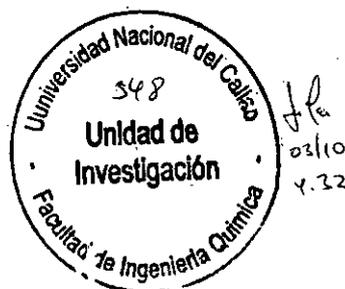


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



NOV 2018



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
**“ETANOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE
LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA”**

AUTOR: MARIA ESTELA TOLEDO PALOMINO

PROFESORES COLABORADORES
MARIA LUCILA GABRIEL GASPAR
JORGE AMADOR LOPEZ HERRERA

(PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01- NOVIEMBRE 2017 al 31-OCTUBRE 2018)

(Resolución de aprobación N° 1041-2017-R)

Callao, 2018

I.- INDICE

| | Pág |
|--|------------|
| I. INDICE | 01 |
| TABLA DE CONTENIDO | 04 |
| II. RESUMEN Y ABSTRACT | 07 |
| 2.1 Resumen | 07 |
| 2.1 Abstract | 08 |
| III. INTRODUCCIÓN | 09 |
| 3.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA | 09 |
| 3.1.1 Enunciado del problema de investigación | 10 |
| 3.1.2 Objetivos de la investigación | 10 |
| 3.2. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 11 |
| IV. MARCO TEORICO | 13 |
| 4.1. ANTECEDENTES | 13 |
| 4.2 ALCOHOL ETÍLICO | 15 |
| 4.2.1. Síntesis | 16 |
| 4.2.2 Toxicología | 17 |
| 4.3.3. Usos | 18 |
| 4.3. UVA | 19 |
| 4.4 RESÍDUOS DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA | 21 |
| 4.5 FERMENTACIÓN | 22 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| V. | MATERIALES Y METODOS | 23 |
| 5.1. | Materiales y Equipos | 23 |
| 5.2. | Población y muestra | 23 |
| 5.3. | Técnica e instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 5.3.1 | Acondicionamiento de los residuos sólidos | 25 |
| 5.3.2 | Análisis fisicoquímicos del mosto | 26 |
| 5.3.3 | Acondicionamiento del mosto | 31 |
| 5.3.4 | Obtención de alcohol | 34 |
| 5.3.5 | Análisis fisicoquímico del alcohol | 35 |
| 5.4 | Análisis estadístico de datos | 40 |
| VI. | RESULTADOS | 41 |
| 6.1. | Resultados de los análisis fisicoquímicos del mosto | 41 |
| 6.2. | Resultados de los análisis fisicoquímicos del alcohol | 41 |
| 6.2.1. | Densidad | 41 |
| 6.2.2. | Grado alcohólico | 42 |
| 6.2.3. | Punto de ebullición | 42 |
| 6.2.4. | Acidez total | 43 |
| 6.2.5. | Determinación de pH | 43 |
| VII. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 44 |
| VIII. | REFERENCIALES | 47 |
| IX. | APÉNDICE | 50 |
| 9.1 | Alcohol etílico a partir de los residuos sólidos de la industria vitivinícola | 50 |

| | | |
|--------|---|----|
| 9.1.1 | Metodología | 50 |
| 9.2 | Resultados del análisis fisicoquímico del mosto | 51 |
| 9.3 | Resultados de los análisis fisicoquímicos del alcohol | 52 |
| 9.3.1 | Densidad | 52 |
| 9.3.2. | Grado alcohólico | 53 |
| 9.3.3 | Punto de ebullición | 53 |
| 9.3.4 | Acidez total | 54 |
| 9.3.5 | Determinación de pH | 55 |

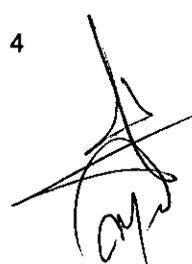
X. ANEXOS

Matriz de consistencia

TABLA DE CONTENIDO

Lista de Cuadros

| | Pág |
|---|-----|
| CUADRO N° 4.1 MAYORES PRODUCTORES DE VINO | 19 |
| CUADRO N° 5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL | 24 |
| CUADRO N° 6.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL MOSTO | 41 |
| CUADRO N° 6.2 DENSIDAD | 41 |
| CUADRO N° 6.3 GRADO ALCOHÓLICO | 42 |
| CUADRO N° 6.4 PUNTO DE EBULLICIÓN | 42 |
| CUADRO N° 6.5 ACIDEZ TOTAL | 43 |
| CUADRO N° 6.6 DETERMINACIÓN DE pH | 43 |
| CUADRO N° 9.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MOSTO | 49 |
| CUADRO N° 9.2 DENSIDAD | 50 |
| CUADRO N° 9.3 GRADO ALCOHÓLICO | 51 |
| CUADRO N° 9.4 PUNTO DE EBULLICIÓN | 51 |
| CUADRO N° 9.5 ACIDEZ TOTAL | 52 |
| CUADRO N° 9.6 DETERMINACIÓN DE pH | 53 |

4
my


Lista de figuras

| | Pág |
|--|-----|
| FIGURA Nº 4.1 UVA | 18 |
| FIGURA Nº 5.1 RECEPCIÓN DE ORUJOS | 25 |
| FIGURA Nº 5.2 DILUCIÓN DE LA MATERIA PRIMA | 25 |
| FIGURA Nº 5.3 PESADO DEL PICNÓMETRO | 26 |
| FIGURA Nº 5.4 PESADO DEL PICNÓMETRO CON AGUA | 27 |
| FIGURA Nº 5.5 PESADO DEL PICNÓMETRO Y EL MOSTO | 28 |
| FIGURA Nº 5.6 DETERMINACIÓN DE pH | 29 |
| FIGURA Nº 5.7 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ | 30 |
| FIGURA Nº 5.8 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES | 31 |
| FIGURA Nº 5.9 CORRECCIÓN DE LA SOLUCIÓN | 32 |
| FIGURA Nº 5.10 CALENTAMIENTO DE LA SOLUCIÓN | 32 |
| FIGURA Nº 5.11 ADICIÓN DE ENZIMAS | 33 |
| FIGURA Nº 5.12 FERMENTACIÓN | 33 |
| FIGURA Nº 5.13 TRASIEGO | 34 |
| FIGURA Nº 5.14 PRODUCTO ALCOHÓLICO | 34 |
| FIGURA Nº 5.15 DESTILACIÓN DEL PRODUCTO ALCOHÓLICO | 35 |
| FIGURA Nº 5.16 PESADO DEL PICNÓMETRO | 36 |
| FIGURA Nº 5.17 PESADO DEL PICNÓMETRO CON AGUA | 36 |
| FIGURA Nº 5.18 PESADO DEL PICNÓMETRO CON ALCOHOL | 37 |
| FIGURA Nº 5.19 DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO | 38 |
| FIGURA Nº 5.20 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EBULLICIÓN | 39 |

| | | |
|----------------|--|----|
| FIGURA N° 5.21 | DETERMINACIÓN DE pH | 40 |
| FIGURA N° 9.1 | ACONDICIONAMIENTO DE LOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 48 |
| FIGURA N° 9.2 | OBTENCIÓN DEL ALCOHOL | 49 |

6 *mf*
[Signature]

II. RESUMEN y ABSTRACT

2.1. Resumen

El objetivo de esta investigación fue obtener alcohol a partir de los residuos de la Industria vitivinícola para lo cual se realizaron 3 tratamientos para acondicionar los residuos sólidos a temperaturas de 70, 73 y 75°C, obteniendo un mosto que luego fue sometido a fermentación por periodos de 8 y 10 días, obteniéndose un total de 6 tratamientos, los cuales después fueron destilados para separar el alcohol obtenido y realizarle los análisis fisicoquímicos como: densidad, pH, acidez total, grado alcohólico .

Los resultados mostraron que las temperaturas de maceración entre 70 y 75°C, además de tiempos de fermentación de 8 y 10 días son adecuadas para obtener alcohol, siendo el tratamiento realizado a temperatura de 75°C y tiempo de fermentación de 10 días el que produjo alcohol de mayor grado alcohólico, 10%V.

PALABRAS CLAVE: residuos de la industria vitivinícola, alcohol, fermentación, destilación.

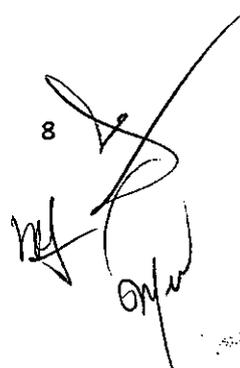
Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page. The signature appears to be 'J. Lopez' and there are some initials above it, possibly 'ML'.

2.2. ABSTRACT

The objective of this research was to obtain alcohol from the waste of the wine industry for which 3 treatments were carried out to condition solid waste at temperatures of 70, 73 and 75° C, obtaining a must that was then subjected to fermentation by periods of 8 and 10 days, obtaining a total of 6 treatments, which were then distilled to separate the alcohol obtained and perform the physicochemical analyzes such as: density, pH, total acidity, alcohol content.

The results showed that the maceration temperatures between 70 and 75 °C, in addition to fermentation times of 8 and 10 days are adequate to obtain alcohol, being the treatment carried out at a temperature of 75 ° C and fermentation time of 10 days which produced alcohol of higher alcoholic strength, 10%V.

KEY WORDS: waste from the wine industry, alcohol, fermentation, distillation.

8


III. INTRODUCCION

3.1 Presentación del problema

La industria vitivinícola produce subproductos del cultivo de la vid como sarmientos y restos de poda, y además también subproductos de la elaboración de mostos o vinos. La composición media de la uva que entra en una bodega es del 83% en pulpa y el 17% restante compuesto de hollejos, pepitas y raspones, se desecha. Esto supone millones de toneladas de residuos a nivel nacional.

El mayor problema de la generación de estos residuos radica en el corto período de tiempo en el que éstos son almacenados en la industria, puesto que el cultivo de la vid es un cultivo estacional en el que la producción de vino se realiza generalmente en unos tres meses.

Los tratamientos para reducir la contaminación por la generación de residuos generan unos sobrecostes a las explotaciones vitivinícolas, pero a la vez, y debido a la cantidad de sustancias beneficiosas que presentan los residuos para la elaboración del vino, puede suponer una oportunidad de negocio rentable además de realizar un claro beneficio medioambiental.

Existen numerosas posibilidades de aprovechamiento, entre ellas está la obtención de alcohol, el cual es un producto que tiene muchos usos como en la preparación de bebidas, en la industria farmacéutica y en la industria de cosméticos, también se pueden obtener polifenoles, carbón vegetal, colorantes antociánicos, ácido tartárico y abonos orgánicos.

Con este trabajo se pretende brindar una alternativa para el aprovechamiento de los residuos de la Industria Vitivinícola, utilizándolo para la obtención de alcohol.

3.1.1 Enunciado del problema de investigación

Problema General

¿Es posible obtener alcohol a partir de los residuos de la Industria vitivinícola?

Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas de los residuos de la industria vitivinícola?
2. ¿Cuáles son los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola?

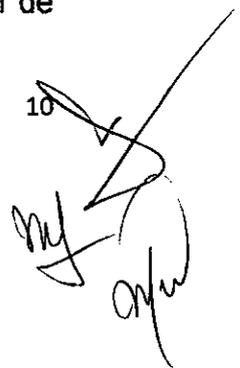
3.1.2 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Obtener alcohol a partir de los residuos de la Industria vitivinícola

Objetivos Específicos

1. Evaluar las características fisicoquímicas de los residuos de la industria vitivinícola
2. Determinar los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola

10


3.2 Importancia y justificación de la Investigación

El alcohol etílico tiene diversas aplicaciones comerciales y a nivel industrial, estas características han permitido desarrollar diversas aplicaciones entre las cuales se puede mencionar su uso como solvente, preparación de diferentes bebidas.

3.2.1. Por su Naturaleza

El alcohol es un producto que tiene muchos usos por lo que es conveniente obtenerlo sobre todo a partir de deshechos.

3.2.2. Por su Magnitud

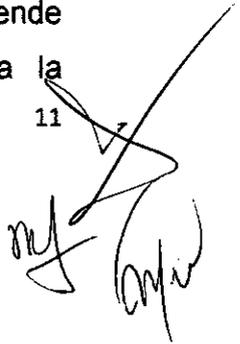
Los residuos de la industria vitivinícola genera una gran contaminación para el medio ambiente por lo que tratándola y darle un uso estaremos contribuyendo con el medio ambiente.

3.2.3. Por su Trascendencia

El alcohol etílico presenta un potencial e interesante valor económico y social, debido a sus versátiles actividades y aplicaciones, además que se generara trabajo para muchas personas.

3.2.4. Por su Vulnerabilidad

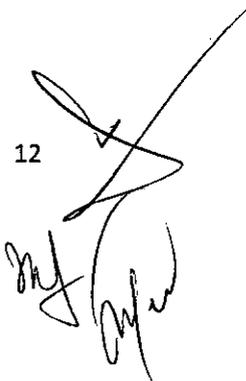
Ya que la industria vitivinícola deshecha el residuo de las uvas, además la disposición inadecuada de de estos deshechos sin tratamiento tiende a generar un problema de contaminación ambiental debido a la

A handwritten signature and a large scribble are located in the bottom right corner of the page. The signature appears to be 'mf' and the scribble is a large, dark, irregular mark.

bioacumulación de materia orgánica, una alternativa interesante para su tratamiento es la producción de alcohol, al que puede se le puede dar muchos usos.

3.2.5. Por su Aporte Tecnológico

El alcohol etílico posee en gran potencial de uso con posibles aplicaciones en muchos campos de la industria, por lo tanto obtenerlo a partir de los residuos de la industria vitivinícola y luego determinar sus características fisicoquímicas, permitirá usarlo en diferentes industrias.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be written in a cursive or semi-cursive script.

IV. MARCO TEORICO

4.1 ANTECEDENTES

Guntero, V. et.al (2015), estudiaron dos métodos de extracción no convencionales para extraer los compuestos fenólicos que fueron la extracción asistida por ultrasonido y extracción asistida por microondas. El contenido de polifenoles totales se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu por espectrofotometría. Se comparó el rendimiento de extracción y el contenido de polifenoles totales entre ambos métodos encontrando que MAE aumenta el rendimiento y reduce el tiempo de extracción.

La industria vitivinícola genera residuos orgánicos que resultan altamente contaminantes para el medio ambiente. La producción de uva en Argentina en el año 2013 fue 28.717.487,30 quintales métricos, de la cual un 70 % está destinada a la producción de vino (Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2013). La distribución de residuos generados en una bodega corresponden a un 62 % de orujos, 14 % de lías, 12 % de raspón, 12 % de lodos depurados (Ruggieri y col., 2009). Los orujos se producen durante el prensado de la uva, y están constituidos por piel y semillas. El resto de los residuos son lías que se generan en el proceso de clarificación de la fermentación del vino; raspón, constituido por ramas y hojas de la vid, y los lodos del tratamiento de aguas residuales (Ventosa y col., 2011).

En los últimos años, los compuestos fenólicos procedentes de fuentes naturales han sido sujeto de interés en muchas investigaciones científicas debido a sus efectos positivos sobre la salud humana, atribuidos principalmente a sus actividades antioxidantes (Bucić-Kojić y col., 2011). Los potenciales beneficios de los polifenoles de las plantas se evalúan desde el

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

concepto de estrés oxidativo, el cual surge de un exceso de formas activas del oxígeno, y se relaciona con el envejecimiento, enfermedades cardiovasculares y del sistema nervioso, entre otros (Santos-Buelga y col., 2010).

Por lo general, los residuos de las uvas son quemados o usados para la alimentación del ganado (Luque-Rodríguez y col., 2005) a pesar de que presentan compuestos naturales, taninos y polifenoles, que son atractivos por su poder antioxidante en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria principalmente. En este sentido, en cosmética se utilizan para el tratamiento de la piel seca y la protección contra el envejecimiento. Ayuda a equilibrar el pH de la piel, es hipoalérgica y no irritante (Luque-Rodríguez y col., 2005). Por lo que la utilización de dichos residuos reduce el impacto ambiental, y a su vez que aumenta el valor agregado del producto.

Linares D, J. (2018) en la Tesis titulada "Producción de bioetanol a partir de subproductos de la industria vitivinícola. Utilización de orujos de uva blanca cuyo objetivo fue generar bioetanol a partir de orujos de uva blanca, aplicando tratamientos térmicos, químicos y enzimáticos para degradar los polisacáridos existentes e incrementar los rendimientos de etanol del proceso. Se emplearon orujos de uva blanca del cultivar Chardonnay, residuos de la vinificación en blanco obtenidos de la Bodega Monteviejo, ubicada en Vista Flores, Tunuyán, Mendoza; los cuales se secaron en estufa a 40°C antes de su procesamiento. Los tratamientos de hidrólisis aplicados fueron: temperatura (25°C, 55°C, 97°C), ácido sulfúrico (concentraciones comprendidas entre 1 M y 0,06 M) y enzimas pectolíticas (0,062 a 0,5 gramos de enzimas por gramo de orujo seco). Las variables evaluadas fueron: 1) azúcares reductores (método del ácido 3,5-dinitrosalicílico) y 2) alcohol etílico (método densimétrico); realizando el procesamiento estadístico



de los datos por medio del análisis de la varianza con el software "Statgraphics Centurion XV". El tratamiento de hidrólisis de los orujos que arrojó los mejores resultados, comprendió una maceración en agua destilada a 97°C durante 1 hora con la posterior adición de 0,5 gramos de pectinasas por gramo de orujo seco y un reposo a 45°C durante 20 horas. La suspensión resultante se fermentó a 28°C empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* obteniendo un rendimiento en alcohol etílico de 434 litros por tonelada de orujo seco procesado.

Rodriguez L. et. al. (2009) en el trabajo de investigación "Producción de bioetanol por fermentación en estado sólido sobre orujos de uva y de remolacha azucarera" reportan la obtención de etanol a escala de laboratorio mediante fermentación en estado sólido de levaduras *Sacharomyses cerevisiae*, sobre orujos de uva y remolacha azucarera. El medio de cultivo fue inoculado con 10^8 células/ gramo de orujo y se incubaron en medio anaerobio a 28°C durante 96 horas. Los resultados obtenidos muestran que las máximas concentraciones de alcohol fue a las 48 horas y con rendimientos superiores al 80% en base al consumo de azúcares fermentables. Estos rendimientos que superan los encontrados en cultivos sumergidos, generan alentadoras expectativas sobre el empleo de fermentación en estado sólido para obtener alcohol combustible.

4.2. ALCOHOL ETÍLICO

Según Repetto (1997), el compuesto químico etanol, conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78,4 °C. Es una sustancia psicoactiva y es el principal tipo de alcohol presente en las bebidas alcohólicas, como el vino (alrededor de un



13 %), la cerveza (5 %), los licores (hasta un 50 %) o los aguardientes (hasta un 70 %). Miscible en agua en cualquier proporción; a la concentración de 96 % en peso se forma una mezcla azeotrópica..

Su fórmula química es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ o, conservando el OH, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

4.2.1. Síntesis

El etanol, a temperatura y presión ambiente, es un líquido incoloro y volátil que está presente en diversas bebidas fermentadas. Desde la antigüedad se obtenía el etanol por fermentación alcohólica anaeróbica de una disolución con contenido en azúcares con levadura y posterior destilación.

Dependiendo del género de bebida alcohólica que lo contenga, el etanol aparece acompañado de distintas sustancias orgánicas que la dotan de color, sabor, y olor, entre otras características.

Para obtener etanol libre de agua (alcohol absoluto) se aplica la destilación azeotrópica en una mezcla con benceno o ciclohexano. De estas mezclas se destila a temperaturas más bajas el azeótropo, formado por el disolvente auxiliar con el agua, mientras que el etanol se queda retenido. Otro método de purificación muy utilizado actualmente es la adsorción física mediante tamices moleculares. A escala de laboratorio también se pueden utilizar desecantes como el magnesio, que reacciona con el agua formando hidrógeno y óxido de magnesio.

4.2.2. Toxicología

Maxwell, C. et. al. (2010), el etanol puede afectar al sistema nervioso central, provocando estados de euforia, desinhibición, mareos, somnolencia, confusión, ilusiones (como ver doble o que todo se mueve de forma espontánea). Al mismo tiempo, baja los reflejos. Con concentraciones más altas ralentiza los movimientos, impide la coordinación correcta de los miembros, pérdida temporal de la visión, descargas eméticas, etc. En ciertos casos se produce un incremento en la irritabilidad del sujeto intoxicado como también en la agresividad; en otra cierta cantidad de individuos se ve afectada la zona que controla los impulsos, volviéndose impulsivamente descontrolados y frenéticos. El consumo de grandes dosis de etanol causa embriaguez (intoxicación alcohólica), que puede provocar resaca una vez se han terminado los efectos. Según la dosis y la frecuencia con que se consume, el etanol puede causar coma etílico, pérdida de conocimiento, una parálisis respiratoria aguda o incluso la muerte. Como el etanol perjudica las habilidades cognitivas, puede incitar a comportamientos temerarios o irresponsables. La toxicidad del etanol es causada en gran medida por su principal metabolito, el acetaldehído y su metabolito secundario, el ácido acético.

De acuerdo a Gable, R. (2004), la dosis letal mediana (DL₅₀) del etanol en ratas es de 10,3 g/kg.⁸ Otros alcoholes son significativamente más tóxicos que el etanol, en parte porque tardan mucho más en ser metabolizados y en parte porque su metabolización produce sustancias (metabolitos) que son aún más tóxicas. El metanol (alcohol de madera), por ejemplo, es oxidado en el hígado, con lo que se forma la sustancia venenosa formaldehído por la enzima alcohol deshidrogenasa; esto puede provocar ceguera o la muerte.



Un tratamiento eficaz para evitar la intoxicación por formaldehído tras ingerir metanol es administrar etanol. La enzima alcohol deshidrogenasa tiene una mayor afinidad por el etanol, evitando así que el metanol se una y sirva de sustrato. De esta forma, el resto de metanol tendrá tiempo de ser excretado por los riñones. El formaldehído que quede será convertido en ácido fórmico y después excretado. (Lobert, S. 2000)

4.2.3. Usos

Además de usarse con fines culinarios (bebida alcohólica), el etanol se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales y en el sector farmacéutico, como excipiente de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso del alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes).

Es un buen disolvente, y puede utilizarse como anticongelantes. También es un desinfectante. Su mayor potencial bactericida se obtiene a una concentración de aproximadamente el 70 %, ya que se reduce la tensión superficial de la célula bacteriana, facilitando el proceso de desnaturalización proteica.

Para su uso como antiséptico tópico se suele mezclar con aditivos como el alcanfor o cloruro de benzalconio a fin de evitar su ingestión y por tal motivo se expende como *alcohol etílico desnaturalizado*. Cabe destacar que también con este mismo fin se emplea el alcohol isopropílico, el cual no es potable.

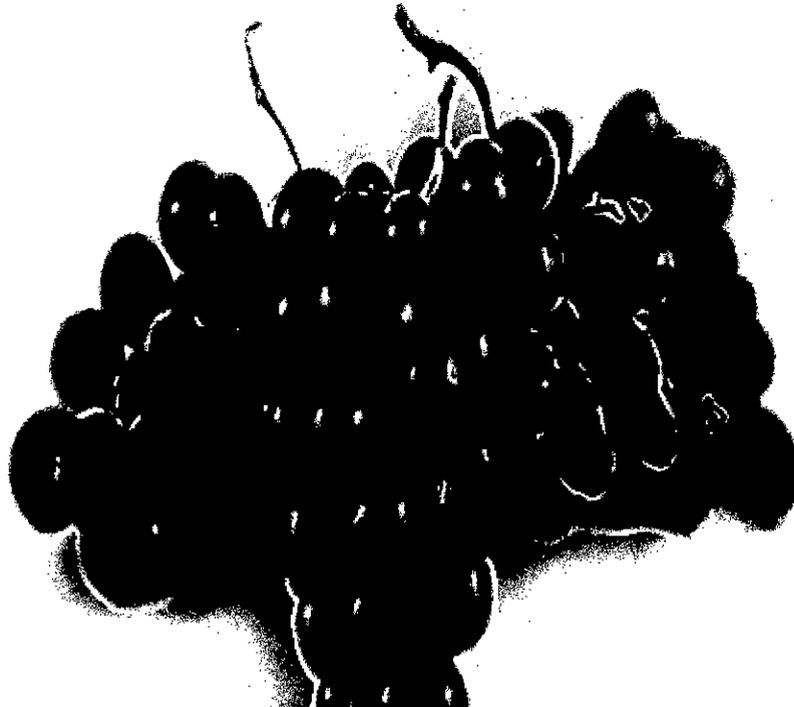
4.3. UVA

La uva es una fruta muy conocida que se obtiene de la vid. Se presenta en racimos, son pequeñas y dulces. Se comen frescas o se utilizan para producir mosto, vino, brandy, vinagre y pisco.

Crecen agrupadas en racimos de entre 6 y 300 uvas. Hay diferentes variedades, pueden ser negras, moradas, amarillas, doradas, púrpura, rosadas, anaranjadas o blancas, aunque estas últimas son realmente verdes. La uva se cosecha preferentemente a finales de verano principios de otoño en los climas mediterráneos.

FIGURA N° 4.1

UVA



Fuente.- Biotrendies.com

La siguiente tabla muestra los mayores productores de vino, muestra la correspondencia con las áreas dedicadas a plantación de viñedo:

CUADRO N° 4.1
MAYORES PRODUCTORES DE VINO

| Pais | Area dedicada |
|-----------------------|------------------------|
| <u>España</u> | 11 750 km ² |
| <u>Francia</u> | 8640 km ² |
| <u>Italia</u> | 8270 km ² |
| <u>Turquía</u> | 8120 km ² |
| <u>Estados Unidos</u> | 4150 km ² |
| <u>Irán</u> | 2860 km ² |
| <u>Rumania</u> | 2480 km ² |
| <u>Portugal</u> | 2160 km ² |
| <u>Argentina</u> | 2080 km ² |
| <u>Chile</u> | 1840 km ² |
| <u>Australia</u> | 1642 km ² |
| <u>Inglaterra</u> | 1053 km ² |

Fuente: FAO, Organización Internacional de la viña y el vino

4.4. RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

a) Bagazo. El bagazo es el principal residuo de la producción de vino y pisco en su mayoría se forma a la hora del prensado de la uva, pero también existen otros tipos de residuos como hollejos, orujos y heces o lías que si bien no se generan en grandes cantidades, sirven para la producción de alcohol por contener glucosa la cual se fermentará para obtener alcohol. A continuación se presenta la definición y descripción de dichos residuos.

b) Hollejos. El hollejo es la piel de la uva que esta constituida por agua, celulosa, algunos ácidos orgánicos, minerales, y dos sustancias importantes en la elaboración del vino tinto como son los taminos y la materia colorante. Se denomina hollejo únicamente cuando son eliminados antes de la fermentación. Se generan a partir del prensado de la uva, quedando separado el mosto del hollejo.

c) Orujos. Son el principal producto de la elaboración vinícola. Están constituidos por los restos de piel, los raspones y las semillas tras el prensado. Se generan en la fase de prensado del sombrero tras la fermentación alcohólica y por decantación en los depósitos de fermentación. Son separados del vino cuando ya han dado color al producto y han aportado los elementos necesarios. Representan el 12 a 14% del total de uva utilizada como materia prima.

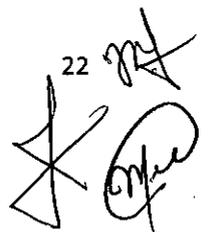
d) Heces o lías. Son restos sólidos que se producen en grandes cantidades en el proceso de desfangado del vino. Están formados principalmente por levaduras muertas, tartratos y materiales de alto peso molecular que están presentes en el mosto y precipitan al aumentar el contenido de alcohol del

mismo. Se producen en las fases de fermentación alcohólica y maloláctica y en las fases de clarificación y estabilización. La cantidad generada a lo largo de todo el año asciende al 2-3% del total de uva ingresada.

4.5. FERMENTACIÓN

La fermentación es un proceso mediante el cual el azúcar del mosto se transforma, principalmente, en alcohol y gas carbónico, por acción de las levaduras alcohólicas (Hatta, 2002). Generalmente el mosto fermentado está listo para la destilación después de 7 a 15 días de fermentación.

Según Flanzky (2003), citado por Toledo (2012), la fermentación alcohólica es llevada a cabo mayoritariamente por levaduras, la mayoría de las cuales son del género *Saccharomyces*. Estas levaduras degradan gracias a sus enzimas, los azúcares fermentables de la uva, la glucosa y la fructosa, para producir etanol y gas carbónico. La levadura utiliza igualmente un 8 por ciento (aproximadamente) de los azúcares fermentables, para formar a través de la fermentación glicero-pirúvica, esencialmente glicerol (aproximadamente 8 g/L) y ácido pirúvico, pero este último a continuación transformado en varios metabolitos secundarios como: 2,3-butanodiol, etanal, acetoina, ácidos acético, láctico, succínico y citamálico.

22


V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales y Equipos

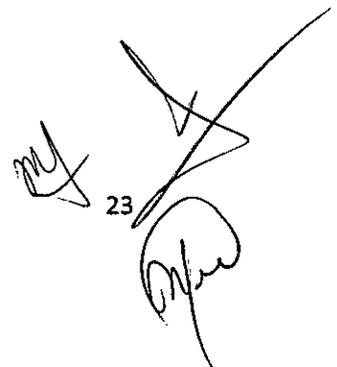
- Balanzas electrónicas de precisión
- Pipetas
- Vasos
- Fiolas
- Probetas
- Agitador magnético
- Estufa
- Equipo de destilación

5.2 Población y muestra

El universo del tema de investigación son los residuos de las industrias vitivinícolas y la muestra constó de 4g. de residuos de la Bodega "DON DANIEL" ubicada en Santa Cruz de Flores - Cañete.

5.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó técnicas analíticas basadas en los métodos oficiales de análisis de alimentos de la asociación de comunidades analíticas (AOAC por sus siglas en inglés). De igual forma se realizó una revisión bibliográfica que incluyó publicaciones electrónicas así como libros, revistas y tesis albergadas en sendas bibliotecas nacionales.



Handwritten signature and the number 23.

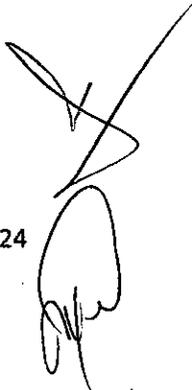
Se seleccionaron 3 temperaturas 70°C, 73°C, 75°C y 2 tiempos de fermentación: 8 y 10 días para proceder con 6 tratamientos durante el experimento según los datos registrados en el Cuadro.

Cuadro N° 5.1
DISEÑO EXPERIMENTAL

| Tratamiento | Tiempo (días) | Temperatura (°C) |
|-------------|---------------|------------------|
| T1 | 8 | 70 |
| T2 | 10 | |
| T3 | 8 | 73 |
| T4 | 10 | |
| T5 | 8 | 75 |
| T6 | 10 | |

Fuente: Elaboración propia

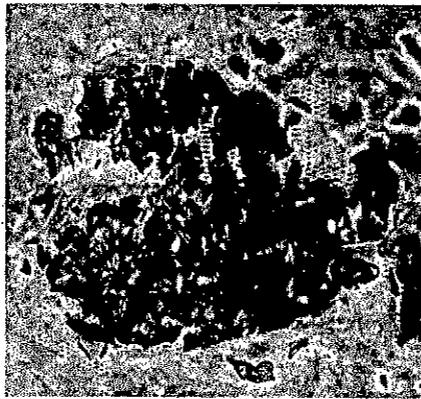
Se tuvo que realizar el procedimiento por etapas estableciéndose experimentaciones por separado, las cuales se presentan a continuación.



24

5.3.1. Acondicionamiento de los residuos sólidos

- a) **RECEPCIÓN:** Se obtuvo la materia prima en óptimas condiciones para su acondicionamiento.

FIGURA N° 5.1
RECEPCIÓN DE ORUJOS



Fuente: Elaboración propia

- b) **DILUCIÓN:** en este proceso es necesario la adición de agua en proporción de 1 de residuos a 6 de agua en peso para formar el mosto. (550g de residuo con 3300mL agua)

FIGURA N° 5.2
DILUCIÓN DE LA MATERIA PRIMA



Fuente: Elaboración propia

my
25
afw

5.3.2. Análisis fisicoquímicos del mosto

a) Densidad

Para la determinación de la densidad se contó con un picnómetro de 10mL de capacidad. Se siguió el método de la Norma Técnica Peruana para la determinación de densidad relativa (INDECOPI NTP.329 081).

- Se pesa el picnómetro en la balanza analítica obteniendo P

FIGURA N° 5.3
PESADO DEL PICNÓMETRO



Fuente: Elaboración propia

- Se llena el picnómetro con agua destilada a una temperatura de 20°C evitando burbujas de aire en su interior
- Se coloca el picnómetro en baño de agua a 20°C durante 15min y se enrasa
- Se inserta la tapa del picnómetro, se seca la parte exterior y se coloca en la balanza analítica , se pesa obteniéndose P₁

- FIGURA N° 5.4
- PESADO DEL PICNÓMETRO CON AGUA



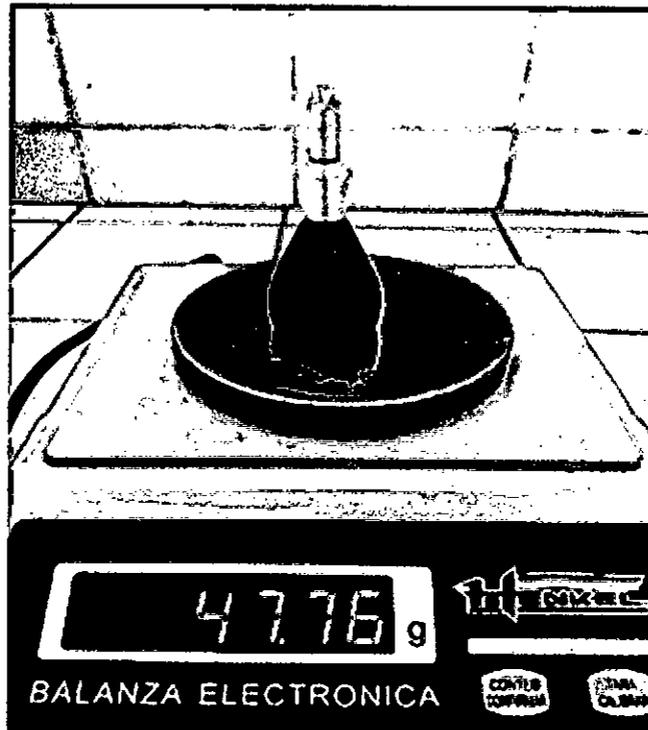
Fuente: Elaboración propia

- Se vacía el agua del picnómetro, se lava con alcohol y se seca en la estufa
- Luego se llena con la muestra que debe tener una temperatura de 20°C evitando burbujas en el interior
- Se vuelve a colocar el picnómetro en el baño de agua durante 15min. Se enrasa con la muestra.
- Se inserta el tapón, se seca, se coloca en la balanza y se pesa obteniéndose P_2

27

Handwritten signatures and initials.

FIGURA N° 5.5
PESADO DEL PICNÓMETRO Y EL MOSTO



Fuente: Elaboración propia

- La densidad relativa está dada por la siguiente fórmula:

$$D_{20} = \frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

Donde D_{20} es la densidad a 20°C en g/mL

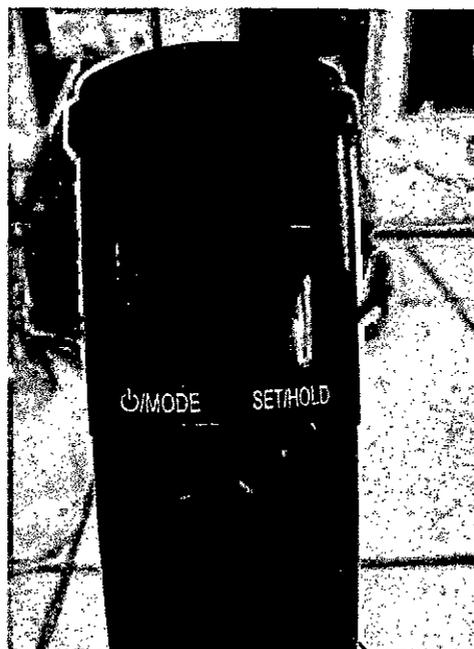
b) Determinación de pH

El pH se determinó mediante medida directa sobre la muestra, utilizando un equipo Combo HANNA HI 98129.

mf

28

FIGURA N° 5.6
DETERMINACIÓN DE pH



Fuente: Elaboración propia

c) Acidez total

Se transfiere 25 ml de muestra con pipeta aforada a un erlenmeyer de 100 mL.

Se agrega 25 mL de agua destilada.

Se homogeneiza y se titula con solución de NaOH 0,050 (NPT – 015) hasta pH = 8,2 mediante uso de peachímetro.

La acidez total (expresada en g/L de ácido tartárico), se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez total} = \frac{V_{\text{aOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times PE}{V_m}$$

[Handwritten signature]
29
[Handwritten signature]

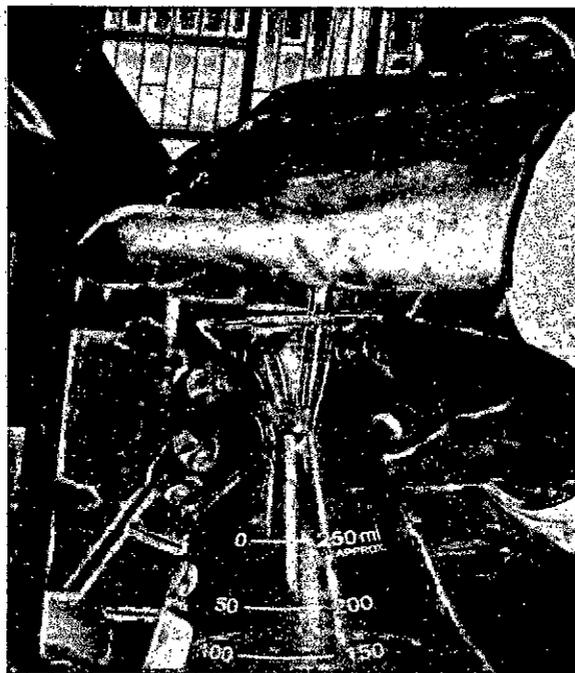
V_{NaOH} = Gasto de NaOH 0,050 N (mL)

N_{NaOH} = Normalidad de la solución de NaOH (Eq/L)

PE = Peso equivalente del ácido tartárico (75 g/Eq)

V_m = Volumen de la muestra (mL)

FIGURA N° 5.7
DETERMINACIÓN DE ACIDEZ



Fuente: Elaboración propia

d) Sólidos solubles totales

Los sólidos totales se determinó mediante medida directa sobre la muestra, utilizando un equipo Combo HANNA HI 98129.

mf 30

FIGURA N° 5.8
DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES



Fuente: Elaboración propia

e) Grado Alcohólico

Una vez obtenido los 100 mL de muestra lista, se ubicará un alcoholímetro en el interior de la probeta hasta obtener la medición del % volumétrico de alcohol.

5.3.3. Acondicionamiento del mosto para la obtención de alcohol

- a) **CORRECCIÓN:** se adiciona sulfato de calcio para tener una concentración de 100 ppm de Ca en la solución esto estabilizó las enzimas.(2,3g)

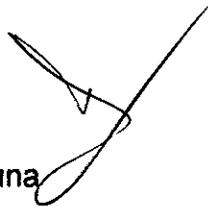


FIGURA N° 5.9
CORRECCIÓN DE LA SOLUCIÓN



Fuente: Elaboración propia

- b) **CALENTAMIENTO** :se calentaron 3 muestras de la mezcla a 3 temperaturas: 70, 73 y 75 °C, para que se activen las enzimas

FIGURA N° 5.10
CALENTAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

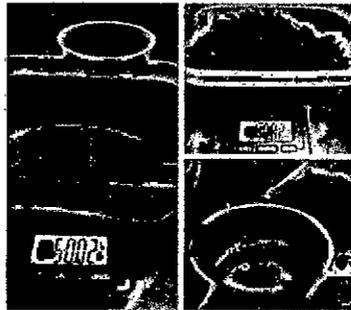


Fuente: Elaboración propia

- c) **ADICIÓN DE ENZIMAS**: se adicionó ULTRAFLO-L adquirido en QUIMICA SUIZA, el cual contenía glucanasas, pentanosasas, xilasas y celulasas (proporción de 1mL por cada 100 litros) para su degradación y licuefacción, para terminar con la degradación se adicionó TERMAMYL

(alfa amilasa) para obtener mayor porcentaje de glucosa por un tiempo de 2 horas y luego enfriamiento.

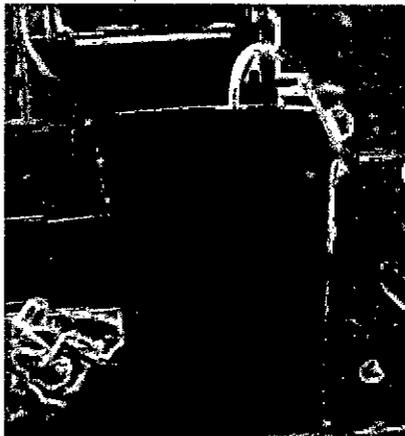
**FIGURA N° 5.11
ADICIÓN DE ENZIMAS**



Fuente: Elaboración propia

- d) **FERMENTACIÓN:** se inoculó levaduras activas del tipo *Saccharomises cerevisae* tipo *Ovarum* al caldo de cultivo anterior para la producción de alcohol, esto se realiza a 3 tiempos: 8 y 10 días.

**FIGURA N° 5.12
FERMENTACIÓN**



Fuente: Elaboración propia

- e) **TRASIEGO:** se separó los sólidos y líquidos para su posterior destilación

Handwritten signatures and initials, including a large signature at the top right and smaller initials below it.

**FIGURA N° 5.13
TRASIEGO**



Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Obtención de alcohol

- a) **RECEPCIÓN:** Se extrajo 100 mL de muestra (producto alcohólico anterior).

**FIGURA N° 5.14
PRODUCTO ALCOHÓLICO**



Fuente.- Elaboración propia

- b) **DILUCIÓN:** se adiciona 100mL de agua destilada a la muestra anterior en un balón de 250 mL.

- c) **CORRECCIÓN DE ACIDEZ:** se adiciona 0,1 g de óxido de calcio para neutralizar ácidos producidos en fermentación.
- d) **DESTILACIÓN:** se destila exactamente 100 mL que se receptiona en una probeta.

FIGURA N° 5.15
DESTILACIÓN DEL PRODUCTO ALCOHÓLICO



Fuente.- Elaboración propia

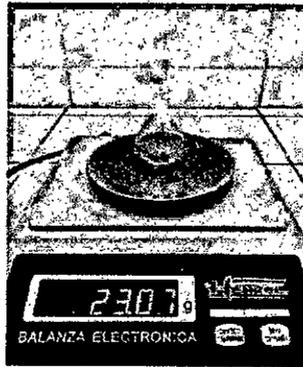
5.3.5. Análisis fisicoquímico del alcohol

a) Densidad

Para la determinación de la densidad se contó con un picnómetro de 10mL de capacidad. Se siguió el método de la Norma Técnica Peruana para la determinación de densidad relativa (INDECOPI NTP.329 081).

- Se pesa el picnómetro en la balanza analítica obteniendo P

FIGURA N° 5.16
PESADO DEL PICNÓMETRO



Fuente: Elaboración propia

- Se llena el picnómetro con agua destilada a una temperatura de 20°C evitando burbujas de aire en su interior
- Se coloca el picnómetro en baño de agua a 20°C durante 15min y se enrasa
- Se inserta la tapa del picnómetro, se seca la parte exterior y se coloca en la balanza analítica , se pesa obteniéndose P_1

FIGURA N° 5.17
PESADO DEL PICNÓMETRO CON AGUA



Fuente: Elaboración propia

- Se vacía el agua del picnómetro, se lava con alcohol y se seca en la estufa
- Luego se llena con la muestra que debe tener una temperatura de 20°C evitando burbujas en el interior
- Se vuelve a colocar el picnómetro en el baño de agua durante 15min. Se enrasa con muestra
- Se inserta el tapón, se seca, se coloca en la balanza y se pesa obteniéndose P₂

FIGURA N° 5.18
PESADO DEL PICNÓMETRO CON ALCOHOL



Fuente: Elaboración propia

- La densidad relativa está dada por la siguiente fórmula:

$$D_{20} = \frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

Donde D₂₀ es la densidad a 20°C en g/mL

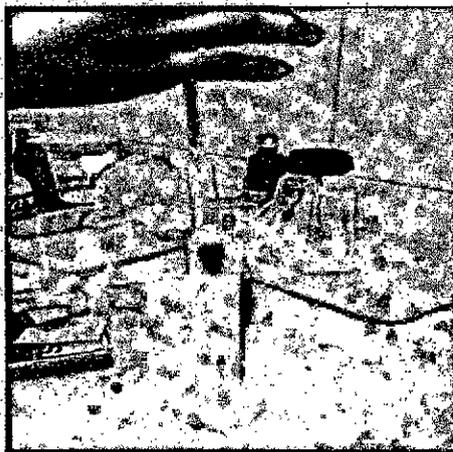
37

 A large handwritten signature is written above the number 37. Below the number, there are two sets of handwritten initials: 'ney' and a circled 'me'.

b) Grado Alcohólico

Una vez obtenido los 100 mL de muestra lista, se ubicará un alcoholímetro en el interior de la probeta hasta obtener la medición del % volumétrico de alcohol.

FIGURA N° 5.19
DETERMINACIÓN DEL GRADO ALCOHÓLICO



Fuente: Elaboración propia

c) Punto de ebullición

A un tubo de ensayo pequeño se añaden 2 mL del líquido problema, se introduce un capilar sellado por uno de sus extremos de modo que el extremo abierto toque el fondo del tubo y luego se adiciona el termómetro. El sistema se coloca en un baño de aceite,

Se calienta gradualmente (2-3 °C/min) hasta que del capilar se desprenda un rosario continuo de burbujas. En seguida se *suspende* el calentamiento y en el instante en que el líquido entre por el capilar se lee la temperatura de ebullición.

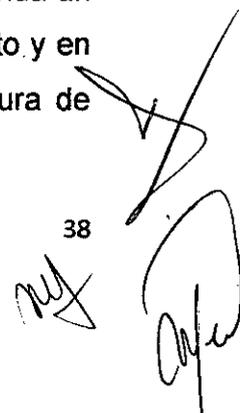
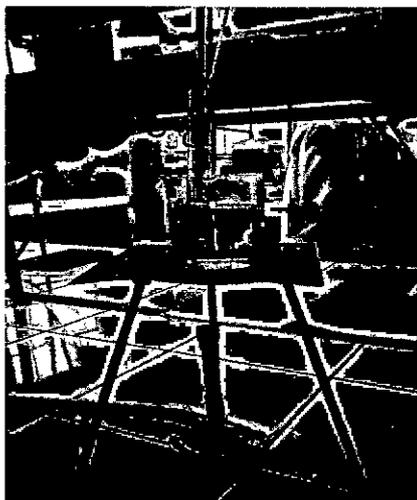


FIGURA N° 5.20
DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EBULLICIÓN



Fuente: Elaboración propia

d) Acidez total

Se transfiere 25 ml de muestra con pipeta aforada a un erlenmeyer de 100 mL.

Se agrega 25 mL de agua destilada.

Se homogeneiza y se titula con solución de NaOH 0,050 (NPT – 015) hasta pH = 8,2 mediante uso de peachímetro.

La acidez total (expresada en g/L de ácido acético), se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez total} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{PE}}{V_m}$$

V_{NaOH} = Gasto de NaOH 0,050 N (mL)

N_{NaOH} = Normalidad de la solución de NaOH (Eq/L)

PE = Peso equivalente del ácido acético (60 g/Eq)

Vm = Volumen de la muestra (mL)

e) Determinación de pH

El pH se determinó mediante medida directa sobre la muestra, utilizando un equipo Combo HANNA HI 98129

**FIGURA N° 5.21
DETERMINACIÓN DE Ph**



Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis estadístico de datos

Los análisis se realizaron por duplicado y se utilizó estadística descriptiva.

my 40

VI. RESULTADOS

6.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos del mosto

CUADRO N° 6.1
ANÁLISIS FISICOQUIMICOS DEL MOSTO

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Densidad (g/mL) | 0.9933 |
| Ph | 3.80 |
| Acidez total (g. ác. Tartárico/L) | 6.25 |
| Sólidos solubles totales (mg/L) | 930 |
| Grado alcohólico (%) | 4 |

Fuente: Elaboración propia

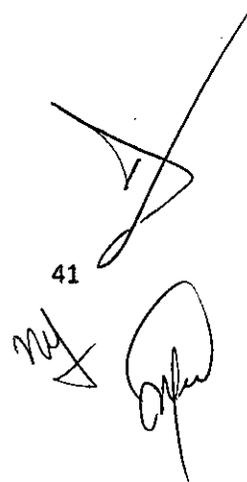
6.2. Resultados de los análisis fisicoquímicos del alcohol

6.2.1. Densidad

CUADRO N° 6.2
DENSIDAD

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Densidad g/mL |
|-------------|------------------|---------------|---------------|
| T1 | 70 | 8 | 0.9385 |
| T2 | 70 | 10 | 0.9348 |
| T3 | 73 | 8 | 0.9245 |
| T4 | 73 | 10 | 0.90 |
| T5 | 75 | 8 | 0.90 |
| T6 | 75 | 10 | 0.8947 |

Fuente: Elaboración propia



Handwritten signatures and initials, including a large signature at the top right and smaller initials below it.

6.2.2. Grado alcohólico

**CUADRO N° 6.3
GRADO ALCOHÓLICO**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | %V |
|-------------|------------------|---------------|-----|
| T1 | 70 | 8 | 8 |
| T2 | 70 | 10 | 8.5 |
| T3 | 73 | 8 | 8.5 |
| T4 | 73 | 10 | 9 |
| T5 | 75 | 8 | 9.5 |
| T6 | 75 | 10 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. Punto de ebullición

**CUADRO N° 6.4
PUNTO DE EBULLICIÓN**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Punto de ebullición |
|-------------|------------------|---------------|---------------------|
| T1 | 70 | 8 | 82 |
| T2 | 70 | 10 | 81.5 |
| T3 | 73 | 8 | 81.5 |
| T4 | 73 | 10 | 81 |
| T5 | 75 | 8 | 80 |
| T6 | 75 | 10 | 80 |

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. Acidez total

**CUADRO N° 6.5
ACIDEZ TOTAL**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Acidez total |
|-------------|------------------|---------------|--------------|
| T1 | 70 | 8 | 5.5 |
| T2 | 70 | 10 | 5.5 |
| T3 | 73 | 8 | 5.3 |
| T4 | 73 | 10 | 5.2 |
| T5 | 75 | 8 | 5.0 |
| T6 | 75 | 10 | 4.9 |

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. Determinación de pH

**CUADRO N° 6.6
DETERMINACIÓN DE pH**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | pH |
|-------------|------------------|---------------|------|
| T1 | 70 | 8 | 4.36 |
| T2 | 70 | 10 | 4.24 |
| T3 | 73 | 8 | 4.52 |
| T4 | 73 | 10 | 4.50 |
| T5 | 75 | 8 | 4.71 |
| T6 | 75 | 10 | 4.73 |

Fuente: Elaboración propia

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. DISCUSIÓN

Con los residuos sólidos se preparó un mosto que tuvo las siguientes características fisicoquímicas: densidad 0.9933g/L, pH 3.80, 4%V de alcohol, sólidos solubles 930mg/L y acidez total 6.25g. de ácido tartárico /L, en contraste con el trabajo realizado por Rodriguez et.al (2009) quienes obtuvieron etanol a partir de orujos por fermentación en estado sólido.

La temperatura de maceración de 75°C y el tiempo de fermentación de 10 días (tratamiento 6) fue el que presentó mejores resultados de obtención de alcohol con las siguientes características fisicoquímicas: densidad 0.8947g/mL, 10%V de alcohol, temperatura de ebullición 80°C, acidez total 4,9g de ácido acético /L y pH 4.73, mientras que Linares (2018) realizó el tratamiento de hidrólisis de los orujos y los mejores resultados, comprendió una maceración en agua destilada a 97°C durante 1 hora con la posterior adición de 0,5 gramos de pectinasas por gramo de orujo seco y un reposo a 45°C durante 20 horas obteniendo un rendimiento en alcohol etílico de 434 litros por tonelada de orujo seco procesado.

El alcohol del tratamiento 1 presentó las siguientes características fisicoquímicas: densidad 0.9385g/mL, 8%V de alcohol, temperatura de ebullición 82°C, acidez total 5.5g de ácido acético /L y pH 4.36.

En todos los tratamientos se observó que hay producción de alcohol al igual que los trabajos realizados por Linares (2018) y Rodríguez et. Al. (2009).

Como se pudo observar, todos los tratamientos usados mostraron resultados similares en la evaluación de todas las características fisicoquímicas por lo que se puede decir que el tiempo de fermentación de 10 días y la temperatura de calentamiento de 75°C fueron las más adecuadas ya que se obtuvo mayor cantidad de alcohol.

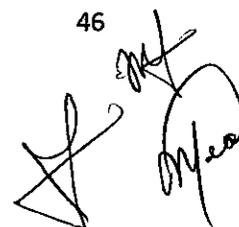
Se comprobó que la obtención de alcohol a partir de los residuos sólidos de la industria del vino depende del tiempo de calentamiento del mosto y del tiempo del proceso de fermentación.

7.2. CONCLUSIONES

- Se obtuvo etanol a partir de los residuos de la Industria vitivinícola, el cual presentó las siguientes características fisicoquímicas: densidad 0.8947g/mL, 10%V de alcohol, temperatura de ebullición 80°C, acidez total 4,9g de ácido acético /L y pH 4.73.
- Se preparó un mosto a partir de los residuos de la industria vitivinícola, al cual se le realizó los análisis fisicoquímicos, obteniéndose los siguientes resultados: densidad 0.9933g/L, pH 3.80, 4%V de alcohol, sólidos solubles 930mg/L y acidez total 6.25g. de ácido tartárico /L
- Los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola son temperatura de maceración de 75°C y el tiempo de fermentación de 10 días.

7.3. RECOMENDACIONES

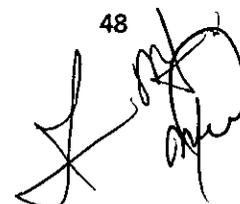
1. Se debe realizar otras experiencias considerando otros tiempos como temperaturas de fermentación.
- 2.-Se debe hacer pruebas considerando fermentación en estado sólido.
- 3.- Realizar estudios para obtener otros compuestos a partir de los orujos.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature on the left and several smaller initials on the right.

VIII. REFERENCIALES

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (A.O.A.C). 1990. Official Methods Analysis. Washington, D.C. 1015 p.
2. Gable, Robert S. (2004). «Comparison of acute lethal toxicity of commonly abused psychoactive substances». 99 (6): ISSN 1360-0443. doi:10.1111/j.1360-0443.2004.00744.
3. FAO, Organización Internacional de la viña y el vino. 2017.
4. Flancy, F. Fundamentos Científicos y Tecnológicos. 2 ed., España: Mundi-Prensa, 699, 2003.
5. Hatta, B. 2004. Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles del Pisco de uva Italia line *vinífera L. var. Italia*.
6. INDECOPI. 2002. NTP ISO-9427-2002. (Revisado en 2013). Método de ensayo. Determinación de densidad. Lima.
7. Linares Diaz, José. (2018). Tesis: "Producción de bioetanol a partir de subproductos de la industria vitivinícola. Utilización de orujos de uva blanca". Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Cuyo. Argentina.

8. Lobert, S. (2000). «Ethanol, isopropanol, methanol, and ethylene glycol poisoning». *Critical Care Nurse* **20** (6): 41-47. ISSN 0279-5442. PMID 11878258.
9. Luque-Rodríguez, J. M.; Luque de Castro, M. D.; Pérez, J.P. (2003). Ultrasound: A powerful tool for leaching. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, **22**, 41-47.
10. Maxwell, C. et. al. (2010). «Acetate causes alcohol hangover headache in rats». *PloS One* **5**(12): e15963. ISSN 1932-6203. PMID 21209842. doi:10.1371/journal.pone.0015963.
11. Repetto M. 1997. "Toxicología del Alcohol Etilico". "Toxicología Avanzada" Tercera edición. Madrid. Editorial Díaz de Santos. 1997.
12. Rodriguez L. A., Toro, M.E., Vásquez, F., (2009). "Producción de bioetanol por fermentación en estado sólido sobre orujos de uva y de remolacha azucarera". Instituto de Biotecnología. Facultad de Ingeniería. UNSJ. Argentina.
13. Ruggieri L, Cadena E, Martínez-Blanco J, Gasol CM, Rieradevall J, Gabarrell X, Gea T, Sort X, Sánchez A. (2009). Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. *Journal of Cleaner Production*, **17**, 830-838.



14. Sánchez A. 2009. Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical. economic and environmental analyses of the composting process. Journal of Cleaner Production 17:830-838

15. TOLEDO HERRERA V. 2012. Evolución de los componentes volátiles del pisco puro quebranta (*bilis vinifera L. var. Quebranta*) obtenido de la destilación en falca y alambique a diferentes condiciones de aireación durante la etapa de reposo. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Páginas web:

<https://www.biotiender.com>

<https://www.urbinevino.blogspot.com/2014/11/fundamento-de-la-fermentacion.html>

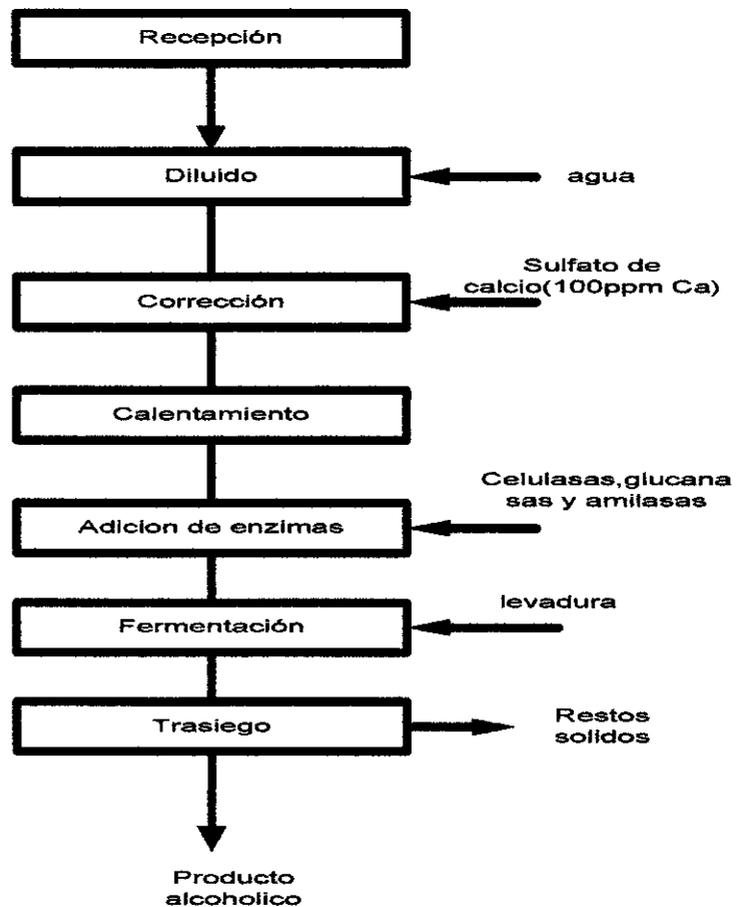


IX. APÉNDICE

9.1. Alcohol etílico a partir de los residuos sólidos de la industria vitivinícola

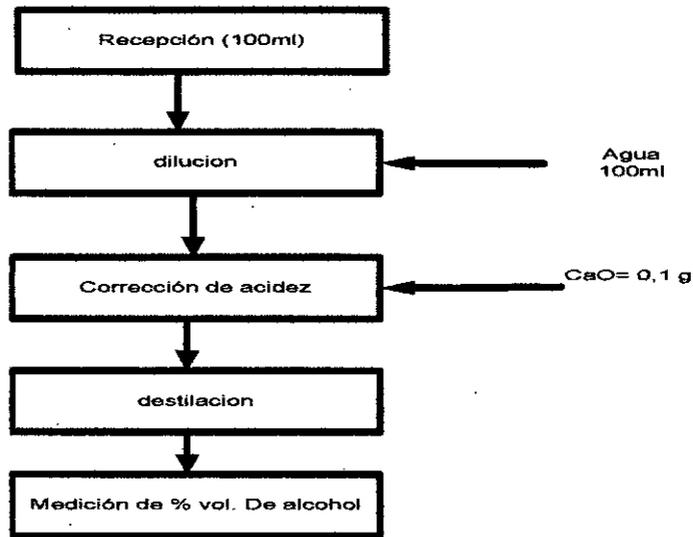
9.1.1. Metodología

FIGURA N° 9.1
ACONDICIONAMIENTO DE LOS RESÍDUOS SÓLIDOS



Fuente : Elaboración propia

FIGURA N° 9.2
OBTENCIÓN DEL ALCOHOL



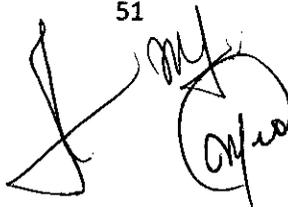
Fuente : Elaboración propia

9.2. Resultados del análisis fisicoquímico del mosto

CUADRO N° 9.1
ANÁLISIS FISICOQUIMICO DEL MOSTO

| | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| Densidad (g/mL) | 0.9930 | 0.9936 | 0.9933 |
| Ph | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| Acidez total (g. ác. Tartárico/L) | 6.3 | 6.2 | 6.25 |
| Sólidos solubles totales (mg/L) | 930 | 9.30 | 9.30 |
| Grado alcohólico (%) | 4 | 4 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

51


9.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos del alcohol

9.3.1. Densidad

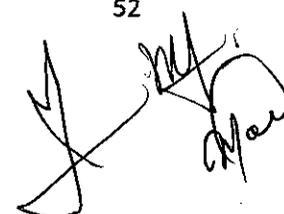
- La densidad relativa está dada por la siguiente fórmula:

$$D_{20} = \frac{P_2 - P}{P_1 - P}$$

CUADRO N° 9.2
DENSIDAD

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Prueba 1 | Prueba 2 | Densidad g/mL |
|-------------|------------------|---------------|----------|----------|---------------|
| T1 | 70 | 8 | 0.9382 | 0.9388 | 0.9385 |
| T2 | 70 | 10 | 0.9346 | 0.9350 | 0.9348 |
| T3 | 73 | 8 | 0.9243 | 0.9247 | 0.9245 |
| T4 | 73 | 10 | 0.9100 | 0.8900 | 0.90 |
| T5 | 75 | 8 | 0.9200 | 0.8800 | 0.90. |
| T6 | 75 | 10 | 0.8950 | 0.8944 | 0.8947 |

Fuente: Elaboración propia



9.3.2. Grado alcohólico

**CUADRO N° 9.3
GRADO ALCOHÓLICO**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | %V |
|-------------|------------------|---------------|-----|
| T1 | 70 | 8 | 8 |
| T2 | 70 | 10 | 8.5 |
| T3 | 73 | 8 | 8.5 |
| T4 | 73 | 10 | 9 |
| T5 | 75 | 8 | 9.5 |
| T6 | 75 | 10 | 10 |

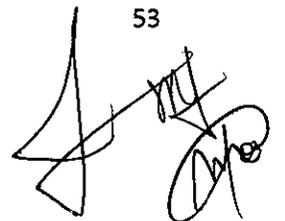
Fuente: Elaboración propia

9.3.3. Punto de ebullición

**CUADRO N° 9.4
PUNTO DE EBULLICIÓN**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Prueba 1 | Prueba 2 | Punto de ebullición |
|-------------|------------------|---------------|----------|----------|---------------------|
| T1 | 70 | 8 | 83 | 81 | 82 |
| T2 | 70 | 10 | 83 | 80 | 81.5 |
| T3 | 73 | 8 | 82 | 81 | 81.5 |
| T4 | 73 | 10 | 80 | 82 | 81 |
| T5 | 75 | 8 | 80 | 80 | 80 |
| T6 | 75 | 10 | 78 | 82 | 80 |

Fuente: Elaboración propia



9.3.4. Acidez total

La acidez total (expresada en g/L de ácido acético), se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez total} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{PE}}{V_m}$$

V_{NaOH} = Gasto de NaOH 0,050 N (mL)

N_{NaOH} = Normalidad de la solución de NaOH (Eq/L)

PE = Peso equivalente del ácido acético (60 g/Eq)

V_m = Volumen de la muestra (mL)

**CUADRO N° 9.5
ACIDEZ TOTAL**

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Prueba 1 | Prueba 2 | Acidez total |
|-------------|------------------|---------------|----------|----------|--------------|
| T1 | 70 | 8 | 5.4 | 5.6 | 5.5 |
| T2 | 70 | 10 | 5.8 | 5.2 | 5.5 |
| T3 | 73 | 8 | 5.0 | 5.6 | 5.3 |
| T4 | 73 | 10 | 5.4 | 5.0 | 5.2 |
| T5 | 75 | 8 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| T6 | 75 | 10 | 4.8 | 5.0 | 4.9 |

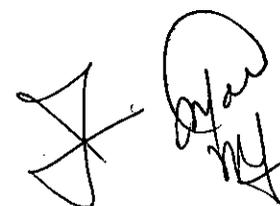
Fuente: Elaboración propia

9.3.5. Determinación de pH

CUADRO N° 9.6
DETERMINACIÓN DE pH

| Tratamiento | Temperatura (°C) | Tiempo (días) | Prueba | | Ph |
|-------------|---------------------|---------------|--------|------|------|
| | | | 1 | 2 | |
| T1 | 70 | 8 | 4.38 | 4.34 | 4.36 |
| T2 | 70 | 10 | 4.25 | 4.23 | 4.24 |
| T3 | 73 | 8 | 4.54 | 4.50 | 4.52 |
| T4 | 73 | 10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| T5 | 75 | 8 | 4.70 | 4.72 | 4.71 |
| T6 | 75 | 10 | 4.73 | 4.73 | 4.73 |

Fuente: Elaboración propia



X. ANEXOS

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | VARIABLE DEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOS |
|--|--|--|---|---|--|--------------|
| ¿Es posible obtener alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola? | Obtener alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola? | A partir de los residuos de la industria vitivinícola se puede obtener alcohol. | X1= Obtención de alcohol | - Densidad - Grado alcohólico - Punto de ebullición - Acidez total - pH | g/mL % °C g/L de ácido acético pH | Instrumental |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICAS | VARIABLE INDEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOS |
| 1. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del mosto preparado con los residuos de la industria vitivinícola? | Evaluar las características fisicoquímicas del mosto preparado con los residuos de la industria vitivinícola | 1. Los parámetros de caracterización fisicoquímica del mosto preparado con los residuos de la industria vitivinícola son: densidad, pH, acidez total, cantidad de sólidos solubles totales y grado alcohólico. | X1= Características fisicoquímicas del mosto preparado con los residuos de la industria vitivinícola. | - Densidad - pH - Grado alcohólico - Acidez total - % de sólidos solubles totales | - g/mL - pH - % - % de ácido tartárico - ppm | Instrumental |
| 2. ¿Cuáles son los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola? | Determinar los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola | 2. Los parámetros para la obtención de alcohol a partir de los residuos de la industria vitivinícola son: temperatura de maceración del mosto, y tiempo de fermentación. | X2= Parámetros de obtención de alcohol | - Temperatura de maceración - Tiempo de fermentación. | - °C días | Instrumental |