cultivo son de gran influencia sobre el movimiento y esta carece tan pronto se pierda el aire al colocar el cubreobjeto.



A temperatura normal de 25° C presentan forma de bastoncillos cortos o largos, a temperatura de 42° C forman fácilmente filamentos muy largos y gruesos. Estas variaciones se pueden ver también en los cultivos envejecidos. Además de la alteración en la forma, también pueden sufrir variaciones morfológicas como la formación de flagelos. En resumen la variabilidad de las características morfológicas son los cambios de tipo de morfología (forma, tamaño, movilidad) que se producen en los microorganismos bajo la acción de factores dañinos no mortales o incluso no dañinos que puedan o no transmitirse por herencia estando en dependencia de las condiciones y edades del cultivo. (Brock, 1980)

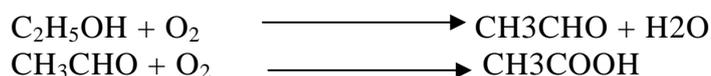
Cualquier factor (temperatura, pH nutrientes, concentración de alcohol, oxígeno, etc.) que altere la variabilidad de las facultades fermentativas de los microorganismos y la adaptación a los cambios del medio será transmitido a los nuevos organismos. (Brock, 1980)

4.3.2 Fisiología

Las actividades bioquímicas del acetobacter consisten principalmente en el catabolismo aeróbico y la síntesis de polisacáridos. (Brock, 1980)

Los catabolismos aeróbicos son desde el punto de vista industrial los más importantes incluyendo el catabolismo oxidante de azúcares y alcoholes y las fermentaciones llevadas a cabo por la bacteria del ácido acético es esta, en la cual el ácido acético o vinagre es producido. El mecanismo de este proceso de oxidación a partir de alcohol etílico consiste en que primero oxida dicho alcohol hasta convertirlo en acetaldehído y después este se oxida hasta convertirse en ácido acético.

Esquema:



Además los azúcares son oxidados a ácidos orgánicos como: Glucánico, acético, oxálico. También oxidan alcoholes superiores en: Glicerina, dioxiacetona, desorbina a sorbosa, que son sustancias aromáticas que se producen durante la fermentación y que son capaces de darle un rico bouquet al vinagre. (Brock, 1980)

4.4 Factores que Influyen en el Crecimiento y Metabolismo de Acetobacter

1. Temperatura
2. pH
3. Nivel de oxígeno
4. Nivel de ácido
5. Nivel de alcohol
6. Nutrientes.
7. Uso de iniciadores.

4.4.1 Temperatura

Esta afecta de una manera importante la actividad del microorganismo aunque en menor medida a las constantes de equilibrio físico-químico en el medio



(solubilidad de sales y gases constantes de disociación, etc.), la temperatura resulta una medida imprescindible y fácil de controlar. (Brock, 1980)

La producción de vinagre tiene lugar a temperatura que van desde 5-45° C en las cuales existen tres razones de temperatura para el funcionamiento del microorganismo en dependencia de la especie que se desarrolló en los siguientes intervalos. (Brock, 1980)

- Rango psicrófilo (5-20° C)
- Rango mesófilo (20 – 40° C)
- Rango termófilo (40 – 70° C)

El rango más usado en la operación de procesos aeróbicos es el mesófilo, en él varían considerablemente la de los microorganismos con la temperatura, la mayoría tiene sus condiciones óptimas en este rango. (Brock, 1980)

Para cada rango de temperatura existe una flora microbiana que predomina, así que un cambio rápido de unos 5° C en la temperatura de fermentación puede causar pérdidas significativas de actividad de los microorganismos adaptativos. La sensibilidad de las bacterias acéticas respecto a cambios de temperaturas es mayor en el rango termófilo. (Carbonell 1970)

En el rango mesófilo de temperatura se combinan las mejores condiciones para el crecimiento de los microorganismos y la producción de vinagre con tiempos cortos de retención, cuando la temperatura desciende, la carga puede disminuir de acuerdo con la actividad esperada de los microorganismos. (Carbonell 1970)

4.4.2 pH

Por ser un parámetro fácilmente medible es un control habitual para el seguimiento de reactores, aunque, su mero conocimiento no proporciona mucha información sobre la marcha del proceso, son muy sensibles a variaciones en la concentración de la alimentación y las variaciones de temperatura. No se logra ningún beneficio añadiéndole amoníaco o hidróxido de sodio para aumentar su alcalinidad y obtener un pH óptimo de 5.4, puesto que se combina en sus respectivos acetatos disminuyendo los rendimientos. (Carbonell 1970)

Aunque se puede observar vida microbiana en rangos de pH entre 3 y 8 la producción de vinagre es pobre (por debajo de 3 de pH se inhibe fuertemente la actividad microbiana fermentativa). Los sistemas enzimáticos de formación de vinagre tienen su óptimo pH en 5.4 donde se presenta su máximo rendimiento. (Carbonell 1970)

4.4.3 Nivel de Oxígeno

Es un factor determinante ya que el éxito de la fermentación dependerá de la disponibilidad de oxígeno, o bien, una deshidrogenación en la que el oxígeno atmosférico actúa como aceptador de hidrógeno, el éxito de la fermentación dependerá en gran parte de la presencia de cantidades suficientes de oxígeno. No sólo por la reacción sino debido a que las acetobácteres son aeróbicas obligadas. (Carbonell 1970)



4.4.4 Nivel de Ácido

Una vez que el mosto alcohólico ha pasado a través del generador, su acidez será ajustada a 3.00 % para preservar la flora bacteriana de toda contaminación esta acidificación inicial es llevada a cabo con el siguiente objetivo: Inhibe el desarrollo indeseable de microorganismos patógenos y proveer del medio adecuado a las bacterias para la producción de ácido acético. (Carbonell 1970)

4.4.5 Nivel de Alcohol

El ajuste del contenido en alcohol del medio puede ser necesario para regular una concentración apropiada; suele aceptarse como concentración de etanol para dar buenas fermentaciones la que va de 10.00% a 13.00%. Para concentraciones del 14.00% o superiores se forma con dificultad la capa gelatinosa de bacterias y la oxidación del etanol a ácido acético es incompleta. Para la producción de vinagre de alcohol con acidez de 10.00% a 14.00% exige un cultivo de bacterias particulares siendo adaptadas a las condiciones de vida en la fermentación con concentraciones fuertes con experimentos científicos de muchos años. Por otra parte el empleo de concentraciones puede producir una pérdida de vinagre pues a las concentraciones de etanol inferiores al 1.00% al 2.00% los ésteres y el ácido acético se oxidan, con una pérdida de aroma y sabor en la oxidación del ácido acético se forma dióxido de carbono y agua. (Carbonell 1970)

4.4.6 Nutrientes

El acetobácter requiere de ciertas vitaminas del complejo B, además de las fuentes de nitrógeno, así como también de los minerales básicos como son: Potasio, sodio, magnesio, calcio, amonio y sales de fosfato como sulfato y clorato. Otros minerales necesarios son: Hierro, manganeso, cobalto, cobre, molibdeno, vanadio, zinc. Todos estos elementos robustecen las colonias de acetobácter que son necesarias para su supervivencia ya que si faltan muchos de estos elementos los microorganismos no son tan eficientes para transformar el alcohol en vinagre. (Carbonell 1970)

4.4.7 Uso de Iniciadores

Se les considera como tal a aquellas bacterias que poseen la habilidad para producir ácido acético en pequeñas cantidades a partir de varios sustratos, y que poseen las características deseadas para la producción de vinagre, la mala elección y contaminación de ellos afectará el proceso en general.

4.5 Componentes del Vinagre

La composición química del vinagre, que está determinada por la del vino del cual procede, es según Carbonell (1970).

1. Agua: Componente mayor.
2. Ácido acético: En cantidad variable dependiendo del sustrato utilizado. El contenido de ácido acético no deberá ser menor a 4% P/V
3. Alcohol metílico: En pequeñas cantidades.
4. Alcoholes superiores: En pequeñas cantidades.
5. Glicerina: Alcohol producido por las levaduras al degradar los azúcares en la fase de fermentación lenta.
6. Ácidos procedentes del fruto: Tánico, tartárico, málico y cítrico.
7. Ácidos formados en la fermentación alcohólica: Succínico y láctico.



8. Aldehídos y ésteres: Resultantes de los fenómenos redox y de esterificación.
9. Materias colorantes.
10. Materias pépticas y nitrogenadas.
11. Sustancias Minerales

4.6 Acabado del Vinagre

El sabor y la calidad del vinagre son mejorados por el añejamiento, pero puede ser usado inmediatamente después de su elaboración con el reposo y añejamiento se consiguen fenómenos de esterificación, la precipitación de partículas de pulpa y la insolubilización parcial de la materia colorante, produciéndose así aromas, sabores y tonalidades características según el vino fermentado. (Carbonell, 1976)

El añejamiento se realiza en barriles de madera de castaño y preferiblemente de roble, influyendo sobre ellos el oxígeno del aire, dando lugar a los procesos de oxidación que, junto con la formación de ésteres, construye paso a paso el verdadero sabor y auténtico aroma del vinagre.

El acabado puede acelerarse por medio de operaciones como la coloración, decoloración, clarificación y filtración (Carbonell 1970).

Para prevenir el crecimiento de bacterias y detener la actividad de las presentes en el vinagre elaborado, éste es pasteurizado a 70° C por 15 minutos o se le añade cloruro de sodio en 1-2% P/P. La pasteurización puede hacerse en grandes volúmenes, luego se llena en caliente en botellas y se sellan inmediatamente. (Frazier, 1981).

4.7 Defectos y Enfermedades del Vinagre

Las alteraciones que se presentan en el vinagre son causadas por fenómenos químicos, acciones de microorganismos y por organismos de mayor tamaño como las anguilulas, moscas y ácaros. (Carbonell, 1970)

4.7.1 Fenómenos Químicos

Tanto los metales como sus sales producen enturbiamiento y coloración anormal en el vinagre. El hierro ferroso se convierte por oxidación en hierro férrico y se combina con los fosfatos, los taninos o las proteínas, dando una turbidez blanca. (Frazier, 1981).

4.7.2 Acciones Microorgánicas

La oxidación del ácido acético a dióxido de carbono y agua se debe a la actividad de las mismas bacterias que producen el ácido acético en presencia de oxígeno y ocurre por cierres defectuosos de los recipientes o por exceso de oxígeno en los generadores en plena producción. (Carbonell, 1970).

Los vinagres que han perdido cierta cantidad de acidez son atacados por mohos formando mucosidad. Varias especies de bacterias del vinagre también



pueden causar esta alteración, siendo la más importante el *acetobacter xylinum*. (Frazier 1981).

4.7.3 Alteraciones por Organismos de Mayor Tamaño

Algunos arácnidos y moscas del vinagre (*Drosophila*) que se multiplican rápidamente alteran el producto desde un punto de vista estético. (Frazier, 1981).

La anguilula del vinagre (*Anguilula aceti*) es un nematodo microscópico. Ataca la película de las bacterias acéticas en los métodos lentos, provocando su hundimiento en el líquido, deteriorando el vinagre. Proceden de las frutas o sus jugos y se pueden eliminar por medio de la pasteurización o por filtración. (Frazier, 1981).

4.8 Sistema Generador Empacado (SCHUTZENBACH)

Son recipientes que contienen un material interno grueso que actúa como soporte físico para los microorganismos bacterianos y permite que el aire se distribuya hacia arriba proveniente de un ventilador en la parte inferior. Los materiales de soporte comunes son virutas de madera (abedul, haya, roble), trozos de porcelanas, perlas de vidrio y mazorcas ya sean en estudios de investigación o en forma comercial. Los generadores son de varios tamaños y formas; contienen un distribuidor encima del relleno que sirve para esparcir sobre este, el líquido con uniformidad y evitar la canalización. (Brock 1987)

El aire penetra por debajo del fondo falso en corriente forzada mediante un compresor que permite regular el flujo de aire, mantenerla en condiciones óptimas y filtrar el aire con el cual se reduce al mínimo la entrada de otros microbios. Se emplea aproximadamente el 200% de la cantidad teórica de aire. Esencialmente el generador es un absorbedor de gas en contracorriente, donde las bacterias acéticas producen la oxidación. (Brock 1987)

El líquido que escurre del relleno se recoge en la base del tanque, donde se enfría para disipar el calor de la oxidación. (Brock 1987)

Nota: Ver diseño del sistema generador empacado SCHUTZENBACH en los anexos figura 2 y 3.

4.8.1 Funcionamiento

El fermentador schutzenbach es un equipo que permite una gran superficie de contacto entre el mosto y las bacterias acéticas por los empaques que presentan una superficie áspera que permiten también una aireación intensiva. (Brock 1987)

El mosto alcohólico fluye hacia abajo encontrándose con una corriente de aire ascendente y aumenta notablemente la transformación del mosto alcohólico a ácido acético con ayuda de las bacterias acéticas, cuyo mayor enriquecimiento se da en la cámara de empaque. (Brock 1987)

La oxidación de alcohol a ácido acético por medio de las bacterias acéticas se produce en la cámara de empaque donde se encuentra:

- El mosto en un flujo descendente



- El aire con oxígeno en un flujo ascendente
- Las bacterias acéticas estacionarias sobre su soporte.

El mosto desciende por simple gravedad y el aire circula forzosamente por un compresor debajo del fondo a través de la cámara de empaque.

4.9 Elaboración del Cultivo Iniciador de Bacterias Acéticas.

El número de bacterias usualmente presentes en el jugo alcohólico es pequeño y a menudo son del tipo indeseable o inactivo, por lo tanto debe ser añadido un cultivo iniciador adecuado para suministrar las bacterias apropiadas y producir las condiciones favorables para su crecimiento y actividad.

Los cultivos puros de las bacterias del vinagre no son eficaces en la producción de ácido acético. En la fabricación industrial se deja que los cultivos mixtos e impuros se desarrollen por sí mismos y se añaden mediante la adición del vinagre.

Para la preparación del cultivo iniciador se coloca el jugo alcohólico en recipientes de boca ancha, cubiertos con doble gasa para evitar la contaminación por insectos. A temperatura ambiente ocurre espontáneamente la fermentación acética, que es controlada midiendo el cambio de porcentaje de acidez y alcohólico del líquido. (CICDA)

Esta fermentación se detiene cuando alcanza el nivel máximo de 4.5% P/V. Luego este vinagre es combinado con vino para obtener un mosto con una composición de 2% de acidez, 8% alcohol y 90% agua y se hará recircular por el reactor hasta que el mosto alcance una acidez de 6.5% de acidez, lo cual nos indicara que las bacterias ya sean multiplicado y están llevando a cabo la reacción de acetificación.

4.10 Buenas Practicas de Manufactura

Son condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente. (NTON 11 004 02 Norma técnica de requisitos básicos para la inocuidad de productos y subproductos de origen vegetal.)



V. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente estudio se clasifica como descriptivo y un diseño pre-experimental que consiste en la realización del diseño de un reactor tipo shutzenbach para fermentación, cuya tecnología será una alternativa de adaptación de tecnología para las PYMES nacionales.

Para el diseño del equipo propuesto se inició identificando el fundamento tecnológico del reactor, a través de la bibliografía existente en el campo de las fermentaciones industriales. Se identificó los materiales necesarios para el diseño del reactor y adaptación de tecnología para mejorar la eficiencia de este, tales como una bomba de recirculación del mosto y un compresor, que alimenta el oxígeno en exceso y necesario para garantizar el porcentaje de acidez deseado.

En base al volumen útil del reactor se realizó los cálculos necesarios para conocer la cantidad de ácido acético que se calcula por cada batch; la capacidad que tiene que tener la bomba para mantener en recirculación el mosto, la capacidad del compresor para suministrar el oxígeno, el tiempo de retención necesario que permanece el mosto en el reactor para alcanzar el porcentaje de acidez deseado.

Se propone el flujo-grama de proceso, para obtención del vinagre utilizando el reactor el cual se inicia con la fermentación alcohólica para producir el mosto que es utilizado en el reactor donde se produce la fermentación acética y el posterior tratamiento del producto, hasta su envase.

Se establecen los parámetros de operación para la producción de ácido acético basándonos en el flujo-grama de proceso. Se elaboró la carta tecnológica del proceso de obtención de ácido acético a partir de fruta que explica de forma clara y precisa cada una de sus etapas.

Se elaboró un plano, en el cual se presenta la vista de aérea una planta productora de vinagre a partir de frutas frescas. Se detalla en este las diferentes áreas del proceso, para el cual se toma en cuenta los requerimientos sanitarios, de forma que el producto sea inocuo para el consumidor. Asimismo se describe las buenas prácticas de manufacturas basadas en la legislación vigente del país, adaptado a una planta productora de ácido acético.



VI. RESULTADOS.

6.1 Descripción del Diseño del Reactor

El reactor se diseñó para una altura máxima de 3 m. tomando en cuenta la altura de los tanques y tuberías que conectan los tanques entre si .El reactor completo consta de tres tanques: Alimentación, fermentador y recolección, los tanques de alimentación y recolección tienen las siguientes dimensiones 0.5 de altura y 0.4 de diámetro, las dimensiones del fermentador son de 51.5 cm. de diámetro y 90 cm. de altura. Las tuberías a utilizar son de PVC y tendrán un diámetro de ½ y 1 pulg. En este se producirán 0.184 m³ de vinagre por batch. Adaptándole una bomba de recirculación del mosto de 35 m de cabeza, $Q_{\max}=5.833*10^{-4}m^3$, marca SEA.

Se estimó en el cálculo un tiempo de retención necesario por batch para lograr una acetificación del mosto de 6.5% es de 38.985 h., la cantidad de oxígeno en exceso que se requiere para que el mosto complete la reacción de acetificación por batch es de 57.388 m³ (aire total). Al combinar este dato con el tiempo de retención se obtiene el caudal que el sistema necesita el cual es de 0.4 l/s, con este dato se seleccionó el compresor a utilizar el cual tiene una capacidad de 94.52 l, flujo regulable, marca Ex-Cell; los que se describen en el Anexo No. 4.

Este reactor está diseñado para trabajar durante 6 semanas continuas, las 24 horas del día y se estima de acuerdo a los cálculos que el tiempo necesario para que el mosto alcance el porcentaje de acidez del 6.5% es de 39 horas aproximadamente; descargando cada batch en este tiempo y renovando la alimentación.

El reactor piloto está constituido por tres componentes:

6.1.1 Tanque de Alimentación

Consiste de un tanque de plástico con una capacidad de 0.41 m³, con una tapa del mismo material para minimizar las pérdidas por evaporación. El mosto circula del tanque de alimentación al de recolección por simple gravedad a través de tubos de PVC, el flujo del mosto se regula por medio de una llave de pase de PVC. (Figura No. 2)

6.1.2 El Acetificador o Fermentador

El área donde se produce la fermentación acética estará conformada por un tanque en forma de cilindro con 3 compartimientos:

- El compartimiento superior o cámara de dispersión: contiene el aparato de distribución el cual asegura una buena distribución del mosto evitando la canalización en el lecho empacado.
- El compartimiento central o cámara del relleno: contiene el medio de soporte el cual ofrece el área de superficie necesaria para el crecimiento de las bacterias del vinagre y además ofrece un contacto íntimo con el aire circulante.
- Compartimiento inferior o cámara de recolección: tiene como función almacenar el vinagre que se recolecta durante el proceso, después de su paso a través de la cámara de relleno tiene además 1 entrada para la admisión de aire, el soporte el cual tiene una malla de plástico, la cual delimita la cámara de recolección de la cámara de relleno, permitiendo el paso del aire pero impidiendo el paso del medio de soporte de las bacterias (relleno). En el fondo del compartimiento inferior se



encuentra una llave de pase de PVC que permite drenar el mosto fermentado.
Figura No. 2.

6.1.3 Tanque de Recolección

Es un tanque de plástico con una capacidad de 0.41 m^3 , cubierto con una tapa del mismo material para evitar las pérdidas por evaporación. El vinagre circula del acetificador al tanque de recolección por simple gravedad a través de tubos de PVC y sirve de alimentación a la bomba de recirculación en caso de no haber alcanzado el porcentaje de acidez deseado.

6.2 Guía para el Manejo del Reactor

6.2.1 Objetivos:

1. Establecer el procedimiento necesario para el buen manejo y funcionamiento del equipo.
2. Asegurar que la limpieza del equipo sea la adecuada y que se realice en el tiempo establecido.

6.2.2 Procedimiento.

- a) El tanque de alimentación es donde se deposita el líquido obtenido en la fermentación alcohólica. Este debe ser sanitizado con detergente o hidróxido de sodio al 2.00% seguido de un enjuague con agua.
- b) La llave de pase que conecta el tanque de alimentación con el reactor sirve para regular el flujo del líquido entre la alimentación y el fermentador con esto se evita la sobresaturación del medio de soporte.
- c) El fermentador es donde se da la reacción de acetificación, este tanque debe ser sanitizado con detergente o hidróxido de sodio al 2% dependiendo del medio de soporte, este debe ser sustituido cada 6 meses.
- d) Entre el fermentador y el tanque de recolección existe una válvula que sirve para regular el flujo de descargue de la cámara de recolección hacia el tanque de recolección.
- e) El tanque de recolección es un recipiente donde el líquido se recolecta para su posterior recirculación.
- f) La bomba debe accionarse para la recirculación del flujo hasta que el líquido alcance el grado de acidez óptimo.
- g) El aireador colocado con el inferior del reactor debe accionarse con el fin de proporcionar el aire requerido por las bacterias.

6.3 Descripción del Flujograma de Proceso de Una Planta Productora de Vinagre a Partir de Frutas Frescas

El flujo-grama empieza con la recepción de la materia prima (frutas tropicales maduras, libres de materias extrañas y deterioro físico) la materia prima será inspeccionada, estableciéndose como parámetros de control: Procedencia de la materia prima, olor color.

Lavado: la fruta será lavada de forma manual con cepillos suaves que no dañen la fruta pero que desprendan la suciedad adherida a la fruta procedente del campo. Para lo cual debe utilizarse agua clorada con 50 ppm para su sanitación. (CICDA)



Pelado: Esta etapa dependerá de la fruta que se este procesando. Se realizará de forma manual con cuchillos bien afilados para que el pelado no sea drástico y el rendimiento de la fruta no se vea afectado. (CICDA)

Troceado: Los cortes de las frutas pueden ser de diferentes formas ya que esta no afecta la calidad o la presentación del producto final, los trozos de la fruta tendrán que ser pequeños para una mayor exposición de los azúcares.

Acondicionamiento de la materia prima: Consiste en la mezcla de agua-fruta en una relación de 1:5, de acuerdo a la referencia, esto permite obtener un mayor porcentaje de alcohol. (CICDA)

Pasteurización: La mezcla de componentes agua-fruta deberá ser calentada a una temperatura de 65°C por 30 minutos con el fin de eliminar la carga microbiana de la materia prima. (CICDA)

Enfriado: La mezcla pasteurizada es enfriada hasta la temperatura ambiente con el fin de que los microorganismos que se van a inocular no mueran por acción del calor. (CICDA)

Inoculación de la levadura : la mezcla de agua y fruta pasteurizada y enfriada a temperatura ambiente debe ser inoculada con levadura para dar inicio a la fermentación. La cantidad de levadura adicionada será del 1-2 % en peso. (CICDA)

Fermentación alcohólica: La mezcla inoculada se depositará en recipientes herméticamente cerrados dejando una pequeña salida para el gas en forma de una trampa de agua . La fermentación alcohólica se realizará a temperatura ambiente, controlándola mediante la medición de los grados Brix y el porcentaje de alcohol que será de 8-8.5% v/v y un mínimo de 5 Brix.

Extracción del líquido alcohólico: Se realiza con el fin de eliminar trozos de fruta del mosto alcohólico y se utiliza gasa para filtrar.

Fermentación acética: Esta se realiza en el reactor diseñado, en donde el alcohol es convertido en ácido acético por acción de las bacterias acéticas, que están contenidas en el medio de soporte del reactor.

Clarificación: El vinagre obtenido se filtra por medio de una gasa para eliminar las partículas de mayor tamaño, para aumentar la sedimentación y la clarificación durante el almacenamiento se le agrega como floculante gelatina blanca.

Pasteurización: El vinagre es pasteurizado a una temperatura de 65°C por 30 minutos para conservar el producto.

Envasado: El envasado se hace en caliente para garantizar que el producto hermetice.

Nota: ver en anexos el flujograma del proceso figura 7



6.4 Carta Tecnológica

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	ESPECIFICACIONES
Recepción de la materia prima	Inspección de la materia prima a procesar	Color Olor procedencia	Aceptar o rechazar
Lavado	la fruta será lavada de forma manual con cepillos suaves que desprendan la suciedad adherida.	Limpieza de la fruta	El porcentaje de suciedad de la fruta debe de ser 0%
Pelado manual y troceado	La fruta se descascara y se corta manualmente	Eliminación total de la cáscara o partes de la fruta que no se utilicen. Los trozos deben de ser uniformes	0% de cáscara
Acondicionamiento de la fruta	Los trozos de la fruta se deben sumergir en agua	El agua debe de ser potable.	1:5 agua: fruta
Pasteurización	La mezcla de agua y trozos de fruta se calienta para destruir microorganismos patógenos.	Tiempo y temperatura	30 minutos por 65° C
Enfriado	Luego de pasteurizar la mezcla se debe de disminuir la temperatura para posterior inoculación de la levadura.	Temperatura	36 – 37° C
Inoculación de levadura	La papilla enfriada a temperatura ambiente debe ser inoculada para la fermentación.	Variedad de la levadura. Cantidad de la levadura	Sacharomyces cerevisiae 1 – 2 %
Fermentación alcohólica	Los azúcares son transformados en alcohol por acción de la levadura.	Porcentaje de alcohol o Brix	12 – 14 % 5 Brix mínimo
Extracción del líquido alcohólico	Se realiza de forma manual con el fin de que no haya trozos de fruta en el mosto alcohólico.	No existencia de pedazos de frutas.	Utilización de gasa para filtro.
Fermentación acética	El mosto alcohólico es depositado en el tanque de alimentación del reactor para su posterior acetificación	Tiempo	39 horas aproximadamente
Clarificación	Se da la eliminación de partículas de menor tamaño y aumentar la sedimentación.	Cantidad de gelatina blanca utilizada. Tiempo de reposo. Temperatura de almacenamiento.	20 gr/hl 2 semanas 5° C
Pasteurización	Se realiza para aumentar la	Tiempo	30 minutos por



	vida de anaquel del producto mediante la eliminación de microorganismos	Temperatura	65° C
Envasado	Se hará de forma manual	temperatura	50 - 60° C

6.5 Descripción del Layout de la Planta

La planta tendrá un área total de 378 m², dividida en dos grandes secciones:

1) La parte administrativa la cual cuenta con un área de 147 m². en esta se encuentran ubicadas las oficinas, vestidores del personal, sanitarios y bodega para el material de limpieza.

2) La segunda área de la empresa es la de producción, con 231 m² de superficie. En esta área se encuentra el área de recepción de materia prima la que se encuentra acondicionada con una doble estancia para evitar la contaminación del producto que se encuentra en proceso. Además se instaló una estación de desinfección para el personal y otra para la materia prima.

Siempre en el área de producción se encuentran los equipos de producción los cuales están aislados del ambiente externo, ubicados a no menos de un metro de paredes y techos para facilitar las operaciones de limpieza, se encuentran separados del piso a no menos de 30 cm. en diferentes puntos de esta área se cuenta con sistemas de desagüe para facilitar las operaciones de lavado y sanitación de equipos, paredes, utensilios utilizados en el proceso.

Se cuenta una bodega de material de empaque y de producto terminado aislado del área de proceso y de recepción de materiales para evitar la contaminación cruzada del producto terminado. Cuenta con su propio acceso de carga y descarga..

Los alrededores de la planta se encuentran adoquinados y arborizados para evitar el exceso de polvo, humedad y plagas en dicha área.

Nota: ver en anexos el layout de la planta figura 1

VII. CONCLUSIONES

- Con la propuesta de adaptación de tecnología al reactor shutzenbach, haciendo uso de una bomba de recirculación se logra disminuir el tiempo de fermentación en un 51 %, mejorando de esta manera la productividad de obtención del vinagre en menos tiempo que con el diseño original. Comúnmente es necesario 80 h para lograr el % de acetificación deseado, con el nuevo sistema únicamente durara el proceso 39 h aproximadamente. Así la propuesta del plano de la planta procesadora de vinagre y la distribución de equipos de la misma se plantean basado en las buenas prácticas de manufactura y demás normas descritas en el presente estudio, conforme a la particularidad del proceso tecnológico y la inocuidad del producto elaborado.



VIII. RECOMENDACIONES

- Para la construcción del acetificador se deberán tomar en cuenta los equipos y los parámetros propuestos en el diseño a fin de asegurar la calidad del producto.
- Aplicar el plan de BPM con la finalidad de mantener las diferentes áreas de la empresa libre de contaminantes que atenten contra la inocuidad del producto.
- Se sugiere el estudio de la vida útil de cada uno de los materiales porosos que puedan ser usados en la cámara de lecho empacado y de esta manera mejorar la eficiencia del proceso.
- Se recomienda dar continuidad al presente estudio, mediante la construcción y validación del equipo y presentar el equipo a pequeñas empresas interesadas en mejorar la eficiencia de sus procesos



IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Adam M. R. **Small Scale production of vinegar from bananas.** Tropical products institute 6 (132): 14. (1980).
2. Braverman J. B. **Introducción a la bioquímica de los alimentos.** México D. F. El manual moderno. (1980)
3. Brock, T. D. Smith DC Madigan Michael. “**Microbiología**”.4ª Edición. Prentice Hispanoamericana, S. A. México, D. F. (1987)
4. Carbonell M. **Tratado de viticultura.** Barcelona: Aedos. (1970)
5. Desrosier W. **Conservación de alimentos.** 2ª edición. México D. F. Continental. (1963)
6. Ertola Rodolfo, Yantorno Oswaldo y Carlos Mignone. **Microbiología Industrial.** Organización Estados Americanos. Serie de Biología. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales (CINDEFI). Washington, D. C. (1994).
7. Frazier, W. C. **Microbiología de los alimentos.** 2ª edición. Zaragoza: Acribia. (1981)
8. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado Carlos y Pilar Baptista Lucio. **Metodología de la Investigación.** 2ª. Edición. Mc Graw-Hill. México.
9. Kirk Raymond E y Donald F. Othmer. **Enciclopedia de Tecnología Química Tomo I.** 1ª. Edición en español. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. Págs.142-157. México, 1961.
10. Levonen. E; Llaguno, C.. **Tecnología de fabricación del vinagre.** Agroquímica y tecnología de alimentos 18 (3): 289. (1978)
11. Vogt. E. **Fabricación de vinos.** Zaragoza: Acribia. (1972)
12. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. **Directrices para la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control NTON 03 001 98** (1998)



13. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. **Norma Técnica de Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal NTON 11 004 02 (2002)**

14. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. **Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos NTON 03 026 99 (1999)**

15. SICA. **Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano.**



X. ANEXOS



Anexo No. 1 Parámetros Fisicoquímico del Ácido Acético

Item	Descripción	Contenido
01	Contenido de ácido acético (% peso min.)	99.90
02	Punto de Congelación (Celcius)	16.35
03	Contenido de agua (% peso máx)	0.20
04	Sustancias reductoras (ac. Fórmico % peso máx.)	0.05
05	Contenido de hierro (ppm, máx).	1.00
06	Metales pesados (ej. Pb ppm máx)	0.50
07	Cloruros (ppm, máx)	1.00
08	Sulfatos (ppm, máx)	1.00
09	Apariencia	Transparente
10	Materiales suspendidos	Libre

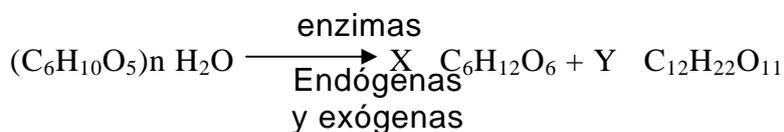
(*) Parámetros establecidos según FDA, variaciones en dependencia del fabricante



Anexo No. 2 Esquema de Reacciones en la Producción de Vinagre de Frutas

Almidones

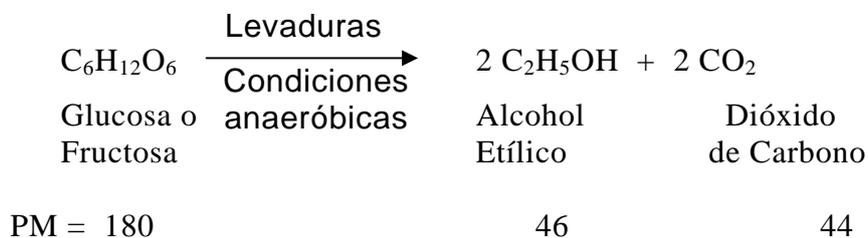
Maduración y/o sacarificación



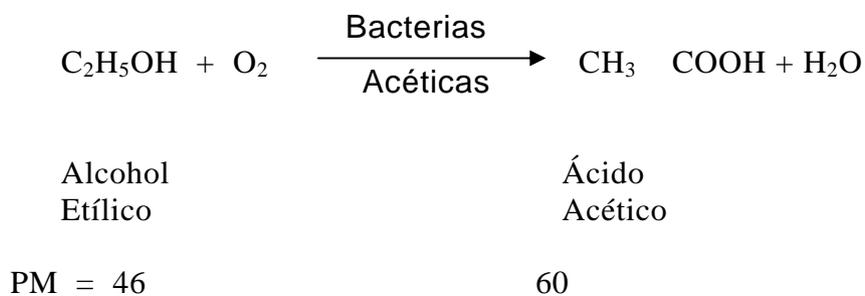
Almidón	Glucosa	Sacarosa
PM = 162n + 18	180	342

Azucares (mono y disacáridos) FERMENTABLES

FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA



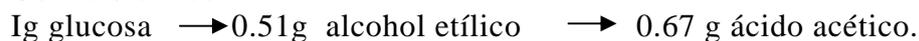
MOSTO ALCOHOLÍCO (vino)



VINAGRE

PM = Peso molecular

Conversión teórica:




Anexo No. 3 Requerimientos y Costo de Materiales para el Diseño del Reactor

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO \$ U.S.
Bomba	1	73.91
Tanque	1	50.00
Tanques	2	15.00
compresor	1	669.56
Tubo de PVC de ½ pulgada	1	4.10
Tubo de PVC de ½ pulgada	1	2.20
Cruces de PVC de ½ pulgada	5	4.00
Codos de 1 pulgada	3	2.25
Llaves de pase de ½ pulgada	2	12.60
Poxilina	2	3.75
Teflon	4	1.25
Adaptadores	2	1.25
Reductores	5	3.60
Mano de obra	1	50.00
Total \$ U.S		893.470

Anexo No. 4 Cálculos Para el Diseño del Reactor

La nomenclatura utiliza en los cálculos es la que se describe a continuación.

C_{A0} = Concentración inicial del reactivo limitante.

d = Diámetro total del reactor

g = Aceleración debido a la fuerza de gravedad

h = Altura total del reactor

K = Constante cinética de reacción

N_{A0} = Moles iniciales del reactivo limitante

Q_a = Caudal de alimentación del reactor

r_a = Variable que describe la velocidad y el sentido de una reacción

U_A = Porcentaje de conversión de reactantes a productos

v_c = Volumen ocupado por el material de soporte

v_s = Volumen de vinagre en contacto con las bacterias

v_f = Volumen de vinagre contenido en el fondo falso

v_r = Volumen total del reactor

v_t = Volumen total de producción

v_a = Velocidad de alimentación del reactor

1. Volumen de Vinagre a Producir Por Batch

El volumen de vinagre a producir va a estar dado por la capacidad del reactor. Para este estudio se eligió un recipiente de poliestireno de alto peso molecular. Sus dimensiones son:

h = altura = 0.90 m

d = diámetro = 0.51 m

El fondo falso estará 1/3 de la altura del barril, de tal modo que fondo falso estará a 0.30 m, en se colocara el soporte de los olotes.

El sistema de alimentación del reactor funcionará por aspersión y estará colocado a 0.05 m de la tapa del barril, habrá un desahogo de 0.05 m entre la alimentación y el mosto en reacción, para un total de 0.1m. de tal modo que el volumen que ocupará el material de soporte de las bacterias será igual a:

$$v_c = r^2 * h * \pi$$

$$v_c = 0.255^2 * 0.50 * \pi = 0.102m^3$$

Con este dato se buscó un recipiente de igual volumen, se taró y se saturó de olotes (ver anexos, figura 6) debidamente ordenados. Una vez depositado los olotes dentro del balde se volvió a pesar para determinar la masa de olotes, esta resulta de 8.715 kg.

Se lleno el recipiente con el vino a utilizar en la producción de vinagre y se dejo el tiempo suficiente para que los soportes de las bacterias se saturaran del vino, una vez alcanzado este propósito se volvió a rellenar el cubo, hasta el rebose. Por decantación se elimino el vino que no fue absorbido por los olotes y se midió dicha cantidad, el resultado fue de 0.02 m³. Los olotes que quedaron en el balde se pesaron y su resultado fue de 29.535kg. la densidad del vino utilizado es de 996.03 kg/m³. Con estos datos podemos determinar el volumen de vinagre que estará en contacto con las bacterias acéticas en el reactor, denominado v_s .

$$v_s = \frac{29.535\text{kg} - 8.715\text{kg}}{996.03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + 0.02\text{m}^3 = 0.041\text{m}^3$$

El volumen total en el reactor v_r , estará dado por la suma del volumen v_s y el vino contenido en el fondo falso del mismo v_f .

$$v_r = v_s + v_f$$

$$v_r = 0.041\text{m}^3 + (0.255\text{m})^2 * 0.30\text{m} * \pi = 0.102\text{m}^3$$

En la descarga y alimentación del reactor se tendrá el 40% de v_r , por lo tanto es de 0.41 m^3 . El volumen total v_t de producción estará dado por la sumatoria del volumen del reactor, el de carga y el de descarga.

$$v_t = 0.102\text{m}^3 + 0.041\text{m}^3 + 0.041\text{m}^3 = 0.184\text{m}^3$$

Nota: Ver detalles de soportes de olotes, sistema de aspersión del vino en los anexos, figuras 3, 4, 5 y 6

2. Selección de la Bomba de Recirculación del Mosto

1.1 Velocidad de Alimentación v_a del Reactor

Los detalles de las alturas de los tanques de alimentación se observan en la figura 2 de los anexos.

Aplicando la ecuación de Bernouilli para realizar un balance energía en el sistema y determinar la variable buscada tenemos:

$$v_a = \sqrt{2 * h_a * g}$$

$$v_a = \sqrt{2 * 2.7\text{m} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 7.28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Toda la tubería a utilizar será de 0.013 m (1/2 pulgada) de diámetro. Con este dato y con la velocidad podemos determinar el caudal de alimentación.

$$Q_a = A * v_a$$

$$Q_a = \frac{\pi}{4} * (0.013\text{m})^2 * 7.28 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9.66 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Esta sería la velocidad y el caudal de alimentación del reactor si se tuviese completamente la válvula abierta completamente. Habrá que regular dicha válvula, de tal forma que únicamente un cuarto (aproximadamente) de este caudal fluya a través de la válvula y lograr un mayor tiempo de retención del mosto en el reactor. Para lograr esto se tendrá que jugar con la válvula de descarga del reactor, para asegurar los caudales de descarga y carga sean los mismos.

1.2 Velocidad y Caudal de Descarga del Reactor

Esta estará regida por los parámetros de alimentación del reactor para que ambos sean los mismos; ya que si la velocidad de descarga es menor que en la alimentación, el reactor renvarsaría y si fuesen estos parámetros mayores a la alimentación no habría el suficiente contacto del mosto con las bacterias acéticas y el oxígeno.

Con el caudal de alimentación Q_a del reactor y la altura del tanque de alimentación (3.6 m) podemos escoger la bomba que se utilizará para recircular el vino.

En documentos anexos se observa la cotización de una bomba marca SEA, con $h_{\max} = 35 \text{ m}$ y un $Q_{\max} = 5.833 \cdot 10^{-4}$

3. Tiempo de Retención del Mosto en el Reactor

El tiempo de retención es aquel necesario para lograr la conversión de reactivos a productos, dependiendo este de la cinética de la reacción, de la conversión esperada, del volumen del reactor y de los moles iniciales del reactivo limitante. La ecuación para calcular el tiempo de retención en un reactor acético es la siguiente:

$$t = N_{A0} \int_{U_{A0}}^{U_A} \frac{dU_A}{-r_A V}$$

Dado que el volumen del mosto a procesar se puede considerar constante, lo podemos sacar de la integral. La división de los moles iniciales N_{A0} de reactivo limitante entre el volumen, nos dan la concentración inicial de la solución reactante C_{A0} . La ecuación resultante se presenta a continuación.

$$t = C_{A0} \int_{U_{A0}}^{U_A} \frac{dU_A}{-r_A}$$

La cinética de reacción describe la velocidad con la que reactantes se convierten en productos o viceversa en caso que la reacción sea reversible. El comportamiento de la reacción acética se describe a continuación:

$$-r_A = KC_A C_B$$

El termino K es una constante determinada a través de la experimentación, para una reacción acética su valor es de $1.015 \cdot 10^{-4} \text{ mol/m}^3 \cdot \text{h}$

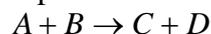
La conversión U_A es el porcentaje de reactantes que se convierten en productos, la ecuación que describe este hecho es:

$$U_A = \frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}}$$

Dado que es necesario expresar la ecuación de integración en términos de C_{A0} , despejamos C_A , la ecuación es resultante se expresa a continuación.

$$C_A = C_{A0} (1 - U_A)$$

La reacción de acetificación la podemos describir como sigue:



Detal forma que 1 mol de A se combina con un mol de B para obtener 1 mol de C y D. La combinación es 1:1.

La modificación de este reactor de alimentarle aire en exceso, el 200% del necesario hace que se modifique la combinación de reactantes para obtener los productos 1:2

$$1C_A = 2C_B$$

Despejando C_B y sustituyéndolo en la ecuación de C_A tenemos:

$$C_B = \frac{1}{2} C_{A0} (1 - U_A)$$

Al sustituir C_A y C_B en la ecuación cinética de reacción tenemos:

$$-r_A = KC_{A0} (1 - U_A) \frac{1}{2} C_{A0} (1 - U_A)$$

$$-r_A = \frac{1}{2} K C_{A0}^2 (1 - U_A)^2$$

Sustituyendo en la ecuación de integración tenemos:

$$t = \frac{2}{C_{A0} K} \int_{U_{A0}}^{U_A} \frac{dU_A}{(1 - U_A)^2}$$

Dado que la conversión esperada con este reactor de 75%, lo que se traduce en 6.5 % de acidez, y se iniciara con un mosto de 2% de acidez lo que equivale a una conversión inicial 23%. Estos son los limites inferior y superior, los cuales se reemplazan en la integral.

La integración se resuelve por cambio de variable donde:

$$x = 1 - U_A$$

$$dx = -dU_A$$

$$t = \frac{2}{C_{A0} K} \int_{23}^{75} -x^{-2} dx$$

$$t = \frac{2}{C_{A0} K} \left[\frac{1}{1-0.75} - \frac{1}{1-0.23} \right]$$

El volumen total del mosto es de 0.184 m³, el 8% de este es alcohol lo que equivale a 0.015m³.

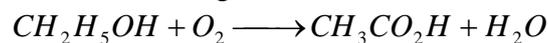
La densidad del alcohol es de 785.06 kg \ m³ y su peso molecular es de 0.046 kg \ mol

Con estos datos se obtiene 251.219 moles iniciales de alcohol presentes en el mosto. Sustituyendo en la ecuación de anterior este resultado tenemos:

$$t = \frac{2}{\frac{251.219}{0.184} * 1.015 * 10^{-4}} \left[\frac{1}{1-0.75} - \frac{1}{1-0.23} \right] = 38.985h$$

4. Calculo del Oxigeno Necesario para la Reacción y Selección del Compresor de Aireación del Sistema

La reacción de acetificación es la siguiente:



El flujo de alimentación tiene una composición de 2% vinagre, 8% alcohol y 90% agua. Anteriormente se calcularon lo moles iniciales de alcohol 251.219 moles.

La innovación de este diseño comparada con los sistemas convencionales es la de recircular el mosto e inyectarle el 200% de oxigeno en exceso para garantizar el % de acetificación esperado. Según la ecuación anterior el alcohol se combina con el oxigeno 1:1, pero al inyectarle el doble de oxigeno, se necesitan 502.438 moles de oxigeno para este sistema.

El oxigeno es solo el 21% de la composición del aire, de tal forma que 2392.562 moles equivalen al 100% del aire en total.

La densidad del aire a temperatura ambiente es de 1.203 kg \ m³ y su peso molecular es de 0.0289 kg / mol . Con estos datos se calcula los m³ de aire necesario que equivalen a 57.382 m³.

Al dividir este dato entre el tiempo de retención y realizar las conversiones pertinentes se obtiene el flujo volumétrico de oxígeno necesario para el sistema y equivale a 0.4 l/s

Con este dato se selecciono el compresor maraca Ex-Cell, de con una capacidad de almacenamiento de 94.25 l, y flujo volumétrico regulable. Ver en documentos anexos cotización del equipo en cuestión.

Anexo No. 5

Manual de Buenas Prácticas de Manufactura Aplicado a Industrias de Vinagre de Fruta

1. Generalidades

1.1 Objetivo de la Aplicación de las BPMs

Las posibilidades de que un alimento se contamine con sustancias químicas, física o biológicas; comienzan desde el momento de su cosecha y continúan hasta el momento en que es consumido. En general los riesgos relativos a seguridad alimentaria se pueden clasificar en tres amplias categorías:

- La contaminación microbiológica (p. Ej.: bacterias, hongos, virus o parásitos). Esta categoría provoca síntomas graves en la mayoría de los casos
- Contaminantes químicos, que comprenden sustancias químicas naturales, residuos de medicamentos de uso veterinario, metales pesados u otros residuos introducidos de forma involuntaria o accidental en los alimentos durante su cultivo y cría, su elaboración, su transporte o su envasado.

- Contaminantes Físicos (p.Ej.: piedra, polvo, vidrio, etc.) Estos pueden causar daños físicos tales como quebraduras de dientes, daños en las encías, problemas estomacales, etc.

El que un contaminante pueda suponer un riesgo para la salud o no, depende de muchos factores, entre ellos la absorción y la toxicidad de la sustancia, el nivel de contaminante presente en el alimento, la cantidad de alimentos contaminados que se consumen y el tiempo de exposición a ellos. Además, las personas tienen diferentes sensibilidades a los contaminantes, y hay otros factores de la dieta que pueden influir en las consecuencias tóxicas del contaminante. Un factor aún más complicado, con respecto a los contaminantes químicos, es que muchos de los estudios sobre la toxicidad de los contaminantes, se extrapolan por necesidad de estudios realizados en animales, y no siempre se sabe con absoluta seguridad si las sustancias tienen los mismos efectos en los humanos.

Sólo se puede garantizar la seguridad alimentaria por medio de una responsabilidad compartida de todas las personas que tienen alguna relación con los alimentos, desde los profesionales, hasta los consumidores. Se deben poner en práctica varios procedimientos y mecanismos de control a lo largo de la cadena alimentaria, para asegurar que los alimentos que llegan a la mesa de los consumidores, son aptos para el consumo y que los riesgos de contaminación son mínimos, de forma que la población en general pueda beneficiarse de unos alimentos sanos y de calidad. No obstante, el riesgo cero no existe en la alimentación y debemos ser conscientes de que incluso la legislación más estricta y los sistemas de control más seguros no pueden protegernos totalmente de las intenciones delictivas de algunas personas.

De ahí la necesidad de implementar buenas prácticas de manufactura para la elaboración de un alimento y de esta manera estaremos siendo responsables con la sociedad y contribuiremos con una nutrición segura a la población.

2. Definiciones

Para fines de este Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la producción de vinagre, se contemplan las siguientes definiciones, las cuales han sido adoptadas literalmente a partir de las normas técnicas y reglamentos nicaragüenses citados.

Adecuado

Se entiende suficiente para alcanzar el fin que se persigue. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Agua Potable

Se refiere al agua con cantidades permitidas de contaminantes que no representen riesgos a la salud humana utilizada para labores agrícolas y procesamiento. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Aguas Negras

Son aquellas que provienen del drenaje de asentamientos humanos, granjas, establos e industrias. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Alimento

Toda sustancia elaborada, semielaborada o en bruto, que se destina al consumo humano, incluidas las bebidas, chicle y cualesquiera otras sustancias que se utilicen en la elaboración, preparación y tratamiento del mismo, pero no incluye los cosméticos, el tabaco, ni las sustancias que se utilizan únicamente como medicamentos. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Área de Proceso

Toda zona o lugar donde el alimento se somete a cualquiera de sus fases de elaboración. (NTON 03 026 99, Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos, Requisitos Sanitarios para Manipuladores)

Buenas Prácticas de Manufactura

Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Contaminante

Cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancia no añadidas intencionalmente a los alimentos, que está presente en el mismo como resultado de la producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte, o almacenamiento, o como resultado de contaminación ambiental y que pueden comprometer la inocuidad o el cumplimiento de los estándares establecidos. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Contaminación

La introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en su entorno. (NTON 03 026 99, Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos, Requisitos Sanitarios para Manipuladores)

Contaminación Cruzada

Es el proceso en el que los microorganismos patógenos, materia extraña y/o sustancias peligrosas de un área son trasladadas generalmente por un manipulador de alimentos a otra área de manera que altera la sanidad de los alimentos o superficies. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Desinfección

Es la reducción del número de microorganismos presentes en las superficies de edificios, instalaciones, maquinarias, utensilios, equipos, mediante tratamientos químicos o métodos físicos adecuados, hasta un nivel que no constituya riesgo de

contaminación para los alimentos que se elaboren. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Desinfectante

Agente químico capaz de destruir microorganismos nocivos que pueden causar infección o evitar su desarrollo. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Higiene de los Alimentos

Condición necesaria para garantizar la inocuidad y salubridad de los alimentos en todas las fases, desde su cultivo, producción o manufactura hasta su consumo final. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Inocuidad de los alimentos

La garantía de que los alimentos no causaran daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Insumos

Todo aquel material que es usado en el proceso de producción de vegetales y su transformación posterior. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Limpieza

La eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias objetables. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Lote

Es una cantidad determinada de producto envasado, cuyo contenido es de características similares o ha sido fabricado bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes y que se identifican por tener un mismo código o clave de producción. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Manipulador de Alimentos

Toda persona que manipule directamente materia prima, insumos, alimentos envasados o no envasados, equipo y utensilios utilizados para los alimentos o superficies que entren en contacto con los alimentos y que se espera, por tanto, cumpla con los requerimientos de higiene de los alimentos. (NTON 03 026 99, Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos, Requisitos Sanitarios para Manipuladores)

Materia Extraña

Todo aquel material ajeno al producto y que se pueda encontrar mezclado con el. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Microorganismos

Formas de vida microscópicas como son los hongos, bacterias, protozoarios, virus y actinomicetos. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Patógeno

Microorganismo capaz de causar una enfermedad o daño a la salud. (NTON 11 004 02 Requisitos Básicos para la Inocuidad de Productos y Subproductos de Origen Vegetal)

Planta

Es el edificio, las instalaciones físicas y sus alrededores; que se encuentren bajo el control de una misma administración. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Procesamiento de alimentos

Son las operaciones que se efectúan sobre la materia prima hasta el alimento terminado en cualquier etapa de su producción. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

Sanitación

El mantenimiento planificado del ambiente de trabajo y del ambiente del producto para prevenir o minimizar los peligros de contaminación del producto o condiciones estéticamente ofensivas al consumidor y proveer condiciones de trabajo limpias, saludables y seguras. (Kramer A & B. Twigg, Quality Control in the Food Industry, Vol. 2, 3rd. Ed., 1973)

Superficie de contacto con los alimentos

Todo aquello que entra en contacto con el alimento durante el proceso y manejo normal del producto; incluyendo utensilios, equipo, manos del personal, envases. (Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para el Proceso, Empaque y Almacenamiento del Alimentos para el Consumo Humano, SICA)

3. Instalaciones

3.1 Planta y sus Alrededores

Alrededores

Los patios y terrenos circundantes de las plantas de proceso son mantenidos libres de basura y desechos con el objetivo de evitar que puedan constituir refugios de insectos y roedores.

Los patios de la empresa se mantienen limpios, ordenados, libres de basuras, desechos y equipos en desuso en un radio mínimo de 25 metros alrededor del edificio de proceso.

Los jardines en las áreas de la empresa están constantemente sometidos a mantenimiento y cuidados propios de las labores de jardinería para prevenir su conversión en fuentes de contaminación.

Las áreas de jardines, patios y parqueos cuentan con buenos drenajes para evitar acumulaciones de aguas que puedan dar origen a plagas o contaminaciones.

Ubicación

La empresa cuenta con una sola área de proceso, libre de contaminación y razonablemente alejada de cualquier tipo de fuentes de olores desagradables o inundaciones.

Las vías internas de maniobra están señalizadas adecuadamente y está debidamente adoquinada.

3.2 Instalaciones Físicas.

Diseño

En el diseño de la planta se toma en cuenta el nivel de exposición del producto, peligros y riesgos de contaminación a los cuales están sometidos procesos y productos.

Los diseños permiten su fácil limpieza y están contruidos con materiales apropiados a los objetivos de garantizar la inocuidad del producto en cada una de las etapas del proceso.

Los edificios de la empresa incluyen áreas específicas para vestidores, limpias, bien mantenidas y separadas de las áreas de proceso, habilitadas con equipos para el almacenamiento de los efectos personales de los empleados.

El edificio incluye áreas específicas, limpias, bien mantenidas y separadas del área de proceso, definidas y habilitadas específicamente para la ingestión de alimentos.

Pisos

Los pisos son de materiales aprobados y de fácil limpieza. Los materiales empleados en el área de proceso son de cemento recubierto con pintura epóxica, de color claro, para observar cuando necesita limpieza.

Los pisos tienen suficiente declive para drenaje lo cual permite su limpieza, enjuague y drenaje adecuados.

Los drenajes de los pisos son de cemento y están cubiertos con rejillas adecuadas y son sometidos a un constante proceso de limpieza e higienización.

Paredes

En las áreas de alto riesgo, las paredes son de materiales lisos, de mampostería, no absorbentes o impermeabilizados y pintadas de color claro. En las áreas de bajo riesgo, señalizadas adecuadamente, las paredes son de lamina metálica.

Techos

El techo es de material resistente, laminas de zinc galvanizado, se mantiene en buen estado y se limpia externamente al menos 1 vez por año.

Las columnas, vigas, tensores y serchas del sostén estructural del edificio y el techo se mantienen limpios y pintados, libres de herrumbre.

Ventanas y puertas

Los diseños de puertas y ventanas responden a los requerimientos de sellado necesarios, no contribuyen a la acumulación de polvo y suciedades en el local y son mantenidos en condiciones óptimas.

Las puertas son de materiales lisos, no absorbentes o impermeabilizadas y cierran herméticamente.

Las ventanas están cubiertas de rejillas o mallas apropiadas o son herméticamente cerradas.

Iluminación

La iluminación es adecuada en todas las áreas.

540 lux (= 50 candelas / pie²) en todos los puntos de inspección;

220 lux (= 20 candelas / pie²) en locales de elaboración;

110 lux (= 10 candelas / pie²) en otras áreas del establecimiento.

Las lámparas se colocan de manera que se prevenga la contaminación del producto por cualquier suciedad evitando que estén encima de máquinas y equipos de proceso en el camino del producto.

Los bulbos y lámparas están protegidas por pantallas o rejillas de forma que no se corran riesgos de contaminación por vidrios en el producto expuesto.

Ventilación

La planta tiene un sistema adecuado de ventilación por medio de ventiladores y extractores mecánicos. El flujo de aire circula de las áreas limpias hacia las áreas sucias y nunca en sentido contrario.

3.3 Instalaciones Sanitarias

La empresa provee a los empleados con vestidores adecuados, lockers, servicios sanitarios suficientes, limpios, bien mantenidos y separados de las áreas de proceso.

Los servicios sanitarios son mantenidos limpios, desinfectados y en óptimas condiciones de operación.

Las puertas de los servicios sanitarios se mantienen cerradas, cierran herméticamente y no abren directamente a las áreas de procesamiento en las cuales el alimento esta expuesto al ambiente.

Los servicios sanitarios cuentan con un suministro constante de papel sanitario y cuando es apropiado un suministro de bolsas de polietileno adecuadas para el descarte de toallas sanitarias usadas.

Los vestidores son mantenidos limpios, desinfectados y en óptimas condiciones de operación.

Los equipos y utensilios de limpieza empleados en la limpieza de los servicios sanitarios son de dedicación exclusiva al área y están debidamente marcados.

Instalaciones para Lavado de Manos

Los servicios sanitarios, los vestidores y las áreas de ingreso a procesos cuando necesario, están provistos de suficiente cantidad de lavamanos de acción a pedal para evitar el contacto de manos y válvulas en su operación.

Los lavamanos están habilitados con un suministro adecuado de agua potable de calidad microbiológica garantizada, a temperatura adecuada, un dispensador de jabón líquido desinfectante o jabón líquido y desinfectante, libre de olores extraños, un cepillo para uñas, toallas descartables y una papelera con tapa de acción pedal.

La empresa mantiene en el lugar rótulos que indican el procedimiento aprobado para un lavado de manos adecuado.

4. Servicios de la Planta

4.1 Abastecimiento de Agua

El sistema de abastecimiento de agua de la empresa es adecuado y suficiente para las necesidades de la misma.

Se utiliza agua potable de la red del acueducto de ENACAL para garantizar la inocuidad de la misma. Se realizan análisis de cloro residual para garantizar la potabilidad del agua.

Se cuenta con un tanque reservorio al cual se le determina el cloro residual en el agua y se le adiciona de ser necesario la cantidad de cloro necesaria para mantener la potabilidad de la misma.

Tubería

Los tubos empleados en el sistema de tuberías de agua potables, drenajes y aguas servidas de la empresa son de calidad normalmente aceptable, del tamaño apropiado y son mantenidas en operación adecuadamente para evitar derrames que puedan causar una contaminación de los productos.

4.2 Manejo y Disposición de Desechos Líquidos

Drenajes

Las áreas de jardines, patios y parqueos cuentan con buenos drenajes para evitar acumulaciones de aguas.

El edificio está dotado de drenajes adecuados que evitan la acumulación de aguas que puedan producir plagas, la contaminación de los productos o la contaminación del sistema de agua potable.

4.3 Manejo y Disposición De Desechos Sólidos

Recolección y Disposición de desechos, basura y desperdicios

La empresa tiene establecido un sistema clasificación y disposición de los desperdicios generados por la misma, materia orgánica y materia inorgánica.

La empresa cuenta con recipientes de plásticos y la basura es colectada en bolsas de polietileno dentro de los recipientes para evitar la contaminación de los mismos.

5. Equipos y Utensilios

5.1 Programa de limpieza y desinfección

La planta mantiene en operación un programa de limpieza, lavado y saltación y se llevan registros de las actividades realizadas.

La empresa emplea jabón líquido inodoro para efectuar la operación de limpieza para cada sección de la planta y para cada equipo, así como cloro en concentraciones de 50 ppm para la saltación de equipos, utensilios y áreas de la empresa que a sí lo requieran.

5.2 Facilidades de Limpieza y Sanitación

Los trabajadores son provistos de facilidades y medios adecuados para las operaciones de limpieza y sanitación.

Los materiales y equipos de limpieza son adecuados y separados para las distintas zonas de la planta.

Los materiales y equipos de limpieza se almacenan adecuadamente fuera de las áreas de proceso.

5.3 Uso y manipulación de los compuestos químicos de limpieza, lavado y sanitación

Los compuestos químicos empleados en las operaciones de limpieza, lavado y desinfección cuentan con la aprobación para su empleo en la industria de alimentos.

Los compuestos químicos y los recipientes contenedores de los mismos, empleados en las operaciones de limpieza, lavado y sanitación están debidamente rotulados y se almacenan adecuadamente fuera de las áreas de proceso.

5.4 Equipos

Diseño de los Equipos

La planta emplea equipos de diseño sanitario apropiados para el proceso tecnológico normalmente aceptado para la producción de vinagre.

Los equipos y utensilios empleados son construidos polyetileno y acero inoxidable materiales lisos, no tóxicos, idóneos al proceso de alimentos y resistentes a la corrosión, dadas las características del proceso.

Instalación de los Equipos

Los equipos están instalados de forma que se previene la contaminación de los mismos por parte de agentes externos y vectores.

Existe espacio adecuado para limpieza y el equipo es accesible completamente para limpiarlo y sanitizarlo.

Los recipientes y utensilios que se utilizan para manejar materiales no comestibles no se emplean en el manejo de los alimentos.

5.5 Mantenimiento Preventivo

Debido a las características del proceso y a la poca cantidad de equipos, la empresa no requiere de un programa de mantenimiento para asegurar la inocuidad del producto, más que para garantizar la productividad de la empresa.

6. Personal

6.1 Requisitos Generales de Higiene

Para coadyuvar a alcanzar la conformidad del producto, los empleados de la empresa en general deben observar prácticas adecuadas de higiene personal y disciplina sanitaria para evitar convertirse en vectores de riesgos para la inocuidad del vinagre.

Los empleados de la empresa en general deberán observar hábitos apropiados de higiene y limpieza en su persona y en sus ropas de trabajo.

Deberán colocar la basura en los recipientes establecidos para tal fin

Deberán utilizar los servicios higiénicos para efectuar sus necesidades fisiológicas y velando por su correcta utilización y limpieza en consideración a los usuarios posteriores de los mismos.

No se debe escupir en el piso en ninguna área de la empresa.

No se debe comer, beber o fumar fuera de las áreas designadas para tal fin

Se prohíbe el ingreso de animales domésticos a las instalaciones de la empresa.

Los empleados de la empresa que en razón de su ocupación, tienen contacto directo con el alimento y aquellos que la empresa designe, deberán cumplir los requerimientos establecidos por la norma técnica obligatoria nicaragüense NTON 03-26-99 Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos, Requisitos Sanitarios para Manipuladores de Alimentos.

Todo el personal en las áreas en donde se requiera deberá usar gorras o redecillas para el cabello y mascarillas. No deberán utilizar barbas o bigotes, ni uñas largas, objetos colgantes, cremas, perfumes, etc.

No se permite a los empleados en general faltas de disciplina en las prácticas personales requeridas por cuanto pueden causar contaminaciones y resultar en productos defectuosos, contaminados, en mal estado, de corta vida útil y en el peor de los casos en enfermedades para el consumidor

La empresa es responsable por el respeto de los requerimientos para mantener vigente las licencias sanitarias de la planta emitidas por las autoridades sanitarias del país

La persona a cargo de la supervisión de cada operación de producción es responsable por garantizar el respeto a lo concerniente a practicas personales establecidas en este manual de buenas practicas de manufactura.

6.2 Capacitación

La empresa garantiza que el personal en general y en particular aquellos que laboran directamente en la producción de vinagre sean entrenados en buenas prácticas de manufactura.

La empresa garantiza que el personal de nuevo ingreso reciba un seminario de inducción y el entrenamiento necesario para atender sus funciones en forma responsable.

6.3 Prácticas Higiénicas

Disciplina Sanitaria y Responsabilidades

Todo empleado de la empresa debe observar el baño diario y un buen aseo personal.

En el área de proceso las manos, los brazos y las partes expuestas del cuerpo que puedan entrar en contacto con los alimentos en proceso deben estar limpias e higienizadas.

Las uñas de los empleados deberán usarse cortas y mantenidas de forma que los bordes de las mismas y el área debajo de ellas sean fáciles de limpiar.

Los empleados deben conocer el proceso estándar de lavado de manos y partes expuestas. El proceso estándar de lavado de manos consiste en lavarse las manos en un lavamanos de diseño sanitario con llaves de agua accionadas por los pies o las rodillas. El lavamanos debe tener un dispensador con jabón líquido desinfectante inodoro.

Los empleados se lavarán las manos con jabón desinfectante y se las restregarán vigorosamente por 20 segundos. Después se enjuagarán con agua abundante. El empleado debe limpiar debajo de las uñas de los dedos con un cepillo adecuado y en medio de los dedos con especial dedicación.

Los empleados se lavaran las manos en las siguientes ocasiones:

- Cada vez que ingresen al área de proceso
- Después de tocar partes descubiertas de su cuerpo o el de otra persona
- Después de usar el servicio higiénico
- Después de tocar equipos, accesorios y otros elementos sucios.
- Después de toser, estornudar, comer, fumar o beber.
- Si se pasa de trabajar con materias primas a trabajar con producto terminado.
- Tantas veces como sea necesario mientras se trabaja en contacto directo con los alimentos.
- Cada vez que se haya involucrado en actividades que contaminen las manos.

6.4 Control de Salud

La empresa asume la responsabilidad de designar las personas que trabajan en la línea de procesamiento en contacto con los alimentos

La empresa requiere que los empleados obligatoriamente reporten a su supervisor sus condiciones de salud personal y cualquier eventualidad que tenga relación con enfermedades transmisibles por alimentos.

7 Control en el Proceso y en la Producción

7.1 Potabilidad del Agua

La empresa utiliza agua del acueducto de ENACAL, para garantizar la potabilidad de la misma.

Toda el agua que entra al proceso antes pasa por un tanque reservorio en el cual se monitorea constantemente la residualidad del cloro, de ser necesario se adiciona la cantidad suficiente del mismo y mantener valores entre 0.5 y 1 ppm de cloro residual.

7.2 Calidad de Ingredientes y Materiales de Envase

La empresa recicla recipientes para el envasado del producto terminado. Estos son previamente limpiados y sanitizados antes de ser utilizados.

La empresa exige a sus proveedores que en el material de envase no se haya depositado sustancias toxicas. Este una vez que ingresa a la planta es enjuagado con abundante agua, lavado con una solución de NAOH, luego se elimina el álcalis con agua abundante.

Se realizan pruebas al azar de las botellas para garantizar la efectividad del proceso de lavado.

La empresa cuenta con un estricto control de selección de materia prima que entrará al proceso.

7.3 Controles de Proceso

Todas las operaciones de la empresa: recepción, inspección, transporte, preparación, manufactura, empaque y almacenamiento del producto alimenticio se conducen de acuerdo a las mejores prácticas sanitarias y de ingeniería de procesos de alimentos.

En la recepción de las frutas se elimina cualquier fruta que presente malos olores, coloración extraña y rajaduras’.

El transporte de la materia prima, así como el material de empaque es exclusivo de esta operación para evitar contaminación cruzada.

Los flujos de proceso establecidos previenen la posibilidad de contaminación cruzada de los productos en proceso y cuando existen peligros de contaminación se toman las medidas necesarias para prevenir el riesgo.

La empresa designa al personal idóneo y capaz para asumir la responsabilidad de los procesos de producción.

Todas las operaciones de manufactura y empaque se desarrollan bajo condiciones controladas que previenen la contaminación del producto con contaminantes químicos, microbiológicos o físicos para garantizar la inocuidad del producto final.

Antes de iniciar la jornada laboral y después de terminada la misma, se lavan y sanitizan todos los equipos, utensilios y pisos de la empresa para prevenir el desarrollo de microorganismos.

Los productos en proceso se tratan bajo condiciones que previenen su contaminación durante los tiempos de proceso o esperas. No se permite el almacenamiento de frutas en la empresa ya que esta no brinda las condiciones para tal fin.

Las operaciones terminales de procesamiento, garantía de la inocuidad del producto, se desarrollan bajo condiciones de higiene, ingeniería y desempeño idóneas de acuerdo a los parámetros de diseño de procesos establecidos y legalmente aprobados para garantizar la inocuidad del producto.

8 Almacenamiento y Distribución

8.1 Almacenamiento y Transporte de Productos Terminados

Los productos terminados se manipulan, se almacenan y se transportan bajo condiciones que previenen su recontaminación o la de los recipientes y contenedores por parte de materiales no procesados, suciedades u otros contaminantes potenciales.

Las condiciones de almacenamiento y distribución de los productos terminados son adecuados e idóneos para la naturaleza de los productos y para proteger su vida útil y su seguridad.

8.2 Inspección Periódica de Productos Terminados

Los productos terminados almacenados en las bodegas de la empresa son inspeccionados sistemáticamente para asegurar su inocuidad y verificar sus condiciones de almacenamiento.

Se tienen establecidos procedimientos de inspección en las bodegas de la empresa. Se llevan registros escritos del cumplimiento y verificación de este procedimiento.

9 Control de Plagas

Programa de control de plagas

La empresa le da mantenimiento a sus diferentes áreas para la prevención, exterminación y control para cada una de las plagas rastreras y voladoras que podrían infestar las instalaciones de la empresa.

Uso y manipulación de los compuestos químicos de control de plagas

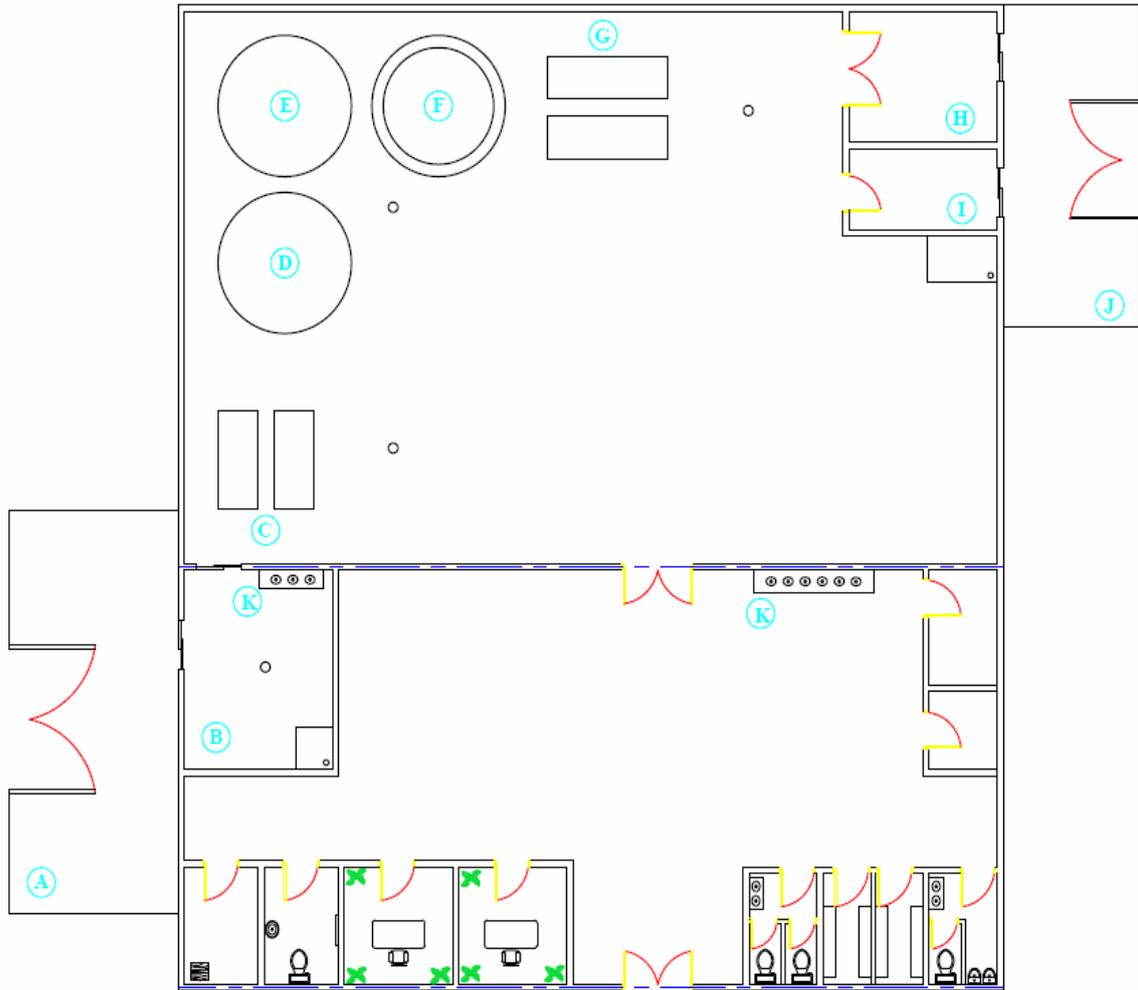
Los compuestos químicos empleados en las operaciones de prevención, exterminación y control de plagas cuentan con una aprobación para su empleo en la industria de alimentos.

Los compuestos químicos y los recipientes contenedores de los mismos, empleados en las operaciones de prevención, exterminación y control están debidamente rotulados y se almacenan adecuadamente fuera de las áreas de proceso.

La empresa mantiene las hojas de seguridad en el manejo y empleo de los compuestos que se emplean para la prevención, exterminación y control de plagas.

Anexo 6 Figuras

ITEM	DESCRIPCION
A	Recepción de Materia Prima
B	Area de Lavado
C	Preparación de Fruta
D	Esterilización
E	Fermentación Alcohólica
F	Fermentación Acética
G	Envasado
H	Area de Almacenamiento
I	Bodega de Materiales
J	Area de Despacho
K	Area dE Desinfección

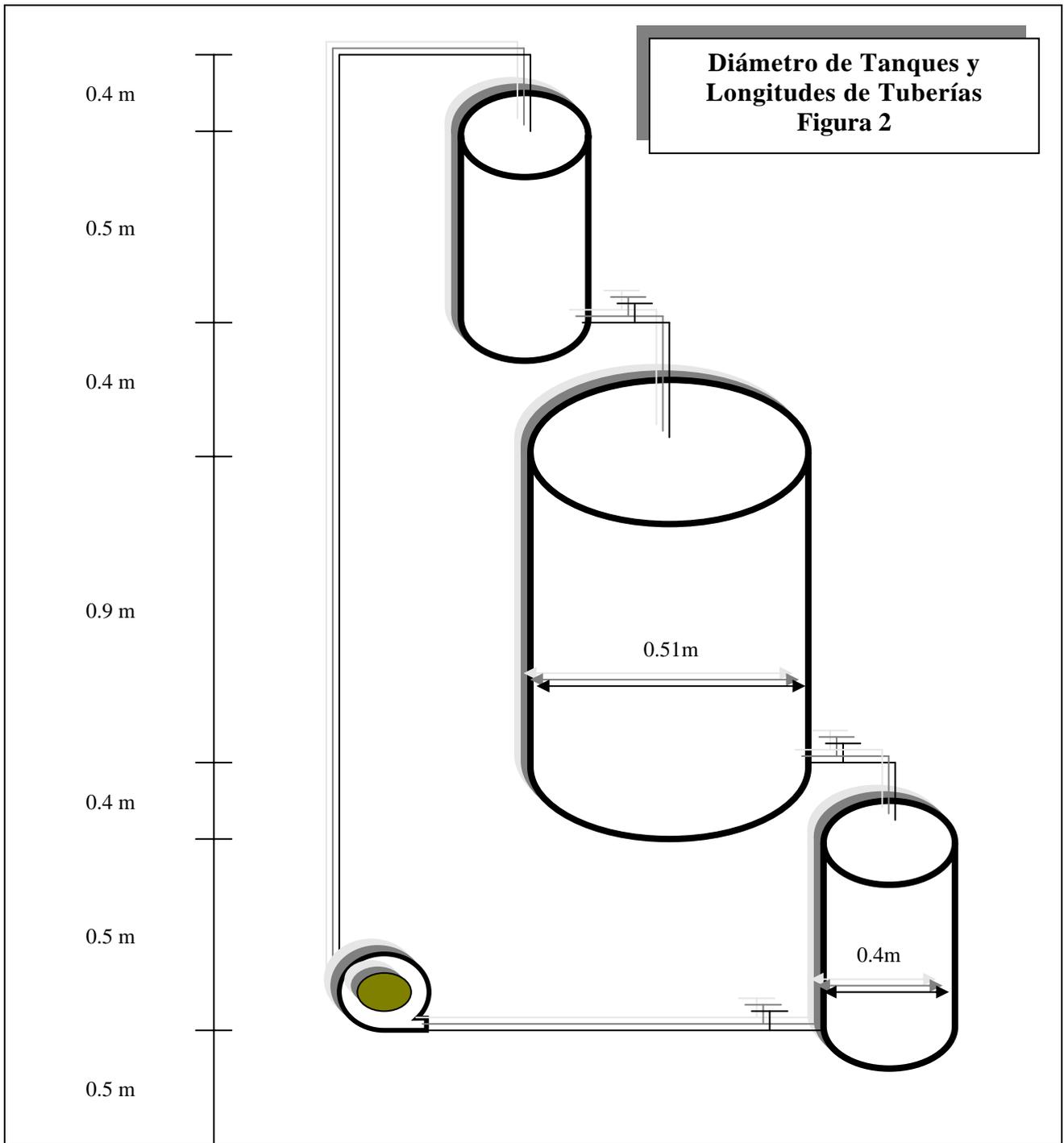


UNAN-LEON

DESCRIPCION:

DISEÑO DE PLANTA PARA PRODUCCIÓN DE VINAGRE, APARTIR DE FRUTAS

FECHA:	02/06/05	DIB:	J.FLORES	APRO:	ING. IRMA CONTRERAS	DIB N : 001
ESC:	S/E	LEV:	M.TERAN	REV:	ING. IRMA CONTRERAS	

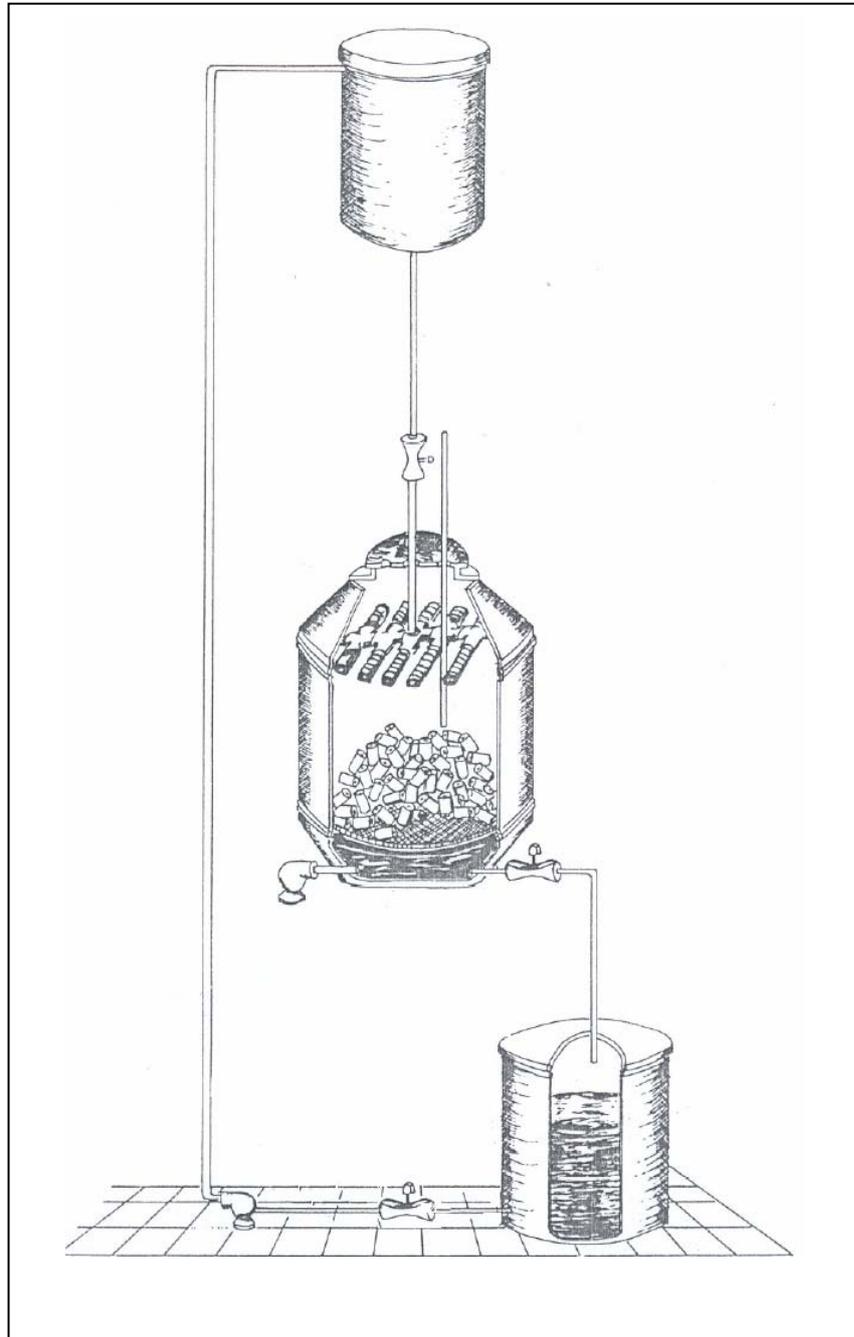


UNAN - LEON

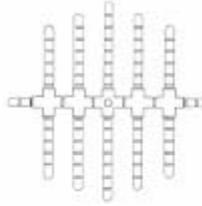
Descripción: Flujograma para Producción de Vinagre (Detalle de Longitudes Tuberías y Diámetros y Alturas de Tanques)

Fecha: 13/06/05	Dib. Hypatia Parajón	Aprob: Irma Contreras	BIB N: 002
Escala: S/E	Lev. Hypatia Parajón	Rev: Jaime Flores	

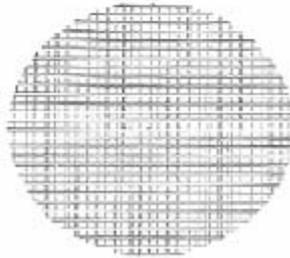
Detalle del Sistema de Acetificación
Figura 3



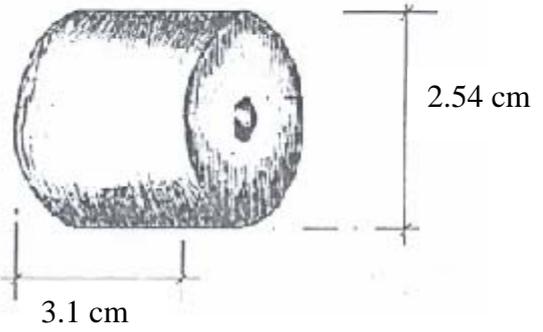
**Detalle del Sistema de dispersión
Figura 4**



**Detalle del Soporte de los Olotes
Figura 5**



**Detalle del los Olotes
Figura 6**



Flujograma del Proceso
Figura 7

