



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TESIS

**“Producción de vinagre por el proceso de fermentación sumergida a
partir de alcohol etílico de la destilería Naylamp - Lambayeque”**

PRESENTADA POR:

Díaz Arévalo, *Jesús Gilberto*.

Molocho Herrera, *Ronald Arsenio*.

ASESOR:

Ing. Romero Guzmán, Blanca Margarita

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

LAMBAYEQUE - PERU

2006



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TESIS

**“Producción de vinagre por el proceso de fermentación sumergida
a partir de alcohol etílico de la destilería de alcohol Naylamp –
Lambayeque”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO QUÍMICO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente Jurado:

Ing. Cesar Monteza Arbulu
PRESIDENTE

Ing. Ronald Gutiérrez Moreno
SECRETARIO

Ing. Enrique Hernández Ore
VOCAL

Ing. Blanca Romero Guzmán
ASESOR



000150

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 8:20 a.m. del día 08 de Noviembre del 2006 se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Derecho, en la ciudad Universitaria de la ciudad de Lambayeque, los doctores miembros del Jurado de Tesis miembros por Decreto N° 121-2006-D-FJ014 del 31 de Agosto del 2006:

- Ing. H.Sc. Cesar Augusto Montoya Arbulu - Presidente
- Ing. Ronald Alfonso Gutierrez Morua - Secretario
- Ing. Jose Enrique Hernandez Oro - Vocal

Lo presente reunión se llevo a cabo en virtud al Decreto N° 155-2006-D-FJ014 del 07 de Noviembre que autoriza la Sustentación de Tesis titulada "Producción de Vinagre por el proceso de fermentación sumergida a partir de alcohol etílico procedente de la destilación Noylong-Lambayeque" presentado por los Bachilleres: Ronald Arcenio Holacho Herrera y Jesús Gilberto Díaz Arvelo, cuyo proyecto de investigación fue aprobado por Decreto N° 107-2006-D-FJ014 del 03 de Agosto del 2006, de conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la FJ014 de la U.N.P.R.C. El presente proyecto fue asesorado por la Ing. H.Sc. Blanca Margarita Romero Guzmán.


Se procedió a la Sustentación de los Bachilleres, la misma que tuvo una duración de una hora.

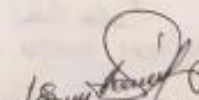
Redigida la sustentación y fundamentación correspondiente se formularon las preguntas por los miembros del jurado y se procedió a la resolución de las interrogantes, luego el jurado procedió a la deliberación que terminó con la siguiente calificación:

Bachiller: Ronald Arcenio Holacho Herrera : MUY BUENO
Bachiller: Jesús Díaz Arvelo : MUY BUENO


Acto seguido el Presidente del Jurado comunica el resultado a los sustentantes, siendo las 9:20 a.m. del día 08 de Noviembre del 2006 se dio por finalizada el acto de Sustentación en fe a lo cual firman la presente Acta los miembros del Jurado:


Ing. H.Sc. Cesar Augusto Montoya Arbulu
PRESIDENTE


Ing. Ronald A. Gutierrez Morua
SECRETARIO


Ing. Jose E. Hernandez Oro
VOCAL




ING. H.Sc. Blanca H. Romero Guzman
ASESOR

DEDICATORIA

A nuestros padres:

**Arcenio Molocho, Teresa Herrera,
Gilberto Díaz y Eloisa Arévalo**

Pilares de nuestra vida y mis mejores
Amigos. Gracias a su amor, amistad
y confianza he logrado realizarme
Como profesional.

A nuestros hermanos:

**Richard, Betty, José,
Hans, Galo, Alan, Alan**

Por su incondicional apoyo y
cariño

A mi abuelita:

Olinda Sánchez Muñoz

Por su apoyo moral y cariño.

A la memoria de:

Gilberto Díaz Vásquez:

Quien ilumina desde el cielo
mis pasos.

AGRADECIMIENTO

A:

Dios Todopoderoso

quien nos dio fuerzas para
lograr una de nuestras
mayores metas:
ser Profesional.

A los Técnicos y Amigos:

Florián, Minga y Kely

Por su valioso apoyo durante el
desarrollo del presente Trabajo
de Investigación

A nuestra asesora:

Ing. Blanca Romero Guzmán

Por su valioso apoyo durante el
desarrollo del presente Trabajo
de Investigación.

A mi mejor amiga:

Ángela Keyla Quiñónez Pérez

Por que en todo momento me
brinda su apoyo y cariño.

.

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo de investigación fue de obtener vinagre por el proceso de fermentación sumergida a partir de alcohol etílico.

La preparación del mosto se hizo con 10% de jugo de caña, 25% Vinagre, 10% de alcohol etílico y 55 % de agua potable, Urea (1g/L) y fosfato de Diamonio (3g/L). Se esterilizó el mosto dentro de un recipiente sellado herméticamente en autoclave a 121°C, 14.7 lb de presión durante 15 minutos. Posteriormente se enfrió el mosto a temperatura ambiente y luego se le añadió al bioreactor air lift. La fermentación acética sumergida se inició agregando el 10% de inóculo en la concentración de **2.30E +08** Bacterias acéticas /mL. Se operó a una temperatura ambiente promedio de 28 ° C.

El producto obtenido llegó a alcanzar 5.91 g/l de acidez total, 2.84 pH, 0.3 °GL y un rendimiento 58.06 %, siendo sometido a control de calidad con una serie de análisis organolépticos y fisicoquímicos, cumpliendo con las normas establecidas por INDECOPI. Los resultados de dichos análisis fueron satisfactorios por lo que se considera aceptable para el consumo humano.

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Lambayeque, así como en muchos otros del país se comercializan vinagres producidos de la dilución del ácido acético glacial, lo cual atenta contra la salud de la población.

Los vinagres que se comercializan no cumplen las especificaciones técnicas, optando por este método debido a que el proceso tradicional de obtención de vinagre a partir de uva, les demanda mucho costo y tiempo.

Ante la urgente necesidad de encontrar tecnologías de bajo costo que haga uso de los recursos naturales de la región se plantea como alternativa una solución biotecnológica la producción de vinagre a partir de alcohol etílico.

3.0.- FUNDAMENTO TEORICO.

3.1 EL VINAGRE.

Es un producto resultante de la fermentación acética de bebidas alcohólicas de diluciones de alcohol etílico.

El vinagre puede ser definido como un condimento hecho de materiales azucarados o amiláceos por fermentación alcohólica y subsecuentemente acética. Los otros constituyentes dependerán de la naturaleza que de la materia prima que ha sido sometida a fermentaciones.

El valor de concentración mínima del ácido acético en vinagre esta dado por regulaciones a 40 g/l a 20 °C. El ácido acético comestible o vinagre debe ser de origen biológico.

ALVA, R. Y ROMERO, J. (2001). ⁽²⁾

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 209.020 – 209.065 1970) ⁽⁷⁾ se tiene: de Vino (resultante de la fermentación acética del vino); de Alcohol (resultante de la fermentación acética de la dilución de alcohol rectificado); Otros vinagres (obtenidos por la fermentación acética de bebidas alcohólicas de cereales, de frutas o de hidromiel)

TABLA 1

Normas estándares establecidas para el vinagre de vino

Densidad a 20 °C (g/ml)	1.01- 1.02
pH mínimo	2.8
Acidez Total (%)	4.0
Acidez fija en (%) de ácido tartárico	0.1 – 0.3
Alcohol en volumen a 20 °C, máx. % VOL.	1.0
Extracto Seco a 100 °C, Min (%)	1.2
Cenizas Totales min (%)	0.1

Nota. INDECOPI 209.020 – 209.065 (1970) ⁽⁷⁾

TABLA 2

Normas estándares establecidas para el vinagre de alcohol

Densidad a 20 °C (g/ml)	1.05 -1.013
pH mínimo	2.8
Acidez Total (%)	4.0
Alcohol en volumen a 20 °C, máx. % VOL.	1.0
Extracto Seco a 100 °C, Min (%)	1.2
Cenizas Totales min (%)	0.02
Reacción de cenizas	Neutra
Furfural.	Exento

Nota. INDECOPI 209.020 – 209.065 (1970) ⁽⁷⁾

3.2 EL ALCOHOL.

Conocido como etanol, alcohol de grano simplemente alcohol es un líquido incoloro de olor propio, con una densidad de 0.79 a 15 °C y un punto de ebullición de 78.32 °C a (760 mm Hg) el cual es soluble en agua y éter.

Existen diversas clases como:

- **Alcohol fino, Neutro o Rectificado:** Tiene un grado alcohólico de 96.0 – 97.9 °GL es principalmente usado para la preparación de productos farmacéuticos, cosméticos y para el consumo humano.

- **Alcohol Industrial (96.5°C):** Es generalmente desnaturalizado con ½ - 1% en peso de piridina y a veces es decolorado para su fácil reconocimiento con violeta de metilo. Es usado para propósitos industriales como solvente como combustible y para la conversión de diversos productos químicos.

- **Alcohol Desnaturalizado:** Es corriente posee 90 °GL, el alcohol industrial a sido desnaturalizado y coloreado, generalmente es usado en alumbrado y para calentamiento.

- **Alcohol Absoluto o Anhidro (99.7 –99.8 °GL):** Es usado como insumo en la fabricación de alcohol carburante y en la producción alcohólica fina Vodka, Wisky, etc.)

➤ **Alcohol Carburante:** Llamado también alcohol combustible, se obtiene en la deshidratación de alcohol etílico por aplicación de un solvente orgánico que arrastra el agua contenida en el alcohol y se practica en forma común con el hexano, benceno, etc.

MADRID, A. (1993). ⁽¹⁾

3.3 FERMENTACIÓN.

Proceso catabólico de oxidación incompleta que tiene como resultado un compuesto orgánico del cual depende su denominación así tenemos: Fermentación Alcohólica, Homoláctica (láctica), Heteroláctica, Ácido mixta (acética), Propiónica, Butílica, Acetobutílica y Butanodiolica.

OWEN P. WARD. 1989 ⁽⁹⁾

3.3.1 FERMENTACIÓN ACETICA

Conversión del alcohol etílico en ácido acético mediante una reacción oxidativa catalizada por las enzimas de la especie acetobacter

La reacción global:

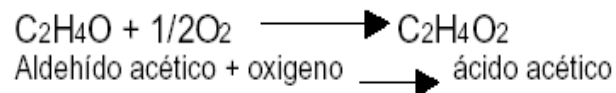
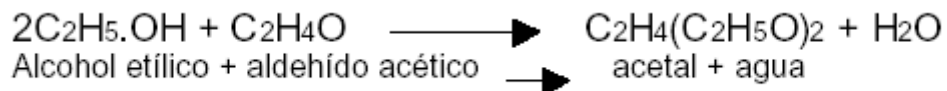
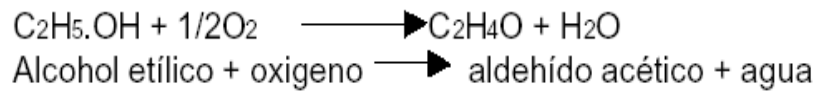
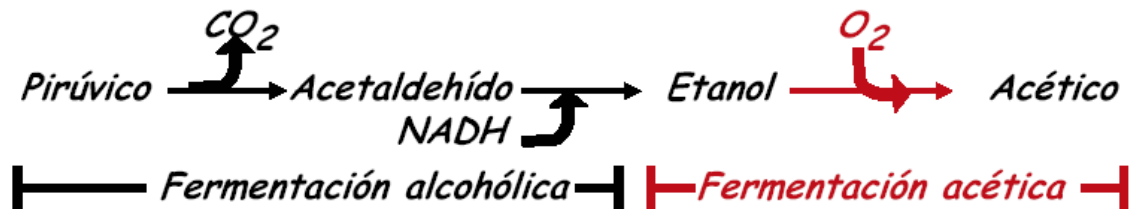
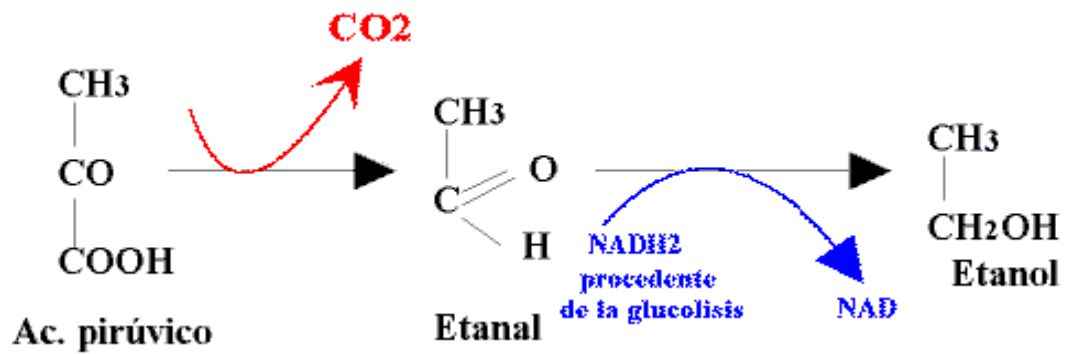


Alcohol	Oxígeno	Ácido	Agua
Etílico		Acético	

ERTOLA, R., YANTORNO, O. y MIGNONE, C. (1994) ⁽⁵⁾

FIGURA 1

Reacción Química



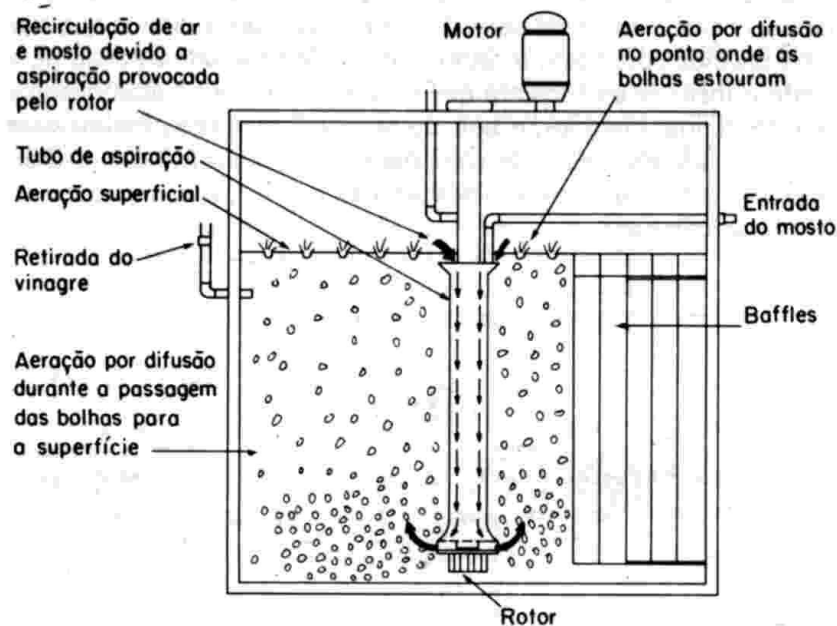
ERTOLA, R., YANTORNO, O. y MIGNONE, C. (1994) (5)

3.3.2 FERMENTACION ACETICA SUMERGIDA

Proceso oxidativo llevado a cabo por las bacterias acéticas (acetobacter) las cuales transforman el alcohol de la mezcla alcohólica en ácido acético, estas bacterias están sumergidas en el líquido el cual está inyectado de oxígeno de manera constante proveniente de un aireador que genera pequeñas burbujas en el reactor. Este oxígeno es de vital importancia para que las bacterias mantengan su actividad vital

FIGURA 2

Fermentación Acética Sumergida



Biotechvida (2004). (4)

3.4 BIOQUIMICA DE LA REACCION

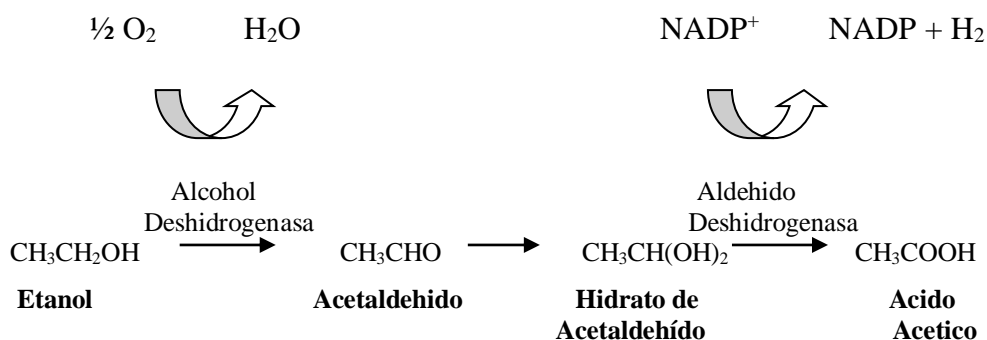
Reacción de oxidación incompleta ya que el poder reductor resultante es transferido al oxígeno. La secuencia es la siguiente: conversión de etanol a acetaldehído mediante un alcohol deshidrogenasa específico de NAD O NADP. Luego se produce una

hidratación que convierte el acetaldehído en acetaldehído hidrato para finalmente oxidarse con acetaldehído deshidrogenasa en ácido acético por mol de etanol, de 1 litro de alcohol de 12% se produce 1 litro de ácido acético del 12%, todo esto bajo una adecuada inyección de oxígeno de manera constante llegando a producir 6 ATP por mol de ácido acético

ALVA, R. Y ROMERO, J. (2001). (2)

FIGURA 3

Reacciones Metabólicas



ALVA, R. Y ROMERO, J. (2001). (2)

3.5 BACTERIAS ACÉTICAS.

Microorganismos que se presentan regularmente en el néctar de las flores y hojas, en hortalizas y frutos, en frutos en descomposición y en otras partes de la planta que contengan azúcar, así como en el zumo de plantas, cerveza y vinos. Son **aerobias estrictas** que dependen del oxígeno y cubren sus necesidades energéticas mediante la respiración, estas bacterias pueden utilizar como sustrato azúcar y también alcoholes sencillos. Con menor frecuencia se encuentran también en suelos y aguas.

Estos microorganismos son bacilos Gram negativos, de 0.6 – 0.8 μm de grosor y 1.0 - 3.0 μm de longitud, no esporógenas, la mayoría de veces móviles por flagelo. Se diferencian 2 grandes grupos. Los representantes de uno de ellos oxidan los azúcares y alcoholes a sus correspondientes cetonas y ácidos pero no pueden seguir degradándolos a CO_2 y H_2O ; se trata de las **suboxidantes** agrupadas hoy en el género GLUCONOBACTER antes Acetobacter, encuadrado dentro de la familia Pseudomonadaceae.

Los representantes del otro grupo, por el contrario, pueden seguir degradando las cetonas y los ácidos hasta CO_2 y H_2O ; estas son las **Superoxidantes**, que actualmente se incluyen solos en el género ACETOBACTER su inclusión en una familia todavía no está clara.

Las primeras especies descritas como suboxidantes se consideran hoy todas como subespecies del **Gluconobacter Oxidans**. Oxidan el etanol a ácido acético con una rapidez algo menor que el acetobacter. En Biotecnología se aprovecha sobre todo su capacidad para oxidar los azúcares y alcohol a sus correspondientes cetonas y ácidos; así pueden obtenerse productos como el ácido L-ascórbico y el ácido Tartárico de manera más rentable que por síntesis exclusivamente química.

Dentro del género Acetobacter “Superoxidante” se diferencian tres especies con distintas subespecies. Además del etanol son buenos sustratos las hexosas y la glicerina, la manita apenas se utiliza y la lactosa, dextrina y almidón no se emplean en absoluto. La especie más importante desde el punto de vista industrial es el **Acetobacter Aceti**. A ella pertenecen como cepas de cultivo las ssp. Orleanse, las bacterias del vinagre del vino y de la acetificación rápida que tiene las tasas de conversión del etanol en ácido acético. Necesita vitaminas (ácido Pantoténico, ácido p-aminobenzoico), que están a su disposición en el vino. La ssp. Xylinum se encuentra en las

heces del vinagre madre o formando una capa sólida, correosa en los depósitos de vinagre (Proceso Orleáns). Tiene una eficiencia limitada y resultan indeseables porque tienen olores y aromas desfavorables. La Acetobácter Aceti es capaz de utilizar sales amónicas como único suministrador de nitrógeno, en contraste con las Acetobacter Xylinum, La otras dos especies, Acetobacter Pasteurians y Acetobacter Peroxydans no tienen aplicación en la elaboración del vinagre. OWEN P. WARD. (1989) ⁽⁸⁾

3.6 PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA FERMENTACIÓN

3.6.1 TEMPERATURA

Como ya hemos visto la temperatura tiene mucha importancia en el desarrollo de los microorganismos responsables de la fermentación y para este caso se utiliza de 27 °C – 30 °C que es el rango de temperatura en el cual van a actuar las bacterias acéticas para este caso se utiliza de 27 °C – 30 °C que es el rango de temperatura en el cual van a actuar las bacterias acéticas

3.6.2 OXIGENO DISUELTO.

En la fabricación del vinagre el oxígeno es el nutriente más importante. Teóricamente cada gramo de ácido acético producido, necesita 1.8 litros de aire conteniendo 21% de oxígeno a la presión de una atmósfera

La demanda de oxígeno de las bacterias es distinta, dependiendo de la velocidad de acetificación y la densidad celular. En literatura se encuentran valores de la demanda de oxígeno por bacterias acéticas desde 10-80 milimoles O₂/litro/hora cuando se utilizan técnicas de cultivo sumergido.

Para garantizar la cantidad de oxígeno necesario para la aireación de oxidación enzimática, el nivel de oxígeno disuelto en el líquido debe de mantenerse alto mediante un sistema eficaz de aireación. Como tanto el sustrato como el producto son volátiles, parece lo más conveniente usar un sistema que logre la suficiente transferencia de oxígeno sin que haya demasiadas pérdidas por evaporación y esto se logra satisfactoriamente con menores cantidades de aire si se dispersa en pequeñas burbujas.

3.6.3 NUTRIENTES.

Además de oxígeno, las bacterias necesitan de determinados nutrientes, tanto para la formación del ácido acético como para la multiplicación celular.

Al utilizar como mosto la dilución de alcohol etílico es necesario agenciarse de otros nutrientes como melaza, jugo de caña, urea, fosfato de amonio, etc que satisfagan las demandas nutricionales de las bacterias acéticas.

3.6.4 PRESION.

A la presión de una atmósfera.

4.0.- MATERIALES Y METODOS.

4.1.0 MATERIALES.

4.1.1 MATERIAL BIOLÓGICO:

Se utilizó un cultivo de **Bacterias Acéticas** procedente del Laboratorio de Microbiología Industrial de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

4.1.2 MEDIO DE PRODUCCIÓN.

Debido a que el mosto no presentaba los nutrientes necesarios para el normal desarrollo de las bacterias se hizo uso de los siguientes nutrientes

➤ **JUGO DE CAÑA.**

El medio de fermentación que se utilizó no proporciona una fuente adecuada de carbono a las bacterias acéticas. Por ello es necesario el uso de jugo de caña, pues es una fuente que satisface las demandas de energía por las bacterias.

➤ **UREA ($\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{NH}_2$). (6)**

Para satisfacer la demanda de nitrógeno por las bacterias acéticas. La urea es un sólido cristalino, blanco e inodoro, de sabor fresco y salino; es soluble en alcohol, agua y glicerina y se descompone por el calor.

➤ **FOSFATO DE DIAMONIO. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (7)**

La utilización de Fosfato de diamonio es recomendado como fuente nitrogenada debido a los beneficios sobre el rendimiento y velocidad de fermentación.

Son Gránulos o cristales blancos, grises o negros Inodoro, soluble en agua, no presenta propiedades toxicas, oxidante ni explosivas Se usa como abono nitrogenado.

4.1.3 REACTOR DE FERMENTACIÓN.

DIMENSIONES:

Las dimensiones del reactor son:

- ✓ Diámetro : 11.2 cm.
- ✓ Altura : 44.4 cm.

VOLUMEN:

- ✓ Volumen Operativo: 75%
- ✓ Volumen Total: 4 Litros

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

- ✓ Metacrilato de Metilo (Acrílico)

ACOPLAMIENTOS:

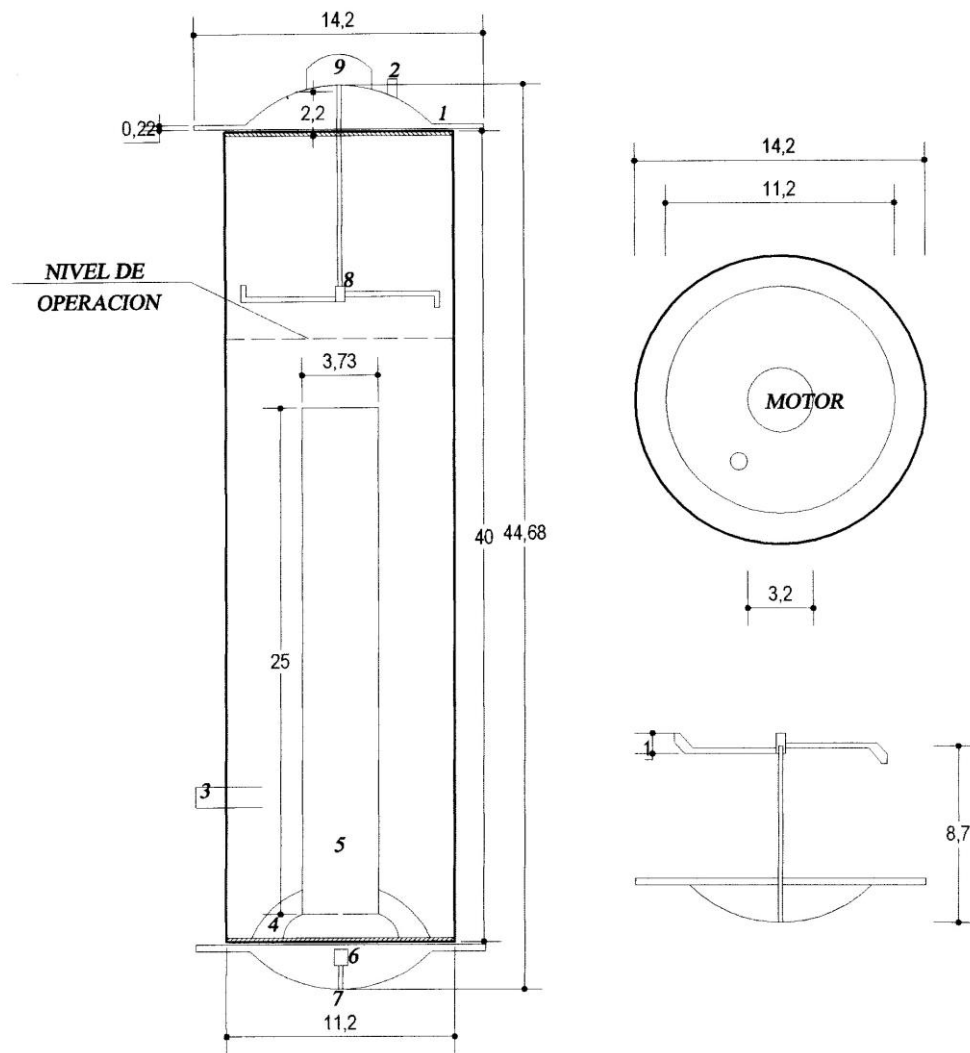
- ☐ Toma Muestras Entrada
- ☐ Diámetro nominal 1/8"

CORTADOR DE ESPUMA:

- ☐ Motor de 12 Voltios Corriente Directa
- ☐ Potenciómetro
- ☐ Transformador.

FIGURA 4

Reactor de Fermentación



LEYENDA

- 1 TAPA HERMETICA
- 2 SALIDA DE GAS
- 3 MUESTREADOR
- 4 SOPORTES
- 5 TUBO DE TIRO
- 6 BURBUJEADOR
- 7 INGRESO DE AIRE
- 8 CORTADOR DE ESPUMA
- 9 MOTOR ELECTRICO

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO		
TITULO: DIMENSIONES DE UN BIOREACTOR AIR-LIFT CON AIREACION INTERNA (BA AI-TI)		
ELABORADO POR: DRAZ AREVALO JESUS MOLOCHO HERRERA, RONALD	ESC. I-I	UM. CM
ASESOR: DRA. BLANCA ROMERO GUZMAN	PLANO: 1	

4.2.0 METODOS.

4.2.1 Procedimientos:

A. ACONDICIONAMIENTO DEL BIORREACTOR.

Se acondicionó un Biorreactor modelo "air lift", el cual se esterilizó vacío; para lo cual se empleó hipoclorito de sodio al 20% durante 5 minutos. El aire insuflado se esterilizó por burbujeo en una solución de NaCl al 30%.

B. ESTANDARIZACIÓN DEL INOCULO.

Se adquirió un cultivo en medio líquido de bacterias acéticas del laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNPRG.

Se indicó que el cultivo bacteriano tuvo una concentración de **2.30E +08** Bacterias acéticas /mL.

C. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE ALCOHOL ETÍLICO

C.1 PREPARACION DEL MOSTO.

El mosto se preparó con 10% de jugo de caña, 25% Vinagre, 10% de alcohol etílico y 55 % de agua potable, Urea (1g/L) y Fosfato de diamonio (3g/L). Se esterilizó el mosto dentro de un recipiente sellado herméticamente en autoclave a 121°C, 14.7 lb de presión durante 15 minutos. Posteriormente se enfrió el mosto a temperatura ambiente y luego se le añadió al bioreactor A su vez se le añadió 10% del cultivo bacteriano.

TABLA 3

Composición Del Mosto al 10% De Alcohol

Constituyente	Volumen 3000 (ml)
Jugo de Caña	300 ml
Etanol al (96°)	312.5 ml
Vinagre	450 ml
Agua	1937.5 ml
Fosfato de Diamonio	9.0 g
Urea	3.0 g

Nota. Los Autores

C.2 CARGA DEL BIOREACTOR.

Se vertió el mosto esterilizado en el bioreactor air lift, el cual contó con una entrada de aire esterilizado en una botella de solución de NaCl al 30%. El aire fue insuflado por una bomba para pecera. Se utilizó una piedra pómez como difusor de las burbujas de aire para una mejor distribución del oxígeno dentro del mosto.

C.3 FERMENTACION SUMERGIDA.

Una vez cargado el reactor se apreció lo siguiente:

El mosto inicial presento una coloración marrón oscuro y de aspecto turbio que con el transcurrir de los días se fue aclarando hasta un color amarillo de aspecto

claro; además se fue observando la agrupación de las bacterias que tuvo un aspecto de grumos algodonosos.

También se pudo apreciar la formación de espuma en la superficie del mosto, la cual fue controlada por el cortador de espuma.

La fermentación sumergida concluyó a los 5 días cuando el valor de la velocidad de acetificación tendía a ser constante, se obtuvo 2957 ml de vinagre de alcohol con una acidez promedio de 5.91 g/100 ml

C.4 REGISTRO DE DATOS.

Muestreo cada 24 horas durante los 5 días que duró el proceso, extrayéndose 600 ml del medio fermentativo para medir la concentración de acidez, grado alcohólico, y ph.

C.5 OBTENCIÓN DEL PRODUCTO.

El parámetro de concentración de alcohol llegó a 0.3 % (V/V), y la acidez comenzó a mantenerse estable, se retiró las **2/3** como producto final y la **1/3** parte restante quedo para ser usado como pie de cuba para el siguiente lote a fermentar. Se trabajó a temperatura ambiente.

C.6 ACABADO DEL VINAGRE.

Para estandarizar el producto se agregó 100 mg /l de meta bisulfito de sodio y para su clarificación se agregó 300 mg /l de carbón activado.

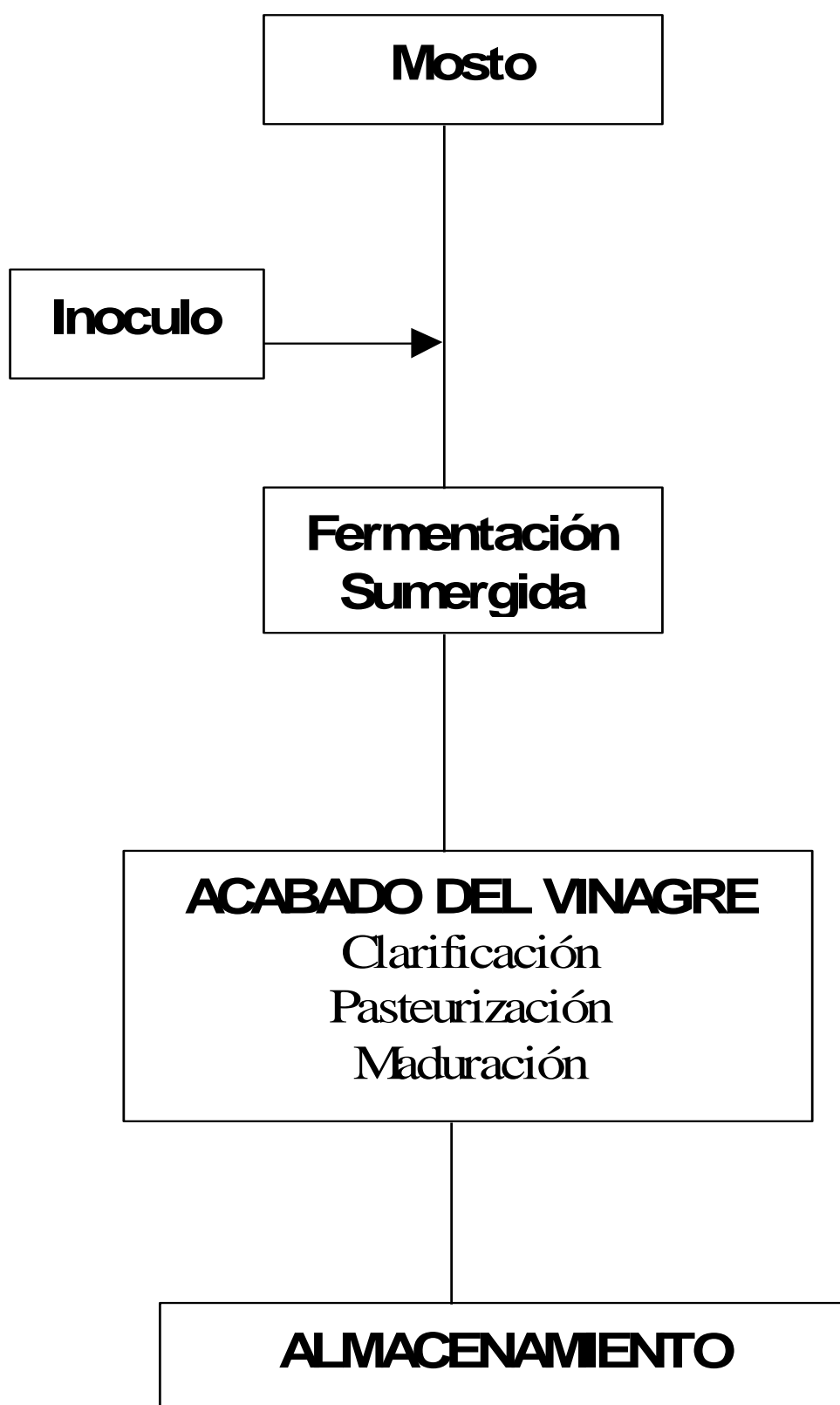
El vinagre fue pasteurizado a 60 °C por 15 min.

4.2.2 MÉTODOS ANALÍTICOS.

- Determinación de extracto seco Total. (NTP N° 209.021). Anexo 2.
- Determinación de cenizas (NTP N° 209.022). Anexo 3.
- Determinación de acidez Total (NTP N° 209.022).
Anexo 4
- Determinación de acidez volátil (NTP N° 209.022).
Anexo 5
- Determinación de acidez fija (NTP N° 209.022). Anexo 6.
- Determinación de alcalinidad de las cenizas (NTP N° 209.025). Anexo 7.
- Determinación de furfural (Método cualitativo). Anexo 8.
- Determinación de la densidad. (Método del Picnómetro).
Anexo 9.
- Determinación de pH (Método potenciométrico). Anexo 10.
- Determinación de SO₂ Total Y Libre. (Método Iodométrico). Anexo 11 y 12.
- Determinación del grado alcohólico (Método por destilación). Anexo 16.

FIGURA 5

Diagrama De Flujo



Nota. Los Autores

5.0 RESULTADOS.

5.1 CONTROL PERIODICO.

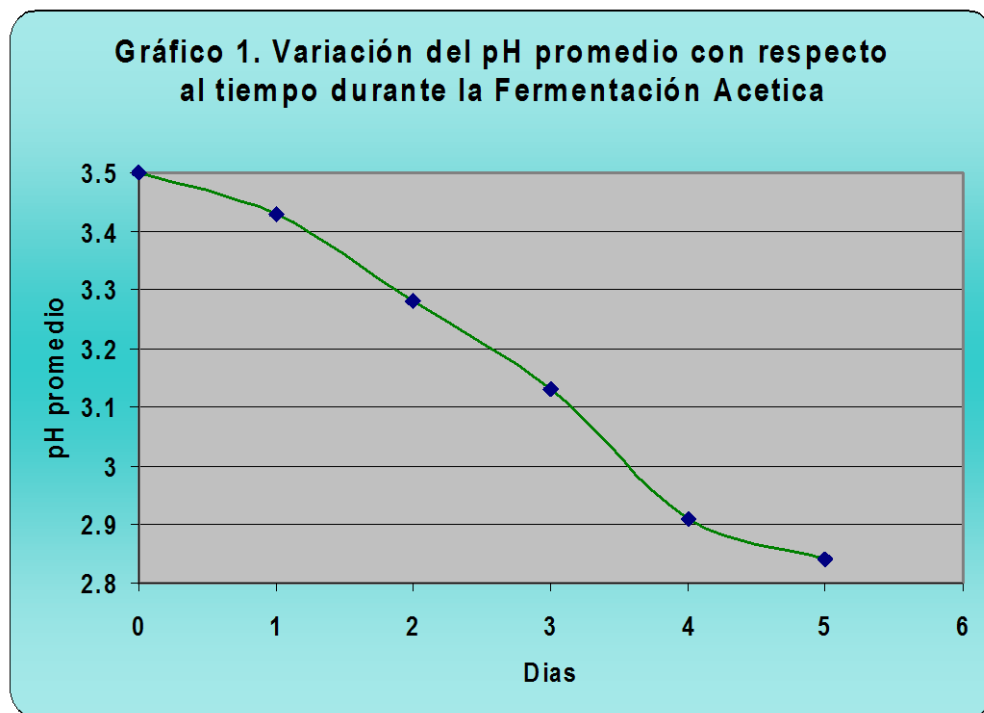
Se muestra cómo se realizaron los controles de pH, acidez total, durante los 5 días que duro la fermentación, el grado alcohólico solo pudo evaluarse al inicio y al final de la fermentación.

Tabla 4
Control Periódico

DIAS	ACIDEZ	Incremento Acidez	pH	° GL A 20° C
0	2.5	0.32	3.5	9.4
1	2.82	1.12	3.42	-
2	3.94	1.79	3.28	-
3	5.73	1.79	3.13	-
4	8.24	0.17	3.09	-
5	8.41	0.17	2.84	0.3

Nota. Los Autores

En el Grafico 1 y 2 se puede apreciar la disminución del pH con el paso del tiempo cada día hasta el 5, donde llegó a obtener un valor de 2.84



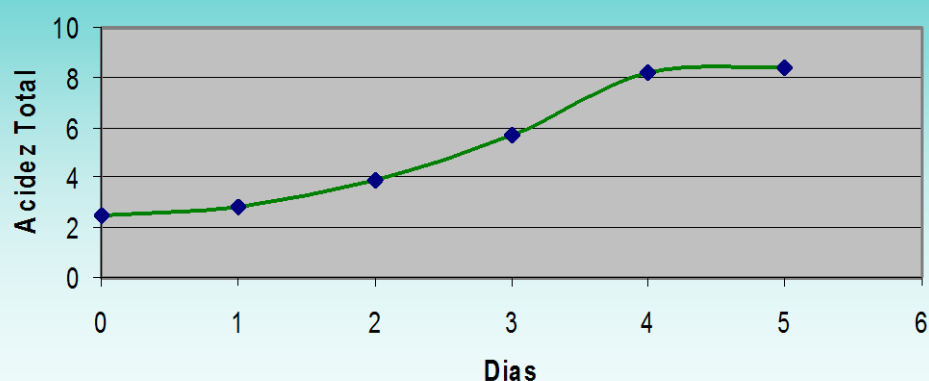
Nota. Los Autores



Nota. Los Autores

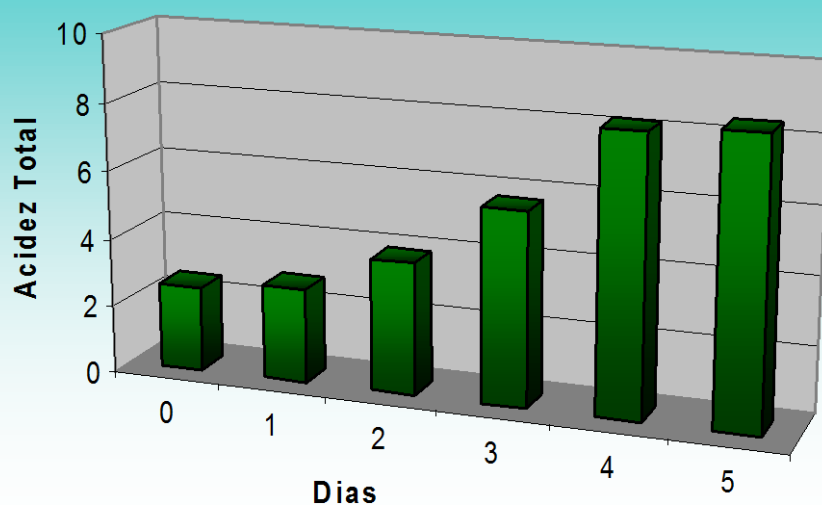
En el Grafico 3 y 4 se puede apreciar la formación del ácido acético con el paso del tiempo cada día hasta el 5, para luego tener un incremento descendente hasta el final de la acetificación, llegando a obtener 5.91 g/100ml de acidez total.

Grafico 3. Variación de la acidez total promedio con respecto al tiempo durante la fermentación Acética



Nota. Los Autores

Grafico 4. Variación de la Acidez Total Proemdio con respecto al tiempo durante la fermentación Acética .



Nota. Los Autores

5.2 ANALISIS DEL PRODUCTO.

5.2.1 ANALISIS ORGANOLÉPTICO.

Se presentan las características organolépticas del vinagre de alcohol obtenido, comparándolas con las normas de INDECOPI

TABLA 5

Análisis Organoléptico Del Vinagre De Alcohol Obtenido.

Caracteres Organolépticos	Vinagre de Alcohol	Caracteres Normados Por INDECOPI
Aspecto	Limpio	Limpio
Olor	Característico	Característico
Sabor	Característico	Característico
Color	Ámbar- amarillento	Incoloro o amarillento

Nota. Los Autores.

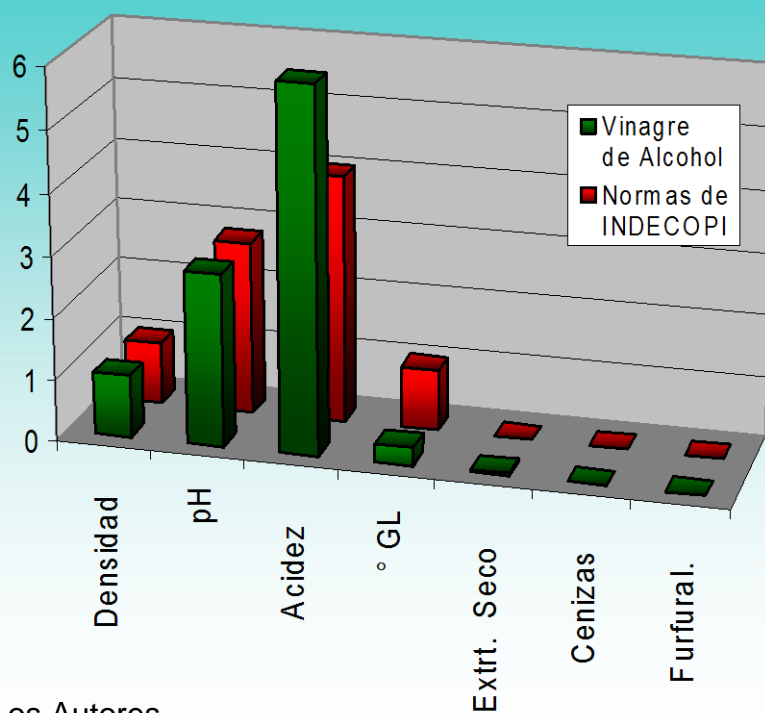
5.2.2 ANALISIS FISICOQUIMICO.

En la tabla 6 y Grafico 5 se presentan las características fisicoquímicas del vinagre de alcohol obtenido con una acidez de 5.91 g/ 100 ml en ácido acético comparándolas con las NORMAS DE INDECOPI

TABLA 6

Análisis Fisicoquímicos Promedio Del Vinagre De Alcohol Obtenido.

Caracteres Fisicoquímicos	Vinagre de Alcohol	Normas de INDECOPI
Densidad a 20 °C (g/ml)	1.0138	1.010 a 1.023
PH potenciométrico, mínimo	2.84	2.8
Acidez Total en gr de ácido acético por 100 ml, min.	8.41	4
Alcohol en volumen a 20° C máximo en %	0.3	1
Extracto Seco a 100 ° C	0.03	0.06 a 0.30
Cenizas Totales, mínimo en %	0.02%	0.02%
Furfural.	Exento	Exento

Nota. Los Autores.**Grafico 5 . Comparación de Resultados Obtenidos - INDECOPI***Nota.* Los Autores

5.2.3 ANALISIS ESTADÍSTICO.

En la tabla 7 se presentan la media aritmética de las características fisicoquímicas del producto obtenido con su Desviación Estándar.

TABLA 7

Análisis Estadístico Del Vinagre De El Alcohol Obtenido.

Caracteres Fisicoquímicos	Media	D.S
Densidad a 20 °C (g/ml)	1.0138	0.003
PH potenciométrico, mínimo	3.01	0.194
Acidez Total en gr de ácido acético por 100 ml, min.	8.41	0.457
Alcohol en volumen a 20° C máximo en %	0.3	0.071
Extracto Seco a 100 ° C	0.03	0.054
Cenizas Totales, mínimo en %	0.02%	0.045
Furfural.	0	0

Nota. Los Autores.

5.3 RENDIMIENTO.

La cantidad de ácido acético obtenido es de 174.64 g. Entonces el rendimiento de la fermentación acética es del 58.06 %.

Para mayor información sobre los cálculos revisar el anexo 17.

$$R = \frac{174,64}{300.77} \times 100$$

$$R = 58.06 \%$$

6.0 DISCUSION.

- La acidez total real obtenida durante la producción del vinagre por fermentación sumergida a partir de un mosto al 10° GL, fue de 5.91 g/100 ml. Este valor es menor al de Alva y Romero (2001) quienes reportaron 67.68 g/100 ml a partir de un mosto de 8 ° GL y Castillo y Chavarri (2004) quienes reportaron 59.85 g/100 ml a partir de un mosto de 11 ° GL.
- El rendimiento real obtenido durante la producción del vinagre por fermentación sumergida fue de 58.06 %. Este valor es menor al de Alva y Romero (2001) quienes reportaron 78.1 % y Castillo y Chavarri (2004) quienes reportaron 65.58%.
- El producto obtenido cumple con las Normas Técnicas establecidas por INDECOPi en lo que respecta a los caracteres organolépticos y fisicoquímicos para el producto

7.0.- CONCLUSIONES.

- Los Objetivos trazados fueron satisfactoriamente alcanzados, obteniendo un vinagre que haciendo uso de alcohol etílico de 96 °GL como sustrato, cumple con las Normas Técnicas establecidas por INDECOPi en lo que respecta a los caracteres organolépticos y fisicoquímicos.
- Se comprobó que la hipótesis formulada es verdadera, pues se pudo obtener vinagre por fermentación sumergida utilizando alcohol etílico como sustrato.
- El rendimiento de la fermentación acética es de 58.01 %, el cual se puede considerar aceptable, pudiendo mejorarse a escala industrial.
- El proyecto es de carácter ecológico y natural, pues la composición de las materias primas y del producto obtenido son biodegradables y biometabolizables por ende no representan ningún peligro ni para el ecosistema ni para los consumidores del producto.

8.0- RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de optimización para los parámetros de producción de este proceso.
- Es indispensable desarrollar y ejecutar las Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso.
- Tener el cuidado de que la urea y el fosfato de Amonio no estén contaminados con algún insecticida o tipo de reactivo que pueda inhibir la fermentación acética.
- Se recomienda trabajar con diluciones mayores de 8% de acético para disminuir el riesgo de la proliferación de microorganismos indeseados como al anguilula que es un nematodo responsable de las enfermedades del vinagre.

9.0.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. MADRID, A. (1993). Nuevo Manual de Industrias Alimentarias. Edit. Mundi-Prensa, Madrid, España 250 – 251.
2. ALVA, R. Y ROMERO, J. (2001). Obtención de vino y vinagre de banana [Tesis de Pre Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú].
3. BOURGEOIS, C. Y LARPEN, J (1980). Microbiología Alimentaria, Vol. II Fermentaciones Alimentarias. Edit. Acribia S.A, Zaragoza España, 21-36
4. Biotecvida (2004). www.freewebs.com/biotecvida9/acetica.htm
5. ERTOLA, R., YANTORNO, O. y MIGNONE, C. (1994). Microbiología Industrial. Edit. Limusa, México, 104 – 115.
6. JAGNOW, G. Y DAWID, W. (1991). Biotecnología Introducción con experimentos Modelo. Edit. Acribia, Zaragoza- España 25-35.
7. INDECOPI (1970). Normas Técnicas Nacionales Para El Vinagre 209.020 – 209.065
8. OWEN P. WARD. (1989). Biotecnología de la fermentación. Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España
9. THOMAS D. BROCK Y MICHEL T. MADIGAN. (1999) Microbiología Edit. Prentise Hall Hispanoamericana S.A. sexta edición México 819 - 830
10. Alcoholes. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-06.php>

11. RENE SCRIBAN (1984) Biotecnología 2ª Edición, Edit. El Manual Moderno, México. 360-371.

10. ANEXOS

ANEXO 1
VINAGRE
(NTP N° 209.020)

1.0 OBJETO:

1.1 La presente Norma establece las definiciones, clasificación y métodos de ensayo y los requisitos del vinagre.

1.2 Los vinagres importados están sujetos a cumplir con lo estipulado en la presente Norma.

2.0 DEFINICIONES Y CLASIFICACION

2.1 Vinagre

Es un producto resultante de la fermentación acética de bebidas alcohólicas de diluciones de alcohol etílico.

2.2 Clasificación

De Vino (resultante de la fermentación acética del vino); de Alcohol (resultante de la fermentación acética de la dilución de alcohol rectificado); Otros vinagres (obtenidos por la fermentación acética de bebidas alcohólicas de cereales, de frutas o de hidromiel)

3.0 ELABORACION:

Se permite las operaciones y adiciones siguientes:

Adicionar coloración con caramelo solo para el vinagre de alcohol, agregar sustancias aromáticas no nocivas a la salud, admitidas por la autoridad competente, se puede pasteurizar, agregar clarificante autorizado, utilizar anhídrido sulfuroso a la dosis máxima de 450 mg/l como SO₂ total y 50 mg/l como SO₂

libre, la adición de no más de 200 mg/l de fosfatos y sulfatos alcalinos o alcalinos- térreos

En la elaboración de vinagre no se permite:

Empleo de ácido acético u otros ácidos de origen minerales u orgánicos, materias colorantes naturales o artificiales excepto con caramelo, mezcla de vinagres de distinto origen, conservadores a excepción del anhídrido sulfuroso ni esencias o productos sintéticos

4.0 REQUISITOS

El vinagre de alcohol debe de cumplir los siguientes:

Caracteres organolépticos.

Aspecto	: Límpido
Olor	: Característico
Sabor	: Característico
Color	: Incoloro o amarillento

Características fisicoquímicas:

Densidad a 20° C	1.005 a 1.013
pH potenciométrico, mínimo	2.8
Acidez total en gramos de ácido acético por 100 ml, mínimo.	4
Alcohol en volumen a 20 ° C, máximo	1%
Extracto seco a 100° C, mínimo	0.06 a 0.3%
Cenizas totales, mínimo	0.02%
Reacción de cenizas	Neutra
Furfural	Exento

ANEXO 2

METODO PARA DETERMINAR EL EXTRACTO SECO TOTAL (NTP N ° 209.021)

1. OBJETIVO

1.1 Determinar el extracto seco total del vinagre.

2. METODOS DE ENSAYO.

2.1 Aparatos

2.1.1 Una cápsula

2.1.2 Una probeta graduada

2.1.3 Un baño maría

2.1.4 Una estufa.

2.2 Reactivos

2.2.1 Agua destilada

2.3 Procedimiento

2.3.1 Se evapora al baño maría en una cápsula, 50 ml de vinagre, hasta consistencia de jarabe

2.3.2 Se trata el residuo con 50 ml de agua, se evapora de nuevo hasta consistencia de jarabe y se repite la adición de agua y la evaporación dos veces más, a finde eliminar completamente el ácido acético.

2.3.3 Luego se deseca en al estufa durante 2.5 horas, se deja enfriar en el desecador y se pesa.

2.4 Expresión de resultados

2.4.1 El peso del extracto así obtenido se multiplica por dos, para tener el extracto por 100 ml de vinagre.

3.0 CÁLCULOS DEL EXTRACTO SECO TOTAL: (NTP N ° 209.021)

❖ Peso de la Cápsula (PC)	=	104.18 g.
❖ Volumen de la muestra (M)	=	50.00 ml.
❖ Peso de la cápsula más la muestra (PC + M)	=	156.11g.
❖ Peso de la muestra (PM)	=	51.93
❖ Peso Final (PF)	=	105.68 g.

Ejemplo:

$$\% \text{ EST} = (\text{PF} - \text{PC}) \times 2$$

$$= (105.68 - 104.18) \times 2$$

$$= 3.1 \%$$

$$= 0.031$$

Tabla 8

Valores de Extracto Seco Obtenidos.

N° Experiencias	Extracto Seco
1	0.024
2	0.031
3	0.028
4	0.033
5	0.15

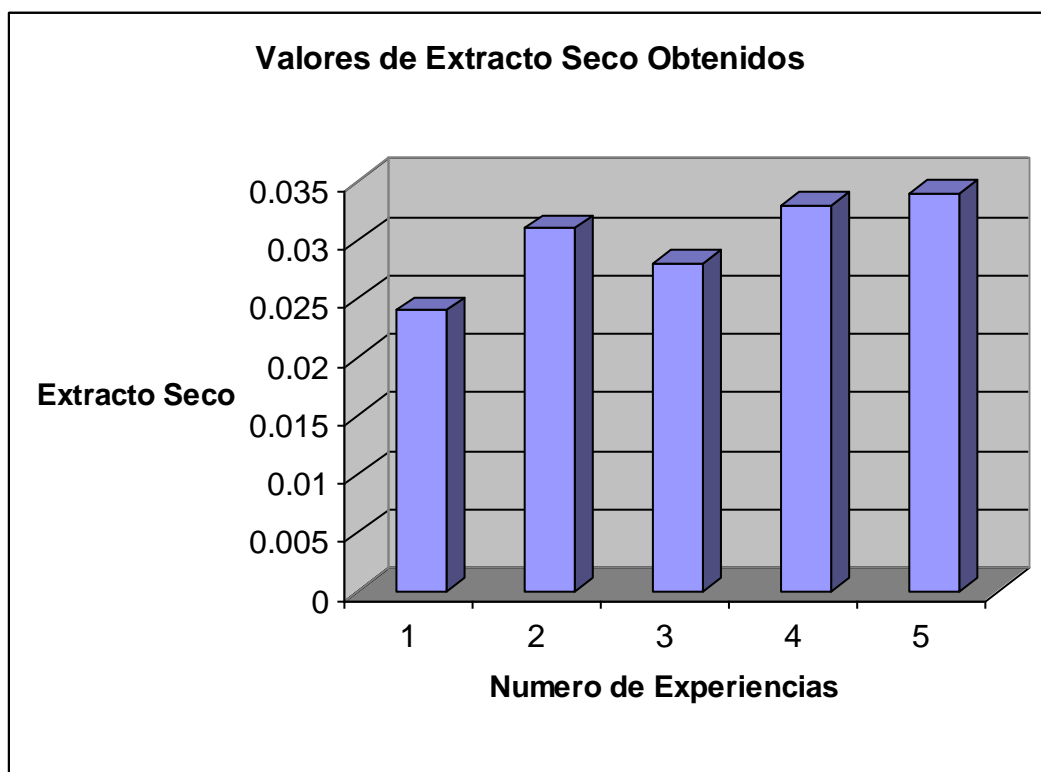
Nota. Los Autores.

❖ **Extracto Seco promedio:**

$$= \frac{0.024 + 0.031 + 0.028 + 0.033 + 0.150}{5}$$

$$= 0.03$$

Grafico 6.



Nota. Los Autores.

ANEXO 3

METODO PARA DETERMINAR LAS CENIZAS (NTP N ° 209.022)

1. OBJETIVO

1.1 Determinar las cenizas en el vinagre.

2. DEFINICIONES

2.1 Cenizas.- Producto que queda luego de incinerar el residuo obtenido por evaporación del vinagre conducida de manera tal que se obtenga la totalidad de los cationes (excluyendo el radical amonio) bajo la forma de carbonatos y otras sales anhidras.

3. METODOS DE ENSAYO.

3.1 Principio del método.- Se calcina el extracto obtenido de una muestra previamente medida, entre 500° C y 550 ° C hasta combustión completa del carbono. Se deja enfriar las cenizas en un desecador y se pesan. La cantidad de cenizas se expresa en gramos por litro y se calcula el resultado con al aproximación de 0.03 g.

3.1 Aparatos.

3.2.1 Una Balanza analítica

3.2.2 Una mufla capaz de alcanzar 525 ° C +/- 25 ° C

3.2.3 Un baño maría

3.2.4 Una placa refractaria o un evaporador infrarrojo.

3.2.5 Una cápsula de platino fondo plano de 70 mm de diámetro y 25 mm de altura

3.2.1 Un desecador que contenga sustancias desecadoras.

3.3 Reactivos

3.3.1 Agua destilada

3.4 Procedimiento

- 3.4.1** Se tara la cápsula de platino con precisión de 0.1 mg y se colocan en ella 50 ml de muestra.
- 3.4.2** La muestra contenida en la cápsula de platino se evapora con precaución, en el baño maría hirviente.
- 3.4.3** El extracto seco obtenido se calienta durante aproximadamente media hora, a temperatura moderada, bajo una placa refractaria o bajo un evaporador al infrarrojo, hasta carbonización.
- 3.4.5** Se retira la cápsula de la mufla y se deja enfriar, se añade 5 ml de agua destilada que se evapora de inmediato sobre un baño maría o bajo un evaporador al infrarrojo y se coloca nuevamente a la mufla mantenida a 525 ° C +/- 25 °C.
- 3.4.6** Si después de 15 minutos no ha terminado la combustión de las partículas carbonosas, se repite la misma operación de lavado de las partículas carbonosas, la evaporación del agua y la recalcinación.
- 3.4.7** Se deja enfriar en un desecador que contenga un desecante adecuado y se pesa con la precisión de 0.1 mg.

3.5 Cálculo de resultados

3.5.1 Siendo:

C₁: el contenido de cenizas, en gramos por litro.

G_c: el peso de la cápsula con las cenizas, en gramos.

G: el peso de la cápsula vacía (tara), en gramos.

V: el volumen de muestra ensayada, en ml (50 ml)

$$C_1: \frac{(G_c - G) \times 1000}{V}$$

3.7 Informe.

Se indica

- a) Número de la muestra y/o cualquier otra indicación que la caracterice.
- b) Contenido de cenizas en gramos por litro.

4.0 CALCULO DE LAS CENIZAS: (NTP N ° 209.022)

- ❖ Peso de la Cápsula Vacía (G) = 104.18 g.
- ❖ Volumen de la muestra (V) = 50.00 ml.
- ❖ Peso de la cápsula más cenizas (G_c) = 241.36 g.

Ejemplo :

$$\begin{aligned} C1 &= \frac{(G_c - G) \times 1000}{V} \\ &= \frac{(104.1885 - 104.18) \times 1000}{50} \\ &= 0.177 \text{ g/l} \\ &= 0.0177 \% \end{aligned}$$

Tabla 9

Valores Cenizas Totales Obtenidas.

N° Experiencias	CENIZAS
1	0.177
2	0.188
3	0.122
4	0.224
5	0.238

Nota. Los Autores.

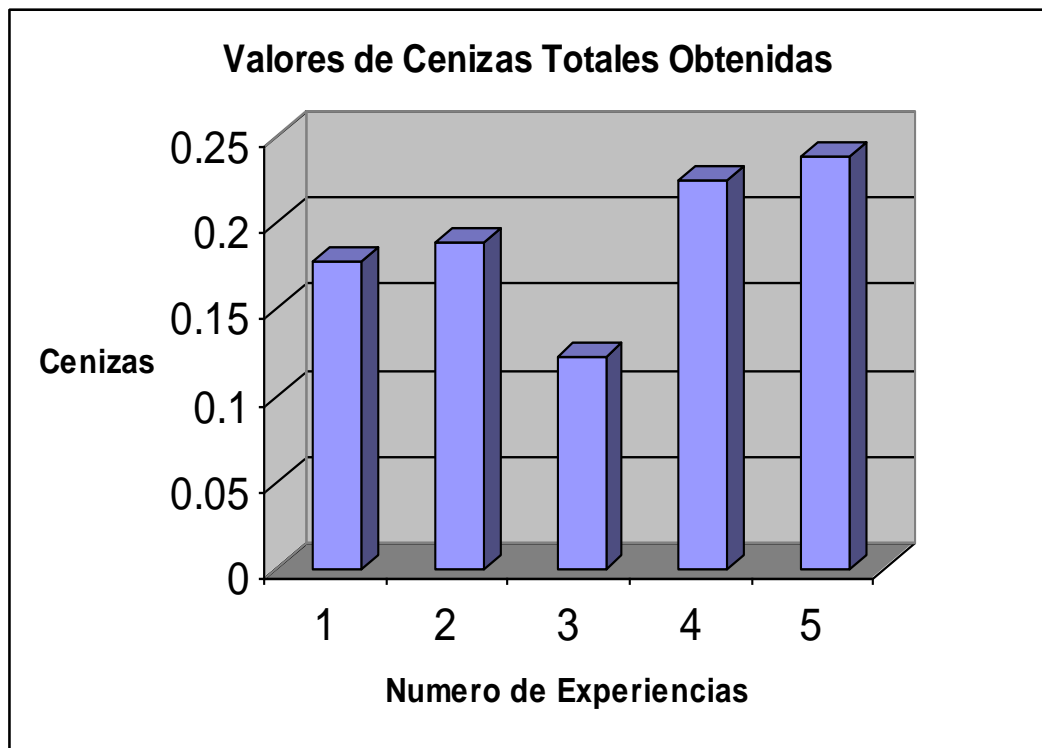
❖ **Cenizas Promedio :**

$$= \frac{0.177 + 0.188 + 0.122 + 0.224 + 0.238}{5}$$

$$= 0.190 \text{ g/l}$$

$$= 0.019 \%$$

Gráfico 7.



Nota. Los Autores.

ANEXO 4

METODO PARA DETERMINAR LA ACIDEZ TOTAL. (NTP N° 209.026)

1. OBJETIVO

1.1 Determinar la acidez total en el vinagre.

2. PRINCIPIO: Los gramos de ácido acético en 100 ml. de vinagre se obtendrán por medio de una solución conocida de álcali.

2. MATERIALES Y REACTIVOS.

- Pipeta de 10 ml y 5 ml .
- Matraz aforado de 100 ml .
- Dos Erlenmeyer.
- Bureta y soporte.
- Embudo.
- Dos vasos de precipitación de 250 ml.
- Muestras de vinagre.
- Frasco con agua destilada.
- Solución de indicador de fenolftaleína .
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N.

2.2 PROCEDIMIENTO.

- Colocar con una pipeta 10 ml de muestra de vinagre dentro de un matraz aforado de 100 ml para luego completar la solución hasta 100 ml con agua destilada
- Tapar e invertir el matraz para mezclar.
- Colocar con una pipeta 25 ml de este vinagre diluido dentro de un erlenmeyer de 100 ml y añadir unas gotas de fenolftaleína como indicador (la solución debe de permanecer incolora al añadir el indicador).
- Llena con NaOH 0.1 N la bureta previamente lavada

- Anotar el volumen alcanzado de hidróxido en la bureta, dejarlo caer lentamente sobre los 25 ml de la solución de vinagre hasta que la solución toma un color rosado muy pálido.
- La solución será neutra en este momento, anotar el gasto de NaOH.

Cálculos:

$$\text{g/l Ac. Acético} = \frac{\text{GASTO} \times 0.1 \times 0.060 \times 100}{2.5}$$

Por lo tanto en 100 ml de vinagre contienen:

$$\frac{0.006 \times \text{GASTO}}{2.5} \times 100$$

En forma simplificada:

$$0.24 \times \text{GASTO}$$

3.0 CALCULO DE LA ACIDEZ TOTAL: (NTP N ° 209.026)

Ejemplo:

$$\% \text{ de ácido acético} = \text{Gasto} \times 0.24$$

$$= 37 \times 0.24$$

$$= 8.88$$

Tabla 10

Valores de Acidez final Total Obtenida.

N° Experiencias	Ac. Total
1	8.31
2	7.69
3	8.88
4	8.67
5	8.55

Nota. Los Autores.

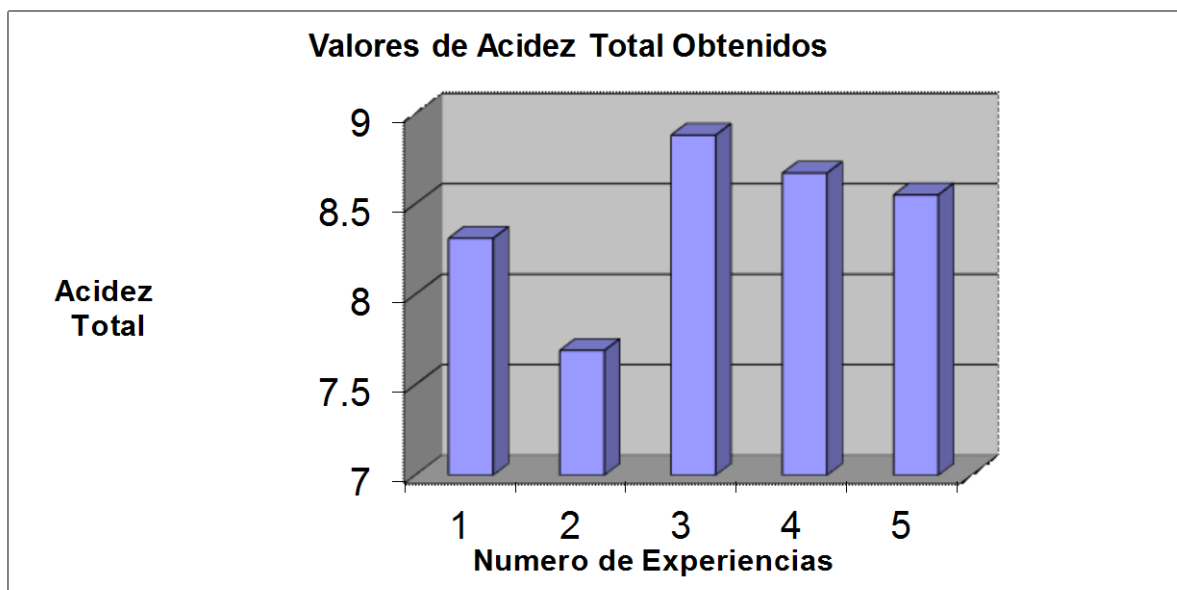
❖ **Acidez Total Promedio:**

$$= \frac{8.31 + 7.69 + 8.55 + 8.67 + 8.88}{5}$$

$$= 8.41$$

- ❖ **Observación:** Teniendo en cuenta que inicialmente el mosto contó con una acidez inicial de 2.5 %, esto da lugar a que el valor de 8.41 sea una acidez total aparente, siendo por lo tanto la acidez Total real producida en el proceso de $8.41 - 2.5 = 5.91$ %. Este dato es el que se usará para el cálculo del rendimiento real. (ver anexo 17)

Grafico 8.



Nota. Los Autores.

ANEXO 5
DETERMINACIÓN DEL CÁLCULO DE LA ACIDEZ VOLATIL
(NTP N ° 209.023)

1. OBJETIVO

1.2 Determinar mediante cálculo, la acidez volátil en el vinagre.

2. DEFINICIONES

2.1 **Acidez Volátil.-** Constituida principalmente por el ácido acético presente en el vinagre.

3. METODOS DE ENSAYO.

3.1 **Principio.-** Se calcula la acidez volátil a partir de los datos de acidez total y la acidez fija del vinagre.

3.2 Cálculos :

3.2.1 La acidez Volátil se encuentra por la diferencia entre la acidez total y la acidez fija, expresada en miliequivalentes.

3.2.2 La diferencia en miliequivalentes se multiplica por 0.0060 que es el factor en ácido acético.

4.0 CALCULO de ACIDEZ Volátil: (NTP N ° 209.023)

Ejemplo:

$$\begin{aligned}\text{Acidez volátil} &= \text{Acidez Total} - \text{Acidez fija} \\ &= 8.41 - 0.0074 \\ &= 8.403\end{aligned}$$

ANEXO 6

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ FIJA. (NTP N° 209.024)

1. OBJETIVO

1.1 Determinar la acidez fija en el vinagre.

2. DEFINICIONES

2.1 **Acidez Fija.-** Determinada por los ácidos no volátiles que se encuentran en el vinagre.

3. METODOS DE ENSAYO.

3.1 **Principio.-** Determinar la acidez fija del vinagre usando como indicador la fenolftaleína.

1.2 Aparatos.

3.2.1 Platillo de porcelana de 200 ml.

3.2.2 Una placa refractaria.

3.3 Reactivos

3.3.1 Agua destilada

3.3.2 Hidróxido de sodio o potasio al 0.1 N.

3.3.3 Fenolftaleína.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Se coloca 10 ml de vinagre en el platillo de porcelana y se evapora a sequedad.

3.4.2 Se agregan 5 a 10 ml de agua y se evapora a sequedad nuevamente.

3.4.3 Se repite esta operación hasta haber efectuado por lo menos 5 evaporaciones.

3.4.5 Se valora con álcali 0.1 N usando fenolftaleína como indicador.

3.5 Expresión de resultados

3.5.1 Los resultados se expresan en miliequivalentes.

3.5.2 Para calcular los resultados en gramos por 100 ml se multiplica por 0.0600 g que es **el factor del ácido acético**

4.0 CALCULO de ACIDEZ FIJA: (NTP N ° 209.024)

Ejemplo:

$$\begin{aligned}\% \text{ de ácido acético} &= \text{Gasto} \times 0.06 \\ &= 0.1 \times 0.06 \\ &= 0.006\end{aligned}$$

Tabla 11

Valores de acidez fija obtenidos.

N° Experiencias	Ac. Fija
1	0.009
2	0.006
3	0.005
4	0.005
5	0.012

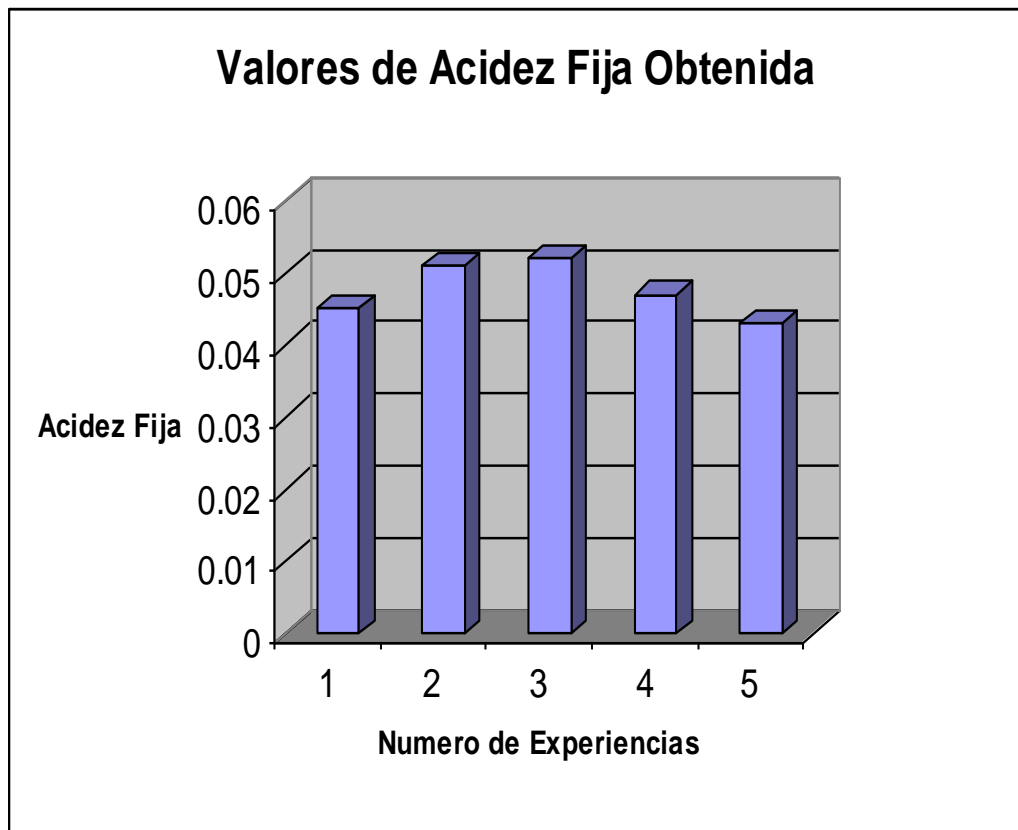
Nota. Los Autores.

❖ **Ac. Fija Promedio :**

$$= \frac{0.009 + 0.006 + 0.005 + 0.005 + 0.012}{5}$$

$$= 0.0074$$

Gráfico 8.



Nota. Los Autores.

ANEXO 7

DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS (NTP N ° 209.025)

1. OBJETIVO

1.3 Determinar la alcalinidad de las cenizas.

2 METODOS DE ENSAYO.

2.1 Preparación de la muestra. - Se utilizan las cenizas obtenidas de acuerdo a la Norma ITINTEC 209.022 Vinagre

2.2 Procedimiento

- 2.2.1** Agregar agua destilada a las cenizas obtenidas según 2.1 calentando hasta ebullición.
- 2.2.2** Se filtra con papel filtro exento de cenizas y se lava éste con agua destilada caliente hasta que el filtrado y el agua de lavado midan 60 ml aproximadamente.
- 2.2.3** Se enfría el filtrado (2.2.2) y se lava con ácido clorhídrico 0.1N usando naranja de metilo como indicador.
- 2.2.4** Se vuelve a poner el papel filtro y su contenido en la cápsula.
- 2.2.5** Se calienta sobre una placa refractaria o bajo un evaporador al infrarrojo hasta carbonización, se deja enfriar y se pesa.
- 2.2.6** Se agrega a las cenizas en la cápsula en exceso de ácido clorhídrico (usualmente 10 a 15 ml) se calienta hasta ebullición incipiente y se enfría.
- 2.2.7** Se transfiere cuantitativamente a un Erlenmeyer y se valora el exceso de ácido clorhídrico con NaOH 0.1N, usando naranja de metilo como indicador.

2.3 Expresión de resultados.

2.3.1 Alcalinidad de las cenizas solubles. - El resultado se expresa por el número de ml de ácido clorhídrico 1N requeridos para neutralizar las cenizas solubles de 100 ml de vinagre.

3.0 CALCULO DE LA ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS.

Ejemplo:

Las cenizas tratadas fueron 0.19

Número de ml de ácido clorhídrico

1N para la neutralización = 0.8 ml

Tabla 12

Valores de Alcalinidad de Cenizas Obtenidos.

N° Experiencias	Alcalinidad Cenizas
1	0.8
2	0.84
3	0.78
4	0.78
5	0.76

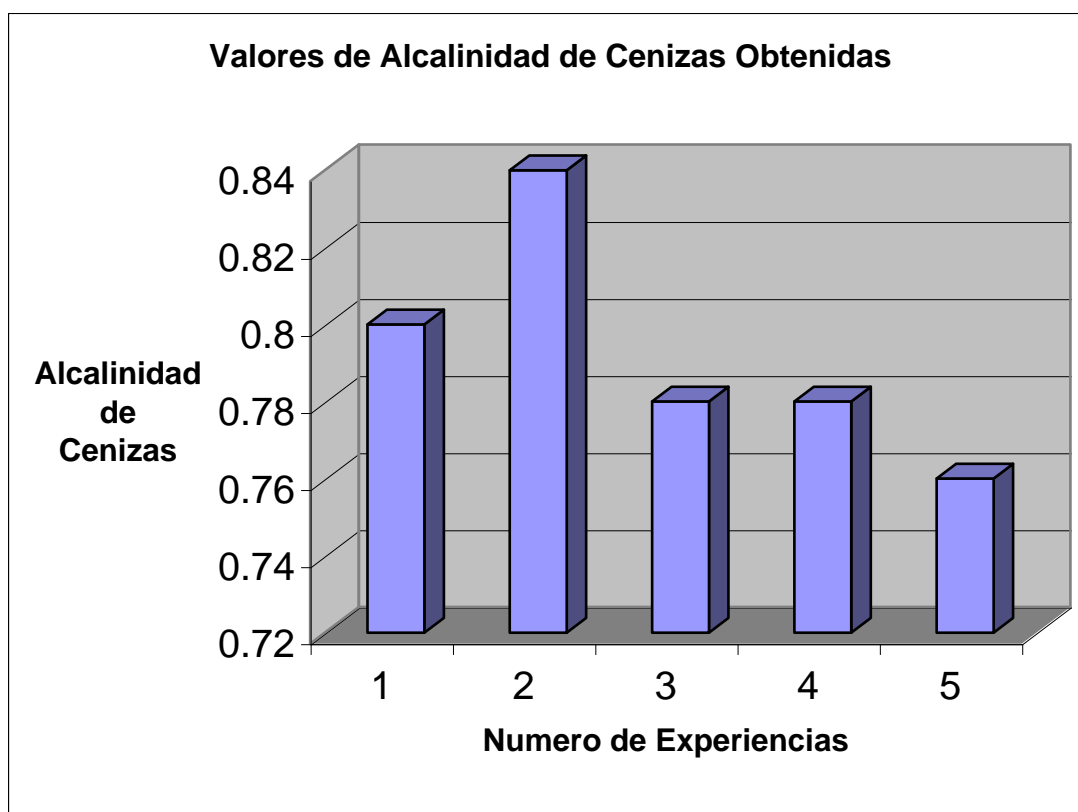
Nota. Los Autores.

❖ Alcalinidad de las cenizas Promedio:

$$= \frac{0.8 + 0.84 + 0.78 + 0.78 + 0.76}{5}$$

$$= 0.79$$

Grafico 10.



Nota. Los Autores.

ANEXO 8

METODO PARA DETERMINACIÓN DE FURFURAL.

Se emplea para investigar el agregado de vinagre de madera

1.0 Aparatos:

- Equipo de Destilación

2.0 Reactivos:

- Anilina pura
- CH_3COOH puro

3.0 Método Operativo

Destilar 20 a 25 de la muestra y en 1 o 2 ml del destilado se investiga furfural mediante la técnica siguiente:

A los ml del destilado se le agregan X gotas de anilina y 1 ml de CH_3COOH puro, agitar y dejar en reposo.

4.0 Interpretación:

En caso positivo aparece al cabo de cierto tiempo una coloración roja.

Tabla 13

Análisis De Las Muestras

N° Muestra	Furfural
1	(-)
2	(-)
3	(-)
4	(-)
5	(-)

Nota. Los Autores.

ANEXO 9

METODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD. (Método del Picnómetro)

1.0 Principio. - La densidad es una constante física de gran importancia en un análisis general. Esta dada por la relación del Peso de un cuerpo y el Peso de un volumen de agua destilada a 4 °C

2.0 Método Operativo.

Pesar el Picnómetro (P. P)

Pesar el Picnómetro más agua (P H₂O)

Pesar el Picnómetro con la muestra (P. M.)

$$\frac{P. M. - P. P.}{P. H_2O - P. P}$$

3.0 CALCULO DE LA DENSIDAD

Ejemplo:

$$= \frac{78.411 - 28.555}{77.731 - 28.555}$$

$$= 1.038$$

Tabla 14

Valores de las Densidades Obtenidas.

N° Experiencias	Densidad
1	1.0151
2	1.017
3	1.01
4	1.0138
5	1.0133

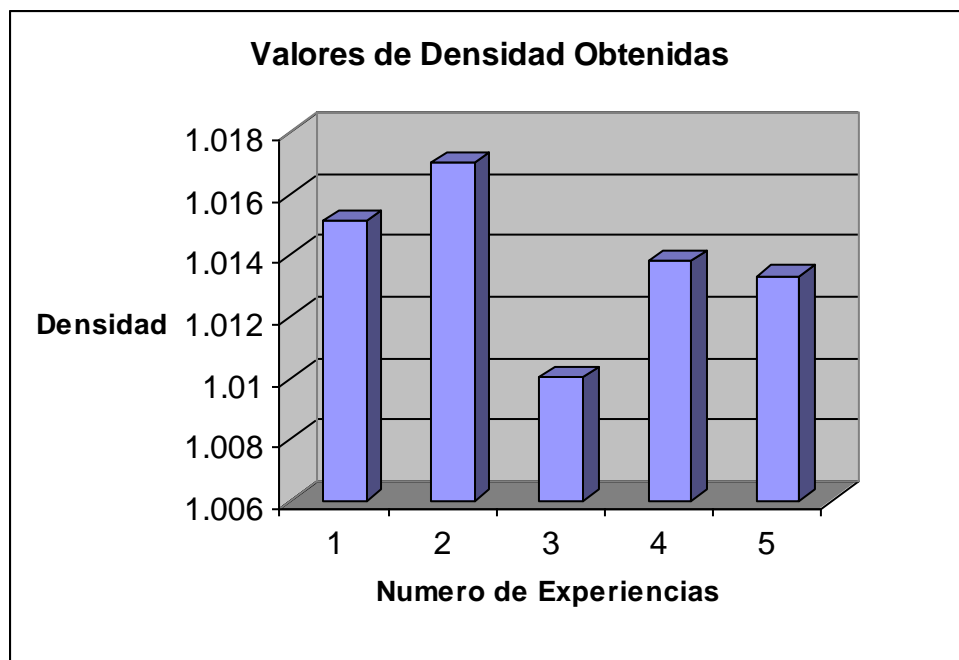
Nota. Los Autores.

❖ **Densidad Promedio :**

$$= \frac{1.0151 + 1.0170 + 1.0100 + 1.038 + 1.0133}{5}$$

$$= 1.038$$

Gráfico 9.



Nota. Los Autores.

ANEXO 10

METODO PARA DETERMINACIÓN DEL pH. (Método Potenciométrico)

1.0 Aparatos.

- Potenciómetro.

2.0 Reactivos.

- Solución Buffer. pH 4

3.0 Método Operatorio.

- Calibrar el potenciometro con la solución Buffer.
- Colocar la muestra.
- La lectura se realiza directamente.

Tabla 15

Valores de pH Obtenidas al final de la fermentación.

N° Experiencias	pH
1	2.86
2	2.8
3	2.78
4	2.82
5	2.85

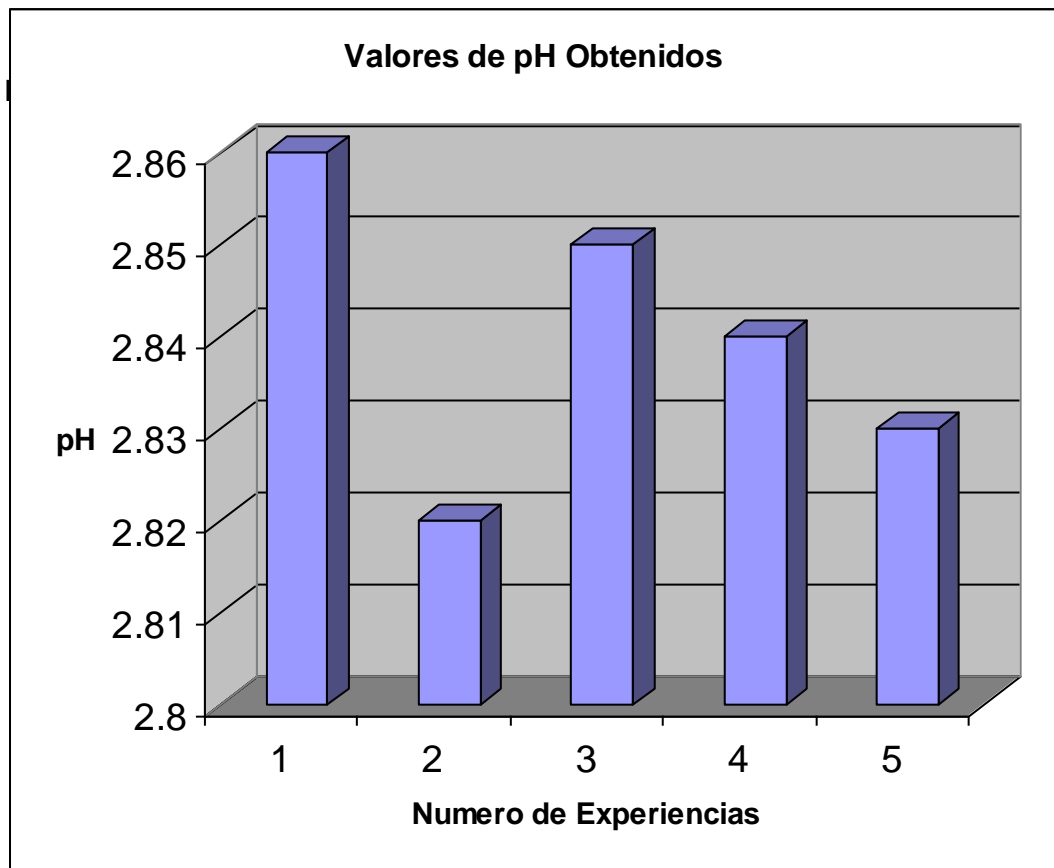
Nota. Los Autores.

❖ pH final promedio:

$$= \frac{2.86 + 2.8 + 2.78 + 2.82 + 2.85}{5}$$

$$= 2.84$$

Grafico 12.



Nota. Los Autores.

ANEXO 11

METODO PARA DETERMINAR ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL

1.- Materiales y Reactivos:

Probeta de 50 ml
Erlenmeyer de 250 ml
Pipetas de 1.5 y 10 ml
Solución al 1/3 de H₂SO₄
Solución de NaOH al 3 N
Solución de Almidón al 1 %
Solución de Yodo 0.1 N
Tapones de Jebe

2.- Procedimientos:

- ❖ Colocar 50 ml de la muestra en una probeta para luego llevarlo a un Erlenmeyer de 250 ml y adicionar 25 ml de la solución de NaOH, agitar, tapar y se dejar reposar por 20 minutos.
- ❖ Adicionar 10 ml de H₂SO₄ 1/3 agitar, tapar, luego agregar 2 ml de la solución de almidón, agitar y cubrir con el tapón de jebe.
- ❖ Titular con una solución de yodo 0.1 N concluyendo la titulación cuando al caer una gota de yodo se colorea el liquido violeta o azul y de manera permanente durante 15 segundos.

3.- Cálculos:

$$\text{mg SO}_2 \text{ Total / Lt} = \text{Gasto} * 5 * 12.8$$

$$\text{mg SO}_2 \text{ Total/ Lt} = 0.05 \times 5 \times 12.8$$

$$= 3.2$$

Tabla 16

Valores de las SO2 Total

N° Experiencias	SO2 Total
1	3
2	3.2
3	3.3
4	3.5
5	3.4

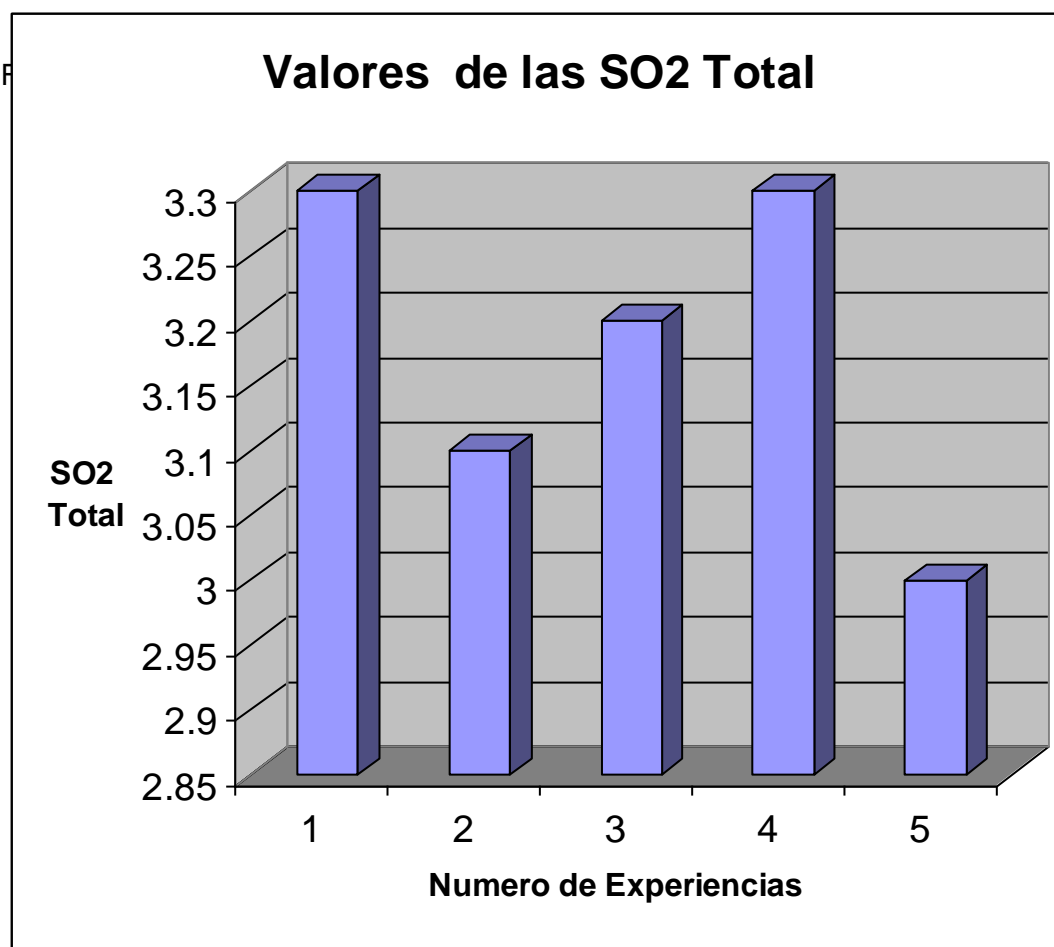
Nota. Los Autores.

❖ **Densidad Promedio:**

$$= \frac{3.0 + 3.3 + 3.2 + 3.5 + 3.4}{5}$$

$$= 3.28$$

GRAFICO 13.



Nota. Los Autores.

ANEXO 12

METODO PARA DETERMINAR ANHIDRIDO SULFUROSO LIBRE

1.- Procedimientos:

- ❖ Colocar 50 ml de la muestra en una probeta y se vierte en un Erlenmeyer, se adiciona 5 ml de H_2SO_4 al 1/3, agitar, agregar 2 ml de la solución de Almidón, agitar y tapar con el tapón de jebe.
- ❖ Titular con una solución de yodo 0.1 N para finalizar cuando al caer una gota de yodo se colorea el liquido violeta o azul y de manera permanente durante 15 segundos.

2.- Cálculos:

$$\text{mg SO}_2 \text{ Libre} / \text{Lt} = \text{Gasto} * 5 * 12.8$$

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{mg SO}_2 \text{ Libre} / \text{Lt} &= 0.05 \times 5 \times 12.8 \\ &= 3.2 \end{aligned}$$

Tabla 17

Valores de las SO2 Libre

N° Experiencias	SO2 Libre
1	2.4
2	2.8
3	2.5
4	2.8
5	2.6

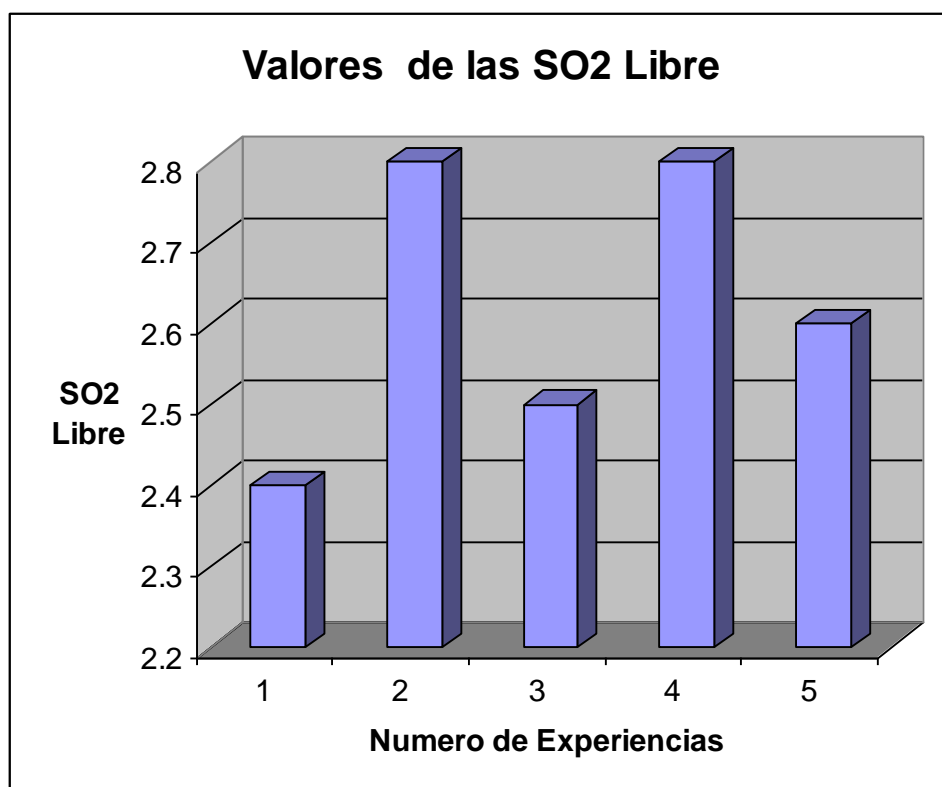
Nota. Los Autores.

❖ **SO2 Promedio:**

$$= \frac{2.4 + 2.8 + 2.5 + 2.8 + 2.6}{5}$$

$$= 2.62$$

GRAFICO 14.



Nota. Los Autores.

ANEXO 13
METODO PARA LA IDENTIFICACION DE VINAGRE OBTENIDO POR
FERMENTACION ACETICA (*REACCION DE KRASZEWSKI*)
(NTP N ° 209.061)

1.-OBJETIVO: Identificar el vinagre obtenido por fermentación acética.

2.- MATERIALES:

Ampolla de Decantación

Capsula de Porcelana

Baño Maria

3.- REACTIVOS:

NaOH en solución acuosa 4 gr / 100 ml

H₂SO₄ AL 10 %

Alcohol Amílico

Solución Yodo – Yodurada obtenida disolviendo 0.5 gr de yodo y 1.5 gr de yoduro de K en 25 ml de agua destilada.

4.- PROCEDIMIENTO:

- ❖ Colocar 50 ml de vinagre en la ampolla de decantación y alcalinizar añadiendo un exceso de NaOH.
- ❖ Agitar con Alcohol Amilico y se separa el Alcohol recibéndolo en la capsula.
- ❖ Se evapora al Baño Maria. El residuo se acidifica con H₂SO₄
- ❖ Añadir gota a gota la Solución Yodo – Yodurada y se observa la presencia de turbidez.

5.- EXPRESION DE RESULTADOS:

- ❖ La formación de Turbidez indica la presencia de vinagre obtenida por fermentación de acética.

Tabla 18

Análisis de las Muestras

N ° Muestra	Ferm. Acética
1	(+)
2	(+)
3	(+)
4	(+)
5	(+)

Nota. Los Autores.

ANEXO 14

METODO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE ACIDOS MINERALES U ORGANICOS DIFERENTES DEL ACETICO:

(NTP N ° 209.062)

1.- OBJETIVO: Determinar los posibles ácidos minerales u orgánicos, diferentes al acético, que puedan estar indebidamente presentes en el vinagre.

2.- METODOS DE ENSAYO:

2.1.- ACIDOS MINERALES LIBRES:

2.1.1- Materiales:

Erlenmeyer de 300 ml con tapa

Pipeta

Embudo y Papel Filtro

2.1.2.- Reactivos:

Solución de Violeta de Metilo al 0.01 %

Acido Acético p.a

Negro Animal (este reactivo debe ser cuidadosamente lavado con acido y agua, luego se debe comprobar, en su ensayo en blanco, que no produce viraje del violeta de metilo)

2.1.3.- Preparación de la Muestra

En el caso de vinagres muy coloreados se procede con un tratamiento con negro animal.

2.1.4.- Procedimientos:

- ❖ Diluir vinagre a fin de llevar la acidez total a 2 gr por 100 ml, expresada como ácido acético
- ❖ Colocar de 20 a 25 ml del vinagre diluido y agregar 4 a 5 gotas de la solución de violeta de metilo.
- ❖ Observar la coloración que presenta la muestra en comparación con el blanco.

2.1.5.- Expresión de Resultados:

Si el color pasa al azul o al verde es índice de la presencia de ácidos minerales libres.

Tabla 19

Análisis de las Muestras

N ° Muestra	Ac. Minerales
1	(-)
2	(-)
3	(-)
4	(-)
5	(-)

Nota. Los Autores.

2.2.- ACIDOS ORGANICOS:

2.2.1.- Materiales:

Erlenmeyer de 200 ml

Pipeta

2.2.2.- Reactivos:

Solución de Permanganato de Potasio 0.1 N

Reactivo de Deniges (Reactivo de Sulfato Mercúrico). Se obtiene al mezclar 5 gr de Oxido Mercúrico amarillo con 40 ml de agua destilada y agregando, mientras se agita suavemente, 20 ml de ácido sulfúrico p.a. añadir 40 ml de agua destilada y agitar hasta disolución completa.

2.2.3.- Procedimiento:

- ❖ Añadir a los 10 ml de vinagre los 0.1 ml del reactivo de Deniges. calentar a ebullición y se añaden gotas de la solución de Permanganato de Potasio 0.1 N
- ❖ Observar que se forma un precipitado blanco

2.2.4.- Expresión de Resultados:

La presencia del precipitado blanco indica la presencia de ácido cítrico.

Tabla 20

Análisis de las Muestras

N ° Muestra	Ac. Cítrico
1	(-)
2	(-)
3	(-)
4	(-)
5	(-)

Nota. Los Autores.

ANEXO 15

CONTROL DEL OXÍGENO INYECTADO AL BIOREACTOR.

1.0 VOLUMEN DE AIRE INYECTADO AL SISTEMA:

Operación consistente en:

- Invertir una probeta graduada de 250 cm³ sobre un deposito lleno de agua potable.
- Introducir la manguerita que trasporta el aire desde una bomba en la probeta.
- Medir la cantidad de cm³/seg. de agua que el aire inyectado desplaza en la probeta.

2.0 CALCULO DEL OXÍGENO INYECTADO.

Datos:

2.1 Densidad del oxígeno = 1.309 g/l

2.2 Composición del aire =

21% de oxígeno

79 % de nitrógeno

2.3 Oxígeno Inyectado = (85 cm³/seg. X 21%)

= (17.85 cm³/seg. X 1.309 mg/cm³)

= 23.36 mg/ seg. de O₂

ANEXO 16

DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHOLICO

1.0 Material:

- Aparato de destilación con balones de cuello largo Kjeldhal de 800 ml y condensador tipo Graham.
- Balones de 500 ml.
- Alcohómetros Gay Lussac de 0 a 45 °GL, divididos en 1 °
- Termómetro de mercurio de 0 a 200 °C dividido en 0°C

2.0 Técnica:

- Se mide el mosto alcohólico a determinar exactamente en un matraz aforado de 200 cc. Y se vierte en un balón de destilación.
- Enjuagar 2 ó 3 veces con no más de 20 cc de agua en total.
- El destilado se recibe en el mismo matraz que se midió el mosto, en cantidad hasta las 2/3 partes.
- Se lleva a la temperatura que tenía al iniciar la operación y se enrasa con agua destilada.
- Se enfría o calienta a la temperatura que indique la lectura del alcohómetro (20 °C)
- Se coloca en una probeta y se efectúa la determinación con el alcohómetro.
- El alcohómetro debe de estar limpio y seco se lo sumerge en el liquido suavemente haciéndolo rotar y teniendo cuidado que el vástago no penetre mucho más allá del punto de enrase.

Tabla 21

Grado alcohólico de las Muestras Obtenidas

N ° Muestra	° GL 15 °C
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.3
5	0.3

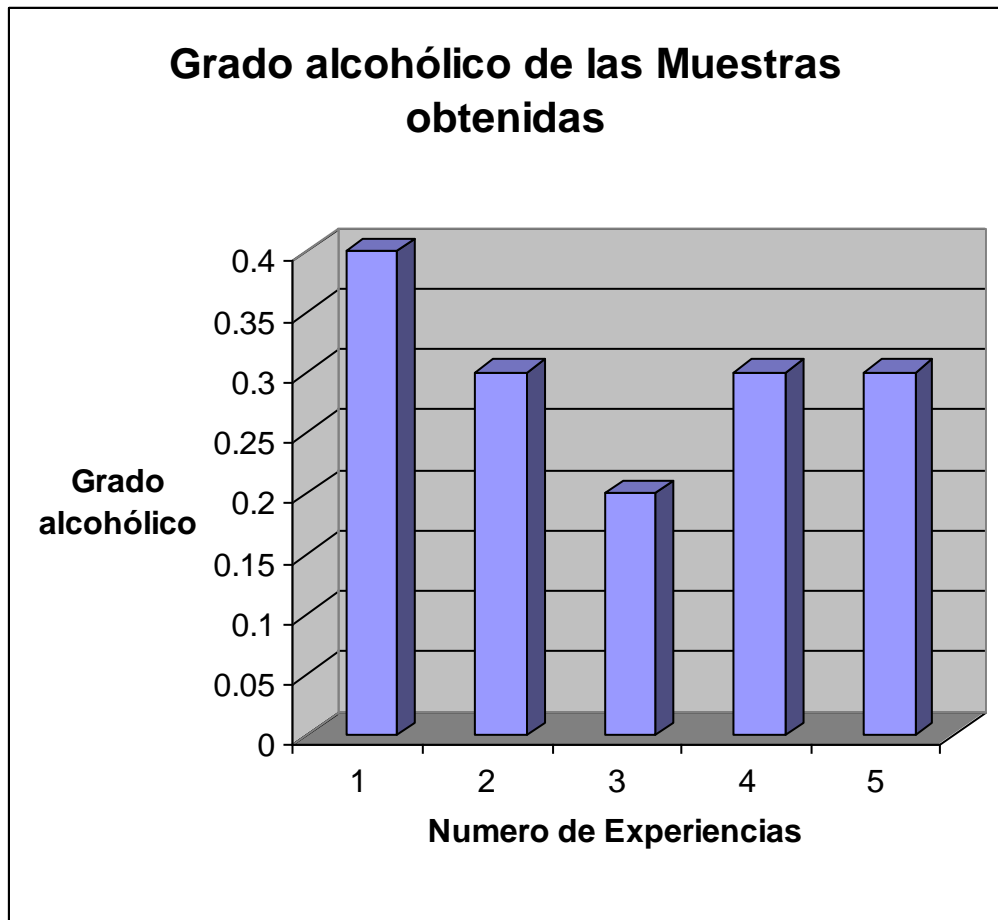
Nota. Los Autores.

❖ **Grado Alcohólico Promedio:**

$$= \frac{0.4 + 0.3 + 0.2 + 0.3 + 0.3}{5}$$

$$= 0.3$$

Gráfico 15.



Nota. Los Autores.

ANEXO 17

RENDIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ACÉTICA.



$$\frac{60}{46} = \frac{1,3 \text{ g Ac. Acético}}{\text{g alcohol etílico}}$$

La cantidad de mosto alcohólico es de 3 l a 10° GL

$$\text{Alcohol ml} = 3000 \times 0.10$$

$$\text{Alcohol ml} = 300 \text{ ml}$$

La cantidad de alcohol residual se calcula teniendo en cuenta que se obtuvo 2957 ml de alcohol por perdidas de evaporación promedio de 1.5 %, además con 0.3 ° GL y 5.91 % acidez Total real.

$$\text{Alcohol residual} = 2957 \times 0.0030$$

$$\text{Alcohol residual} = 8.871 \text{ ml}$$

Entonces el alcohol fermentado es:

$$\text{Alcohol fermentado} = 300 - 8.871$$

$$\text{Alcohol fermentado} = 291.13 \text{ ml}$$

$$\text{Alcohol fermentado} = 291.13\text{ml} \times 0.7947 \text{ g /ml}$$

$$\text{Alcohol fermentado} = 231.36 \text{ g}$$

Calculando, los gramos de ácido acético teórico:

$$\text{Ac. Acético} = 231.36 \times 1,3 \frac{\text{g Ac. Acético}}{\text{g alcohol etílico}}$$

$$\text{Ac. Acético} = 300.77 \text{ g.}$$

Pero, realmente se obtuvieron:

$$\text{Ac. Acético obtenido g} = 2955 \times 0.0591$$

$$\text{Ac. Acético obtenido g} = 174.64 \text{ g}$$

$$\text{RENDIMIENTO REAL} = \frac{\text{Ac. Acético Obtenido}}{\text{Ac. Acético Teórico}} \times 100$$

$$\text{RENDIMIENTO REAL} = \frac{174.64}{300.77} \times 100$$

$$\text{RENDIMIENTO REAL} = 58.06 \%$$

PRODUCCIÓN DE VINAGRE
POREL PROCESO DE
FERMENTACIÓN SUMERGIDA A
PARTIR DE ALCOHOL ETÍLICO DE
LA DESTILERÍA NAYLAMP –
Lambayeque

por Jesus Gilberto Diaz Arévalo



Dra. Blanca Margarita
Romero Guzmán
Asesora

Fecha de entrega: 06-sep-2022 05:47p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1893939118

Nombre del archivo: INFORME_FINAL_TESIS_VINAGRE_223.doc (2.09M)

Total de palabras: 8044

Total de caracteres: 39183

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE
ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Blanca Margarita Romero Guzmán, Asesora de tesis del Bachiller:

Jesús Gilberto Diaz Arévalo

Titulada:

**“PRODUCCIÓN DE VINAGRE POR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN
SUMERGIDA A PARTIR DE ALCOHOL ETÍLICO DE LA DESTILERÍA
NAYLAMP – *Lambayeque*”**

Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de similitud del programa TURNITIN.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las Normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 06 de setiembre del
2022



Blanca Margarita Romero
Guzmán DNI: 16440129

BMRG.

PRODUCCIÓN DE VINAGRE POR EL PROCESO DE FERMENTACIÓN SUMERGIDA A PARTIR DE ALCOHOL ETÍLICO DE LA DESTILERÍA NAYLAMP – Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

biozooteorcien.unblog.fr

Fuente de Internet

5%

2

intranet.cip.org.pe

Fuente de Internet

5%

3

idoc.pub

Fuente de Internet

2%

4

www.buenastareas.com

Fuente de Internet

1%

5

historiavinagrera.blogspot.com

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

7

www.indecopi.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

9	www.boe.es Fuente de Internet	<1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	eur-lex.europa.eu Fuente de Internet	<1 %
12	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.normalizacion.gob.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to ECCI Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Jesus Gilberto Diaz Arévalo
Título del ejercicio:	revision de tesis
Título de la entrega:	PRODUCCIÓN DE VINAGRE POR EL PROCESO DE FERMENTAC...
Nombre del archivo:	INFORME_FINAL_TESIS_VINAGRE_223.doc
Tamaño del archivo:	2.09M
Total páginas:	79
Total de palabras:	8,044
Total de caracteres:	39,183
Fecha de entrega:	06-sept.-2022 05:47p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	1893939118

