



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**"CARACTERIZACIÓN DEL AGUARDIENTE OBTENIDO
A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ DEL DISTRITO
DE JEPELACIO, PROVINCIA DE MOYOBAMBA EN
LA REGIÓN SAN MARTÍN"**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUIMICO

PRESENTADO POR:

Bachiller: CHÉVEZ SOBERÓN LUIS GIANKARLO

Bachiller: DÍAZ SALDAÑA SENSINI

LAMBAYEQUE - PERÚ
2014



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**“CARACTERIZACIÓN DEL AGUARDIENTE OBTENIDO
A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ DEL DISTRITO
DE JEPELACIO, PROVINCIA DE MOYOBAMBA EN LA
REGIÓN SAN MARTÍN”**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Bachiller: CHÉVEZ SOBERÓN LUIS GIANKARLO

Bachiller: DÍAZ SALDAÑA SENSINI

LAMBAYEQUE – PERÚ

2014



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**"CARACTERIZACIÓN DEL AGUARDIENTE OBTENIDO A
PARTIR DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ DEL DISTRITO DE
JEPELACIO, PROVINCIA DE MOYOBAMBA EN LA REGIÓN
SAN MARTÍN"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO**


M. Sc. Juan Carlos Díaz Visitación

Presidente


M. Sc. Jaime Lucho Cieza Sánchez

Secretario


M. Sc. Sebastián Huangal Scheineder

Vocal


M. Sc. Iván Pedro Coronado Zuloeta

Asesor

DEDICATORIA

*A la memoria de mi abuela
Inés, quien desde el cielo me
guía e ilumina mi camino.*

*A mis padres GUILLERMINA
y LUIS, quienes siempre
pusieron su fe en mí y me
apoyan día a día para salir
adelante.*

*A mi hermano Gianfranco, a mis
tíos Hugo, Nelly y Juan, a mis
primas Verónica y Gisella, por el
apoyo incondicional que me
brindaron para poder culminar
mis estudios.*

GIANKARLO

DEDICATORIA

*A Dios por acompañar mi vida,
iluminarla y bendecirme cada
día, pura seguir creciendo
como persona y
profesionalmente.*

*A mis padres ADELINDA y
VICENTE, quienes siempre
pusieron su fe en mí y por ser
el motor que impulso de mis
sueños y la fuerza que
transformo mis miedos en
fortalezas, a ellos que son mi
mejor ejemplo a seguir.*

*A mis hermanos Alex, Doris,
Dennis, Leidy, por creer en mí y
brindarme el apoyo incondicional
para poder culminar mis estudios.*

SENSINI

AGRADECIMIENTO

Esta investigación no hubiera sido posible sin la participación activa de diversas personas que nos brindaron su apoyo y conocimiento durante todo el proceso de investigación; aún a riesgos de olvidar a alguien, nos gustaría citar de manera muy especial:

A nuestro asesor M. Sc. Iván Pedro Coronado Zuloeta y a los doctorantes Daniel Alberto Mogollón Torres y Víctor Hugo de la Oliva Díaz, quienes han sido promotores intelectuales para el desarrollo de esta investigación.

A toda la asociación de cafetaleros de Jepelacio, por el apoyo incondicional y abastecimiento de toda la materia prima a lo largo de nuestra investigación, la cual fue brindada por medio de su Municipalidad Distrital.

Al Lic. en Biología Carlos Armando Benítez Murga, técnico de laboratorio de Química General de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por permitirnos desarrollar la parte experimental ininterrumpidamente a pesar de muchas deficiencias, se ha podido desarrollar todos los análisis en este laboratorio.

A la Comisión Organizadora de la UNACH, en especial al Dr. Wilton Rojas Montoya, ya que permitió desarrollar algunos experimentos de espectrofotometría y también por permitir la flexibilidad en horarios para el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

La presente investigación busca aprovechar el mucilago de café debido a que en el Perú una de las principales actividades en las regiones tropicales es la producción de café, por lo tanto se busca un aprovechamiento para el mucílago, ya que este se ha convertido en un contaminante para los efluentes hídricos, se plantea producir aguardiente con 40 °GL debido a que tiene 12% aproximadamente de azúcares reductores.

La materia prima fue adquirida por los productores del distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba en la región San Martín, en la cual se procedió a la recolección de materia prima en los meses de cosecha.

La extracción del mucilago se obtiene mediante operaciones manuales, con ayuda de una tela de tocuyo para separar del grano de café con el mucilago; el cual se procedió a tomar muestras para poner a fermentación por 3 días con ayuda de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) con 3 gr/L en un pH de 3 a 4 y Brix de aproximadamente 13 a 14, temperatura controlada cada 8 horas. Luego de tres días, terminada la fermentación se procede a hacer una destilación simple y una fraccionada. En la destilación simple se obtiene un aguardiente en un promedio de 8 °GL el cual pasa a la destilación fraccionada a 78°C se destila obteniendo un aguardiente con 40 °GL logrando el objetivo planteado.

Se tomó el producto para la caracterización correspondiente con los diferentes análisis realizados al aguardiente con 14 muestras de estudio para los diferentes parámetros a evaluar, los cuales son: acidez total, ésteres, furfural, metanol, aldehídos, aceites fusel y grado alcohólico. Los análisis realizados se basaron en las normas técnicas peruana para cada análisis obteniendo los siguientes resultados, que nuestro aguardiente está en metanol, grado alcohólico y aceite fusel dentro de los parámetros mientras que en ésteres, furfural y aldehídos, están por encima de la norma técnica peruana.

ABSTRACT

This research aims to leverage the coffee mucilage because in Peru one of the main activities in the tropical regions of coffee production is therefore a bang for the mucilage is sought, since this has become a contaminant for water effluents, it is proposed to produce brandy with 40 °GL because it has about 12% of reducing sugars.

The raw material was purchased by producer's district Jepelacio, Moyobamba province in the San Martin region, where we proceeded to the collection of raw material in the harvest months.

Extraction of mucilage is obtained by manual operations, using a coarse cotton cloth to separate the coffee bean with mucilage; which proceeded to take samples to put for 3 days fermentation using yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with 3 g/L at a pH of 3 to 4 and Brix of about 13 to 14, temperature controlled every 8 hours. After three days, after the fermentation proceeds to do a simple distillation and fractional. In simple distillation a spirit obtained in an average of 8 °GL which passes fractional distillation at 78 °C to obtain a liquor distilled with 40 °GL achieving the objective.

Total acidity, esters, furfural, methanol, aldehydes, fusel oils and alcoholic strength: for the corresponding product with different characterization analyzes the brandy with 14 samples from study to evaluate the different parameters, which are were noted. The analyzes were based on the Peruvian technical standards for each analysis with the following results, that our spirit is in methanol, and fusel oil alcohol content within the parameters while in esters, aldehydes and furfural, are above the technical standard Peruvian.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
	OBJETIVOS	13
	CAPÍTULO II	
II.	MARCO TEÓRICO	15
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2.	BASE TEÓRICA	21
2.2.1.	CAFÉ	21
2.2.2.	PULPA DE CAFÉ	28
2.2.3.	MUCÍLAGO	29
2.2.4.	AGUARDIENTE	30
2.2.5.	TOXICOLOGÍA DE LOS COMPONENTES DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS	33
2.2.6.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	34

CAPÍTULO III

III. MÉTODOS Y MATERIALES	39
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.1.1. POBLACIÓN	39
3.1.2. MUESTRA	39
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.3. VARIABLES	39
3.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	39
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE	40
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	40
3.5. MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	40
3.5.1. MATERIALES Y EQUIPOS	40
3.5.2. REACTIVOS	42
3.5.3. TÉCNICAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.5.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXPERIMENTAL	43

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	56
4.1. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS	56

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1. CONCLUSIONES	89
5.2. RECOMENDACIONES	90

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
-----------------------------------	-----------

ANEXOS	93
---------------	-----------

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café para el Perú sigue siendo de gran importancia dado que contribuye con la generación de empleos importantes en todas las zonas tropicales de cultivo. Las zonas cafetaleras de nuestro país se encuentran en las regiones de: San Martín, Amazonas, Loreto, Cusco, entre otras de menor producción. Las exportaciones de este producto en estos últimos años se han incrementado debido a la alta producción de café orgánico.

Esta calidad es el resultado de factores naturales, biológicos, climáticos, humanos, culturales y también consecuencia de los procesos y operaciones que se realizan por personas en toda su cadena productiva desde la finca hasta la exportación y consumo. En la etapa post cosecha la fermentación de mucílago es una de estas etapas, en la que se produce gran cantidad de defectos, que son motivos de rechazo en la compra, por tanto generan pérdidas económicas para el caficultor con consecuencias desfavorables para el mercado.

Este proceso es necesario llevar a cabo para eliminar la capa de mucílago, que es retirada del pergamino del grano a través del lavado. Para realizar esta etapa se requiere de los microorganismos que se encuentran naturalmente en el fruto y de tanques para depositar la masa.

La fermentación, tal como es manejado actualmente no tiene ningún tipo de control y sólo espera que pase el tiempo necesario para desprender la mayor parte del mucílago. Lo anterior hace que el uso de este método sea de bajo costo y se requiera poca infraestructura. Sin que esto signifique que al ser un proceso sencillo llevado a cabo por la naturaleza, se está realizando de la mejor manera y se obtengan los mejores beneficios de esta actividad. El mucílago del café tiene azúcares reductores que pueden ser aprovechables para la obtención de alcohol y obtención de bebidas alcohólicas comerciales como el aguardiente entre otras.

El presente estudio se realizará específicamente con mucilago proveniente del distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba en la región San Martín. Jepelacio es un distrito con una población de 24000 habitantes y cuenta con más de 70 caseríos con una altitud de 1113 msnm es considerado uno de los distritos más grandes de la provincia de Moyobamba, la población del distrito se dedica básicamente al cultivo de café en mayor proporción y en menor cantidad al cultivo de arroz.

El mucilago de café es un sub producto que en la actualidad es considerado como un residuo contaminante debido a la alta densidad y la cantidad de azúcares que afectan los residuos hídricos y la vegetación en influencia donde se realizan estas actividades de despulpe y lavado de café en todas las zonas cafetaleras del país, es por ello que éste presente estudio está orientado a minimizar esta contaminación, y dar un valor agregado para la producción de bebidas alcohólicas como el aguardiente y su respectiva caracterización para determinar su calidad de este producto y buscar posicionarse en el mercado nacional e internacional.

Por lo tanto, la realización de esta investigación contribuirá a la reducción del impacto ecológico en las regiones cafetaleras de nuestro país de sobremanera en el distrito de Jepelacio de la provincia de Moyobamba, por esta razón proponemos una opción tecnología para disminuir estos desechos contribuyendo con la minimización de la contaminación en la zona y dar origen a un recurso alternativo para la utilización del mucilago de café.

La presente propuesta de investigación contará con el apoyo técnico y financiero de los investigadores, en el marco del proyecto desarrollaremos trabajos de campo en las fincas ubicadas en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba región SAN MARTÍN, donde se obtendrán resultados de campo como el procedimiento de despulpe de café y procedimientos de generación de mieles de residuos para luego aplicar los procedimientos necesarios para aprovechar estas mieles y residuos para obtener la bebida destilada deseada.

OBJETIVOS

➤ Objetivo General:

- Caracterizar el aguardiente obtenido a partir del mucílago de café del distrito de Jepelacio provincia de Moyobamba región San Martín.

➤ Objetivos Específicos:

- Determinar las características de la materia prima utilizada en el proceso de producción de aguardiente a través de análisis fisicoquímico.
- Establecer parámetros del proceso de producción de aguardiente a partir del mucílago por medio de la realización de experimentos.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- **GAMONAL S., E.; PÉREZ F., F. 2005. Obtención de aguardiente a partir del extracto acuoso azucarado de los residuos sólidos del despulpe del café. Lambayeque, Perú.**
 - El mosto obtenido a partir del extracto azucarado de la pulpa del café es apropiado para la obtención de aguardiente, ya que contiene azúcares fermentables y un medio apropiado para que actúe fácilmente las levaduras que producirán la fermentación.
 - De acuerdo a los análisis de calidad rechazados al aguardiente obtenido, se determinó que algunos parámetros de control de calidad se encuentran fuera de los límites de las Normas Técnicas Peruanas.
 - Se obtuvo 7 °GL en el mosto inicial, al cual se le destiló en el lugar de ejecución y posteriormente se le rectificó hasta obtener aguardiente de 40 °GL.
 - La materia prima es un desecho del proceso de beneficio del café con el cual se obtuvo aguardiente que tiene un olor característico a café.
 - Por cada 10 Kg de pulpa se obtuvo 2 L de jugo aproximadamente.
 - Por cada 6 L de jugo se obtuvo 400 ml de aguardiente a 40 °GL aproximadamente.
 - Por bibliografía encontramos que en la composición de la pulpa, el porcentaje de cafeína es pequeño de 1.3%; además su punto de fusión es de 238 °C, por el cual no se le hizo análisis de

cafeína e el aguardiente, ya que en la destilación no pasaría cafeína por su alto punto de fusión.

- GÓMEZ D., L.; NICOLÁS M., J. A. 2006. Producción de alcohol etílico a partir de mucílago de café. Guácimo, Costa Rica.
 - Para fines de producción de etanol por medio del proceso de fermentación controlada, se pueden emplear cualquiera de los tres tratamientos (2, 4 y 6) % de cultivo de *S. cerevisiae*.
 - Del mucílago de Coopedota se obtuvo el más alto porcentaje de etanol, 1.53%. Expresado en volumen es de 2.3 ml de 150 ml de muestra destilada, lo que significa que entre mayor sea la altitud del café, mayor es la cantidad de grados Brix presente en el fruto del café, lo cual se refleja en el volumen de etanol obtenido.
 - El control de temperatura influye gradualmente en el proceso de la destilación fraccionada, ya que a temperaturas inferiores a 70 °C se destila metanol, y por arriba de los 70 °C se destila etanol. Considerando que la temperatura de ebullición del etanol es de 78 °C.
 - Monitorear que la temperatura no baje de los 70 °C y no pase de los 90 °C, para evitar cambios en la pureza y densidad del etanol.
 - El mucílago diluido afecta proporcionalmente a la densidad, grados Brix y porcentaje de etanol.
- PEÑUELA M., A. E. 2010. Estudio de la remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. Manizales, Caldas, Colombia.

El proceso de fermentación natural, llevado a cabo en tanques de polietileno bajo las condiciones ambientales de Cenicafé y con las variaciones en cantidad de café despulpado y calidad de los frutos de café, permitió concluir lo siguiente:

- En la clasificación hidráulica de los frutos de café antes del despulpado se retira un alto porcentaje de frutos secos e impurezas además de compuestos solubles del exocarpio y microorganismos que intervienen en el proceso de fermentación, comparado con el café sin clasificación, lo cual se refleja en el tiempo de fermentación requerido para obtener una remoción superior al 97%, siendo mayor para el café clasificado. Con lo anterior se rechaza la primera hipótesis de trabajo, dada las diferencias de los tratamientos como se presentan en la Tabla 6.
- No se observó efecto de la altura de llenado del tanque con el tiempo de fermentación para obtener remoción de mucílago mayor a 97%. Es decir la cantidad de café dentro del tanque no influye sobre el proceso de fermentación, con lo cual se acepta la segunda hipótesis del trabajo.
- El proceso de remoción de mucílago a través de la fermentación natural tiene un comportamiento asintótico con relación al tiempo de proceso, que describe desde 0 hasta 100% de remoción. Sin embargo el modelo cuadrático $R = -(at)^2 + 2(at)$ explicó el mejor comportamiento con coeficientes de determinación entre 84.82% y 87.34% para el café clasificado, y entre 86.02% y 90.65% para el café sin clasificación, superiores a 70%, condición que explica el buen ajuste del modelo.
- Adicionalmente, el tiempo con el que se obtiene una remoción de mucílago superior al 97%, presenta menos diferencia entre el modelo cinético cuadrático y el valor observado que entre el modelo cinético de primer orden y el valor observado, con lo cual

se concluye que el modelo cuadrático tiene una buena predicción del punto final de la fermentación.

- Los métodos tradicionales utilizados por los caficultores para identificar el punto de lavado, determinaron erróneamente este punto, dando respuesta afirmativa antes de remover completamente mucílago. Adicionalmente, los métodos evaluados presentaron diferencias entre ellos en el tiempo de respuesta, siendo mayor para el método del tacto. Con éstos tiempos, se tenían porcentajes de remoción en promedio de 58% y 74% para el método 1 y 2 respectivamente, con lo cual se acepta la tercera hipótesis de trabajo.
- Por lo anterior se concluye también, que el gran margen de error en la identificación del punto de lavado con los métodos tradicionales, puede estar ocasionando defectos en la calidad por realizar el lavado de la masa de café con fermentaciones incompletas.

Las respuestas obtenidas en las variables complementarias, indican que:

- La temperatura de la masa de café aumenta conforme avanza el proceso de fermentación, debido a que las reacciones bioquímicas que producen los microorganismos son exotérmicas. La principal diferencia por tratamientos se observa en la clasificación de la materia prima, dado que, el diferencial de temperatura de la masa con el ambiente alcanza valores de 14.7 °C al finalizar el proceso para los tratamientos sin clasificación previa al despulpado, mientras que en los tratamientos con clasificación las máximas diferencias obtenidas fueron de 8.7 °C.

- La clasificación hidráulica disminuye la temperatura de la masa lo cual incide en el tiempo de fermentación. Cuando no se separan las impurezas y los frutos de inferior calidad, se generan condiciones de temperatura que favorecen la acción de los microorganismos sobre el sustrato, logrando una degradación del mucílago en menor tiempo.
- Los valores de pH obtenidos no mostraron diferencias por efecto de la clasificación del café o de la cantidad de café dentro del tanque. Los promedios que esta variable presenta en la fermentación están entre 5.00 y 3.27 desde el inicio hasta el final del proceso.
- El comportamiento de la fuerza de punzonamiento aplicada a la masa de café, presenta tendencia lineal ascendente con relación al tiempo de proceso, sin que se presente efecto de la clasificación previa al despulpado, ni de la altura de llenado de los tanques. Por lo anterior, la respuesta en esta variable puede ser tomada como un indicador para desarrollar un método objetivo para determinar el punto de lavado.
- La clasificación hidráulica de los frutos de café mostró efecto positivo sobre la calidad del producto final. En la evaluación de la calidad, la bebida obtenida mediante el análisis sensorial, se observó que la mayor cantidad de tazas calificadas con el atributo Impresión Global mayor a 6, corresponden a los tratamientos con clasificación previa al despulpado. Así mismo, el porcentaje de tazas con algún tipo de defectos provienen de muestras tomadas de los tratamientos sin clasificación, evidenciando la importancia de realizar esta operación dentro del proceso de beneficio para evitar el deterioro de la calidad del café.

- Las muestras de café que presentaron el defecto vinagre o fermento corresponden a tratamientos sin clasificación y tiempos de fermentación después de remoción de mucílago completa, entre 3 y 6 horas adicionales, lo que indica que el café sin clasificación es más susceptible de deterioro en calidad por sobrefermentación, debido al menor tiempo de remoción.
- LÓPEZ C., A. L.; CASTILLO A., B. A. 2012. Validación del mucílago de café para la producción de etanol y abono orgánico. Estelí, Nicaragua.
- Para la elaboración de alcohol etílico a partir de mucílago de café, los tratamientos aplicados son iguales, lo que explica que la metodología aplicada en el proyecto de Validación de mucílago para la producción de etanol no son adecuadas, debido a que en el laboratorio no se contaba con todas las herramientas necesarias partiendo desde la fermentación hasta la destilación, ya que se necesitaba controladores de temperatura en el momento de la fermentación, además de destiladores donde la temperatura se hubiese podido controlar a una temperatura de 78 °C y columnas de rectificación para recuperar 89 a 96% de alcohol.
 - El rendimiento de alcohol obtenido en el proyecto fue de 2% en la primera etapa y en la segunda etapa 0.40%, lo que indica que los grados Brix en la primera etapa eran más apropiados para la obtención de etanol (8 a 10 °Bx) y en la segunda etapa (3 a 5 °Bx).
 - El cálculo de eficiencia energética no fue posible debido a que el volumen inicial de cada etapa fue bajo en relación a lo esperado.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. CAFÉ

A. GENERALIDADES

El cafeto, según la terminología de los botánicos, pertenece a la familia de las rubiáceas y al género *Coffea*. Es un arbusto de tronco recto que puede llegar alcanzar una altura de tres a seis metros dependiendo de la variedad, pero en cultivos, se suele podar a unos dos metros y así no alcanza más de tres metros, lo cual nos permite conseguir darle fuerza a la planta y tener mucha facilidad para la cosecha del fruto.

El cafeto no ofrece su primera producción útil hasta los tres años, por lo tanto la primera recolección se efectúa cuando la planta cuenta con casi con dos años de vida.

Al fruto del cafeto se le denomina cereza por su gran parecido con esta. En cada cereza encontramos dos granos enfrentados por su cara plana. Entre la piel y el grano encontramos la pulpa que está compuesta en su mayoría por azúcares. Cada grano de café está envuelto por lo que se conoce con el pergamino, semejante al papel y de color amarillo y que tiene por misión proteger al grano que a su vez está envuelto por la denominada película plateada.

B. LAS HOJAS

El cafeto posee un follaje persistente. Las hojas son de forma lanceolada, de color verde y el lado superior es de apariencia reluciente. Como todas las rubiáceas, las hojas crecen en pares opuestos a lo largo del tallo, y son estipuladas (cada uno de los órganos foliáceos se inserta en la base del peciolo de una hoja). Las hojas del robusto son mucho más grandes que las Arábicas.

C. LA CEREZA

La cereza es el nombre corriente del fruto del cafeto. Los botánicos prefieren llamarlo "Drupa". Inicialmente, los frutos son verdes, y al cabo de algunos meses de maduración pasan progresivamente al amarillo, al rojo, al granate y al fin casi al negro. La cosecha ideal se efectúa cuando los frutos están rojos. Adentro de la drupa, protegidas por la pulpa o mesocarpio, se esconden dos pequeños granos separados por un surco.

Los granos tienen que ser extraídos del fruto y hay que quitarles el pergamino antes de tostarlos.

FIGURA 2.1

PLANTA DE CAFÉ



D. VARIEDADES DE CAFÉ EN EL PERÚ

El café se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75% de los cafetales esta sobre los 1000 m.s.n.m.

La diversidad de combinaciones de climas, suelos precipitación y luz solar constituye un escenario propicio para el cultivo del café. Los cafés del Perú son *coffea arábica* con distintos perfiles de sabor, aroma y acides. Las variedades que se cultivan son: Típica (70%), Caturra (20%), y otros (10%), el 90% del café peruano crece bajo sombra, principalmente de leguminosas, en un promedio de 2000 plantas por hectárea.

En concordancia con las tendencias actuales, algunos grupos de agricultores peruanos se han especializado y trabajan en orgánico y otros cafés especiales, reconocidos por su perfil y características peculiares como su calidad de taza, acidez y sabor balanceado que se ajusta muy bien a microclimas, la temperatura y la estricta altura (1400 - 1800 m. s. n. m.).

La pulpa separada del grano, siendo esta azucarada puede utilizarse para obtener etanol poniendo a fermentar el mucilago con las mieles. Pero si no se utilizaría esto, debe darse un tratamiento adecuado para evitar la contaminación ambiental.

E. FERMENTACIÓN

La fermentación es un proceso metabólico en que los carbohidratos son oxidados (oxidación incompleta) con liberación de energía.

De acuerdo con la interpretación bioquímica hecha por Pasteur, la fermentación se conoce como la desasimilación anaeróbica de

compuestos orgánicos por la acción de microorganismos u otras células o de extractos celulares (enzimas); además, es un conjunto de reacciones bioquímicas a través de las cuales una sustancia orgánica se transforma en otras por acción de ciertos microorganismos (bacterias, hongos) que en general van acompañadas de un desprendimiento gaseoso y de un efecto calórico.

El término fermentador no sólo hace referencia a los recipientes en los cuales se realiza la fermentación con exclusión de aire, sino también a los tanques en los cuales se producen oxidaciones microbianas aeróbicas y a los tanques de propagación de levaduras y otros microorganismos en presencia del aire.

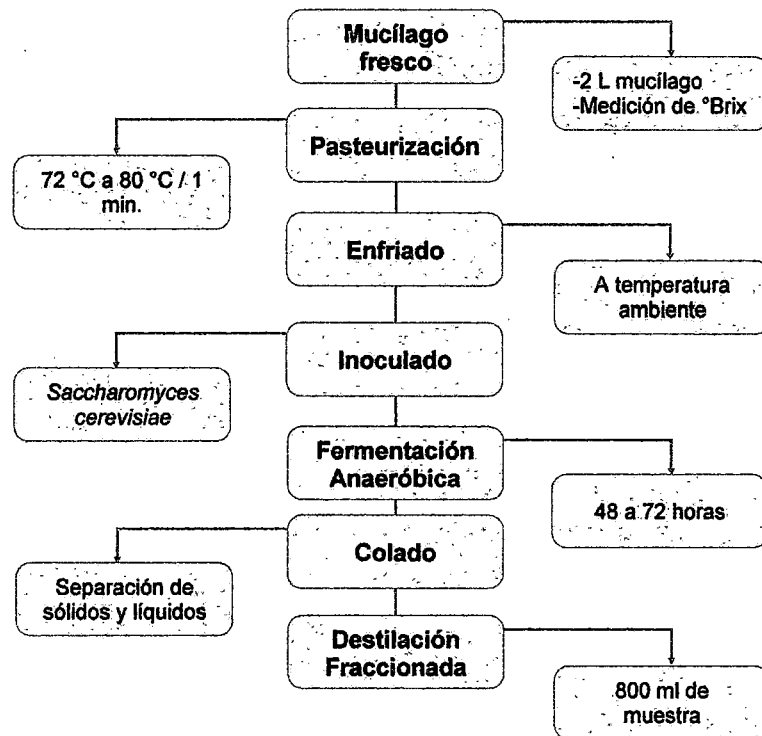
La fermentación es natural cuando las condiciones ambientales permiten la interacción de microorganismos con los sustratos orgánicos susceptibles.

El tiempo necesario para que la fermentación termine es entre 48 y 72 horas.

DIAGRAMA 2.1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN

MÉTODO CONTROLADO



Fuente: Producción de alcohol etílico a partir de mucilago de café. Tesis para Optar Título. Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica. 2006.

F. DESTILACIÓN

Proceso de destilación fraccionada

Después de haber fermentado el producto con el método controlado y no controlado (natural) y previamente colado, se procedió a realizar la destilación fraccionada.

- Antes de llevar el producto fermentado en el balón, se realizó una separación de sólidos y líquidos por medio de un colado. El producto a fermentar en líquido será más fácil de evaporarse al

momento de la destilación, sin la presencia de sólidos pesados.

- b. Se colocó una primera muestra de 800 mililitros de producto fermentado en un balón de destilación.
- c. Se calentó muy suavemente el contenido del balón de destilación y se mantuvo así hasta que llegó a los 5 °C, sin dejar que pasara de los 80 °C.
- d. Posteriormente se recolectó el líquido destilado entre 75 a 80 °C.
- e. Se repitieron los pasos anteriores para las demás muestras a destilar, tomando nuevamente 800 mililitros de muestra, logrando así las dos repeticiones por cada tratamiento.

G. LAVADO Y CLASIFICACIÓN

Luego de separar el grano de la pulpa, se pone en agua; en tanques especialmente contruidos para esta operación, para quitarle la parte glutinosa que cubre (mucilago) después de la fermentación: la operación se hace más pronto y mejor cuanto más rápido se remueva el agua.

El lavado del café contribuye a que el grano se saque más pronto, y algunos atribuyen influencia en la calidad del café.

H. ETAPAS DEL BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ

a. RECOLECCIÓN DEL FRUTO O COSECHA

Desde que aparece la flor de cafeto, hasta que el fruto llega a su completa madurez corren, aproximadamente nueve meses; la temperatura, la fertilidad del terreno y las condiciones atmosféricas alargan o abrevian un poco este tiempo. El fruto no

debe recogerse sino cuando esté perfectamente maduro, que es cuando el color rosado con el que inicia la madurez hasta tomar un color de vino tinto.

El fruto debe despulparse a medida que se recolecta, y no debe dejarse fermentar en los pilos o montones porque la fermentación de la pulpa puede afectar la calidad de grano.

b. DESPULPE

La primera operación que hay que hacer con el café quitarle la pulpa o parénquima blando que cubre el grano. Esto se hace por medio de una maquina sencilla que se llama despulpadora, el poder de esta maquila debe estar en relación con la magnitud de la plantación.

c. SECADO

De todas las operaciones que exige el cultivo y beneficio del café la más engorrosa es el secado del grano, especialmente en los departamentos donde la operación coincide con la estación de invierno (temporadas de lluvia). El secado se hace en patios por la acción del sol, en estufas por el calor artificial o combinado uno u otro sistema.

El café sale lavado con humedad entre 50 y 60% y hay que bajarla a 12 ó 13 %, para bajar esta humedad se necesita de 30 a 40 horas de soleado.

d. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento se debe hacer en lugares libres de olores y aislados para evitar que el grano se dañe.

2.2.2. PULPA DE CAFÉ

Después de cosechado, el fruto del café se lava y se le elimina la pulpa. El grano despulpado contiene todavía mucho mucilago, el cual se elimina por medio de fermentación natural o bien por tratamiento químico. Una vez liberado del mucilago el grano se deshidrata y se trilla para eliminar la cascarilla o pergamino.

La pulpa representa aproximadamente un 40% en base húmeda del café en grano y tiene un alto contenido de humedad (75 a 80 %) y una baja densidad que dificulta la trasportación y la deshidratación.

CUADRO 2.1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PULPA DE CAFÉ

	Fresca	deshidratada	Fermentada naturalmente y deshidratada
Humedad	76.7	12.6	7.9
Materia seca	23.3	87.4	92.1
Extracto estéreo	0.48	2.5	2.6
Fibra cruda	3.4	21.0	20.8
Proteína cruda N×6.25	2.1	11.2	10.7
Cenizas	1.5	8.3	8.8
Extracto libre de nitrógeno	15.8	44.4	49.2

Fuente: Composición química de la pulpa del café y otros subproductos. División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.

CUADRO 2.2

CONTENIDO DE OTROS COMPUESTOS EN LA PULPA DE CAFÉ

Compuesto	% Base seca
Taninos	1.8 – 8.56
Sustancias pécticas totales	6.5
Azúcares reductores	12.4
Azúcares no reductores	2.0
Cafeína	1.3
Ácido clorogénico	2.6
Ácido cafeico total	1.6

Fuente: Composición química de la pulpa del café y otros subproductos. División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.

2.2.3. MUCÍLAGO

El otro producto de interés es el mucilago el cual está localizado entre la pulpa y la cascara del grano de café. Este material representa alrededor del 4% del peso seco de este.

El mucilago es una capa de aproximadamente 0.5 a 2mm de espesor que está fuertemente adherida ala cascara del grano de café. Desde el punto de vista físico, el mucilago es un sistema coloidal líquido, liofílico, siendo por lo tanto un hidrogel químicamente, el mucilago contiene agua, pectinas, azúcares y ácidos orgánicos. Durante la maduración del

grano de café el pectado de calcio, localizado en la laminilla media y la protectina de la pared celular, es convertido en pectinas.

Esta transformación o hidrólisis de la protectinas resulta en la deshidrogenación de la pared celular, debajo un plasma, además de pectinas, se encuentran azúcares y ácidos orgánicos derivados del metabolismo y la conversión del almidón.

CUADRO 2.3

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DEL FRUTO DE CAFÉ

	%
Sustancias pécticas totales	35.8
Azúcares totales medios	45.8
Azúcares reductores	30.0
Azúcares no reductores	20.0
Celulosa + cenizas	17.0

Fuente: Composición química de la pulpa del café y otros subproductos. División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.

2.2.4. AGUARDIENTE

A. HISTORIA:

El aguardiente aparece en época más reciente a fines de la edad media fue descubierto por un alquimista de forma casi accidental.

Uno de estos alquimistas, Arnaldo de Villanova, físico Catalán, tuvo la brillantes idea de calentar al vino en un aparato inventado por los árabes; era un primitivo alambique. Arnaldo de Villanueva, fue el

primero en escribir un tratado sobre el nuevo producto al que se le llamo "Eau de vie" (agua de la vida). La describió como agua de la inmortalidad, con la extraordinaria propiedad de prolongar la vida, hacer desaparecer los malos humores, revivir el corazón y mantener la juventud. Era lo más próximo a la panacea universal. Durante mucho tiempo el Agua Vitae se empleó como medicina.

Raymond Lulli o Lullio, contemporáneo de Villanova, Jerome Braunshweing (1525) y Peter Morwyng (1559) publicaron importantes tratados sobre la técnica de la destilación.

La demanda de aguardiente obligo el aumento de la producción; el ingenio humano se vio forzado a perfeccionar la técnica y los sistemas, lográndose una mayor producción de menor precio y mejor calidad.

Simultáneamente se buscaron nuevos productos para ser destilados; todos aquellos susceptibles a fermentar fueron pasados por el alambique, lográndose el aguardiente de todo tipo de frutas, de granos y de todo aquello que contenga almidón que puede ser trasformado en maltosa, ya fuese por medios naturales, mediante fermentos o por medios químicos. A estas operaciones se les da el nombre de sacarificación o malteado.

Con esta posibilidad, cada pueblo se empeñó en buscar su aguardiente. En los países Nórdicos y en Polonia se usó la papa por su alto contenido de almidón y también los granos. En los países tropicales, con la melaza de la caña de azúcar se obtuvo el ron: los mejicanos de un cactus lograron el Tequila.

CUADRO 2.4

REQUISITOS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUARDIENTE DE CAÑA SEGÚN NORMA TÉCNICA PERUANA

Requisitos	Valores Límites	Métodos de ensayo
Grado alcohólico a 20 °C, % Alc. Vol. ¹	Mín. 32	NTP 211.004 ó
	Máx. 50	NTP 210.003
Metanol como metanol (*)	Máx. 30	NTP 210.022 ó
		NTP 211.035
Furfural como furfural (*)	Máx. 5	NTP 210.025 ó
		NTP 211.035
Aldehídos como acetaldehídos (*)	Máx. 40	NTP 210.020 ó
		NTP 211.035
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico ² (*)	Mín. 200 Máx. 650	NTP 211.040,
		NTP 210.020,
		NTP 210.022,
		NTP 211.003,
		NTP 210.021,
		NTP 210.025 ó NTP 211.035

(*): Expresado en mg/100 mL AA

¹ En cuanto al grado alcohólico indicado en el rotulado, se permitirá una tolerancia de ± 0.5 grados alcoholimétricos.

² La determinación de componentes volátiles se realiza con la suma de los resultados de: aldehídos, ésteres, metanol, alcoholes superiores, y acidez volátil.

Fuente: Indecopi.

2.2.5. TOXICOLOGÍA DE LOS COMPONENTES DE LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS

▪ ALCOHOL ETÍLICO:

Límite de exposición 100 ppm, potencialmente toxico. La rápida ingestión de 300 - 400 ml de alcohol puro puede causar la muerte de una persona.

La ingesta excesiva durante periodos prolongados de tiempo conduce al deterioro del hígado, pérdida de la memoria, y puede conducir a una adicción fisiológica fuerte.

▪ ALCOHOL METÍLICO:

Límite de exposición 200 ppm altamente venenoso. La ingesta de 60 – 250 ml. Puede causar ceguera y hasta la muerte. Efecto del envenenamiento se debe a la oxidación corporal del metanol o ácido fórmico y en cierto grado de formaldehído.

El ácido fórmico produce acidosis, es decir interfiere en el transporte de oxígeno por parte de la molécula de hemoglobina y puede provocar el coma fatal.

▪ ACETALDEHIDO:

Dosis letal 4570 ppm límite de exposición 100 ppm produce efectos en el sistema nervioso central, es una sustancia irritante y depresora de todas las células, los hallazgos patológicos en las muertes por envenenamiento son la irritación narcosis y el edema pulmonar.

▪ ALCOHOL AMÍLICO:

Límite de exposición 100 ppm dosis letal 200 mg/Kg. En peso corporal, es dos veces más toxico que el alcohol etílico.

Produce irritación, efectos en el sistema nervioso central y daños en la medula ósea, causante del dolor de cabeza.

- **ALCOHOL BUTÍLICO:**

Límite de exposición 50 ppm, dosis letal 700 mg/Kg. En peso corporal. Produce irritación, efectos en el sistema nerviosos central y daño hepatorenal.

- **ACETATO DE ETILO:**

Límite de exposición 50 ppm. Dosis letal 4930 ppm. Produce irritación, efectos en el sistema nervioso central y daño hepatorenal.

2.2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Pergamino de café**

O cascarilla es la parte que envuelve el grano inmediatamente después de la capa mucilaginosa, y representa alrededor del 12 % del grano de café en base seca.

- **Despulpe de café**

Al proceso de eliminación de la pulpa se le llama despulpado y consiste en hacer pasar las cerezas entre dos cilindros que, por presión, eliminan la piel y gran parte de la pulpa.

- **Residuo sólido:**

Es el sub producto que se obtienen del despulpe del café y está constituido por cascaras y pulpa, que representa el 40% del cerezo maduro del café.

- **Taninos:**

Son sustancias que producen en diversas partes de las plantas, como son: corteza, frutos, hojas, raíces y semillas; a pesar de tener un origen común, la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración.

- **Grado alcohólico:**

Es el número de volúmenes de alcohol puro contenido a la temperatura de 20 °C en 100 volúmenes del producto a esa temperatura.

- **pH**

Indica la acidez o basicidad de una solución.

- **Acidez:**

Propiedad de una solución de reaccionar como un ácido. La acidez está constituido por los ácidos grasos perteneciente a la serie acética que se encuentra en los vinos.

- **Ácido Acético.**

Ácido obtenido por fermentación de líquidos azucarados en presencia de aire, por acción de un organismo llamado *Mycodermaaceti* que oxida el alcohol a ácido acético.

- **Aldehídos:**

Es el resultado de la oxidación de un alcohol en medio ácido. Los aldehídos de las bebidas alcohólicas destiladas están compuestos por diferentes cantidades de aldehídos acéticos, paraldehídos homólogos superiores. Se expresa usualmente en acetaldehído en g/100 ml de alcohol anhidro.

- **Aceite fusel o alcoholes superiores:**

Termino que abarca a los alcoholes más pesados de sabor picante que produce durante la fermentación. El aceite fusel está compuesto aproximadamente por 80 % de alcoholes amílicos, 15% de alcoholes butílicos y 5% de otros alcoholes.

- **Alcohol etílico o etanol:**

Obtención por fermentación de líquidos azucarados. Su obtención se basa en que la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), fermenta por acción de un enzima producto de un grupo de hongo microscópico *Sacaramiceto* dando alcohol y anhídrido carbónico.

- **Ésteres:**

Son los derivados más importantes de los ácidos carbónicos. Son líquidos incoloros, insolubles y más ligeros que el agua, son sustancias neutras y por lo general su punto de ebullición es más bajo que los ácidos o alcoholes de base molar comparable; proveen de aroma y sabor agradable alas bebidas alcohólicas.

Expresado usualmente en acetato de etilo en g/ml de alcohol anhidro.

- **Furfural:**

Obtenido por el deshidratación de una pentosa o hexosa en medio ácido y calor excesivo en la fermentación.

- **Aguardiente:**

Es el producto proveniente de la fermentación alcohólica obtenida por destilación de un mosto azucarado.

- **Cafeína:**

Sustancias natural que se encuentra en las hojas, semillas o frutos de más de sesenta y tres plantas. Las fuentes conocidas de la cafeína son los granos de café y el cacao, las nueces de cola y las hojas de té, el café preparado en cafetera contiene unos 110 mg por taza.

- **Destilación:**

La destilación es la operación cuyo fin es la separación de dos o más líquidos miscibles mediante la ebullición. Los vapores obtenidos se recuperan como producto deseable y se condensan. Esta operación recibe también los nombres de alambicación, refinación, agotamiento, fraccionamiento y rectificación.

CAPÍTULO III

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. POBLACIÓN

Mucilago de café proveniente de los productores del distrito de Jepelacio provincia de Moyobamba en la región San Martín.

3.1.2. MUESTRA

Está constituida de 15 kg de mucilago muestra proveniente del distrito de Jepelacio provincia de Moyobamba en la región SAN MARTÍN.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. DE ACUERDO AL FIN QUE SE PERSIGUE

- Aplicada

3.2.2. DE ACUERDO AL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Experimental

3.3. VARIABLES

3.3.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Temperatura de fermentación.
- pH
- Brix.

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Calidad del Aguardiente producido.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Diseño Experimental

El estudio fue establecido en el laboratorio de Ingeniería química, mediante un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con dos repeticiones. Los datos recolectados para las distintas variables fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA, $p < 0.05$) utilizando el paquete estadístico spss v.14.

Variables a evaluar

Porcentaje y densidad del etanol en los procesos de fermentación controlada y no controlada. Los promedios fueron sometidos a una prueba de Duncan, la cual nos permite definir si las diferencias son significativas o no ($p < 0,05$). Se empleó el programa MS Excel 2010, para realizar gráficas.

3.5. MATERIALES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Papel filtro.
- Bureta.
- Soporte universal.

- Balón
- Pipetas
- Probetas
- Vaso de precipitación de 500 ml (PIREX)
- Embudo
- Matraz
- Picetas
- Fiolas
- Tubo de ensayo
- Manguera de plásticos
- Termómetro (PREMIERE -20°C – 150°C)
- Brixómetro
- Potenciómetro
(HANNA INSTRUMENT; MODELO: PH 213 MARCA: HANNA).
- Balanza analítica (EXCELL BH- 300 CAPACIDAD MÁXIMA 300g)
- Estufa (BINDER /DIN 12880); MOD FD 53; MARCA: BINDER)
- Equipo de destilación
- Alcoholímetro
- Cocina eléctrica
- Espectrofotómetro

3.5.2. REACTIVOS:

- Ácido sulfúrico concentrado
- Hexacionoferrato II de potasio
- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio 0.5 N
- Sulfato cúprico
- Solución de fehling A, fehling B
- Acetato de zinc
- Yoduro de potásico
- Bisulfito de sodio
- Tío sulfato de sodio 0.05N y 0.10N
- Levadura Fleischmann
- Agua destilada

3.5.3. TÉCNICAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS:

- La observación en la experimentación
- Medición
- Comparación

3.5.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

La observación y la descripción fueron las herramientas más usadas para recolección de datos que luego fueron procesados en el software.

- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Borrador
- Calculadora
- Computadora
- Copias de libros
- Software estadístico, Statgraphics Centurion XVI para la evaluación de los datos recolectados y elaboración de Figuras.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EXPERIMENTAL:

➤ RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA:

Esta etapa consiste en el recojo de los cerezas de café mediante cosecha artesanal realizada por los cafetaleros posteriormente se procese al acondicionamiento para la etapa del despulpe de la cereza de café esta se acondiciona en lugares cercanos a fuentes hídricas, esta operación se lleva a cabo todos los días de temporada de café en los meses de enero a agosto en el distrito de Jepelacio provincia de Moyobamba, donde se recepciona el café de todos los cafetaleros del mencionado distrito.

➤ **DESPULPE:**

Esta operación se lleva acabo con ayuda de máquinas despulpadoras marca Finar N° 2 - ½, las cuales funcionan con motor petrolero; esta operación sirve para separar la pulpa y parte del mucílago que cubre al grano de café. Toda esta operación se lleva por lo general por las tardes luego de cada día de cosecha.

➤ **EXTRACCIÓN DEL MOSTO:**

Consiste en agregar agua a la pulpa en una proporción de 1 a 1 para poder extraer la mayor cantidad de mucilago tanto de la pulpa como de la parte que cubre al grano de café. Para poder extraer la mayor cantidad de mosto hacemos uso de una filtración a presión utilizando telas de tocuyo se utiliza este material por demostrar mayor resistencia hacia a otro tipo de telas. Para ejercer fuerza en forma un prensador para obtener todo el jugo presente.

➤ **ACONDICIONAMIENTO DE MOSTO:**

Este proceso se lleva con mucho cuidado porque la calidad de nuestro producto depende de las condiciones de esta etapa que se le da para la fermentación, en esta operación se procedió de la siguiente manera:

- Primero una vez filtrado el jugo se procede a tomar las medidas de temperatura, Brix, pH.
- Segundo se agrega la levadura FLEISHMANN en una proporción de 3g por cada litro de mosto

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS REALIZADOS AL MOSTO

Los análisis efectuados fueron los siguientes:

Determinación de temperatura, pH, °Brix y análisis cualitativos de azúcares reductores antes de la fermentación.

❖ DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA

Para determinar la temperatura se utilizó un termómetro industrial, se procedió de la siguiente manera se saca una muestra en vaso precipitado de 50ml y se colca en termómetro y se toma nota de la lectura.

❖ DETERMINACIÓN DE PH

Se calibra el equipo de pH con una solución buffer, luego se saca una muestra en vaso de precipitación, donde se coloca los electrodos del equipo y se toma nota de la lectura la medición se llevó con el equipo HANNA digital del laboratorio de química general de la universidad nacional "Pedro Ruiz Gallo".

❖ DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES

Se procede hacer el siguiente procedimiento, en una probeta de 100 ml se tomaron 40 ml de cada muestra se enraso a 100 ml con agua destilada luego en un matraz se agrega 5 ml de fehling "A" y 5 ml de fehling "B" y 20 ml de agua destilada luego se tituló la mezcla preparada anteriormente con 2 gotas de indicador azul de metilo. Con resultados obtenidos se calcula los azúcares reductores con ayuda de la tabla del anexo I.

❖ DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX

Para determinar los grados Brix se utilizó un refractómetro portátil. Donde se colocaron unas gotas de mosto y se procedió a realizar la medición luego se tomó nota de la lectura.

➤ FERMENTACIÓN:

El proceso de fermentación se llevó a cabo en fermentadores de plástico de 10 L los cuales se acondiciona para tal fin este proceso se controló cada 8 horas las variables de estudio como temperatura, grados brix, pH. Esta etapa culmina luego de 72 horas cuando la cantidad de azúcares permanece constante en las diferentes mediciones que se le realiza.

➤ FILTRACIÓN DEL MOSTO:

Esta operación se lleva con la finalidad de separar la mayor cantidad de solidos presentes en el mosto para luego pasar a la siguiente operación de destilación primaria.

➤ DESTILACIÓN:

Esta operación tiene como objetivo formar el producto deseado es decir el aguardiente procedente del mucilago de café para obtener este producto la destilación se da en dos etapas la primera una destilación simple y una segunda eta en una destilación fraccionada.

- **DESTILACIÓN PRIMARIA:** Es aquella destilación en la cual nos permite obtener la mayor cantidad de alcohol presente en el mosto para esta operación hacemos una dilución de mosto, es decir agregamos agua al mosto en la misma proporción para destilar como por ejemplo para destilar 500 ml se agrega 250 ml de agua y 250 ml de mosto. De esta primera destilación se obtiene una concentración de 6 a 7 °GL esta destilación no se controla la temperatura es decir se destila a 100 °C.

- **DESTILACIÓN FRACCIONADA:** Esta operación sirve para concentrar el aguardiente de 6 a 7 °GL hasta llegar a un 40 ó 45 °GL de alcohol. Esta destilación es controlada la temperatura es decir se destila a 75 a 80 °C teniendo en cuenta el punto de ebullición del etanol de esta manera obtenemos nuestro objetivo para la producción de aguardiente.

ANÁLISIS REALIZADOS AL PRODUCTO

A continuación se presenta los análisis físico- químicos practicados al aguardiente.

❖ GRADO ALCOHÓLICO DEL AGUARDIENTE (GAY LUSSAC)

Según la N.T.P 211.004 se toman aproximadamente 150 ml. De aguardiente se enfriaron hasta 15 °C, en un frasco de plástico bien cerrado herméticamente, inmediatamente después se coloca el aguardiente en una probeta de 100 ml. Completamente seca y se introduce al alcoholímetro, controlando la temperatura hasta que el termómetro indique 15 °C, es el momento en que se toma la lectura del alcoholímetro.

❖ ACIDEZ EN EL AGUARDIENTE

Como se especifica en la norma N.T.P 211.004 se realiza el siguiente procedimiento. Se toman 50 ml. De aguardiente contenido en un matraz de 200 ml. Se añaden 3 gotas de fenoltaleina, para luego titularlo con hidróxido de sodio 0.1N, hasta que la muestra cambie a un color rosado tenue, se anota el gasto de hidróxido de sodio 0.1N.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$At = \frac{N \times 0.12 \times 100}{^{\circ}GL}$$

Dónde:

At: Acidez total en g/L de alcohol anhidro

N: Gasto de NaOH 0.1 N por su factor de corrección

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

0.12: Constante de conversión de ácido acético

❖ ÉSTERES EN EL AGUARDIENTE

Según la N.T.P 211.003. Tomando como base la muestra que se ha determinado la acidez, se le adiciona 20 ml de hidróxido de sodio 0.1 N, la muestra es trasvasado a un balón de 500 ml. Para ser calentado a baño maría, conectándolo a un condensador a reflujo total de destilación durante 30 min. Después se le agrega 20 ml. De ácido sulfuro 0.1N, entonces se titula con hidróxido de sodio 0.1N y se anota el gasto.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$E = \frac{N \times 0.176 \times 10}{^{\circ}GL}$$

Dónde:

E: Concentración de ésteres en g/L de alcohol anhidro

N: Gasto de NaOH 0.1 N por su factor de corrección

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

0.176: Constante de conversión de acetato de etilo

❖ ALDEHÍDOS EN EL AGUARDIENTE

Según la N.T.P 210.020, se coloca 50 ml. De muestra en un matraz de 200 ml. Después se agrega 25ml. De bisulfito de sodio 0.05N, se deja 30 min. Agitándose ocasionalmente, se adiciona solución de yodo 0.05 N hasta que el color de la muestra que se observa sea anaranjado, agregándole 1 ml. En exceso. Se procede inmediatamente a titular la muestra con tiosulfito de sodio 0.05N. Se realiza de modo similar una prueba en blanco utilizando agua destilada.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$A = \frac{(V1 - V2) \times N \times 22 \times 100}{M \times ^{\circ}GL}$$

Dónde:

A: Concentración de aldehído en mg/100 mL de alcohol anhidro

V1: Gasto de la solución de tiosulfato a 0.05 N por la muestra

V2: Gasto de la solución de tiosulfato a 0.05 N por el blanco

N: Normalidad de solución de tiosulfato a 0.05

M: Volumen de la muestra (parte alícuota 100 mL)

22: Miliequivalentes del acetaldehído expresado en miligramos

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

❖ ALCOHOLES SUPERIORES (ACEITE FUSEL) EN EL AGUARDIENTE

De acuerdo a la N.T.P. 210.021. Determinación de alcoholes superiores (aceite de fusel) excepto N-propanol en bebidas alcohólicas destiladas.

- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: En un matraz volumétrico de 100 ml se colocó 1ml del destilado de la muestra, y se completó a 4 ml con agua, homogenizar y proceder como se indica a continuación.
 - CONSIDERAR: En el caso de bebidas alcohólicas con bajo contenido de alcoholes superiores, tomar la muestra directamente del destilado.

En una serie de tubos de ensayo poner 2 ml de la muestra, 2ml de cada una de las soluciones de tipo preparadas y 2 ml de la destilación testigo y otro tubo poner 2 ml de agua como blanco.

Los tubos se colocan en baño de hielo, agregarles 1 ml de solución de p-dimetilamino benzaldehído, dejarlo en el baño de hielo durante 3 min. Adicionar a cada tubo lentamente gota a gota por medio de una bureta 10 ml de ácido sulfúrico concentrado, dejándolo escurrir por las paredes del tubo, tener agua en ebullición durante 20 min colocarlos después en baño maría entre 3 y 5 min. Sacarlos y llevarlos a la temperatura ambiente.

Leer la absorbancia de los tipos y las muestras en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 545 nm. Contra el blanco usado como frecuencia. Usar la misma longitud de onda para tipos y problemas.

Con los datos obtenidos, construir la curva de calibración, colocando en las abscisas las concentraciones de la solución tipo de aceite fusel y en la ordenadas la absorbancia de las mismas.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$A.S = \frac{P \times D \times 100}{^{\circ}GL}$$

Dónde:

A.S: Alcoholes superiores (aceite de fusel) en mg/100ml. De alcohol anhidro. Superiores al propílico.

P: mg de aceite de fusel/100ml de muestra, calculados a partir de la curva de calibración.

D: Vol. Total de solución/ vol. De la muestra empleada en la dilución

°GL: Grado alcohólico (gay Lussac) a 15°C.

❖ FURFURAL EN EL AGUARDIENTE

Según la N.T.P 210.025 la preparación de la curva estándar consiste en preparar una serie de tubos que contengan 1, 2, 3, 4, 5, 6 mg furfural/litro.

Para el análisis se utiliza fioles de 25 ml. Se adiciona 1ml. De muestra aforándose con alcohol etílico al 50 % en volumen, en una fiola agregamos 1 ml. De agua destilada para realizar la prueba en blanco. Aforar con alcohol al 50 % y leer a 340nm. En el espectrofotómetro. Se tomó 1 ml. De destilado y se diluyo con 5 ml de alcohol al 50 % para después tomar su lectura en el espectrofotómetro.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$F = \frac{P \times D}{100 \times ^\circ GL}$$

Dónde:

F: Furfural g/100 mL de alcohol anhidro

P: mg/L de furfural encontrado en la curva

D: factor de dilución de la muestra

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

❖ DETERMINACIÓN DE METANOL EN EL AGUARDIENTE

Según la N.T.P 210. 022 se toma 60 ml de la muestra, que se destila a través de un destilador simple, recolectando en una fiola aforada de 50 ml. El destilado se ajusta a una concentración alcohólica del 5.5 %. Hacer una previa medición de grado alcohólico de la muestra problema.

Se toma 2 ml de solución de permanganato de potasio y se agrega 1 ml de la muestra previamente tratada (al 5.5%), en una fiola. Se mezclan y se llevan por 30 min a un baño de hielo (la mezcla de aguardiente con la solución de permanganato de potasio de una solución fucsia y llevarla al frío pasa a una coloración carmín), pasados los 30 min. Se agregaron 0.05 granos aproximadamente de bisulfito de sodio, se mezclan y la solución debe colocar.

A la muestra previamente decolorada, se le añade 1 ml de la solución de ácido cromotrópico al 5%. Se agrega lentamente 15 ml de ácido sulfúrico al 75%, se agita vigorosamente y se coloca en un baño maría, a una temperatura de 70°C, durante 15 minutos (la muestra pasa de un color amarillo a violeta), se lee la absorbancia a 575 nm. Usando como blanco alcohol a 5.5% tratado de forma similar. Se prepara una solución tipo de metanol contenido 0.025 % de metanol en alcohol al 5.5% tratada simultáneamente en la misma forma y se lee la absorbancia. La temperatura de la solución tipo y la muestra no deben diferir de un grado ya que la temperatura afecta la intensidad de color.

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

Dónde:

M: % de metanol

A_M: Absorbancia de la muestra problema

A_P: Absorbancia de la muestra patrón

D: Factor de dilución de la muestra

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. REPRESENTACIÓN DE RESULTADOS

TABLA 4.1

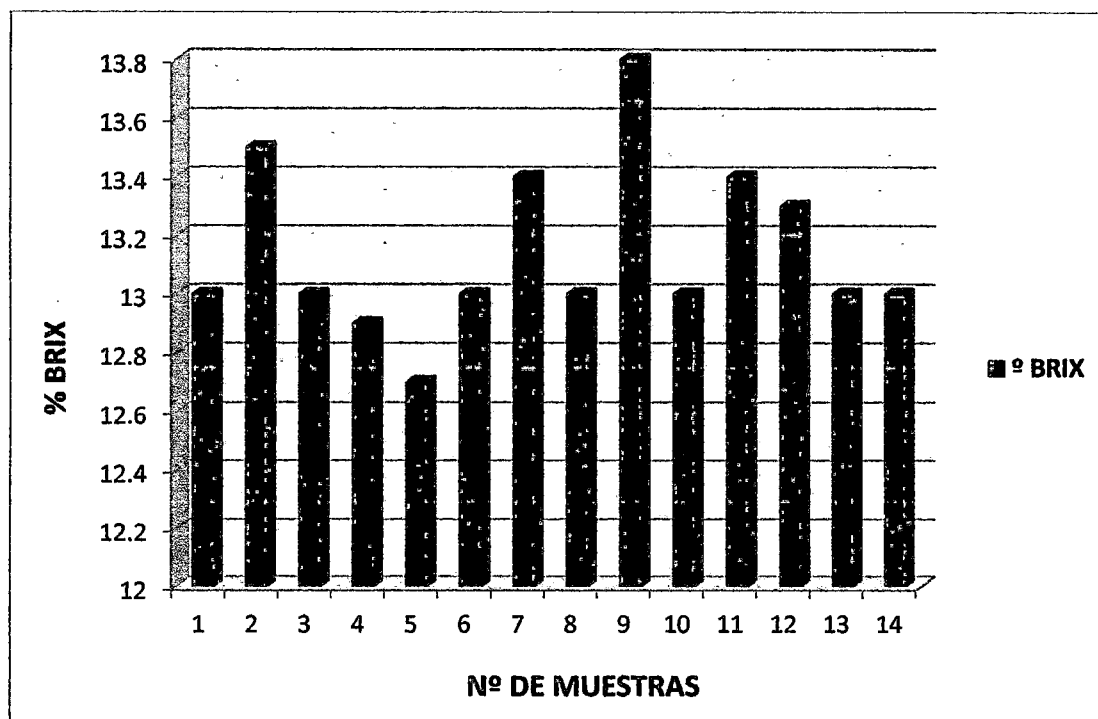
**CONTENIDO DE GRADOS BRIX EN EL MOSTO, CON RESPECTO
A LA TEMPERATURA**

Nº DE MUESTRA	ºBRIX	TEMPERATURA (ºC)
1	13	24
2	13.5	24.3
3	13	23.9
4	12.9	23.7
5	12.7	24
6	13	24.4
7	13.4	24
8	13	24.5
9	13.8	23.9
10	13	24.1
11	13.4	24.1
12	13.3	23.8
13	13	23.9
14	13	24

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.1

CONTENIDO DE GRADOS BRIX EN EL MOSTO



INTERPRETACIÓN

En el presente cuadro se puede observar que la temperatura no influye en los grados brix.

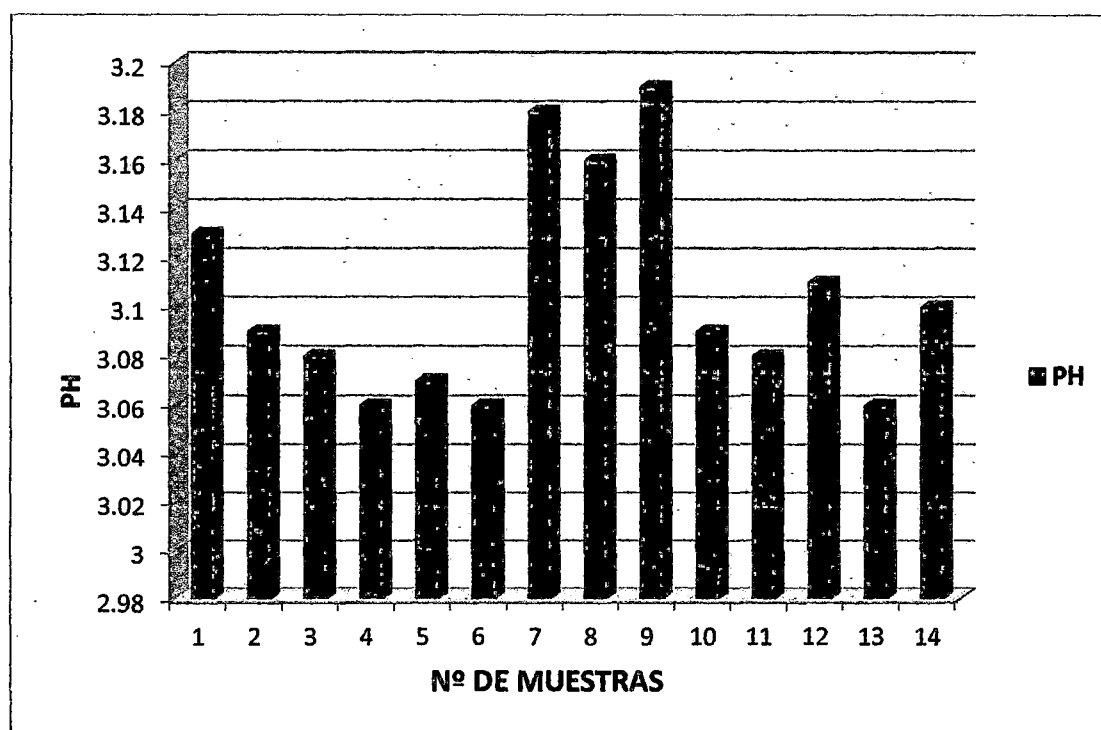
TABLA 4.2**MEDICIÓN DE PH EN EL MOSTO**

Nº DE MUESTRA	PH	TEMPERATURA (°C)
1	3.13	23.2
2	3.09	23.3
3	3.08	23.3
4	3.06	23.3
5	3.07	22.7
6	3.06	24
7	3.18	22.8
8	3.16	23.4
9	3.19	23.8
10	3.09	22.9
11	3.08	22.6
12	3.11	23.2
13	3.06	22.9
14	3.10	23.5

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.2

PH EN EL MOSTO



INTERPRETACIÓN

El presente cuadro demuestra que la temperatura no tiene influencia en el pH de las muestras.

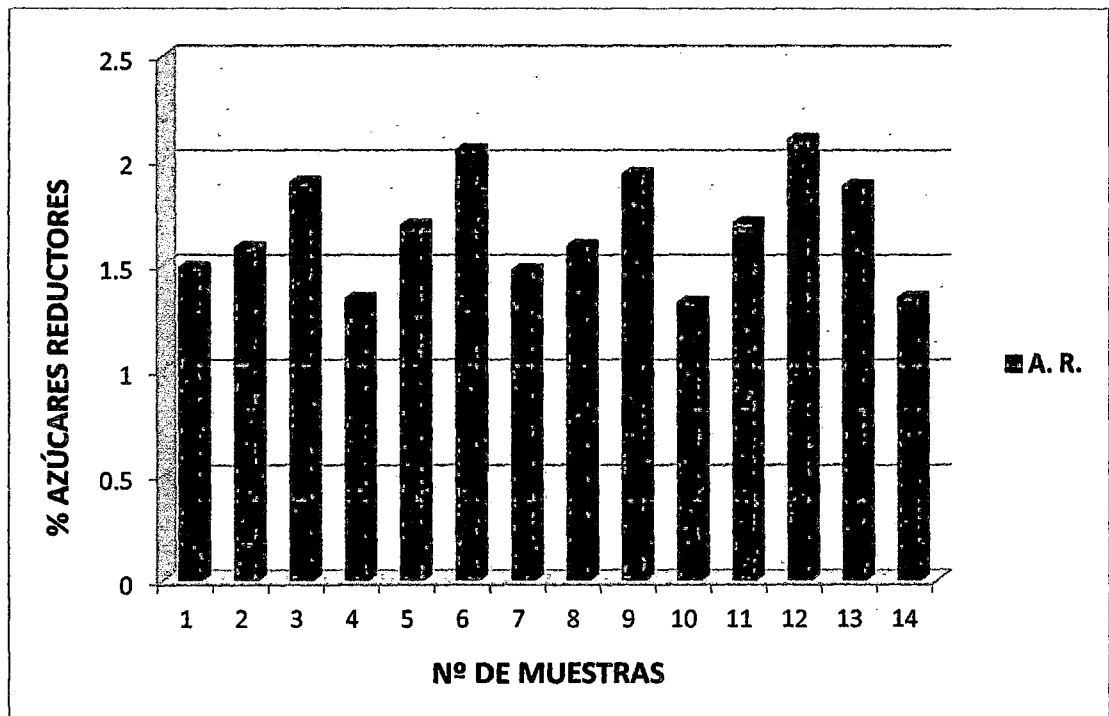
TABLA 4.3
PORCENTAJE DE AZÚCARES REDUCTORES EN EL MOSTO

Nº DE MUESTRA	AZÚCARES REDUCTORES (% EN PESO)
1	1.485
2	1.58
3	1.894
4	1.338
5	1.688
6	2.048
7	1.475
8	1.59
9	1.934
10	1.318
11	1.7
12	2.10
13	1.878
14	1.342

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.3

PORCENTAJE DE AZÚCARES REDUCTORES EN EL MOSTO



INTERPRETACIÓN

La presente tabla nos permite identificar la cantidad de azúcares reductores presentes en las diferentes muestras de estudio; obteniéndose un menor porcentaje de azúcares reductores en la muestra 10, y un mayor porcentaje en la muestra 12.

TABLA 4.4

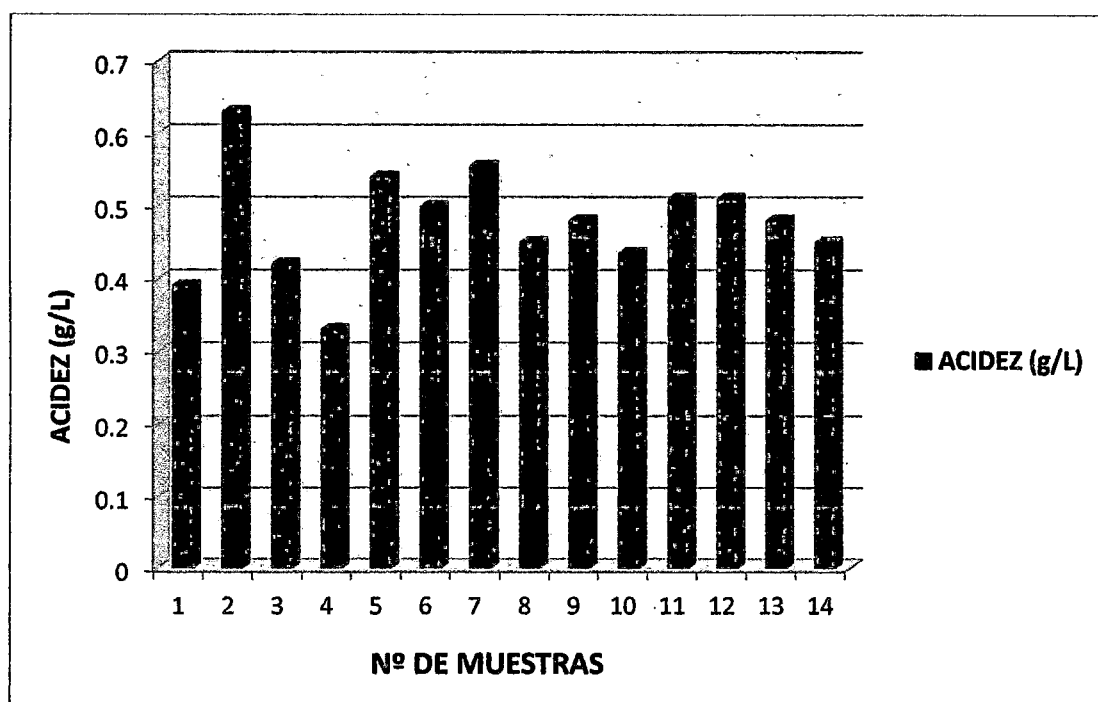
CONTENIDO DE ACIDEZ EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE

Nº DE MUESTRA	ACIDEZ TOTAL EN g/L. A.A
1	0.39
2	0.63
3	0.42
4	0.33
5	0.54
6	0.499
7	0.555
8	0.45
9	0.48
10	0.435
11	0.51
12	0.51
13	0.48
14	0.45

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO Nº 4.4

CONTENIDO DE ACIDEZ EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar el grado de acidez presente en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de acidez en la muestra 4, y un mayor contenido en la muestra 2.

TABLA 4.5

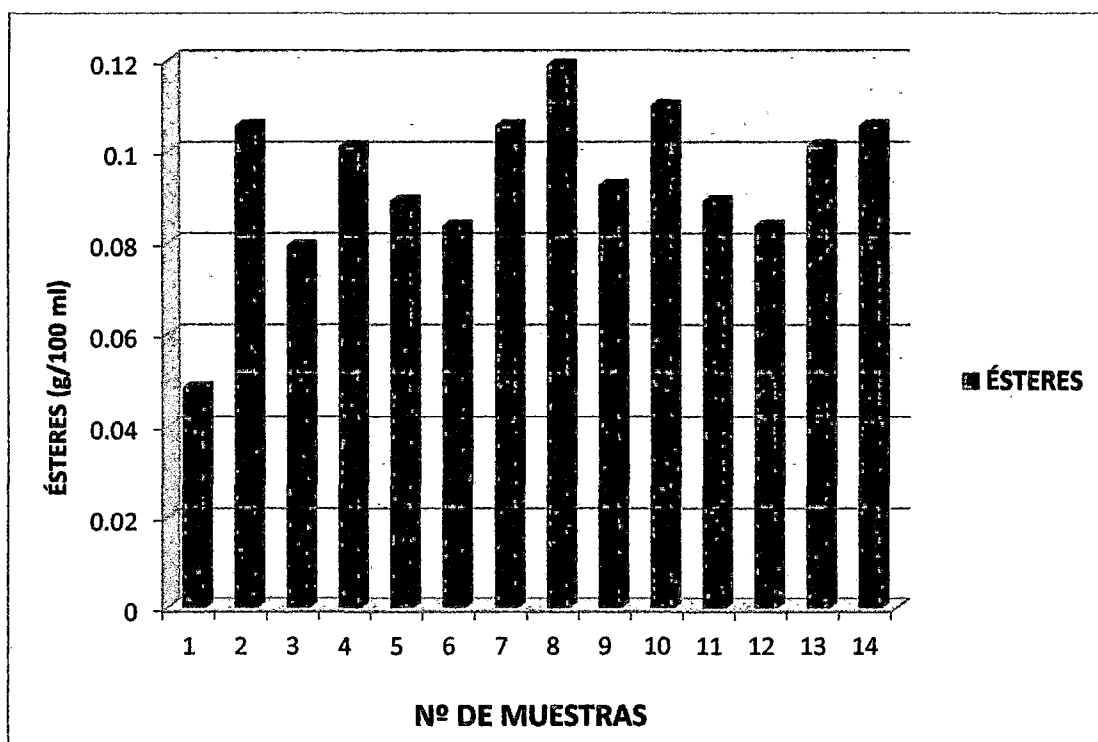
CONTENIDO DE ÉSTERES EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE

Nº DE MUESTRA	ÉSTERES EXPRESADOS EN g/100ml. A.A
1	0.0484
2	0.1056
3	0.0792
4	0.101
5	0.089
6	0.0836
7	0.1056
8	0.1188
9	0.0924
10	0.11
11	0.089
12	0.0836
13	0.1012
14	0.1056

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.5

CONTENIDO DE ÉSTERES EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar la cantidad de ésteres presentes en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de ésteres en la muestra 1, y un mayor contenido en la muestra 8.

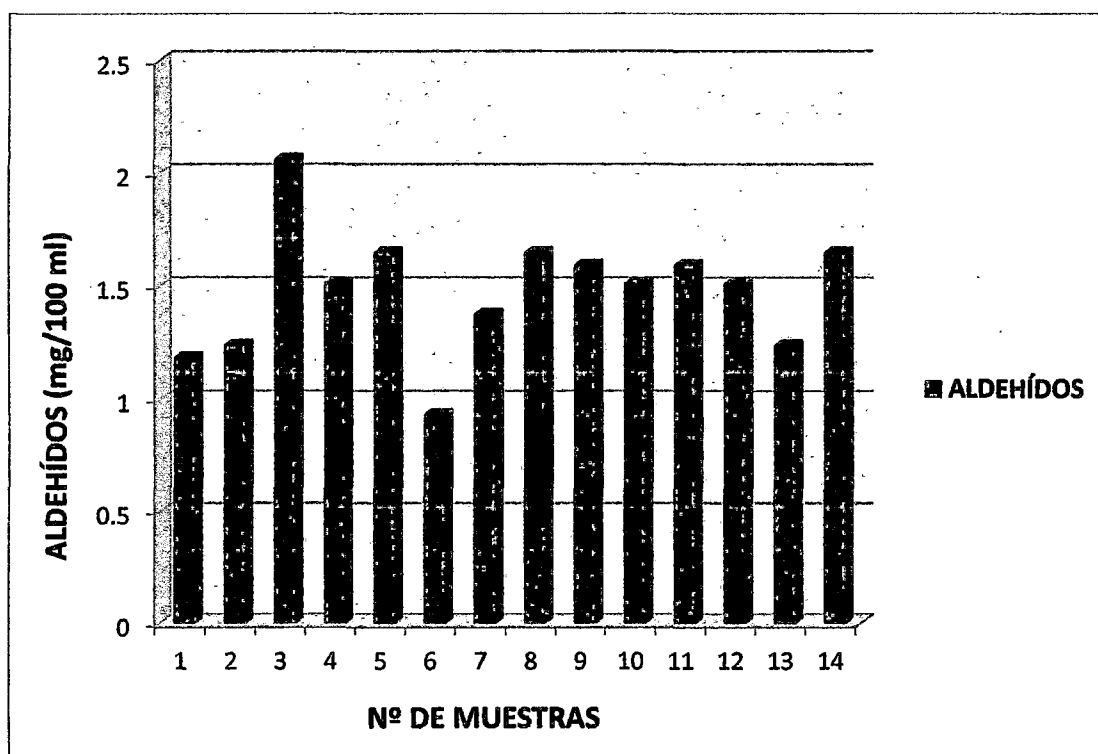
TABLA 4.6**CONTENIDO DE ALDEAHÍDOS EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE**

Nº DE MUESTRA	ALDEHÍDO EXPRESADOS EN g/100ml. A.A
1	1.1825
2	1.2375
3	2.0625
4	1.5125
5	1.65
6	0.935
7	1.375
8	1.65
9	1.595
10	1.5125
11	1.595
12	1.5125
13	1.2375
14	1.65

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.6

CONTENIDO DE ALDEHÍDOS EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar el contenido de aldehídos presentes en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de aldehídos en la muestra 6, y un mayor contenido en la muestra 3.

TABLA 4.7

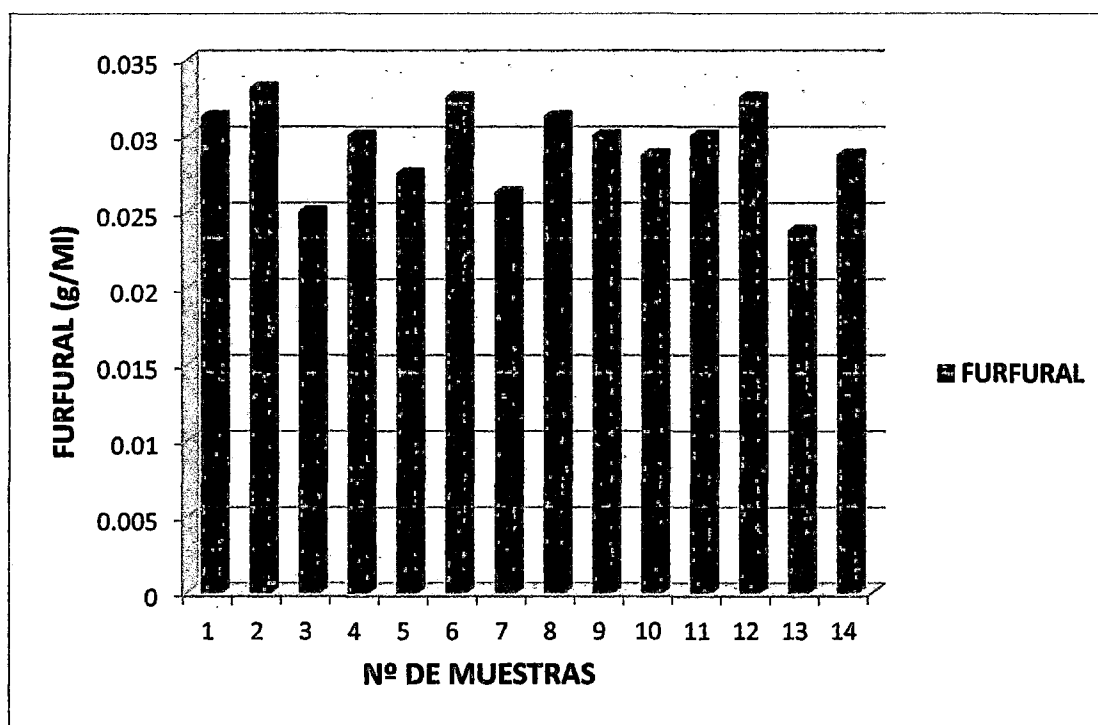
CONTENIDO DE FURFURAL EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE

Nº DE MUESTRA	FURFURAL EXPRESADOS EN g/100ml. A.A
1	0.03125
2	0.033125
3	0.025
4	0.03
5	0.0275
6	0.0325
7	0.02625
8	0.03125
9	0.03
10	0.02875
11	0.03
12	0.0325
13	0.02375
14	0.02875

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.7

CONTENIDO DE FURFURAL EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar la cantidad de furfural presente en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de furfural en la muestra 13, y un mayor contenido en la muestra 2.

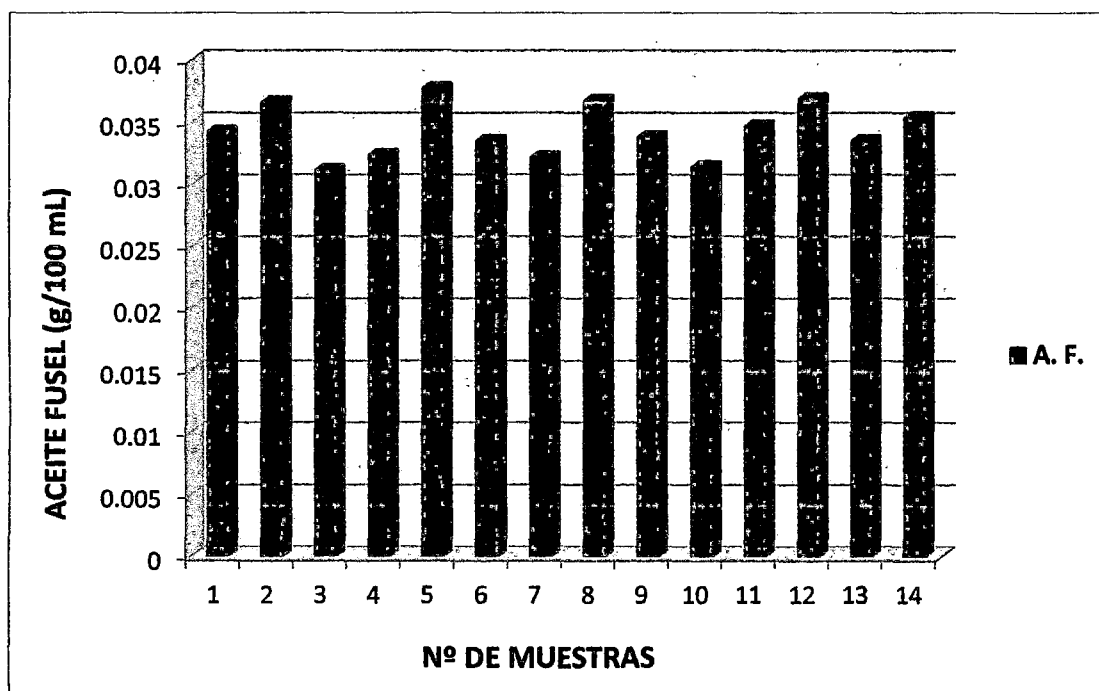
TABLA 4.8
CONTENIDO DE ACEITE FUSEL EN LAS MUESTRAS DE
AGUARDIENTE

Nº DE MUESTRA	ACEITE FUSEL EXPRESADOS EN g/100ml. A.A
1	0.03425
2	0.036625
3	0.031125
4	0.032375
5	0.03775
6	0.0335
7	0.03215
8	0.03675
9	0.0338
10	0.0314
11	0.0347
12	0.0369
13	0.0335
14	0.0354

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.8

CONTENIDO DE ACEITE FUSEL EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar la cantidad de aceite fusel presente en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de fusel en la muestra 3, y un mayor contenido en la muestra 5.

TABLA 4.9

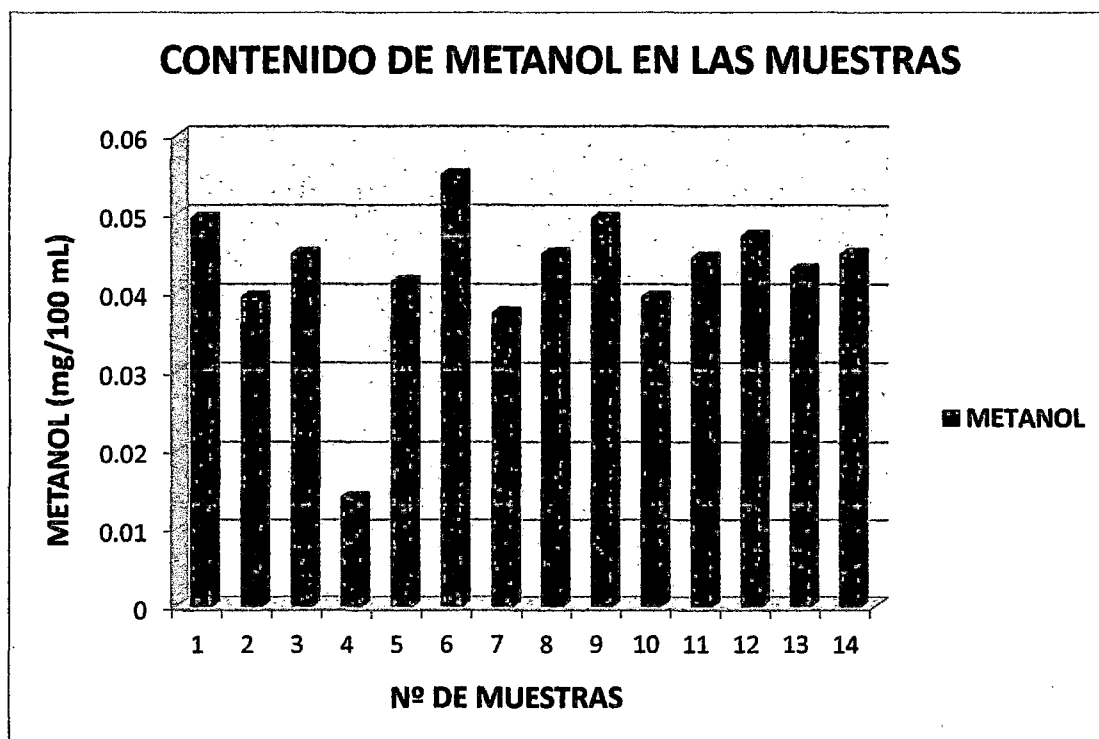
CONTENIDO DE METANOL EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE.

Nº DE MUESTRA	METANOL EXPRESADOS EN mg/100ml. A.A
1	0.0495
2	0.0395
3	0.045
4	0.014
5	0.0415
6	0.055
7	0.0375
8	0.045
9	0.0495
10	0.0395
11	0.0445
12	0.04725
13	0.043
14	0.045

FUENTE: Elaborado por los autores

GRÁFICO N° 4.9

CONTENIDO DE METANOL EN LAS MUESTRAS DE AGUARDIENTE



INTERPRETACIÓN

La presente tabla ayuda a identificar la cantidad de metanol presente en el aguardiente comparado con la norma técnica peruana N°211.010 del 2005; obteniéndose un menor contenido de metanol en la muestra 4, y un mayor contenido en la muestra 6.

CUADRO 4.1

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 1 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.39
Esteres g/100ml A.A	0.0484
Aldehídos g/100ml A.A	1.1825
Furfural g/100 ml A.A	0.03125
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0495
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.03425

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 1 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.2

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 2 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.63
Esteres g/100ml A.A	0.01056
Aldehídos g/100ml A.A	1.2375
Furfural g/100 ml A.A	0.033125
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0395
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.036625

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 2 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.3

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 3 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.42
Esteres g/100ml A.A	0.0792
Aldehídos g/100ml A.A	2.0625
Furfural g/100 ml A.A	0.025
Metanol mg/100 ml. A.A	0.45
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.031125

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 3 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 4 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.33
Esteres g/100ml A.A	0.101
Aldehídos g/100ml A.A	1.5125
Furfural g/100 ml A.A	0.03
Metanol mg/100 ml. A.A	0.032375
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.014

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 4 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.5

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 5 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.54
Esteres g/100ml A.A	0.089
Aldehídos g/100ml A.A	1.65
Furfural g/100 ml A.A	0.0275
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0415
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.03775

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 5 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.6

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 6 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.499
Esteres g/100ml A.A	0.0836
Aldehídos g/100ml A.A	0.935
Furfural g/100 ml A.A	0.0325
Metanol mg/100 ml. A.A	0.055
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0335

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 6 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.7

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 7 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.555
Esteres g/100ml A.A	0.1056
Aldehídos g/100ml A.A	1.375
Furfural g/100 ml A.A	0.02625
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0375
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.03215

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 7 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.8

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 8 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.45
Esteres g/100ml A.A	0.1188
Aldehídos g/100ml A.A	1.65
Furfural g/100 ml A.A	0.03125
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0495
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.03675

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 8 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.9

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 9 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.48
Esteres g/100ml A.A	0.0924
Aldehídos g/100ml A.A	1.595
Furfural g/100 ml A.A	0.03
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0495
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0338

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 9 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.10

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 10 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.435
Esteres g/100ml A.A	0.11
Aldehídos g/100ml A.A	1.5125
Furfural g/100 ml A.A	0.02875
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0395
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0314

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 10 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.11

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 11 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.51
Esteres g/100ml A.A	0.089
Aldehídos g/100ml A.A	1.595
Furfural g/100 ml A.A	0.03
Metanol mg/100 ml. A.A	0.0445
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0347

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 11 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.12

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 12 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.51
Esteres g/100ml A.A	0.0836
Aldehídos g/100ml A.A	1.5125
Furfural g/100 ml A.A	0.0325
Metanol mg/100 ml. A.A	0.04725
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0369

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 12 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.13

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 13 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.48
Esteres g/100ml A.A	0.1012
Aldehídos g/100ml A.A	1.2375
Furfural g/100 ml A.A	0.02375
Metanol mg/100 ml. A.A	0.043
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0335

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 13 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CUADRO 4.14

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA N° 14 DE AGUARDIENTE

COMPONENTE	VALOR
Grado alcohólico °GL a 20 °C	40
Acidez total g/L. A.A	0.45
Esteres g/100ml A.A	0.1056
Aldehídos g/100ml A.A	1.65
Furfural g/100 ml A.A	0.02875
Metanol mg/100 ml. A.A	0.045
Alcoholes superiores g/100ml. A.A	0.0354

A.A: Alcohol Anhidro

FUENTE: Elaborado por los autores

INTERPRETACIÓN

La presente tabla representa todos los compuestos analizados en la muestra N° 14 de acuerdo a la norma técnica peruana N°211.010 del 2005.

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El mucílago de café es una materia óptima para la producción de aguardiente, debido a la riqueza en azúcares reductores presentes; que con ayuda de la *Saccharomyces cerevisiae* nos permite acelerar el proceso de fermentación.
- Los resultados obtenidos de acuerdo a la NTP 211.010 nos permite conocer la calidad que arrojó nuestro producto, como es: dentro de los parámetros en metanol y alcoholes superiores; mientras que en acidez, furfural y aldehídos arrojaron cifras mayores a la NTP.
- Durante el proceso, mediante la primera destilación simple se produce un aguardiente con 7 °G.L; para lo cual se procede a hacer una rectificación, obteniéndose así un aguardiente con 40 °G.L.

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a la gran abundancia de materia prima en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, región San Martín, se sugiere que se diseñe una planta para la producción de aguardiente a partir de mucílago de café.
- Se propone diseñar un proceso para reducir las sustancias que sobrepasan los valores máximos permisibles según la NTP 211.010.
- Se recomienda que para la producción a nivel industrial se emplee mucílago de café orgánico de la variedad Caturra, por contar con un mayor porcentaje de azúcares reductores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAÑIL C., S. A.; CUSTODIO N., S. I. 2000. Obtención de aguardiente con calidad de exportación a partir de aguardiente artesanal. Tesis para optar Título. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- ÁLVAREZ G., J. 1991. Remoción de mucílago. Fundamentos de Beneficio. Centro Nacional de Investigación de Café – Cenicafé. Pags. 46 – 55.
- AVALLONE S.; BRILLOUET, J. M.; GUYOT B.; OLGUIN E.; GUIRAUD J., P. 2002. Involvement of pectolitic micro-organisms in coffee fermentation. International Journal of Food Science and Technology. Vol 37. Pags. 191 – 198.
- CALLE V., H. 1965. Algunos métodos de desmucilaginado y sus efectos sobre el café en pergamino. Revista Cenicafé (Colombia). Pags 3 – 11.
- FUNES C., M. R. 2011. Producción de bioetanol a partir del mucílago de café (*Coffea arabica*. L). Revista Ciencia y Tecnología. Vol 10. Pags 150 – 164.
- GAMONAL S., E.; PÉREZ F., F. 2005. Obtención de aguardiente a partir del extracto acuoso azucarado de los residuos sólidos del despulpe del café. Tesis para Optar Título. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.
- GÓMEZ D., L.; NICOLÁS M., J. A. 2006. Producción de alcohol etílico a partir de mucílago de café. Tesis para Optar Título. Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica.
- LINARES P., L. 2010. Estudio descriptivo del aguardiente añejo de 24 meses en la Ronera San José. Tesis para Optar Título. Universidad de La Habana. Cuba.

- LÓPEZ C., A. L.; CASTILLO A., B. A. 2012. Validación del mucílago de café para la producción de etanol y abono orgánico. Trabajo monográfico para Optar Título. Universidad Nacional de Ingeniería - Recinto Universitario Augusto C. Sandino. Estelí, Nicaragua.
- LÓPEZ V., C. 2011. Estudio del comportamiento de columnas de destilación en la elaboración de aguardientes de orujo – características analíticas y sensoriales de los destilados. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- OLIVEROS T., C. E.; GUNASEKARAN G., C. 1994. Caracterización reológica del mucílago de café y de las suspensiones mucílago-café en baba y mucílago café pergamino húmedo. Cenicafé (Colombia). Vol 45 N° 4. Pags 125 – 136.
- PEÑUELA M., A. E. 2010. Estudio de la remoción del mucílago de café a través de fermentación natural. Tesis de Maestría. Universidad de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia.
- RATHINAVELU, R.; GRAZIOSI, G. 2005. Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café. International Coffee Organization. Recuperado de <http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf>

ZAMBRANO F., D. A.; RODRÍGUEZ V., N.; LÓPEZ P., U.; OROZCO R., P. A.; ZAMBRANO G., A. J. 2006. Tratamiento anaeróbico de las aguas de mieles del café. Boletín Técnico N° 29. Chinchiná, Cenicafé. Pag 28.

ANEXOS

ANEXO I

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES EN EL MOSTO

Para la determinación de azúcares reductores utilizamos la tabla de sustancias reductoras en jugo por el método de LANE Y EYNON ubicado en el anexo X con la titulación obtenida, se busca en la tabla mediante interpolación.

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 1

Gasto en la titulación 3.17

TITULACIÓN	3.10	3.17	3.20
AZÚCARES REDUCTORES	1.52	A	1.47

$$A = \frac{(3.17 - 3.1) \times (1.47 - 1.52)}{(3.2 - 3.1)} + 1.52$$

$$A = 1.485\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 2

Gasto en la titulación 2.96

TITULACIÓN	2.9	2.96	3.00
AZÚCARES REDUCTORES	1.61	A	1.56

$$A = \frac{(2.96 - 2.9) \times (1.56 - 1.61)}{(3.0 - 2.9)} + 1.61$$

$$A = 1.58\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 3

Gasto en la titulación 2.47

TITULACIÓN	2.40	2.47	2.50
AZÚCARES REDUCTORES	1.95	A	1.87

$$A = \frac{(2.47 - 2.4) \times (1.87 - 1.95)}{(2.5 - 2.4)} + 1.95$$

$$A = 1.894\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N°4

Gasto en la titulación 3.53

TITULACIÓN	3.50	3.53	3.60
AZÚCARES REDUCTORES	1.35	A	1.31

$$A = \frac{(3.53 - 3.50) \times (1.31 - 1.35)}{(3.6 - 3.50)} + 1.35$$

$$A = 1.338\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 5

Gasto en la titulación 2.77

TITULACIÓN	2.70	2.77	2.80
AZÚCARES REDUCTORES	1.73	A	1.67

$$A = \frac{(2.77 - 2.7) \times (1.67 - 1.73)}{(2.8 - 2.7)} + 1.73$$

$$A = 1.688\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 6

Gasto en la titulación 2.28

TITULACIÓN	2.20	2.28	2.30
AZÚCARES REDUCTORES	2.12	A	2.03

$$A = \frac{(2.28 - 2.20) \times (2.03 - 2.12)}{(2.30 - 2.20)} + 2.12$$

$$A = 2.048\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 7

Gasto en la titulación 3.19

TITULACIÓN	3.10	3.19	3.20
AZÚCARES REDUCTORES	1.52	A	1.47

$$A = \frac{(3.19 - 3.1) \times (1.47 - 1.52)}{(3.2 - 3.1)} + 1.52$$

$$A = 1.475\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N°8

Gasto en la titulación 2.94

TITULACIÓN	2.9	2.94	3.00
AZÚCARES REDUCTORES	1.61	A	1.56

$$A = \frac{(2.94 - 2.9) \times (1.56 - 1.61)}{(3.0 - 2.9)} + 1.61$$

$$A = 1.59\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 9

Gasto en la titulación 2.42

TITULACIÓN	2.40	2.42	2.50
AZÚCARES REDUCTORES	1.95	A	1.87

$$A = \frac{(2.42 - 2.4) \times (1.87 - 1.95)}{(2.5 - 2.4)} + 1.95$$

$$A = 1.934\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N°10

Gasto en la titulación 3.58

TITULACIÓN	3.50	3.58	3.60
AZÚCARES REDUCTORES	1.35	A	1.31

$$A = \frac{(3.58 - 3.50) \times (1.31 - 1.35)}{(3.6 - 3.50)} + 1.35$$

$$A = 1.318\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 11

Gasto en la titulación 2.75

TITULACIÓN	2.70	2.75	2.80
AZÚCARES REDUCTORES	1.73	A	1.67

$$A = \frac{(2.75 - 2.7) \times (1.67 - 1.73)}{(2.8 - 2.7)} + 1.73$$

$$A = 1.7\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 12

Gasto en la titulación 2.22

TITULACION	2.20	2.22	2.30
AZUCARES REDUCTORES	2.12	A	2.03

$$A = \frac{(2.22 - 2.20) \times (2.03 - 2.12)}{(2.30 - 2.20)} + 2.12$$

$$A = 2.102\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N° 13

Gasto en la titulación 2.49

TITULACIÓN	2.40	2.49	2.50
AZÚCARES REDUCTORES	1.95	A	1.87

$$A = \frac{(2.49 - 2.4) \times (1.87 - 1.95)}{(2.5 - 2.4)} + 1.95$$

$$A = 1.878\%$$

Hallando los azúcares reductores para la muestra N°14

Gasto en la titulación 3.52

TITULACIÓN	3.50	3.52	3.60
AZÚCARES REDUCTORES	1.35	A	1.31

$$A = \frac{(3.52 - 3.50) \times (1.31 - 1.35)}{(3.6 - 3.50)} + 1.35$$

$$A = 1.342\%$$

ANEXO II

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$At = \frac{N \times 0.12 \times 100}{^{\circ}GL}$$

Dónde:

At: Acidez total en g/L de alcohol anhidro

N: Gasto de NaOH 0.1 N por su factor de corrección

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

0.12: Constante de conversión de ácido acético

Hallando la acidez para la muestra N° 1

N= 1.3

$$At = \frac{1.3 \times 0.12 \times 100}{40}$$

At = 0.39 g/L A.A

Hallando la acidez para la muestra N° 2

$$N = 2.1$$

$$At = \frac{2.1 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.63 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 3

$$N = 1.4$$

$$At = \frac{1.4 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.42 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 4

$$N = 1.1$$

$$At = \frac{1.1 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.33 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 5

$$N = 1.8$$

$$At = \frac{1.8 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.54 \text{ g/lit A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 6

$$N = 1.65$$

$$At = \frac{1.65 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.499 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 7

$$N = 1.85$$

$$At = \frac{1.85 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.555 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 8

$$N = 1.5$$

$$At = \frac{1.5 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.45 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 9

$$N = 1.6$$

$$At = \frac{1.6 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.48 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 10

$$N = 1.45$$

$$At = \frac{1.45 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.435 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 11

$$N = 1.7$$

$$At = \frac{1.7 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.51 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 12

$$N = 1.7$$

$$At = \frac{1.7 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.51 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 13

$$N = 1.6$$

$$At = \frac{1.6 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.48 \text{ g/L A.A}$$

Hallando la acidez para la muestra N° 14

$$N = 1.5$$

$$At = \frac{1.5 \times 0.12 \times 100}{40}$$

$$At = 0.45 \text{ g/L A.A}$$

ANEXO III

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ÉSTERES EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$E = \frac{N \times 0.176 \times 10}{^{\circ}GL}$$

Dónde:

E: Concentración de ésteres en g/L de alcohol anhidro

N: Gasto de NaOH 0.1 N por su factor de corrección

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

0.176: Constante de conversión de acetato de etilo

Hallando la concentración de ésteres en la muestra N° 1

N = 1.1

$$E = \frac{1.1 \times 0.176 \times 10}{40}$$

E = 0.0484 g/100 ml. A.A.

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 2

$$N = 2.4$$

$$E = \frac{2.4 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.1056 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 3

$$N = 1.8$$

$$E = \frac{1.8 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.0792 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 4

$$N = 2.3$$

$$E = \frac{2.3 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.101 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 5

$$N = 2$$

$$E = \frac{2 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.089 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 6

$$N = 1.9$$

$$E = \frac{1.9 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.0836 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 7

$$N = 2.4$$

$$E = \frac{2.4 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.1056 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 8

$$N = 2.7$$

$$E = \frac{2.7 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.1188 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 9

$$N = 2.1$$

$$E = \frac{2.1 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.0924 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 10

$$N = 2.5$$

$$E = \frac{2.5 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.11 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 11

$$N = 2$$

$$E = \frac{2 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.089 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 12

$$N = 1.9$$

$$E = \frac{1.9 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.0836 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 13

$$N = 2.3$$

$$E = \frac{2.3 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.1012 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

Hallando la concentración de esteres en la muestra N° 14

$$N = 2.4$$

$$E = \frac{2.4 \times 0.176 \times 10}{40}$$

$$E = 0.1056 \text{ g/100 ml. A.A.}$$

ANEXO IV

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ALDEHÍDOS EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$A = \frac{(V1 - V2) \times N \times 22 \times 100}{M \times ^\circ GL}$$

Dónde:

A: Concentración de aldehído en mg/100 mL de alcohol anhidro

V1: Gasto de la solución de tiosulfato a 0.05 N por la muestra

V2: Gasto de la solución de tiosulfato a 0.05 N por el blanco

N: Normalidad de solución de tiosulfato a 0.05

M: Volumen de la muestra (parte alícuota 100 mL)

22: Miliequivalentes del acetaldehído expresado en miligramos

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 1

V1= 1.98 ml

V2 = 1.55 ml

$$A = \frac{(1.98 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.1825 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 2

$$V1 = 2 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.2375 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 3

$$V1 = 2.30 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.30 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 2.0625 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 4

$$V1 = 2.10 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.10 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.5125 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 5

$$V1 = 2.15 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.15 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.65 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 6

$$V1 = 1.90 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(1.90 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 0.935 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 7

$$V1 = 2.05 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.05 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.375 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 8

$$V1 = 2.15 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.15 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.65 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 9

$$V1 = 2.13 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.13 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.595 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 10

$$V1 = 2.10 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.10 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.5125 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 11

$$V1 = 2.13 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.13 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.595 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 12

$$V1 = 2.10 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.10 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.5125 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 13

$$V1 = 2.0 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.00 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.2375 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

Hallando concentración de aldehídos en la muestra N° 14

$$V1 = 2.15 \text{ ml}$$

$$V2 = 1.55 \text{ ml}$$

$$A = \frac{(2.15 - 1.55) \times 0.05 \times 22 \times 100 \times 100}{100 \times 40}$$

$$A = 1.65 \text{ mg/100 ml A.A.}$$

ANEXO V

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE FURFURAL EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$F = \frac{P \times D}{100 \times {}^{\circ}GL}$$

Dónde:

F: Furfural g/100 mL de alcohol anhidro

P: mg/L de furfural encontrado en la curva

D: factor de dilución de la muestra

°GL: Grados alcohólicos (Gay-Lussac) a 15 °C

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 1

P = 25

D = 5

G. L. = 40

$$F = \frac{25 \times 5}{100 \times 40}$$

F= 0.03125 g/100ml A.A.

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 2

$$P = 26.5$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{26.5 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.033125 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 3

$$P = 20$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{20 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.025 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 4

$$P = 24$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{24 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.03 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 5

$$P = 22$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{22 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.0275 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 6

$$P = 26$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{26 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.0325 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 7

$$P = 21$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{21 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.02625 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 8

$$P = 2$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{25 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.03125 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 9

$$P = 24$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{24 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.03\text{g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 10

$$P = 23$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{23 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.02875\text{g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 11

$$P = 24$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{24 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.03 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 12

$$P = 26$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{26 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.0325 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 13

$$P = 19$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{19 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.02375 \text{ g/100ml A.A.}$$

Hallando concentración de furfural para la muestra N° 14

$$P = 23$$

$$D = 5$$

$$G. L. = 40$$

$$F = \frac{23 \times 5}{100 \times 40}$$

$$F = 0.02875 \text{ g/100ml A.A.}$$

ANEXO VI

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ACEITE FUSEL EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$A.S = \frac{P \times D}{100 \times ^\circ GL}$$

Dónde:

A.s = g de alcoholes superiores de aceite fusel /100 ml. De A.A

P = gramos de aceite fusel calculados a partir de la gráfica de calibración

GL = grado alcohólico (Gay Lussac) a 15°C

D = factor de dilución

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 1

P = 27.4

D = 5

G.L. = 40

$$A.S = \frac{27.4 \times 5}{100 \times 40}$$

A.s = 0.03425 gr/100ml. A.A.

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 2

$$P = 29.3$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{29.3 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.036625 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 3

$$P = 24.9$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{24.9 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.031125 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 4

$$P = 25.9$$

$$D = 5$$

$$GL = 40$$

$$A.S = \frac{25.9 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.032375 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 5

$$P = 30.2$$

$$D = 5$$

$$GL = 40$$

$$A.S = \frac{30.2 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.03775 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 6

$$P = 26.8$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{26.8 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0335 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 7

$$P = 25.7$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{25.7 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.032125 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 8

$$P = 29.4$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{29.4 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.03675 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 9

$$P = 27.1$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{27.1 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0338 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 10

$$P = 25.15$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{25.15 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0314 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 11

$$P = 27.8$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{27.8 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0347 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 12

$$P = 29.5$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{29.5 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0369 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 13

$$P = 26.8$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{26.8 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0335 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

Hallando concentración de aceite fusel para la muestra N° 14

$$P = 28.3$$

$$D = 5$$

$$G.L. = 40$$

$$A.S = \frac{28.3 \times 5}{100 \times 40}$$

$$A.s = 0.0354 \text{ gr/100ml. A.A.}$$

ANEXO VII

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE METANOL EN EL AGUARDIENTE

Se aplica la siguiente fórmula:

$$M = \left(\frac{A_M}{A_P} \right) \times 0.025 \times D$$

Dónde:

M: % de metanol

A_M: Absorbancia de la muestra problema

A_P: Absorbancia de la muestra patrón

D: Factor de dilución de la muestra

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 1

A_m= 0.05

A_p= 0.460

G.L. = 40

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente (}^\circ\text{GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.05}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0198\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^\circ\text{GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0198 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0495 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N°2

$$A_m = 0.04$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L. = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente } (^{\circ}\text{GL de aguardiente})}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.04}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0158\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0158 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0395 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 3

$$A_m = 0.045$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente } (^{\circ}GL \text{ de aguardiente})}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.045}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.018\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.018 \times 100}{40}$$

$$M = 0.045 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 4

$$A_m = 0.035$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$V_1 = 13.75$ ml de aguardiente al 40 %

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.035}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.014\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.014 \times 100}{40}$$

$$M = 0.035 \text{ mg/L. A.A.}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 5

$$A_m = 0.042$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L. = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente (}^\circ\text{GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{A_m}{A_p} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.042}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0166\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0166 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0415 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 6

$$A_m = 0.055$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente } (^{\circ}GL \text{ de aguardiente})}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.055}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.022\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^\circ GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.022 \times 100}{40}$$

$$M = 0.055 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 7

$$A_m = 0.038$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L. = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.038}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.015\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.015 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0375 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 8

$$A_m = 0.046$$

$$A_P = 0.460$$

$$\text{G.L.} = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$V_1 = 13.75$ ml de aguardiente al 40 %

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.046}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.018\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.018 \times 100}{40}$$

$$M = 0.045 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 9

$$A_m = 0.05$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{A_m}{A_P} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.05}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0198\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}\text{GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0198 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0495 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 10

$$A_m = 0.04$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente } (^{\circ}\text{GL de aguardiente})}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.04}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0158\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^\circ GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0158 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0395 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 11

$$A_m = 0.045$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.045}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0178\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0178 \times 100}{40}$$

$$M = 0.0445 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 12

$$A_m = 0.048$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$V_1 = 13.75$ ml de aguardiente al 40 %

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.048}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0189\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{\text{°GL de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0158 \times 100}{40}$$

$$M = 0.04725 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 13

$$A_m = 0.043$$

$$A_p = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a 5.5\%}}{\text{Vol. de aguardiente (°GL de aguardiente)}}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{A_m}{A_p} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.043}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.0172\%$$

Remplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0172 \times 100}{40}$$

$$M = 0.043 \text{ mg/L. A.A}$$

Hallando la concentración de metanol para la muestra N° 14

$$A_m = 0.045$$

$$A_P = 0.460$$

$$G.L = 40$$

Hallando el volumen de aguardiente al 5.5%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$40 \times V_1 = 5.5 \times 100$$

$$V_1 = 13.75 \text{ ml de aguardiente al } 40 \%$$

$$D = \frac{\text{Vol. total de dilución a } 5.5\%}{\text{Vol. de aguardiente } (^{\circ}GL \text{ de aguardiente})}$$

$$D = \frac{100}{13.75}$$

$$D = 7.27$$

$$M = \left(\frac{AM}{AP} \right) \times 0.025 \times D$$

$$M = \left(\frac{0.045}{0.460} \right) \times 0.025 \times 7.27$$

$$M = 0.018\%$$

Reemplazando %M

$$M = \frac{\% M \times 100}{^{\circ}GL \text{ de la muestra}}$$

$$M = \frac{0.0158 \times 100}{40}$$

$$M = 0.045 \text{ mg/L. A.A.}$$

ANEXO VIII

DETERMINACIÓN DE FURFURAL EN EL AGUARDIENTE

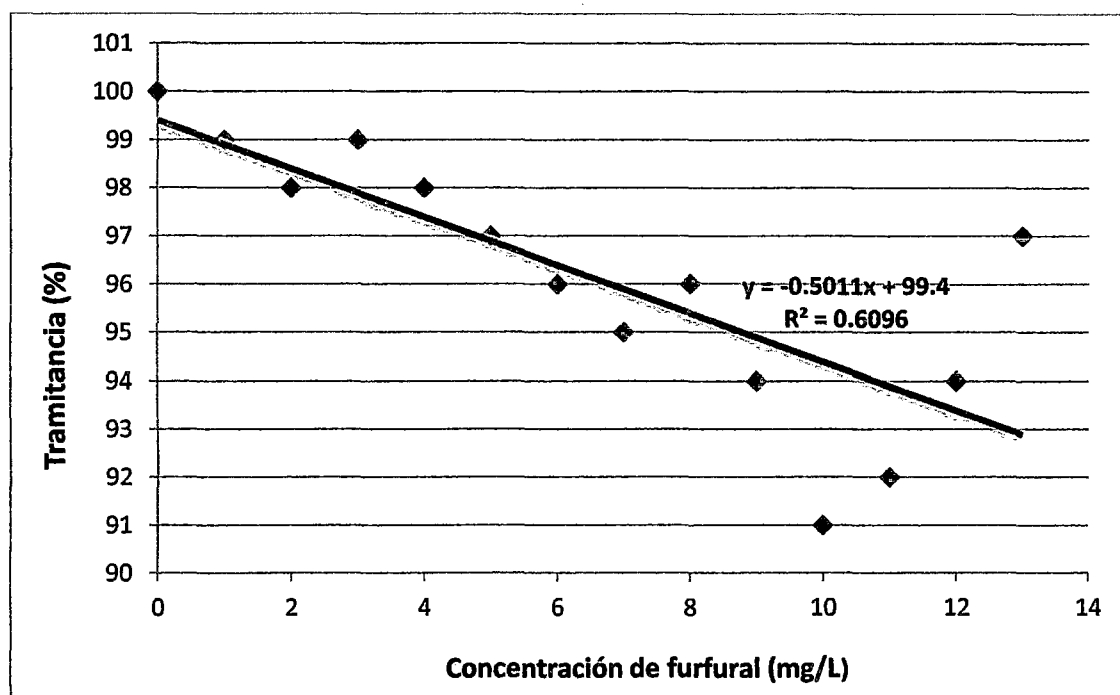
Cálculo para la curva de calibración de furfural.

Resultados obtenidos de soluciones estándar de furfural leídos a 340 nm.

Concentración de furfural (mg/L)	Tramitancia (%)
0	100
1	99
2	98
3	99
4	98
5	97
6	96
7	95
8	96
9	94
10	91
11	92
12	94
13	97

GRÁFICA N° 10

CURVA DE CALIBRACIÓN DE FURFURAL



ANEXO IX

DETERMINACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN EL AGUARDIENTE

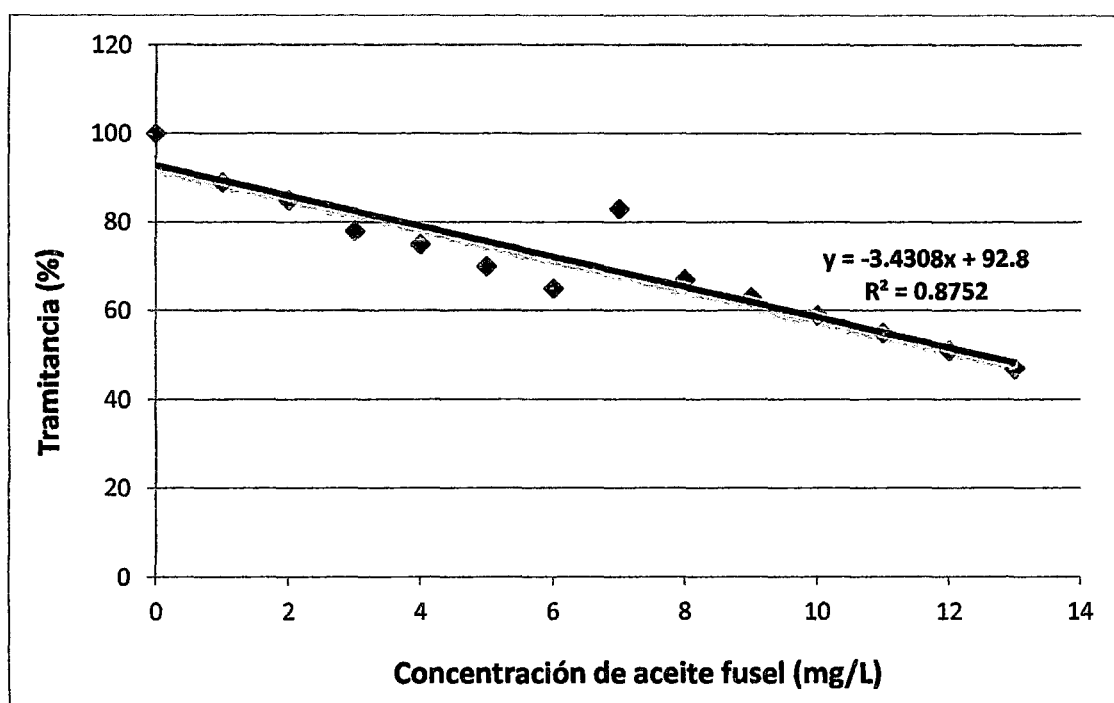
Cálculo para la curva de calibración de alcoholes superiores.

Resultados obtenidos de soluciones estándares de aceite fusel leídos.

Concentración de aceite fusel (mg/l)	Tramitancia (%)
0	100
1	89
2	85
3	78
4	75
5	70
6	65
7	83
8	67
9	63
10	59
11	55
12	51
13	47

GRÁFICO Nº 11

CURVA DE CALIBRACIÓN DEL ACEITE FUSEL



ANEXO X

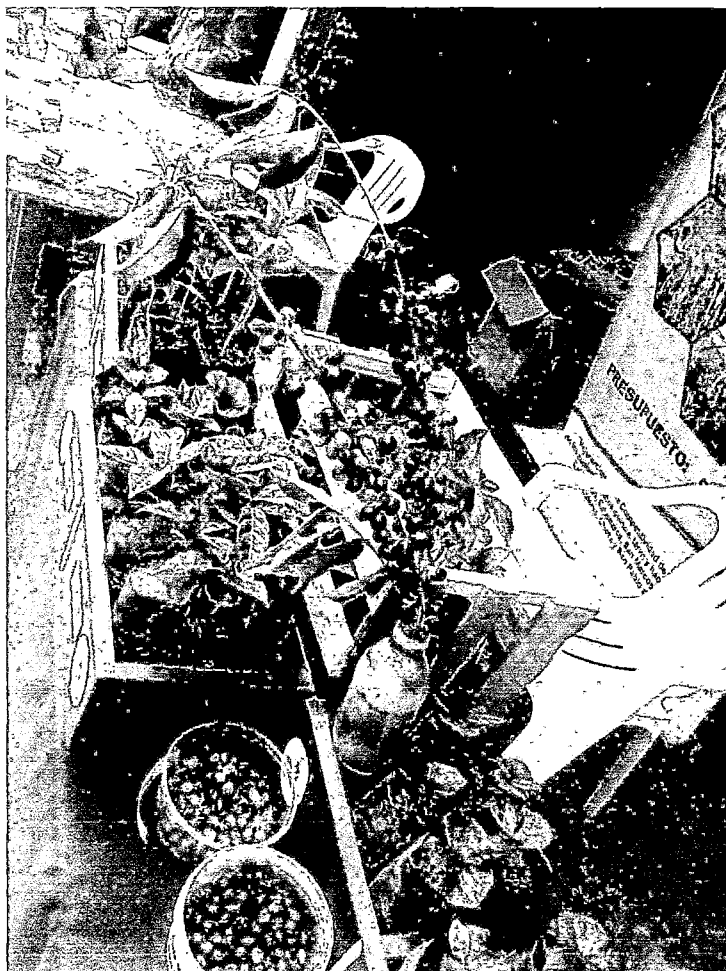
SUSTANCIAS REDUCTORAS EN JUGO POR MÉTODO DE LANE & EYNON

Titulación c.c.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	Sustancias Reductoras (%)									
2	2.37	2.24	2.12	2.03	1.95	1.87	1.80	1.73	1.67	1.61
3	1.56	1.52	1.47	1.43	1.39	1.35	1.31	1.27	1.24	1.21
4	1.17	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1.01	0.99	0.97	0.95
5	0.93	0.91	0.90	0.88	0.86	0.85	0.84	0.82	0.80	0.79
6	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68
7	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.61	0.60	0.60
8	0.59	0.58	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53
9	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
10	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43
11	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40
12	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
13	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34
14	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31
15	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29
16	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
17	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26
18	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
19	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
20	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22

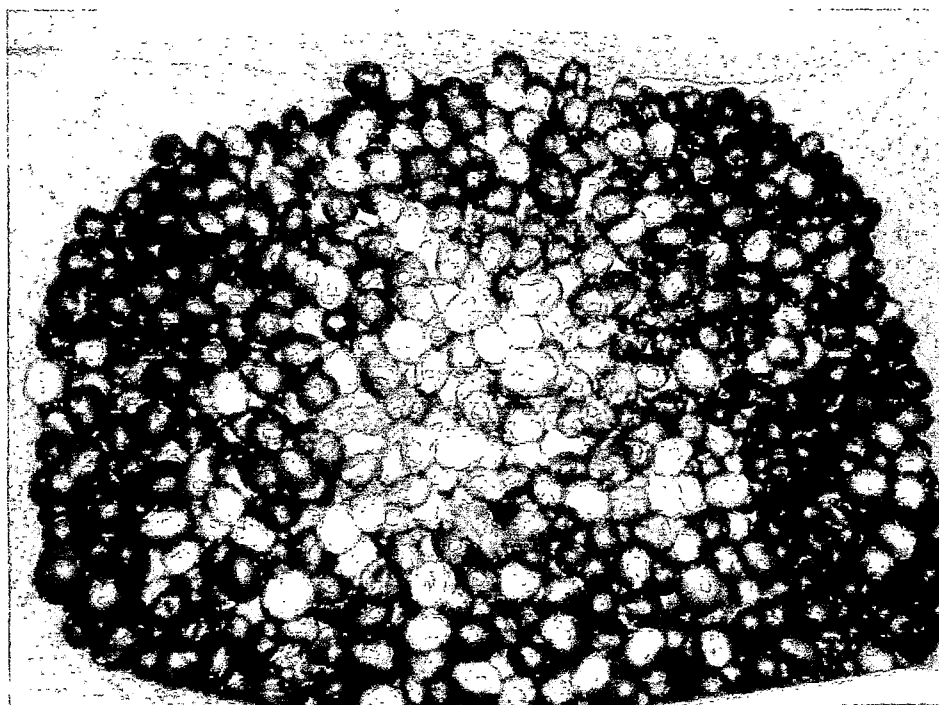
ANEXO XI

PANEL FOTOGRÁFICO

PLANTA DE CAFÉ



CEREZA DE CAFÉ



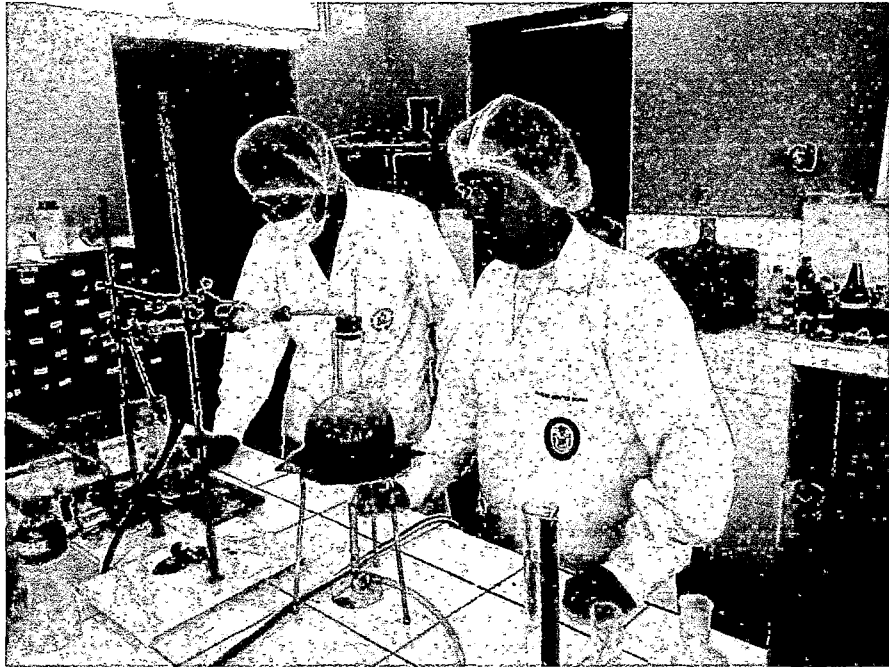
MOSTO EN FERMENTACIÓN



DILUCIÓN DEL MOSTO PARA LA PRIMERA DESTILACIÓN



PRIMERA DESTILACIÓN



DESTILACIÓN FRACCIONADA

