

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE
BENTONITA SOBRE LAS PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS EN LA ELABORACIÓN DE
HIDROMIEL.**

Presentado por

Bach. ABDIEL LUJAN URRUTIA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



Presentado por

Bach ABDIEL LUJAN URRUTIA

**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE
BENTONITA SOBRE LAS PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS EN LA ELABORACIÓN DE
HIDROMIEL.**

Asesor:

Mg. DENIS HERNAN GUTIÉRREZ MARTÍNEZ

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A **Dios** quién supo guiarme por el buen camino y por darme las fuerzas para alcanzar este sueño hoy hecho realidad.

A mis queridos padres Justiniano y Maximiliana, y a mis hermanos(a) Gladis, Camilo y Jose, quienes me brindaron el apoyo incondicional para lograr mis metas a quienes debo todo lo que soy.

Abdiel

EPÍGRAFE

Hay que trabajar para enriquecer los conocimientos adquiridos durante los estudios, para saberlos aplicar en la práctica de manera creadora y recordar que la realidad es siempre mucho más rica que la teoría, pero que la teoría es imprescindible para desarrollar el trabajo profesional de un mundo científico.

(Fidel Castro Ruz, 2004)

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional José María Arguedas, quien me acogió y formó en sus aulas, hasta culminar mi más caro anhelo, el de ser profesional, con los principios más relevantes de la moral y la ética profesional.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) que me albergó en sus aulas y a los docentes por transmitirme conocimiento valioso durante mi formación profesional.

Al Ing. Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, por dedicarme su tiempo para darme sus consejos y recomendaciones valiosas durante el desarrollo de la Tesis.

A los miembros del Jurado Evaluador: Ing. Fredy Taipe Pardo, MSc Carlos Aberto Ligarda Samanez y al Mg. Abel Manuel Serna Herrera, por su aporte al desarrollo de la presente tesis.

A mis amigos (as) y compañeros (as) quienes sin dudar me colaboraron en el desarrollo de la Tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
EPÍGRAFE	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ABREVIATURAS Y UNIDADES	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Problema	2
1.3. Hipótesis	3
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Marco teorico	7
2.2.1. Bebidas alcoholicas	7
2.2.2. Hidromiel.....	7
2.3. Tipos de hidromiel.....	8
2.4. Clarificación en el hidromiel.	9
2.4.1. Tipos de enturbiamiento durante la clarificación.....	9
2.4.2. Parámetros de Clarificación	9
2.4.3. Mecanismos de clarificación	10
2.4.4. Proceso de clarificación:	10
2.4.5. Clarificantes en el hidromiel.	11
2.4.6. Tipos de clarificantes	11

2.4.7.	Bentonita.....	11
2.4.8.	Clasificación de las bentonitas	13
2.4.9.	Aplicaciones Industriales de las bentonitas	14
2.4.10.	Propiedades tecnofuncionales de la bentonita.	14
2.5.	Alcohol en el hidromiel.	16
2.5.1.	Tipos de alcoholes en el hidromiel.	16
2.6.	Acidez del hidromiel.....	17
2.6.1.	Acidez total en hidromiel	17
2.6.2.	Acidez volátil en el hidromiel.	18
2.6.3.	Acidez fija en el hidromiel.....	18
2.7.	Color del hidromiel	18
2.8.	pH en el hidromiel	21
2.8.1.	Acidos y bases.....	21
2.8.2.	La escala del pH	22
2.8.3.	Influencia del pH en la clarificación	23
2.9.	Análisis de diseño completos al azar	23
2.9.1.	Anova para el diseño completamente al azar (DCA)	24
CAPÍTULO 3 MATERIALES Y METODOLOGIAS		25
3.1.	Lugar de ejecución.....	25
3.1.1.	Localidad e institución donde se realizó el proyecto.....	25
3.2.	Material de estudio.....	25
3.2.1.	Universo y/o Población	25
3.2.2.	Muestra.....	25
3.2.3.	Unidad de Análisis	25
3.3.	Equipos, materiales y reactivos e insumos de laboratorio.	27
3.3.1.	Equipos.....	27
3.3.2.	Materiales.	28
3.4.1.	Etapas de proceso de elaboración de hidromiel.....	32

3.4.2.	Obtención de la jalea de bentonita.	33
3.4.3.	Determinación del porcentaje de acidez total por titulación.	33
3.4.4.	Determinación de pH.	34
3.4.5.	Determinación del grado alcohólico según AOAC (11.006).....	34
3.4.6.	Determinación de la variación e índice de color	35
3.4.7.	Metodología del análisis estadístico.	35
CAPÍTULO 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN		37
4.1.	Porcentaje de acidez total y pH en el hidromiel clarificado.	37
4.2.	Grados alcohólicos.....	39
4.3.	Resultados y discusion de variación e índice del color.	39
4.3.1.	Índice de color.....	42
CONCLUSIONES		46
RECOMENDACIONES		47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		48
ANEXOS		54
APÉNDICE		84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 01.</i> Representación en el plano horizontal del espacio de color L*, a* y b*	20
<i>Figura 02.</i> Representación tridimensional del espacio de color L*, a* y b*	20
<i>Figura 03.</i> Diferencia del color en el espacio L* a* b*	21
<i>Figura 04.</i> Escala del pH.....	22
<i>Figura 05.</i> Diagrama de bloques cualitativo procedimental para la elaboración de hidromiel.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Tiempo que tardan las materias en caer.	11
Tabla 02. Rangos típicos de la aplicación de agentes clarificantes para vinos... 12	
Tabla 03. Arreglo experimental– diseño completamente al azar (DCA)	26
Tabla 04. Descripción de equipos e instrumentos.....	27
Tabla 05. Descripción de materiales	28
Tabla 06. Descripción de reactivos y sustancia.	29
Tabla 07. Material de estudio.....	29
Tabla 08. Porcentaje de acidez total y pH en hidromiel.....	37
Tabla 09. Comparación múltiple de Tukey para acidez total de hidromiel.	38
Tabla 10. Grados alcohólicos del hidromiel clarificado con bentonita.....	39
Tabla 11. Color (L^* , a^* y b^*) del hidromiel clarificado con bentonita.	40
Tabla 12. Comparación múltiple de Tukey para la luminosidad L^*	41
Tabla 13. Comparación múltiple de Tukey para las coordenadas a^*	41
Tabla 14. Comparación múltiple de Tukey para las coordenadas b^*	42
Tabla 15. Índice de color del hidromiel clarificado.....	43
Tabla 16. Comparación múltiple de Tukey para la índice de color.	43
Tabla 17. Variación del color total del hidromiel clarificado.	44
Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey para la variación total del color.	44

ABREVIATURAS Y UNIDADES

ANOVA	:	Análisis de varianza.
AOAC	:	Asociación oficial de químicos analíticos.
CIELAB	:	Comisión Internacional de la iluminación.
L* a* b*	:	Coordenadas de color CIELAB.
L*	:	Luminosidad.
a*	:	Parámetro de color de rojo a verde.
b*	:	Parámetro de color de amarillo a azul.
N	:	Normalidad.
L	:	Litros.
Cm	:	Centímetros.
ΔE^*_{ab}	:	Variación del color total.
MI	:	Mililitros.
HI	:	Hectolitros.
G	:	Gramos.
T	:	Temperatura (°C).
AV	:	Acidez volátil.
Nm	:	Nanómetros.
S	:	Desviación estándar.
IC	:	Índice de color.
GA	:	Grados alcohólicos
DF	:	Factor de dilución.
N_{Repetición}	:	Índice de refracción corregido a 20 °C.
N_{Observado}	:	Índice de refracción observado a corregir.
V	:	Volumen final en litros.
AT	:	Acidez total.
FC	:	Factor de corrección del hidróxido de sodio.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANOVA: Es el análisis de la varianza, que tiene como objetivo principal de contrastar si existen diferencias entre las diferentes medias de los niveles de las variables (factores).

Acidez total: Se refiere a la acidez titulable, que busca incluir todos los ácidos presentes en el hidromiel.

Acidez titulable: Determinación de la cantidad de ácido que es capaz de reaccionar con una cantidad conocida de base.

Clarificar: Significa la eliminación de partículas mediante agregación de una determinada sustancia que por acción superficial se adhiere a las partículas enturbadoras y las sedimenta.

Vino Abocado: Vino que posee una graduación alcohólica menor al 10 %.

Grados alcohólicos: Es igual al número de litros de etanol contenidos en 100 litros de hidromiel.

Colorímetro: Es el dispositivo que permite la cuantificación de un color y permite su comparación con otro. Una vez hecha la cuantificación, el valor numérico asignado al color estudiado permitirá su adecuada clasificación en la escala de colores.

Bentonita: Arcilla de gran poder de absorción.

Hidromiel: Es una bebida fermentada elaborada a base de miel y agua.

Limpidez: Libre de partículas en suspensión.

Traciego: Consiste en separa del hidromiel aquellas materias sólidas depositadas en el fonde de los recipientes.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los laboratorios de química y control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas y en la empresa "Marques de Aranjuez", del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac. Lo cual tuvo como objetivo determinar la influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de hidromiel. El diseño estadístico fue un diseño completamente al azar (DCA) donde se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los efectos de la concentración de bentonita (0, 0.1, 0.5 y 1%) en la acidez total, pH, grados alcohólicos y color. La acidez total se determinó por titulación con NaOH al 0.1 N, mientras el pH se midió con un potenciómetro y los grados alcohólicos se obtuvieron por el método AOAC (11.13). Por otro lado, el color fue determinado por el colorímetro KONICA MINOLTA en escala CIELAB (L^* , a^* y b^*).

La acidez total determinados fueron de 0.279, 0.513, 0.444 y 0.421, el pH fue de 4.142, 3.514, 3.488 y 3.454 a concentraciones de bentonita de 0, 0.1, 0.5 y 1 % respectivamente, al realizar el análisis de varianza tanto para acidez total y pH se determinó que existe una diferencia significativa ($p < 0.05$), la muestra clarificada con bentonita al 1 %, presenta adecuado porcentaje de acidez total expresado en ácido tartárico. Mientras los grados alcohólicos de hidromiel fueron de 8.670, 8.813, 8.790 y 8.714 para las concentraciones de bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 % respectivamente, las dosis de la bentonita no tuvieron efecto en la concentración de los grados alcohólicos en el hidromiel clarificado. Por otro lado el índice de color determinado fue de 8.163, 5.301, 2.552 y 1.372 para las concentraciones de 0, 0.1, 0.5 y 1 % de bentonita respectivamente, la muestra con 1 % de bentonita obtiene mayor variación total en color (ΔE^*_{ab}) con efecto sobre luminosidad L^* b^* y disminución en el valor de a^* . El índice de color es inversamente proporcional y la variación total de color es directamente proporcional a la concentración de bentonita. Concluyéndose que en la clarificación del hidromiel las concentraciones de bentonita al 0.1, 0.5 y 1 % influyen sobre la acidez total, pH y color, mas no sobre los grados alcohólicos.

Palabras claves: Hidromiel, bentonita, grados alcohólicos, acidez, color.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the laboratories of chemistry and quality control of the Professional School of Agroindustrial Engineering of the National University José María Arguedas and in the company "Marques de Aranjuez", of the district of Talavera, province of Andahuaylas, region Apurímac. The objective of this study was to determine the influence of the concentration of bentonite on the physicochemical properties in the production of mead. The statistical design was a completely randomized design (ANOVA) to determine the effects of bentonite concentration (0, 0.1, 0.5 and 1%) on total acidity, pH, alcoholic strength and color. The total acidity was determined by titration with 0.1 N NaOH, while the pH was measured with a potentiometer and the alcoholic degrees were obtained by the AOAC method (11.13). On the other hand, the color was determined by the KONICA MINOLTA colorimeter in CIELAB scale (L^* , a^* and b^*).

The total acidity determined were 0.279, 0.513, 0.444 and 0.421, pH was 4.142, 3.514, 3.488 and 3.454 at bentonite concentrations of 0, 0.1, 0.5 and 1% respectively, when performing the analysis of variance for both total acidity and pH was determined to be a significant difference ($p < 0.05$), the sample clarified with 1% bentonite, presents adequate percentage of total acidity expressed as tartaric acid. While the alcoholic strengths of mead were 8,670, 8,813, 8,790 and 8,714 for the concentrations of bentonite at 0, 0.1, 0.5 and 1% respectively, the doses of bentonite had no effect on the concentration of alcoholic strengths in clarified mead. On the other hand, the determined color index was 8,163, 5,301, 2,552 and 1,372 for the concentrations of 0, 0.1, 0.5 and 1% of bentonite respectively, the sample with 1% of bentonite obtains greater total color variation (ΔE^*_{ab}) with effect on luminosity L^* b^* and decrease in the value of a^* . The color index is inversely proportional and the total color variation is directly proportional to the bentonite concentration. It was concluded that in the clarification of the mead, the concentrations of 0.1, 0.5 and 1% bentonite influence the total acidity, pH and color, but not on alcoholic degrees.

Keywords: Hidromiel, bentonite, clarification, alcohol degree, acidity, color.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente la provincia de Andahuaylas de la región Apurímac, es el mayor productor de hidromiel de calidad frente a productos similares procedentes de otros distritos, en el mercado de consumo se ofertan hidromiel de colores y tonalidades variadas, por lo que se presume que existe deficiencias en una de las etapas más importantes de su proceso de producción, donde la clarificación es de vital importancia ya que le permitirá al producto mayor calidad, además mejora la crianza de sus propiedades organolépticas y físico químicas. Un descuido en esta operación conlleva a la oxidación y pérdida de calidad del hidromiel, con consecuencias desfavorables en el consumidor, llegando a ocasionar su rechazo.

Para clarificar y lograr un producto con la brillantez y claridad requerida esperada, con mucha frecuencia las empresas industriales emplean tecnologías de membranas, los cuales incrementan el costo de producción. Para los micros y pequeñas empresas como las existentes en Andahuaylas y la región de Apurímac, se requiere desarrollar métodos alternativos para lograr el mismo objetivo, que mejor si se emplean clarificantes como bentonita, carbón activado, albúmina de huevo, ácido silícico, gelatina o métodos físicos (centrifugación, filtración, percolación). De todos estos clarificantes el más usado es la bentonita por su bajo costo y mejor efecto clarificante, donde la dosis a emplear dependerá de la madurez del hidromiel; por lo tal motivo es necesario determinar la concentración adecuada para lograr la calidad a nivel fisicoquímico además debe asegurar la estabilidad del producto con el tiempo ya que la limpidez es una de las características más importantes que el consumidor exige en un hidromiel, la clarificación no es una simple cuestión de reposo y trasiegos continuados; es necesario intervenir con un conocimiento adecuado sobre las proteínas, levaduras muertas, bacterias muertas entre otros que dan origen a los fenómenos de enturbiamiento.

1.1. Objetivos

Objetivo general

- ✓ Determinar la influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración hidromiel.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la acidez total y el pH del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.
- ✓ Determinar los grados alcohólicos del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.
- ✓ Determinar la variación e índice de color del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.

1.2. Problema

- ✓ ¿En medida influye la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de hidromiel?

Problema específico

- ✓ ¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre la acidez total y el pH en la elaboración de hidromiel?
- ✓ ¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre los grados alcohólicos en la elaboración de hidromiel?
- ✓ ¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre el color en la elaboración de hidromiel?

1.3. Hipótesis

Hipótesis general

- ✓ Las diferentes concentraciones de bentonita, influye de manera significativa sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de hidromiel.

Hipótesis específica

- ✓ Las diferentes concentraciones de bentonita, influye de manera significativa sobre la acidez total y el pH en la elaboración de hidromiel.
- ✓ Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre los grados alcohólicos en la elaboración de hidromiel
- ✓ Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre la variación e índice de color en la elaboración de hidromiel.

CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Aviles y Moran (2009) en su investigación “Evaluación de la capacidad clarificante de la arcilla de suchitoto/cinquera, en comparación con bentonita USP en la producción de vino de *hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica)”, obtuvieron los siguientes promedios de resultados para el pH de 2.87 con bentonita al 1 %, y con bentonita al 0.5 % obtuvo 2.88 y control de 3.67. Para el % acidez total expresado en ácido tartárico obtuvieron los siguientes promedios de resultados de 0.43 y 0.44 con bentonita al 1 y 0.5 % respectivamente, frente a un control 0.29. Por otra parte, menciona cuando el pH disminuyó se debió a dos razones principales: la primera puede ser que se adsorben partículas suspendidas que tienen influencia en la acidez del vino, por lo que al estar ausentes hacen que el pH disminuya, y la segunda que durante la clarificación se dé una disociación de los ácidos orgánicos, por lo que el pH disminuye, ya que hay más iones hidrógeno en solución. En cuanto al aumento de la acidez total mencionan que: teóricamente, al disminuir el pH, el porcentaje de acidez total aumenta, por lo tanto, en el vino el pH disminuyó, por lo que era de esperarse que el porcentaje de acidez total aumentara, esto debido posiblemente a las mismas razones mencionadas anteriormente por las cuales el pH en el vino disminuyó. También mencionan que el valor normal del porcentaje de acidez total no debe de exceder de 0.61 %. También concluye que la arcilla Suchitoto/Cinquera y la Bentonita USP, poseen mayor capacidad clarificante del vino de *Hibiscus sabdariffa* a una concentración del 1.0 %, en comparación a un nivel del 0.5 %. Por lo tanto, a mayor concentración del agente clarificante, existe mayor remoción de las partículas suspendidas, según los resultados de intensidad de color.

Acosta (2012) en su investigación “Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel” obtuvo un hidromiel con un contenido alcohólico de 10 %, pH de 3.2 y una acidez total de 4.2 g/l, expresados como ácido tartárico. Con un nivel de metanol inferior a 20 ppm y una acidez volátil de 0.5 g/l. Empleando un mosto de fermentación ajustado con una dilución de miel en agua de 17 °Bx, una concentración de 0.4 g/l de fosfato de amonio monobásico, que se trató previamente con metabisulfito de potasio a 100 ppm.

Huertas (2006) en su investigación “**Efecto del uso de distintos clarificantes sobre la composición fenólica de vinos de los Cultivares Cabernet Sauvignon y Chardonnay**” obtuvo en cuanto a intensidad de color 100 a de testigo, 81 a y 63 a con bentonita 40 y bentonita 70 de concentración respectivamente. Como se observa claramente una disminución de índice de color frente a mayor porcentaje de bentonita. Concluye que en el “vino de C.V. Chardonnay, que los tratamientos con bentonita disminuyeron considerablemente su contenido de taninos totales y de ácidos benzoicos en el vino”.

Barrios, Principal, sanches y Guedez (2010), en su investigación “**Caracterización físico química y análisis sensorial de un hidromiel elaborado de manera artesanal**” obtuvieron los siguientes resultados: Grados Baumé ($^{\circ}\text{Be} = 1$), acidez total 4.95 g/l expresado en ácido tartárico, acidez volátil 0.6 g/l en ácido acético y 10 $^{\circ}\text{GL}$ de contenido de alcohol. Concluyendo que valores de los parámetros evaluados en el análisis físico-químico practicado al producto elaborado de manera artesanal resultaron similares a los parámetros obtenidos en el producto comercial. Igualmente, de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de diferencia, el Hidromiel elaborado en forma artesanal resultó similar, desde el punto de vista sensorial, al patrón comercial utilizado en este estudio.

Romero (2008) en su investigación “**Evaluación de la fermentación y producción de Vinos Sauvignon blanc con cepas de *Saccharomyces cerevisiae* autóctonas del Valledel Maule**” menciona que la acidez total se debe encontrar dentro del rango normal de los vinos embotellados que está entre 3 y 7 g de ácido tartárico g/ L.

Edwards, Singleto, y Boulton (1985) menciona que la bentonita elimina el bicarbonato de potasio ya que este inhibe el crecimiento de los cristales y por lo tanto influyen sobre las precipitaciones.

Bodegas (2005) menciona que el pH reportado para una buena iniciación de los vinos es de 3.4 a 3.5 como máximo y en acidez total de 6.1 g/l, expresados en ácido tartárico.

Molina (1994) en su libro “Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas” mencionan que el uso de bentonitas tiene un moderado poder decolorante, debido a su escasa acción precipitadora de antocianos, además señala que la disminución en la intensidad de color depende de la dosis de clarificante empleada para estos productos.

Como también menciona que la carga negativa y su distribución superficial de la bentonita ejercen una importante acción sobre las proteínas termolábiles del hidromiel. La bentonita rebaja la concentración de antocianos en proporción de 30 a 35%.

Dharmadhikari y Wilker (2001) en su libro “Micro vinificación” mencionan cuando, es usado con bentonita el sparkolloid tiene un mejor resultado en la claridad y facilita el filtrado del vino.

Sepulvera (2009) en su investigación “Características de vinos tintos pinot noir, producidos con cepas autóctonas de *saccharomyces cerevisiae* aisladas del Valle del Maule)” Obtuvo los siguientes resultados de acidez volátil expresados en ácido acético (g/L) de 0.54 0.40 0,44 0.50 fermentados con levadura UCH-M3 UCH-M4 QA23 UCH-M3S respectiva.

2.2. Marco teorico

2.2.1. Bebidas alcoholicas

Las bebidas alcohólicas tienen su origen en el proceso de fermentación alcohólica. Todo líquido azucarado sufre esta fermentación de manera espontánea debido a la acción de las levaduras que, en ausencia de aire, destruyen la glucosa y otros azúcares produciendo dióxido de carbono y etanol. (Romero, 2008).

2.2.2. Hidromiel

Es una bebida fermentada elaborada a base de miel y agua, es quizás una de las más antiguas, anterior al vino y probablemente, precursora de la cerveza cuyo uso estuvo muy difundido entre los pueblos de la antigüedad. En Europa, fue consumida en forma abundante por los griegos, celtas, sajones y los bárbaros del norte. Los griegos le dieron el nombre de melikatron y los latinos la llamaban agua mulsum (Pederson, 1979).

En primer lugar, se identifica el hidromiel tradicional como una bebida compuesta básicamente por una mezcla de agua y miel junto con las levaduras que llevan a cabo la fermentación. No obstante, se reconoce unas variantes, como por el ejemplo el denominado "melomel" que consiste en un hidromiel saborizado con frutas, y en función de la fruta empleada puede tomar otra denominación: 'Cyser', cuando se emplea manzana, 'pyment' cuando saboriza con uva; cuando se incluyen cereales tales como cebada malteada y lúpulo se conoce como 'braggot' o 'bracket'. Por otro lado, en casos donde se incluyen sabores como lavanda, vainilla o jazmín el hidromiel se reconoce como 'methelglin'. Estos saborizantes buscan otorgar un diferente bouquet al producto final, del mismo modo que sucede con la modificación en el tipo de miel utilizada, análogo con los vinos de uva, donde diferentes variedades generan diferentes características organolépticas (Ragauskas y Ragauskienė, 2010)

Al hidromiel se define al sustrato inicial como una dilución de miel en agua, se emplean diluciones con contenidos de sólidos de 19 a 21 °Brix. Esta solución es enriquecida con sales de amonio, generalmente fosfatos y sulfatos de manera que se aporte los nutrientes básicos al medio (Lorenzo). El pH es otro factor que debe ajustarse, generalmente alrededor de un valor de 3.8 lo cual se hace adicionando ácidos como cítrico o tartárico (Sroka, y Tuszynski, 2007) aunque la miel suele no tener inconvenientes puesto que su intervalo de pH va de 3,5 hasta 4,2. Luego de acondicionar el mosto, debe esterilizarse de modo que se asegure

un medio inocuo para el correcto funcionamiento de las levaduras (Navrátil, Sturdík y Gemeiner, 2001), las cuales se adicionan cuando la temperatura del sustrato está alrededor de los 30 °C. No obstante, este tratamiento térmico puede influir en la pérdida de aromas por lo cual se contemplan operaciones de sulfitado y ultrafiltración que se encuentran actualmente en estudio (Ribéreau, Dubourdieu, Donèche y Lonvaud, 2006). Finalmente la fermentación se desarrolla por un mínimo de 72 a 86 horas a 30 °C (Ilha, Torres, Porto y Meinert, 2000), donde en las primeras 36 horas suele apreciarse un crecimiento exponencial que se estabiliza hasta alcanzar una concentración de hasta 14 a 16 % de etanol que no presenta mayor variación luego de 180 horas (una semana). Esta operación debe controlarse adecuadamente puesto que la composición de la miel puede modificar comportamientos del metabolismo de las levaduras, donde se pueden generar cambios en el desarrollo de la acidez o la producción de subproductos como ésteres (O'Connor-Cox, 1991), que cambian la calidad organoléptica y alteran el proceso de fermentación en general.

Luego de alcanzar un adecuado rendimiento en el proceso y una concentración superior a los 8 a 10 % v/v de etanol se detiene la fermentación y debe asegurarse la obtención de un producto clarificado para lo cual puede emplearse sustancias como bentonita de sodio (0,3 g/l) o procesos de sulfitado (SO₂ a 6 % v/v o 1 ml/l a 67 ul/l) (Pereira, Dias, Andrade, Ramalhosa y Estevinho, 2004).

2.3. Tipos de hidromiel

Con la denominación de Hidromiel compuesto o Hidromiel de frutas, se entiende el producto obtenido por la fermentación alcohólica de un cocimiento de miel agua potable y lúpulo, adicionado de zumos de frutas (Hidromiel de frutas). Cuando se adicionen aromas sintéticos se las denominará: Hidromiel con sabor a... Puede clasificarse como:

- **Seco:** caracterizan por un contenido bajo de azúcar.
- **Dulce:** caracterizan por un contenido alto de azúcar.
- **Espumoso:** por su efervescencia propia.
- **Gasificado:** gasificación proporcionada artificialmente.

Si se desea elaborar Hidromiel frutado, se pueden agregar, moras, ciruelas, frutillas guindas, o cualquier fruta o mezcla de frutas características de la estación. Estas deben estar limpias, sanas y maduras. Se deben agregar durante el hervor del agua y la miel, previamente a colocar las levaduras. Si se desea

elaborar Hidromiel aromatizada, se pueden agregar, hierbas aromáticas, especias o una mezcla de ellas; podemos mencionar entre otras: canela, enebro, clavos de olor, nuez moscada, manzanilla, tomillo, estragón, romero y menta entre otras. (Ragauskas y Ragauskienė, 2010)

2.4. Clarificación en el hidromiel.

Se define como la operación unitaria de separación que tiene por objeto obtener de una suspensión diluida un líquido limpio sin partículas sólidas. Una partícula sólida suspendida en un líquido puede separarse siempre y cuando exista una diferencia entre su densidad y la del medio líquido (Molina, 1994).

La operación de clarificación se da principalmente por la propiedad de floculación de los coloides que se forman tras la consecución del punto isoeléctrico entre los productos nitrogenados superiores que se emplean (proteínas, albuminoides, gelatinas) y la carga opuesta con la que cuentan los taninos del vino que gracias a las sustancias minerales y la acidez del medio, forman agrupaciones de elevado tamaño, englobando las partículas suspendidas que terminan por flocular y depositarse. Esto requiere la aplicación de métodos físicos de clarificación que además den brillo al producto final. En general se emplea la centrifugación con el fin de forzar la caída de sustancias gruesas en suspensión y se completa el proceso con una filtración que afina el vino, donde se emplean tejido como lonas en equipos tipo prensa (Boulton, 1996)

2.4.1. Tipos de enturbiamiento durante la clarificación.

Los enturbiamientos en los hidromieles pueden tener un origen orgánico o inorgánico. Entre los de origen inorgánico es necesario destacar los originados por los cationes Fe^{+2} , Fe^{+3} , Cu^{+2} y en lugar muy poco destacado el Sn^{+2} . El hierro con los fosfatos da lugar a la quiebra blanca, con los taninos proporciona la quiebra azul y finalmente con la materia colorante origina la quiebra negra. Entre los enturbiamientos de origen orgánico, destacan las precipitaciones amorfas y cristalinas. Las precipitaciones amorfas tienen su origen en los enturbiamientos proteicos y en los productos de condensación de los polifenoles (Molina, 2000).

2.4.2. Parámetros de Clarificación

No todos los cationes del hidromiel actúan de igual manera respecto a la clarificación. El Fe^{+2} es más activo que los cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} siendo suficientes 2 mg/L para provocar la floculación de las partículas. Ahora bien, el efecto del hierro no es debido a su forma iónica, sino a la formación del complejo tanino-Fe

de carga negativa que interacciona con la gelatina, con carga positiva en medios ácidos, provocando su floculación (Molina, 2000).

2.4.3. Mecanismos de clarificación

La cola introducida en el hidromiel es capaz de flocular y de sedimentar arrastrando las partículas finas de un determinado turbio. Estas partículas, en estado coloidal, son macromoléculas de tamaño variable, que se encuentran en el hidromiel junto con las proteínas. Los poliosidos, los polifenoles, y complejos féreos o cúpricos. Las moléculas más grandes serían hidrófilas y relativamente estables; las pequeñas moléculas serían hidrófobas. Algunos coloides son electropositivos y otros electronegativos. Se han propuesto diversas teorías para explicar el fenómeno del encolado (Flanzy, 2000).

Así, dos coloides de signo contrario al ponerse en contacto se neutralizarían y flocularían. Por ejemplo, una molécula de tanino (electronegativa) y la gelatina (electropositiva) formarían un precipitado con pérdida de agua y pérdida de carga eléctrica. Esta hipótesis ha sido desmentida recientemente (Arévalo, 1997).

Como finalidad de conseguir un hidromiel limpio brillante y que mantenga las características durante un período razonable de tiempo. Ariza (2011) menciona que los tratamientos de estabilización fisicoquímica normalmente utilizados son los siguientes:

- Clarificación con cola (gelatina, albúmina de huevo, caseína etc.) y bentonita, para la estabilización coloidal
- Tratamiento de estabilización tartárica, normalmente el tratamiento por frío con o sin siembra de cristales para acelerar el proceso
- Filtraciones por tierras de diatomeas, una en grado de desbaste después de la clarificación, y otra en grado de pulido después del tratamiento por frío.

Donde las partículas en suspensión presentan generalmente una carga superficial negativa asociada y resultante de la doble capa iónica formada en su superficie. A los valores del pH del vino, presentan carga positiva las proteínas y las fibras de celulosa, mientras que lo hacen negativamente otras sustancias como: levaduras, bacterias, materia colorante coloidal, sales metálicas, bentonita, carbones, taninos, gomas, sílice coloidal, etc.

2.4.4. Proceso de clarificación:

Después del proceso fermentativo los hidromieles se muestran turbios, debido a que contienen en suspensión diversas materias naturales como

levaduras muertas, bacterias, etc., que caerán al fondo del envase o depósito, si el hidromiel está en reposo y no se remueve. Sin embargo, la caída de estas sustancias no disueltas depende también de su tamaño. Las gruesas caen pronto, mientras que las menores caen muy tarde y muy difícilmente como se observa en la Tabla 01. La clarificación espontánea (estática) supone esperar que transcurrido un tiempo, todas las materias estén en el fondo y trasegando (cambiando el hidromiel de envase) pasemos tan sólo el 95 % limpio, separándolo del sedimento.

Tabla 01. Tiempo que tardan las materias en caer.

Materia	Tamaño(mm)	Tiempo que tarda en caer
Vegetal	1	1 día
Vegetal	0.2	1 semana
Levaduras	0.005	2 meses
Bacterias muertas	0.0008	6 meses

Fuente: (Olivero, 2006)

En teoría, con paciencia y esperando aproximadamente 6 meses, el hidromiel se presentará relativamente limpio y brillante. Pero en la práctica, cambios atmosféricos de presión pueden facilitar que la materia sedimentada vuelva a ascender y enturbiar el hidromiel; sobre todo en época de bajas presiones. Debido a estos inconvenientes no se puede esperar meses con el hidromiel en bodega, se recurre a forzar la caída de las materias en suspensión. Para ello se hinchan tales materias aportando un clarificante que se coagula en el hidromiel, hinchando las partículas y acelerando su caída. Los clarificantes en contacto con el hidromiel, por su alcohol, su acidez; floculan ("se cuajan") y aceleran la caída de las partículas del hidromiel (Olivero,2006).

2.4.5. Clarificantes en el hidromiel.

2.4.6. Tipos de clarificantes

- De origen orgánico: Generalmente son proteínas, como la ovoalbúmina, la caseína y gelatina.
- De origen mineral: Los más comunes son el caolín y la bentonita. De todos ellos el de mayor difusión es la bentonita debido a su excelente acción clarificante y a su bajo costo (Barreto, 2013).

2.4.7. Bentonita

Es un mineral de grupo de las arcillas provenientes de transformaciones naturales de las cenizas volcánicas y constituidas por un 70 %, como mínimo, del mineral del tipo montmorillonitas. Son rocas encontradas en la naturaleza

constituidas predominantemente de minerales arcillosos, pudiendo poseer otros constituyentes: minerales no arcillosos, sustancias orgánicas e inorgánicas, cationes adsorbidos y sustancias solubles (Bendezú, Fuentes, Rosado, Veli, y Aguilar, 2013), contienen iones intercambiables (Ca, Na, Mg.) y su carga es negativa y floclula en el vino debido a la influencia de la acidez y de las sales. La floclulación es rápida, y la clarificación se completa en pocos días (Vialatte, 2000).

La bentonita se utiliza como agente clarificante ya que no presenta riesgo de sobrencolado (Barreto, 2013). Se hidrata 24 horas antes de ser agregada, mezclando una parte de ella con seis partes de agua a temperatura ambiente. Es agregada en manera de hilo fino y agitando vigorosamente el vino en una cantidad de 1.00 g/l. La bentonita que se emplea en la dosis de 0.5 – 1.5 g por litro de mistela, cantidad que debe empaparse previamente con un poco de agua (de 5 a 10 veces su peso). Dejar reposar unas 24 horas y verter luego el agua no absorbida. A continuación, se disuelve la pasta de bentonita y agua en un poco de mistela, que se incorporará luego al volumen total (Verapinto,2009) , como tambien Boulton, Singleton, Bisson, y Kunkee (2002) mencionan que se suelen emplearse los clarificantes como la bentonita sódica en los vinos blancos de 120 a 720 mg/l. Habitualmente una solución de 5 % peso/Vol, para ser luego agregado al hidromiel removiendo a fondo (Crus y Medina, 2005). En la Tabla 02 se muestran los dosis para diferentes clarificante.

Tabla 02.Rangos típicos de la aplicación de agentes clarificantes para vinos.

Agente	Rango común de aplicación (mg/l)
Caseína	60 a 120
Albúmina	N/A
Isinglas	10 a 120
Gelatina	15 a 120
Bentonita en su forma sódica	120 a 720
Silica sólida	40 a 200
PVPP	120 a 240
Agar/Alginato	120 a 480
Carbón activado	120 a 600

Fuente: (Boulton, Singleton, Bisson y Kunkee, 1996)

Esta arcilla consiste en silicato de aluminio hidratado que es un complejo con componentes catiónicos cambiables lo que hace que su modo de acción sea electrostático. La bentonita de calcio y de sodio son dos formas que están comercialmente disponibles para la clarificación del hidromiel. La forma hidratada de sodio es mejor ya que tiene un área superficial más reactiva la que la hace más eficaz. La superficie plana de una plaqueta hidratada de bentonita se carga negativamente, por lo tanto las partículas positivamente cargadas como las proteínas se fijan por adsorción sobre la superficie de la bentonita. La reacción ocurre rápidamente, pero la gravedad hace que caigan lentamente al fondo del envase. Las plaquetas de la bentonita de calcio tienden a seguir agrupadas juntas después del hinchamiento, reduciendo así el área superficial expuesta, y por lo tanto, atascamiento de la proteína. Los precipitados de la bentonita del calcio precipitan más lentamente que la bentonita de sodio. La bentonita se utiliza principalmente para eliminar proteínas (proteínas estabilizantes) de los licores y jugos. La bentonita también se puede usar para eliminar polifenoloxidasas del jugo. (Morris y Main, 1995)

2.4.8. Clasificación de las bentonitas

Las bentonitas se clasifican de acuerdo a su comportamiento y propiedades fisicoquímicas, de las cuales se tiene: bentonitas altamente hinchables o sódicas, poco hinchables o cálcicas y moderadamente hinchables o intermedias (González, 2006).

a. Bentonita calcica.

Es una tierra natural que tiene la propiedad de decolorar varios tipos de aceites, grasas u otros líquidos en su estado natural. Están constituidas por montmorillonitas que contiene iones intercambiables de calcio, tiene menor capacidad de hinchamiento que las variedades sódicas pero tiene propiedades adsorbentes (González, 2006).

La bentonita cálcica es útil en aplicaciones donde no se requiere viscosidad ni la capacidad de hinchamiento. Constituyen la materia prima fundamental para la obtención de tierras activadas, utilizadas en la refinación de aceites, también puede ser una arcilla activada, que en un principio no muestra ningún poder de adsorción, hasta que se activa con un tratamiento de ácido sulfúrico o clorhídrico, solo puede ser activada una vez. Adsorbe gran cantidad de moléculas de soluciones acuosas y de iones en solución (Dirección general de desarrollo minero, 2013).

b. Bentonita sodica.

Como se sabe la bentonita de calcio y de sodio son dos formas que están disponibles para clarificar el hidromiel. La forma sódica es la que se hidrata mejor, tiene mayor área de superficie reactiva y por tanto funciona mejor, este tipo de bentonita es un complejo de Al, Mg, Ca y algo de Fe, de manifiesto origen volcánico, un gramo de este material se extiende a una superficie de 50,000 cm³ (González, 2006).

2.4.9. Aplicaciones Industriales de las bentonitas

Esta arcilla es empleada en la industria petrolera para la fabricación de lodos de perforación; también se usa en la elaboración de moldes para fundición, como agente aglutinante en la producción de pellets de hierro, en la clarificación de vinos y jugos; así como material de sellado de residuos tóxicos, peligrosos y radioactivos. En la preparación de alimentos para animales, como catalizador en procesos químicos y como excipiente por la industria farmacéutica. Como protectora de la proteína ruminal en alimentos de alto valor biológico, o como mejoradora de la población protozoaria en el rumen (Britton, Colling y Clopesteing, 1978). La clarificación con bentonita altera la capacidad de los vinos de mantener bitartrato disuelto (Pilone y Berg, 1965).

Guillem, Roser y Canals, (2001) mencionan la utilización de bentonita exclusivamente, comporta una disminución drástica de las proteínas. Así mismo, la utilización de bentonita como coadyuvante de tirage disminuye enormemente la espumabilidad y la persistencia de la espuma. Por el contrario, las combinaciones de bentonita con alginatos, parece ser mucho más respetuosas tanto con la fracción proteica como con la calidad de la espuma, por otro lado, Bruce, Zoecklein, Fugelsang, y Gump (2002) mencionan que las adiciones de bentonita, especialmente las que sobrepasan 48 g/hl (4 libras/1.000 galones), pueden reducir de manera significativa su color.

La Bentonita es el clarificante de mayor difusión, debido a su bajo costo, puede ser totalmente inerte, inalterable, de fácil aplicación y notable acción estabilizadora sobre el hidromiel. (Cabrera, y Perla, 2009)

2.4.10. Propiedades tecnofuncionales de la bentonita.

a. Área superficial

El área superficial de una bentonita, se define como el área de la superficie externa, más el área de la superficie interna de las partículas constituyentes por unidad de masa expresada en m²/g (Garcia y Martinez, 2004). La bentonita por lo

general posee un área superficial externa elevada, lo que se debe a su morfología laminar y el pequeño tamaño de los cristales (Rozalen, 2004). Las bentonitas sódicas en estado seco, presentan una superficie específica de 25 a 50 m²/g, mientras que en suspensión acuosa este valor se eleva a 300 m²/g y para las bentonitas cálcicas de 200 a 250 m²/g (Hidalgo, 2004)

b. Capacidad de hinchamiento

Al ser relativamente pequeña la carga negativa de las láminas de bentonita (y por tanto la proporción de cationes interlaminares) la unión de las láminas con los cationes interlaminares es débil. Debido a esto el agua penetra fácilmente en el espacio interlaminar produciendo un aumento de espacio basal, que trae como consecuencia un hinchamiento de la bentonita y la formación de suspensiones coloidales. La montmorillonita se hidrata por pasos. El agua penetra lentamente entre las láminas de silicio-oxígeno, las cuales actúan como canales que favorecen relativamente el acceso de más agua. Si se dispone de suficiente agua, los iones agrupados en la superficie de las láminas se hidratan y generan cargas positivas. Al mismo tiempo las láminas de silicio-oxígeno crean cargas negativas, que provocan la repulsión entre ellas, separándose y causando el hinchamiento característico de las bentonitas (Molina, 2000)

Hay que tener en cuenta que la capacidad de hinchamiento depende del tipo de bentonita. La diferencia entre el hinchamiento de la bentonita sódica y cálcica se debe a la fuerza de atracción de los cationes entre las capas. La fuerza de atracción del catión calcio es más fuerte lo que conlleva a una reducción de la cantidad de agua que puede ser absorbida, mientras que la fuerza de atracción del catión sodio es más pequeña por lo que permite una mayor capacidad de retención del agua entre las capas. La Bentonita induce al agua a formar una masa de miscelas electronegativas muy pequeñas. La enorme superficie específica (alrededor de 50.000 cm³ por gramo) y la estructura esponjosa de sus miscelas, confieren a éste clarificante un elevado poder absorbente (Olivera, 2009).

c. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La capacidad de intercambio se debe fundamentalmente a la propiedad de reemplazar los cationes interlaminares, débilmente ligados a su estructura, por otros cationes diferentes cuando estos últimos se encuentran en solución acuosa. De esta manera, la capacidad de intercambio catiónico de una bentonita oscila entre 80 y 150 meq/100 g. La relativa facilidad con que los cationes pueden ser reemplazados en la región interlaminar viene dada a grandes rasgos por la serie:

$\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{H}^+ < \text{K}^+ < \text{NH}_4^+ \ll \text{Mg}^{+2} < \text{Ca}^{+2}$. En general, la mayor carga y el menor radio atómico aumentan la preferencia de la bentonita por un catión (Arias, 2001).

2.5. Alcohol en el hidromiel.

Sepulvera (2009) indica que el contenido de alcohol en los hidromieles se expresa como grado alcohólico, que indica los litros de alcohol etílico puro contenidos en 100 litros de hidromiel, así 1 grado alcohólico corresponde a 1 ml de alcohol puro en 100 ml de hidromiel, para aplicaciones prácticas se puede aplicar la siguiente ecuación Ec. 01:

$$\text{Alcohol (g/l)} = \text{Grados alcohólicos} \times 8 \quad (\text{Ec. 01})$$

El alcohol etílico es el producto principal de la fermentación alcohólica resultado del hidrólisis de los glucósidos del sustrato. Es además un buen solvente de componentes volátiles, de ahí la importancia que ciertas sustancias pueden tener en las características finales de un vino, pese a las bajas concentraciones en las que puedan presentarse (Hinojara, 1976). Sin embargo, hay que reconocer que el umbral de detección, determinado según algunos autores alrededor de 0.0004 a 0.0052 g/100 ml, ésta en relacionado también con concentración de azúcares y ácidos en el medio. Se considera en general que concentraciones inferiores a 300 mg/l, contribuye a un buen desarrollo sensorial, por el contrario al sobrepasar concentraciones de 600 mg/l alcoholes como hexanoles, alcohol bencílico o isoamílico, desarrollan notas oxidadas y amargas en el sabor final del producto, modificando la calidad del vino (ICONTEC, 2001)

2.5.1. Tipos de alcoholes en el hidromiel.

a. Alcoholes superiores

En general se reconocen los alcoholes propanol, butanol, pentanol y hexanol, presentes generalmente en trazas y representados en mayor proporción en el compuesto isoamil y etilpropanol, es importante no solo por su aporte sensorial en cuanto a aroma del hidromiel sino también por su acción solvente que influencia la dilución de sustancias volátiles responsables de olores característicos (Hinojara y Watanabe, 1976)

La concentración en el producto final depende directamente de las condiciones oxidativas durante la fermentación y el nivel de aireación que se proporcione. Existe además una relación con la presencia de sólidos suspendidos en el medio y el tipo de levadura empleada, que puede o no beneficiar la generación de estos (Raspor, Milek, Polanc, Smole y Cadez, 2006). El alcohol

presente en las bebidas fermentadas del hidromiel sirve para el tratamiento de las deficiencias calóricas en las poblaciones indígenas, sino también como fuente de vitamina B, la cual proviene de los sustratos utilizados durante la elaboración, de la fermentación de las levaduras y de otros microorganismos (Steinkraus,1983).

b. Alcohol metílico

No es un producto típico de las fermentaciones, pero es derivado del hidrólisis natural de las pectinas, por lo que se encuentra principalmente cuando se incluyen las pieles de las frutas en la fermentación, de allí que los considerados licores de fruta presenten mayores concentraciones de este alcohol. Y puede incrementarse su presencia en bebidas destiladas. En términos sensoriales se reconoce la influencia que ejerce sobre las elevadas sensaciones frutales de los diferentes metil-ésteres (Ribereau *et al.*, 2006)

A nivel de salubridad está claro que la presencia de este alcohol es perjudicial para la salud del consumidor, por lo que su presencia se limita al valor de 300 ppm (ICONTEC, 2001)

c. Glicerol

El 1, 2, 3-propanotriol, conocido también como glicerina, es un alcohol simple con diversidad de usos en la industria cosmética, farmacéutica, así como alimenticia y textil. Se le confiere la propiedad de dar un gusto dulce y la apariencia oleosa que se asocia al cuerpo del vino. Se reconoce un aporte de 0.38 a 0.44 % sin embargo una excesiva producción puede afectar el rendimiento general del proceso ya que puede retardar la producción de etanol. (Ward, 1989)

2.6. Acidez del hidromiel

La acidez del hidromiel tiene una gran influencia en su sabor, constituyendo una característica esencial, acidez que proviene en parte del mosto y parte originados en las fermentaciones. En general se distinguen tres conceptos diferentes, acidez total, volátil y fija (Acosta, 2012)

2.6.1.Acidez total en hidromiel

La acidez total se refiere a la acidez titulable, que busca incluir todos los ácidos presentes en el hidromiel; ésta se encuentra en el orden de 5 g/l expresado como tartárico o 3.25 g/l expresada como sulfúrico; el pH por su parte se sitúa en un rango de 2.5 a 4.0. (Acosta, 2012).

La acidez total se debe se encuentran dentro del rango normal de los vinos embotellados que está entre 3 y 7 g/l de ácido tartárico. (Romero, 2008)

El aumento de la acidez puede provocar problemas, especialmente con pH menor a 3.2; debido al aumento de la concentración de protones, que se unirán al tanino cargado negativamente provocando como consecuencia la producción de ácido tánico. Esto provocará la disminución del tanino activo que es el que se une a las proteínas cargadas positivamente, causando su floculación y posterior clarificación (Molina, 1994).

2.6.2. Acidez volátil en el hidromiel.

Son el conjunto de ácidos formados en la fermentación o por alteraciones microbianas, y son principalmente de la serie acética como: ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Se denominan volátiles porque tienen un punto de ebullición bajo. Según el reglamento alcohólico la acidez volátil no debe ser superior a 1.5 g/l expresado en ácido acético (Bordeu, 2000), superior a esto se considera como vinagre. Los ácidos volátiles son producto de la fermentación alcohólica, maloláctica, y por alteraciones bacterianas (bacterias acéticas) que con el contacto con el aire oxidan el alcohol a ácido acético, por lo que se deben realizar fermentaciones adecuadas para obtener la menor cantidad de ellos ya que no pueden ser eliminados.

Los Taninos son, generalmente, incoloros o amarillo pálido y determinan características sensoriales tan importantes como el amargor, la astringencia y la estabilidad del color (Peña, 2006).

2.6.3. Acidez fija en el hidromiel

La acidez fija se obtiene por diferencia de estas dos; así que se refiere a los ácidos contenidos en el hidromiel, tales como: Tartárico, málico y cítrico; más los generados como el succínico y láctico. Componentes que influyen en color, el desarrollo sensorial de aromas y sabores, que facilitan además la clarificación; por lo cual es conveniente contar con concentraciones superiores a 5 g/l (Fleet, 1994).

El componente mayoritario de la acidez volátil se produce por la condensación de 2 moléculas de acetaldehído, aunque puede tener otros orígenes no relacionados con la fermentación alcohólica. En exceso transmite al hidromiel gusto a picado (Mesas y Alegre, 1999).

2.7. Color del hidromiel

Es la primera percepción importante que se aprecia y junto con la turbidez. Son rasgos personalizadores de un determinado vino, que ejercen una influencia significativa en los parámetros de calidad que aplica el consumidor a la hora de escoger un producto (Aleixandre, 2006)

En el CIELAB, L^* corresponde a luminosidad con un rango de 0-100, donde 0 es negro y 100 es el blanco perfecto. Los valores de “a” hacen referencia al color verde cuando la medición es negativa y color rojo cuando es positiva. Para la variable “b” el color es amarillo cuando la medición proporciona un dato positivo y azul cuando es negativo, los valores para b van desde 60 hasta -60 (Víctor, 2006)

Los parámetros C^* (Saturación) y H^* (Tono) se calculan a partir de a^* y b^* (Ec.02 y Ec.03), y junto con L^* definen las coordenadas de un espacio cilíndrico que contiene los tres atributos psico-físicos básicos del color: luminosidad, saturación y tonalidad (Casass y Sari, 2006).

$$H^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (\text{Ec. 02})$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Ec. 03})$$

El espacio de color L^* , a^* y b^* (también referido como CIELAB) es uno de los espacios de color más usados para medir la composición cromática de un objeto y es ampliamente utilizado en todos los campos. Es un espacio de color definido por la CIE en 1976 con el fin de reducir uno de los principales problemas del espacio original en color Yxy . En este espacio de color, L^* indica la luminosidad, a^* y b^* las coordenadas de color; la Figura (01) muestra el color en a^* b^* desde el plano horizontal un valor de L^* constante y en la Figura (02) se indica la dirección de color: $+a^*$ es la dirección del rojo, a^* es la dirección verde, $+b^*$ es la dirección del amarillo y $-b^*$ es la dirección azul.

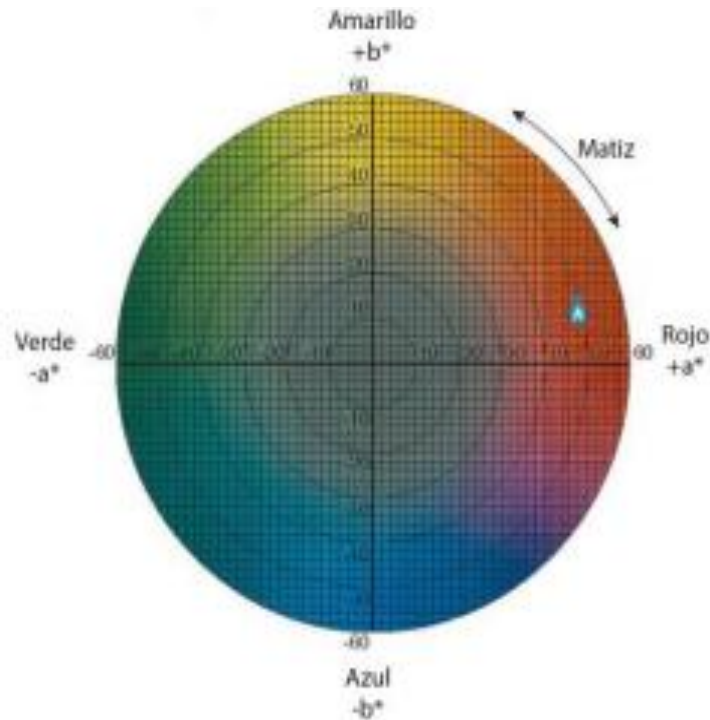


Figura 01. Representación en el plano horizontal del espacio de color L^* , a^* y b^*
 Fuente: (Konica, Minolta y Sensing ,2007)

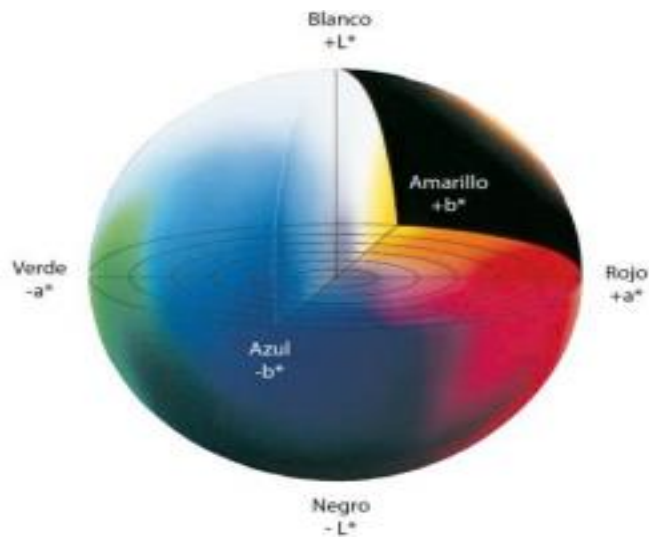


Figura 02. Representación tridimensional del espacio de color L^* , a^* y b^*
 Fuente: (Konica, Minolta y Sensing, 2007)

En el espacio L^* , a^* y b^* , la diferencia del color puede ser expresada en un valor numérico ΔE^*_{ab} el cual indica la magnitud entre dos colores, pero no indica la saturación, el tono y la luminosidad; el ΔE^*_{ab} está definido por la ecuación (04), en la figura (03) se explica mejor este concepto; para analizar la diferencia total en la luminosidad, la saturación y el tono entre dos colores.

$$\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (\text{Ec.04})$$

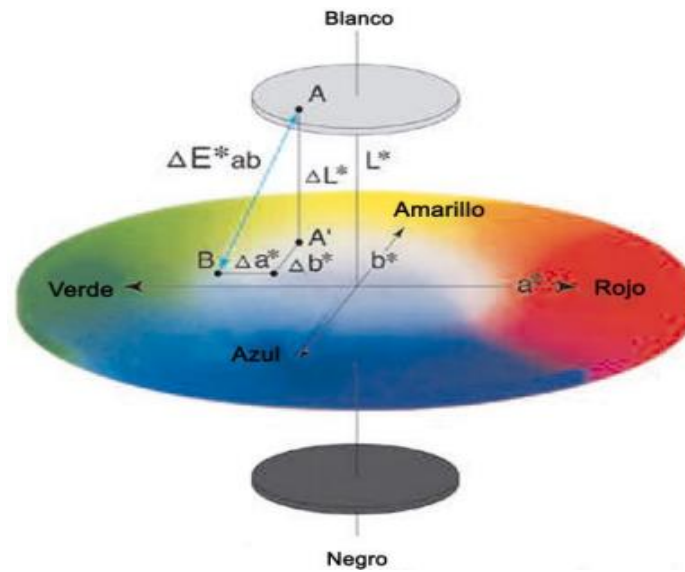


Figura 03. Diferencia del color en el espacio L* a* b*
Fuente: (Konica, Minolta y Sensing, 2007)

Donde:

ΔL^* , Δa^* , Δb^* : es la diferencia entre L^* , a^* y b^* de la referencia y L^* , a^* y b^* de comparación.

Las coordenadas de L^* , a^* y b^* en CIELAB sirven para definir la ubicación de cualquier color en el espacio de color uniforme que muestra este sistema; sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones industriales es usado para determinar en un objeto hasta qué punto el color diverge del estándar, tanto en términos colorimétricos como en la aceptabilidad de coincidencia visual (Chuchuca, Dick, y Peñafiel, 2012)

2.8. pH en el hidromiel

El término pH indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. (Andrade y Rivadeneira, 2010). Este es un parámetro muy usado en química para medir el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias. Esto tiene enorme importancia en muchos procesos tanto químicos como biológicos. Es un factor clave para que muchas reacciones se hagan o no. En los alimentos el pH es un marcador del buen o mal estado de este (Bronsted y Lowry, 1923)

2.8.1. Ácidos y bases

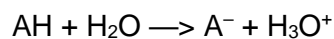
Según la teoría de (Andrade y Rivadeneira, 2010). sobre ácidos y bases son dos tipos de sustancias que de una manera sencilla se pueden caracterizar por las propiedades que manifiestan como la reacción de neutralización que es

una reacción química que ocurre entre un ácido y una base obteniendo como productos una sal y agua. Existen varios conceptos que proporcionan definiciones alternativas para los mecanismos de reacción involucrados en estas reacciones y su aplicación en problemas en disolución relacionados con ellas.

- Un ácido es cualquier molécula o ion donadora de protones (iones hidrogeno, H⁺)
- Una base es cualquier molécula o ion aceptor de protones (iones hidrogeno, H⁺)

Posteriormente propusieron otra teoría en la cual los ácidos y bases actúan como pares conjugados. Ácido es aquella sustancia capaz de aportar protones y base aquella sustancia capaz de captarlos. No tiene presente en su definición al ion OH⁻

Simbólicamente:



Donde:

- AH : Él es el ácido, (ácido 1)
A⁻ : base conjugada (base 1)
H₂O : el agua (base 2)
H₃O⁺ : base de su ácido conjugado (ácido 2)

2.8.2. La escala del pH

Los valores menores que 7 indican el rango de acidez y los mayores que 7 el de alcalinidad o basicidad. El valor 7 se considera neutro. Matemáticamente el pH es el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrogeno o protones (H⁺) o iones hidronio (H₃O). Como se muestra en la Figura 04.

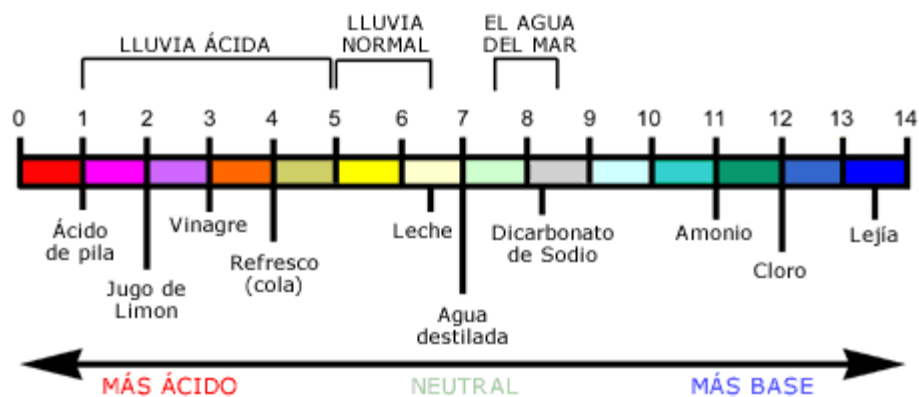


Figura 04. Escala del pH.

La presencia de ácidos orgánicos, incrementan el flujo de protones de los ácidos disociados, esto implica modificaciones del comportamiento general, caso de la disminución del rendimiento de glucosa por las altas concentraciones de ácidos (Ribéreau, 2006).

Existe una dependencia de la velocidad de crecimiento con el pH, dado que el funcionamiento de los diferentes componentes intracelulares y extracelulares se ven influenciados por los valores de pH. En función de esto se ha demostrado que las bacterias, por ejemplo, desarrollan un trabajo óptimo en un rango de pH de 6.5 a 7.5 mientras que las levaduras prefieren un ambiente ligeramente más ácido entre 4.0 y 5.0 (Mato, 2005). Los pH finales obtenidos entre los distintos vinos están dentro del rango normal de los vinos tintos, que se encuentra entre 3.3 a 3.6. Los vinos con pH demasiado alto, poseen mayor riesgo de oxidación de los antocianos, esto se observa en los vinos tintos con tono marrónsin que se deba a la acción del oxígeno durante el envejecimiento y además tienen mayor riesgo de que se desarrollen microorganismos no deseados. Los vinos cuanto más bajo sea su pH son más ácidos y más fáciles de conservar, pero menos gratos para la cata (Sepulvera, 2009)

2.8.3. Influencia del pH en la clarificación

Las precipitaciones férricas y cúpricas dependen del pH del vino de que se trate. La disminución del pH por debajo de 3.3 favorece la insolubilización de los compuestos responsables del quebranto fosfato-férrico, pues reduce la disociación de los complejos formados por los metales con los ácidos orgánicos que los disimulan ante los fosfatos. Existe pues un pH óptimo, en torno a 3.3, que propicia la aparición de quebrados en los vinos, si bien dicho pH puede variar ligeramente de un vino a otro. (Sans, 2005).

2.9. Análisis de diseño completos al azar

El modelo estadístico para este diseño está por la siguiente Ec.05.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Ec. 05})$$

Donde μ es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global, τ_i , es un parámetro que mide el efecto del tratamiento i y medición que corresponde al tratamiento i y ε_{ij} es el error atribuible a la medición Y_{ij} . Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

La media global μ de la variable de respuesta no se considera una fuente de variabilidad por ser una constante común a todos los tratamientos, que hace las veces de punto de referencia con respecto al cual se comparan las respuestas medias de los tratamientos. Si la respuesta media de un tratamiento particular μ_1 es “muy diferente” de la respuesta media global μ , es un síntoma de que existe un efecto de dicho tratamiento. (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

2.9.1. Anova para el diseño completamente al azar (DCA)

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes (Ec. 06). Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales (Ec. 07).

El objetivo del Análisis de varianza en DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu \quad (\text{Ec. 06})$$

$$H_A: \mu_1 \neq \mu_j \text{ para algun } i \neq j \quad (\text{Ec. 07})$$

(Gutiérrez y De la Vara, 2008).

CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOLOGIAS

3.1. Lugar de ejecución.

3.1.1. Localidad e institución donde se realizó el proyecto

a. Localidad.

El proyecto de investigación se realizó en el barrio de Santa Rosa del distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas, departamento Apurímac.

b. Institución.

Las pruebas y análisis de carácter experimental se realizaron en el laboratorio de Procesos Agroindustriales, Química y Control de Calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) y en la empresa “Marqués de Aranjuez” del distrito de Talavera, Provincia de Andahuaylas de la Región Apurímac.

3.2. Material de estudio

Para la investigación se utilizó como material de estudio al hidromiel de la empresa “Marques de Aranjuez”.

3.2.1. Universo y/o Población

Todos los hidromieles producidos por la planta el “Marqués de Aranjuez” elaborados en el mes de septiembre del 2015. El cual corresponde a 4000 litros de hidromiel sin tratamiento

3.2.2. Muestra

Se realizó un muestreo por el método INEM 239 (Anexo 5.2) de 6 litros hidromiel de un total de 4000 litros que están ubicado en cuatro toneles con 1000 litros de hidromiel, de cada tonel se sacó 1500 ml para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos.

3.2.3. Unidad de Análisis

Para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos de la acidez total, pH, grado alcohólico y color del hidromiel se utilizó en cantidad de 6000 ml de hidromiel. Esta cantidad de muestra permite realizar el estudio por quintuplicado.

3.2.4. Diseño experimental.

Se desarrolló una investigación experimental usando un diseño completamente al azar (DCA), debido a que se manipulo una sola variable independiente, la concentración en % de bentonita (0.1, 0.5 y 1 %) en el hidromiel y la variable dependiente la acidez total, pH, grados alcohólicos que se hizo con cinco repeticiones y la variación total e índice con tres repeticiones por tratamiento, con un tratamiento control (bentonita al 0 %) para este análisis.

Tabla 03. Arreglo experimental– diseño completamente al azar (DCA)

variable independientes		Variable dependientes				
% bentonita		Acidez total (AT)	Ph (pH)	Grado alcohólico (GA)	Variación de color (ΔE^*_{ab})	Índice de color
0	%	AT 1	pH 1	GA 1	ΔE^*_{ab} 1	IC 1
1	%	AT 2	pH 2	GA 2	ΔE^*_{ab} 2	IC 2
0.50	%	AT 3	pH 3	GA 3	ΔE^*_{ab} 3	IC 3
0.10	%	AT 4	pH 4	GA 4	ΔE^*_{ab} 4	IC 4

En Tabla 03 se muestra el arreglo experimental de variable independientes al porcentaje de bentonita (0.1 %, 0.5 % y 1 %) y las variables dependientes a la acidez total, pH, grados alcohólicos, variación e índice del color.

3.3. Equipos, materiales y reactivos e insumos de laboratorio.

3.3.1. Equipos.

En la Tabla 04, se observa los equipos necesarios que se utilizaron para realizar la presente investigación.

Tabla 04. Descripción de equipos e instrumentos

Cant.	Nombre	Descripción	Marca
1	Balanza analítica	Equipo electrónico con capacidad de 100 g y sensibilidad 0.0001 g.	OHAUS Aventurer
1	Potenciometro.	Instrumento digital	Lovibont
1	Baño maria	Máxima de 200 °C	MEMMERT
1	Refractómetro.	Refractómetro de inmersión.	ATAGO
1	Balanza digital	Balanza digital de precisión Cap. 100 g. Sensibilidad 0.01 g.	ABS 200-4.
1	Equipo destilador.	Destilador fraccionario.	FORTUNA
1	Agitador electromagnético	Equipo electrónico, de material metálico, con imanes para la agitación electromagnética.	CAT
2	Cronometro	Instrumento digital.	CASIO
1	Colorímetro	Mide la variación de color basándose en el espacio a*, b* y L*.	MINOLTA

3.3.2. Materiales.

En la Tabla 05, se observa los materiales necesarios que se utilizarán para la presente investigación.

Tabla 05. Descripción de materiales

Cantidad	Descripción	Marca
5	Recipientes de plástico	EL REY
2	Cuchillo, con mango de madera.	FACUSA
5	Botellas de vidrio de 4 l	S/M
6	Vasos de presipitado 500, 200, 100, 250 y 50 ml	SCHOTT DURAN
1	Bureta de 10 ml.	VMR
3	Gradillas para tubos de ensayo	S/M
2	Bagueta vidrio	FORTUNA
1	Micro bureta de 10 ml.	VMR
12	Embudos, de vidrio	FORTUNA
2	Espátula de acero inoxidable mango de madera	S/M
2	Pizetas	S/M
5	Probetas de 100, 500 y 50 ml.	KYNTEL
4	Vasos precipitados de 100 ml.	FORTUNA
1	Micro pipeta 5 ml	S/M
5	Pipetas de 10 ml.	FORTUNA
20	Tubos de ensayo con bocas de rosca	FORTUNA
2	Fiola de 100 ml.	FORTUNA
2	Pro pipetas 10 ml.	D&N
5	Matraz Erlenmeyer de 100 ml.	GIARDINO
1	Soporte Universal metálico	S/M
7	Gancho para soporte universal con roscas de ajuste	S/M

3.3.3. Reactivos e insumos

En la Tabla 06, se observa los reactivos y sustancias necesarios que se utilizarán para la presente investigación

Tabla 06. Descripción de reactivos y sustancia.

Unidad	Descripción
50 ml	Fenolftaleína
10 g	Bentonita PLUS GRAM
50 ml	Solución Buffer
500 ml	Metanol al 80 %
2 g	Hidroxido de sodio al 0.1 N
200 ml	Etanol 95°
6 l	Agua destilada
5 g	Biftalato de potasio

En la Tabla 07, se observa la cantidad de hidromiel que se utilizarán para realizar este trabajo de investigación teniendo en cuenta a la norma INEN 339. Cantidad necesario para el estudio de las propiedades fisicoquímicas (Acidez total, pH, grados alcoholico y color)

Tabla 07. Material de estudio

Descripción	Unidad	Cantidad
Hidromiel	Litros	6

3.4. Elaboración del hidromiel.

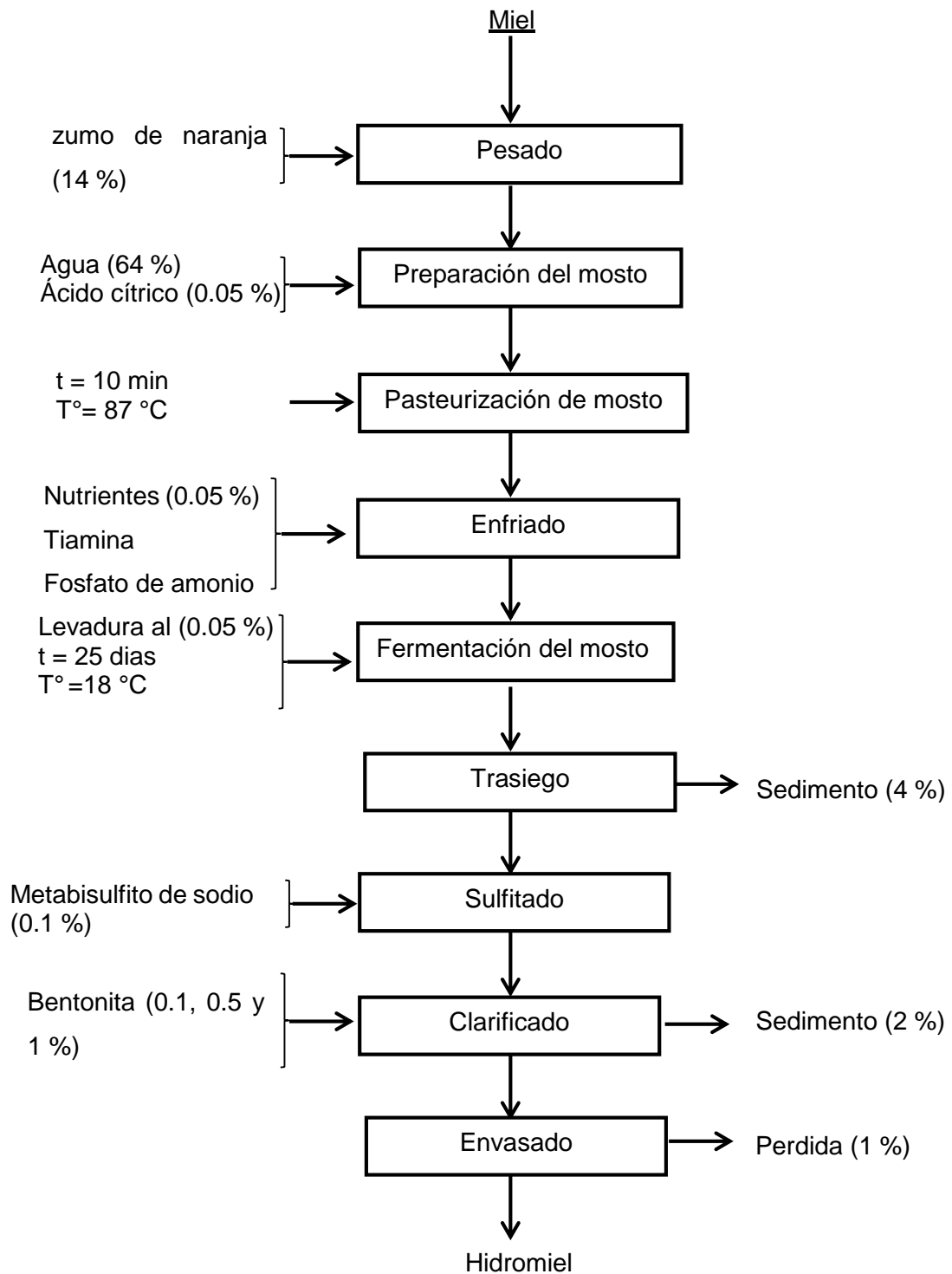
Los procesos de operación para la elaboración del hidromiel se dieron en la planta Marques de Aranjuez, ubicado en el distrito de Talavera, Provincia, Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

La empresa Marques D' Aranjuez se dedica a la producción de hidromiel semiceso enfrutada con naranja, sauco y capulí. La naranja los adquiere de la feria dominical de la provincia de Andahuaylas y las frutas como el sauco y capulí los adquiere del Valle del Chumbao y otros proveedores de las diferentes comunidades del distrito de Talavera. La producción del hidromiel enfrutado con naranja lo realiza todos los meses (4000 litro) al año. Por otro lado hay mayor producción del hidromiel enfrutado con sauco y capulí en los meses de enero a abril. Mientras la miel de abeja los adquiere de los productores de Taramba de distrito de Santa María de Chicmo, del Valle del Chumbao de la provincia de

Andahuaylas y de la Región Cusco. La comercialización de estos hidromieles lo realiza a nivel de la región Apurímac y otras regiones del país

A continuación, se muestra el diagrama de bloques (Figura 05) cualitativo procedimental para la elaboración de hidromiel.

Diagrama de bloques cualitativo para la elaboración de hidromiel



Fuente: Empresa Marquez de Aranjuez (2015)

Figura 05. Diagrama de bloques cualitativo procedimental para la elaboración de hidromiel.

3.4.1. Etapas de proceso de elaboración de hidromiel

Los procesos de elaboración del hidromiel se realizaron en la planta Marques de Aranjuez, se realizaron una producción de 4000 litros.

a. Recepción de la materia prima.

Se realizó la recepción de la materia prima, ingresando en condiciones óptimas (Miel orgánica, natural madura y de color no muy oscuro), de los productores de la zona de Santa María de Chicno (Taramba) y otros que abastecen a la planta el Marques de Aranjuez.

b. Preparación del mosto.

En un fermentador enchaquetado se mezcló agua al 62 %, enfrutado de naranja al 14 % y 22 % de miel, como complemento para obtener una dilución acuosa, que luego fue procesado a un fermentador enchaquetado de acero inoxidable.

c. Pasteurización del mosto.

Se realizó en un fermentador enchaquetado a temperatura de 85 °C por 5 minutos, con el propósito de inactivar microorganismos ajenos a la fermentación.

d. Enfriado.

Se realizó el enfriamiento del mosto hasta una temperatura de 35 °C, en la cual se añadió los nutrientes: tiamina (0.5 mg/l) y fosfato de amonio (0,25 g/l), que son compuestos nitrogenados que permiten el crecimiento y desarrollo de las levaduras

e. Fermentación del mosto.

La fermentación se efectuó en un recipiente de 1000 litros de capacidad, donde se añadió el inóculo previamente preparado (levadura activa seca 0.1 %) la cual se lo rehidrató en una muestra de mosto a 35 °C. e fermento durante 25 días a 18 °C.

f. Sulfitado.

Se añadió 0,65 g/l de metabisulfito de sodio, con la finalidad de suspender la fermentación alcohólica, debido a que transcurridos los 25 días de fermentación.

g. Trasiego.

Luego se realizó el trasiego que conciste en la eliminación de las levaduras muertas y algunas partículas extrañas que sedimentaron, esta operación se realizó 3 veces.

h. Clarificado

Una vez concluido la fermentación se procedió al clarificado con bentonita en una cantidad de 0.5 %.

i. Envasado

Se realizó en botellas de 0.750 L. para lo cual se cuenta con una llenadora y se almacenó en cajas colocando 12 unidades por caja y seguidamente se colocan sobre parihuelas o una mesa de donde se transportado al área de almacenamiento de temperatura 5 °C.

3.4.2. Obtención de la jalea de bentonita.

Para preparar la jalea de bentonita se procedió a siguiente:

- ✓ Se pesó 5 g de bentonita.
- ✓ Luego en un beaker de 500 ml se pone un volumen de 50 ml de agua caliente.
- ✓ Luego espolvorear la bentonita, dejando que se moje completamente sin agitar.
- ✓ Se dejó reposar durante 24 h agitando de vez en cuando. Al terminar este tiempo se habrá formado una especie de jalea.
- ✓ Transcurrido las 24 h se incorporó las dosis de bentonita, para los diferentes tratamientos (1, 0.5, y 0.1 %) al hidromiel para clarificar (Verapinto,2009).

3.4.3. Determinación del porcentaje de acidez total por titulación.

Para la determinación del porcentaje de acidez total expresada como ácido tartárico (g/L), se empleó la metodología según Olivero (2006).

Procedimiento.

- ✓ Se tomó un volumen de 5 ml del hidromiel a analizar, se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 100 ml, el CO₂ fue removido por medio de vacío.
- ✓ Se tomó una alícuota de 5 ml del hidromiel desgasificado, y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 500 ml
- ✓ Se procedió a añadir 200 ml de agua destilada.
- ✓ Seguidamente se procedió a titular con solución de hidróxido de sodio 0.1 N utilizando 3 gotas de fenolftaleína como indicador. Se Observó el punto final cuando el indicador en la solución presentó un color rosado pálido.

La fórmula utilizada para calcular el porcentaje de acidez total como porcentaje de ácido tartárico (g/l) es la siguiente Ec.08:

$$\% \text{ Acidez total} = \frac{V_{\text{gastado}} \times N \text{ NaOH} \times 0.075}{V_{\text{ml}}} \times 100 \quad \text{Ec. 08}$$

En donde:

V_{Gastado} = Volumen de NaOH gastado en la titulación.

N_{NaOH} = Concentración del Hidróxido de Sodio (0.1 N).

FC = Factor de corrección del Hidróxido de Sodio (1.21).

$V_{\text{(mL)}}$ = Volumen en ml de la alícuota tomada del hidromiel (5 ml).

Al obtener el % de acidez total se multiplica por 4, que es el factor de dilución.

3.4.4. Determinación de pH.

Para la determinación del pH se empleó la metodología según (Andrade y Rivadeneira, 2010).

Procedimiento:

- En un beaker de 50 ml se puso 25 ml de muestra de hidromiel. Luego para determinar pH se utilizó un potenciómetro digital MINOLTA, el cuál fue previamente calibrado con soluciones tampón de pH 4.00 y 7.00).

3.4.5. Determinación del grado alcohólico según AOAC (11.006)

Se realizó según la metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (11.006)

Procedimiento

- ✓ Se midió 100 ml de hidromiel y se colocaron en un balón de destilación de 500 ml
- ✓ Se agregó 50 ml de agua destilada.
- ✓ Se instaló el aparato de destilación colocando el condensador verticalmente.
- ✓ Fueron destilados alrededor de 50 ml a 45 °C.
- ✓ Se colocó una gota del destilado obtenido en un refractómetro y se prosedio a dar lectura del índice de refracción.
- ✓ Se hizo las correcciones de temperatura a 20 °C. Para la obtención del índice de refracción real se utilizó la siguiente Ec.09:

$$N_{\text{real}} = N_{\text{obs}} + (T_{\text{amb}} - T_{\text{teórica}}) \times 4 \times 10^{-4} \quad (\text{Ec. 09})$$

- ✓ Se encontró el porcentaje de alcohol de acuerdo a las tablas de la AOAC correspondientes al índice de refracción encontrado. (Anexo N° 04)

En donde:

$N_{\text{Repetición}}$ = índice de refracción corregido a 20 °C.

$N_{\text{Observado}}$ = índice de refracción observado a corregir.

T = Diferencia entre la temperatura a la cual se realizó la lectura y la temperatura a la que se está corrigiendo (20 °C).

3.4.6. Determinación de la variación e índice de color

La medición de las coordenadas de color del hidromiel se llevó a cabo con un colorímetro marca Konica Minolta modelo CR-400 (Tokio, Japón) utilizando el iluminante D₆₅ y el observador 2⁰. Además se utilizó una placa estándar de blanco (L* = 97.11; a* = -0.03 y b* = 1.96).

Procedimiento.

- ✓ Se calibró el colorímetro para líquidos.
- ✓ Se prepararon las muestras de 30 ml para cada uno de los tratamientos.
- ✓ Luego se proyectó el colorímetro sobre la muestra y con los datos obtenidos se evaluó la luminosidad L*, que va de 0 (negro) a 100 (blanco) y las coordenadas de color a* y b* que representan variaciones (-) verde a (+) rojo y (-) azul y b* (+) amarillo, luego se analizó la diferencia que existe entre los tratamientos con respecto al patrón.

a. Variación del color total

Para determinar la variación de color total (ΔE^*_{ab}) para las diferentes muestras en estudio se reemplazó en la siguiente ecuación Ec. 10:

$$\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (\text{Ec. 10})$$

Dónde L*, a* y b* son las coordenadas del color.

b. Índice de color

Para determinar el índice de color (IC) para las diferentes muestras en estudio se reemplazó en la siguiente ecuación Ec. 11:

$$IC = \frac{a^* \cdot 1000}{L^* \cdot b^*} \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde L*, a* y b* son las coordenadas del color.

3.4.7. Metodología del análisis estadístico.

a. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) debido a que se tiene como variable independiente el porcentaje de bentonita (0.1, 0.5 y 1 %) y como variable dependiente el porcentaje de acidez total, pH, grados alcohólicos, variación e índice del color, los cuales se compararon con un patrón (bentonita al 0 %). Para el análisis estadístico se utilizó ANOVA con un 5 % de error. Asimismo, las pruebas se desarrollaron por quintuplicado, a fin de evitar sesgos a la hora de la evaluación, así como corroborar la tendencia de los resultados, Para procesar

los datos se utilizó el software MINITAB 15, Software estadístico STARGRAPHICS plus versión 4.0 y el software Excel 2010.

a. Análisis de varianza.

Para la comparación de los tratamientos y a fin de evaluar si existe diferencia entre los tratamientos, se aplicó ANOVA (Gutiérrez y De la Vara, 2008) de un factor (% de bentonita), de acuerdo a la siguiente hipótesis estadística:

Hipótesis nula – H_0 :

La media de los resultados de porcentaje de acidez total, pH, grados alcohólicos, variación e índice del color, de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

$$H_0: x_1 = x_2 = x_3 \quad (\text{Ec. 12})$$

Hipótesis alterna – H_a :

La media de los resultados de porcentaje de acidez total, pH, grados alcohólicos, variación e índice del color de los tratamientos muestran diferencia significativa.

$$H_A: x_A \neq x_A \neq x_A \quad (\text{Ec. 13})$$

Criterio para la prueba de hipótesis

Se rechaza H_0 , si $\alpha > p\text{-valué}$

Donde p-valué, es la probabilidad evaluada para una distribución normal de los datos, esta se obtiene de la tabla del ANOVA.

Pueba de rangos multiples

Para comparar la media de los datos con la media del patron se utilizó la prueba de DUNNET y TUKEY nos permitió comparar la media de los tratamientos.

CAPÍTULO 4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de acidez total y pH en el hidromiel clarificado.

La acidez total en el hidromiel es un factor determinante en la calidad del producto final, ya que estos están compuestos por varios ácidos como es el ácido acético, ácido tartárico, etc.

Tabla 08. Porcentaje de acidez total y pH en hidromiel

Porcentaje de bentonita	Porcentaje de acidez total		pH.	
	(\bar{x})	(S)	(\bar{x})	(S)
0 %	0.298	± 0.016	4.142	± 0.171
0.1 %	0.512	± 0.019	3.514	± 0.009
0.5 %	0.444	± 0.016	3.488	± 0.008
1 %	0.421	± 0.022	3.454	± 0.005

En la Tabla 08 se muestra los resultados de los promedios de porcentaje de acidez expresado en ácido tartárico y pH clarificados con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, determinándose un ligero incremento de la acidez total a menor concentración de bentonita, con disminución en el pH en comparación a la muestra sin bentonita (hidromiel con bentonita al 0 %). Corroborándose con el ANOVA que efectivamente los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza ($P < 0.05$) tanto para la acidez total (Anexo 3.1) y pH (Anexo 3.3). La muestra sin bentonita, frente a las muestras con bentonita 1, 0.5 y 0.1 % presenta diferencia significativa, como también hace evidenciar que la muestra con bentonita al 0.1 % presentó 0.513 de mayor % de acidez total y 3.514 de menor pH, seguido de la muestra con bentonita al 1 y 0.5 % con 0.421 y 0.444 y pH de 3.454 y 3.488 respectivamente según la comparación múltiple de Dunnett para acidez total (Anexo 3.2) y pH (Anexo 3.4).

Aviles y Moran (2009) en su investigación "Evaluación de la capacidad clarificante de la arcilla de suchitoto/cinquera, en comparación con bentonita USP en la producción de vino de *hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica)", obtuvieron los siguientes promedios de resultados para el pH de 2.87 con bentonita al 1 %, y con bentonita al 0.5 % obtuvo 2.88 y control de 3.67. Para el % acidez total expresado en ácido tartárico obtuvieron los siguientes promedios de resultados de 0.43 y 0.44 con bentonita al 1 y 0.5 % respectivamente, frente a un control 0.29. Estos valores son similares a los valores obtenidos en la investigación.

Sin embargo los valores obtenidos de la acidez total expresados en ácido tartárico, clarificados con bentonita al 1, 0.5 , 0.1 %, están en el rango permitido por (Bodegas, 2005; Avilés, 2009 y Oliveros, 2006), quienes recomiendan no superar el 0.61 % de acidez total expresado en ácido tartárico, y por otro lado Bodegas, (2005) menciona que un pH alto, hace que el riesgo de alteraciones debido a microorganismos se eleve notablemente en los hidromieles como también hace mención que el pH para una buena iniciación de los hidromieles es de 3.4 a 3.5 como máximo, por lo visto los dato obtenidos de pH se encuentran dentro del rango mencionado.

El incremento presenciado de la acidez total y la disminución de pH a diferentes concentraciones de bentonita al 0.1, 0.5 y 1 %, es muy posiblemente que han debido a dos razones: La primera puede ser que se adsorben partículas suspendidas que tienen influencia en la acidez del hidromiel, por lo que al estar ausentes hacen que el pH disminuya, y la segunda que durante la clarificación se dé una disociación de los ácidos orgánicos, por lo que el pH disminuye y la acidez aumente, ya que hay más iones de hidrógeno en solución (Avilés, 2005).

Tabla 09. Comparación múltiple de Tukey para acidez total de hidromiel.

Porcentaje de bentonita	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1 %	5	0.421	B
0.5 %	5	0.444	B
0.1 %	5	0.513	A

Así mismo para determinar la adecuada acidez de las muestras en estudio y concentración de bentonita. Según la prueba de Tukey (Tabla 09) indica que la muestras al 0.1 % de bentonita presentan mayor porcentaje de acidez total y estas presentan una difencia significativa frente a los tratamientos con bentonita 1 y 0.5 %. Pero el tratamiento al 1 % de bentonita presenta el adecuado porcentaje de acidez por presentar menor acidez ya que tiende a ubicarse mejor según Bodegas, 2005; Avilés, 2009 y Oliveros, 2000, quienes recomiendan no superar el 0.61 % de acidez total expresado en ácido tartárico y ademas se hubica dentro del rango permitido por la norma INEM 372 (Anexo 05).

4.2. Grados alcohólicos.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de grados alcohólicos clarificados con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, en ella se observa mínima variación entre las medias de los datos con respecto al patrón (bentonita al 0 %). Para su mejor análisis se realizó análisis de varianza (ANOVA) (Anexo 3.5) de un solo factor para los valores de los grados alcohólicos en ello se observó que el valor de p- valúe es mayor al de nivel de significancia lo cual indica que las medias de los grados alcohólicos del hidromiel clarificado con bentonita al 0.1, 0.5 y 1 % no muestra una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95.0 % de confianza.

Tabla10. Grados alcohólicos del hidromiel clarificado con bentonita.

% de bentonita	Grados alcohólicos	
	(\bar{x})	(S)
0 %	8.670	± 0.212
0.1 %	8.813	± 0.304
0.5 %	8.790	± 0.164
1 %	8.716	± 0.248

Sin embargo, los datos obtenidos de los grados alcohólicos se encuentran dentro del rango permisible por la norma INEN. 372 (Anexo 05), menciona que no debe superar más de 15 y no menos de 8 grados alcohólicos

4.3. Resultados y discusion de variación e índice del color.

Las coordenadas de color en escala CIELAB tiene valores de a^* que va de rojo ($+a^*$) a verde ($-a^*$), para b^* varia de amarillo ($+b^*$) a azul ($-b^*$) y el valor de L^* es de 0 (negro) a 100 (blanco)

En la Tabla 11, se muestra las medias para las coordenadas del color (L^* , a^* y b^*) de hidromiel clarificados con bentonita al (0, 0.1, 0.5 y 1 %) Como se visualiza las coordenadas L^* muestran valores positivos, el cual indica que los valores tienden una luminosidad al color blanco, se puede afirmar que a mayor % de bentonita incrementa el valor L^* . Por otro lado, las coordenadas a^* presentan valores positivos, esto nos indica que el color se acerca al rojo. Se puede afirmar que a mayor % de bentonita disminuye el valor a^* . por otro lado la coordenada b^* tiene valores positivos lo cual indica que el color se aproxima al amarillo, se puede afirmar que a mayor % de bentonita incrementa el valor b^* . Para su mejor análisis

se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor para los valores de L*, a* y b*

Tabla 11. Color (L*, a* y b*) del hidromiel clarificado con bentonita.

% de bentonita.	L*		a*		b*	
	(\bar{x})	(S)	(\bar{x})	(S)	(\bar{x})	(S)
0 %	24.767	± 0.110	3.560	± 0.111	17.607	± 0.275
0.1 %	27.713	± 0.254	3.033	± 0.021	20.620	± 0.165
0.5 %	30.527	± 0.418	1.670	± 0.272	21.437	± 0.032
1 %	42.747	± 0.208	1.307	± 0.064	22.273	± 0.015

Para la luminosidad (L*).

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) el $p < 0,05$ (Anexo 3.6) lo cual indica que las medias de la luminosidad L* de las muestras clarificadas con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, presentan una diferencia estadísticamente significativa. Para su mejor análisis se utilizó la prueba de Dunnett (Anexo 3.7) indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa de las medias de control (hidromiel con bentonita al 0 %) con las muestras clarificadas con bentonita 0.1, 0.5 y 1 %, esto quiere decir que la bentonita influye significativamente en la luminosidad L* del color de hidromiel. Como también se visualiza que el hidromiel clarificado con bentonita al 1 % tuvo mayor valor de 42.747 de luminosidad L*, con una diferencia de medias de 17.980 frente al patrón que presentó un valor 24.767. En tanto las muestras de hidromiel clarificadas con 1% y 0.5 % de bentonita prestaron menor diferencia de medias de 5.122 y 9.447 respectivamente.

Así mismo para determinar el mejor valor de luminosidad L* para las muestras en estudio y la concentración de bentonita. Según la prueba de Tukey (Tabla 12) indica que las muestras 1 % de bentonita, presentan mayor claridad ya está diferente respecto a las muestras con bentonita al 0.5 y 0.1 %. Como se pudo observar la muestra con bentonita al 1% presentó una mayor mejora en la claridad lo que concuerda con Dharmadhikari y Wilker (2001), quienes mencionan la adición de bentonita mejora la claridad del hidromiel.

Tabla12. Comparación múltiple de Tuckey para la luminosidad L*.

Porcentaje de bentonita	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Bentonita 1 %	3	27.713	C
Bentonita 0.5 %	3	30.527	B
Bentonita 1 %	3	42.747	A

Para la coordenada (a*)

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) el $p < 0,05$ (Anexo 3.8) lo cual indica que las medias de la coordenadas a* de las muestras clarificados con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, presentan una diferencia estadísticamente significativa. Para su mejor análisis se utilizó la prueba de Dunnett (Anexo 3.9) determinandose que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de control (hidromiel con bentonita al 0 %) y las muestras clarificadas con bentonita 0.1, 0.5 y 1 %, esto quiere decir que la bentonita influye significativamente en las coordenadas a* del color de hidromiel. Como también se visualiza que el hidromiel clarificado con bentonita al 0.5 y 1 % tuvieron valores menores de 1.670 y 1.307 de coordenada a* respectivamente, con una diferencia de medias mayores de 1.890 y 2.253 respectivamente frente al patrón que presento valor de 3.5600. En tanto las muestras de hidromiel clarificados con 0.1 % de bentonita presentó un valor mayor de 3.033 con una diferencia menor de 0.527 frente al patrón.

Así mismo para determinar la mejor coordenada a* para las muestras en estudio y la concentración de la bentonita. Según la comparación múltiple de Tukey (Tabla 13) indica que la muestras 1 % difiere respecto a las muestras con bentonita al 0.5 y 0.1 % y además presento menor valor en coordenada a*.

Tabla 13. Comparación múltiple de Tukey para las coordenadas a*.

Porcentaje de bentonita	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Bentonita 1 %	3	1.307	C
Bentonita 0.5 %	3	1.670	B
Bentonita 0.1 %	3	3.033	A

Para la coordenada (b*)

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) el $p < 0,05$ (Anexo 3.10) lo cual indica que las medias de las coordenadas b^* de las muestras clarificadas con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, presentan una diferencia estadísticamente significativa. Para su mejor análisis se utilizó la prueba de Dunnett (Anexo 3.11) indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa de las medias de control (hidromiel con bentonita al 0 %) con las muestras clarificadas con bentonita 0.1, 0.5 y 1 %, esto quiere decir que la bentonita influye significativamente en las coordenadas b^* del color de hidromiel. Como también se visualiza que el hidromiel clarificado con bentonita al 1 y 0.5 % tuvieron valores mayores de 22.277 y 21.437 de coordenada b^* con una diferencia de medias mayores de 4.667 y 3.830 respectivamente frente al patrón que presento valor de 17.607. En tanto las muestras de hidromiel clarificadas con 0.1% de bentonita presento un valor menor de 20.620 con una diferencia menor de 3.013 frente al patrón.

Para determinar la adecuada coordena b^* , para las muestras en estudio y la concentración de la bentonita. Según la comparación múltiples de rangos (Tabla 14) indica que la muestras 1 % de bentonita, presentan mayor valor y esta difiere respecto a las muestras con bentonita al 0.5 y 0.1 %. Como se obervo la coodenada b^* tendio a ser amarillo intenso lo que es caresteristico del color de un hidromiel.

Tabla 14. Comparación múltiple de Tuckey para las coordenadas b^* .

Porcentaje de bentonita	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1 %	3	20.620	C
0.5 %	3	21.437	B
0.1 %	3	22.2730	A

4.3.1. Índice de color.

El índice de color se determinó utilizando los valores de L^* , a^* y b^* para ver la fuerza del color del hidromiel a las diferentes concentraciones de bentontina.

Tabla15. Índice de color del hidromiel clarificado.

Porcentaje de bentonita	Índice de color	
	(\bar{x})	(S)
0 %	8.163	± 0.159
0.1 %	5.309	± 0.105
0.5 %	2.552	± 0.018
1 %	1.372	± 0.059

En la Tabla 15, se muestra los resultados de los promedios del índice de color clarificados con bentonita al 0, 0.1, 0.5 y 1 %, observándose una disminución del índice de color a mayor concentración de bentonita, en comparación a la muestra de hidromiel con bentonita al 0 %. Corroborándose con el ANOVA que efectivamente los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas significativa al 95 % de nivel de confianza ($P < 0.05$) (Anexo 3.12). La muestra sin bentonita, frente a las muestras con bentonita 0.1, 0.5 y 1 %, presenta una diferencia significativa, también hace evidenciar que el hidromiel clarificado con bentonita al 0.1 y 0.5 % presentaron mayor índice de color de 5.309 y 2.552 respectivamente frente a 8.163 de patrón (Bentonita al 0 %) y la muestra con bentonita al 1 % presento menor índice de color de 1.372, estos al ser sometido a la prueba de comparación de Dunnet (Anexo 3.13).

La disminución de la indice de color del hidromiel a mayor porcentaje de bentonita concuerda con Huertas (2006) quien en su investigación “Efecto del uso de distintos clarificantes sobre la composición fenólica de vinos de los Cultivares Cabernet Sauvignon y Chardonnay” hace reflejo que a mayor concentración de bentonita disminuye índice de color. Como también con Molina (2000), que señala su moderado poder decolorante, debido a su escasa acción precipitadora de antocianos, además señala que la disminución en el índice de color depende de la dosis de clarificante empleada para estos productos.

Tabla 16.Comparación múltiple de Tukey para la índice de color.

Porcentaje de bentonita	Caso	Media	Grupos Homogéneos
Bentonita al 1 %	3	1.372	C
Bentonita al 0.5 %	3	2.552	B
Bentonita al 0.1 %	3	5.309	A

Efectuándose la comparación múltiple de Tukey (Tabla 16) entre las muestras 0.1, 0.5 y 1 % de bentonita muestran diferencias significativas. Observándose la muestra clarificada al 1 % presenta mejor índice de color.

4.3.2. Variación del color del hidromiel

La variación de color fue obtenida a partir de los valores de la coordenada de L*, a* y b* del hidromiel clarificado con bentonita al 0.1, 0.5 y 1% frente al patrón (Bentonita al 0 %).

Tabla 17. Variación del color total del hidromiel clarificado.

% de bentonita.	ΔE^*_{ab}	
	(\bar{x})	(S)
0.1	4.254	± 0.094
0.5	7.361	± 0.289
1	18.714	± 0.131

En la Tabla 17 se observa los promedios de la variación total del color de hidromiel clarificado a concentraciones de 0.1, 0.5 y 1 % de bentonita frente a la concentración de bentonita al 0 %. Observándose un incremento de variación de color a mayor concentración de bentonita, por ende se menciona que la variación de color es directamente proporcional a la concentración de bentonita. Corroborándose con el ANOVA que efectivamente los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticas significativas al 95 % de nivel de confianza ($P < 0.05$) (Anexo 3.14).

Las sustancias enturbiantes que son orgánicas e inorgánicas (Molina, 2000) hacen que el hidromiel se vea más intenso (Opaco) y cuando ocurre la clarificación del producto se ve menos intenso y más claro, es por estas razones existió la variación total del color, como entre las coordenadas L*, a* y b* de los tratamientos a bentonita 0.1, 0.5 y 1 % frente al patrón (Bentonita 0 %)

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey para la variación total del color.

Porcentaje de bentonita	Caso	Media	Grupos Homogéneos
Bentonita al 0.1 %	3	4.254	C
Bentonita al 0.5 %	3	7.361	B
Bentonita al 1 %	3	18.714	A

Efectuándose las comparaciones múltiples de Tukey (Tabla 18) entre las muestras 0.1, 0.5 y 1 % de bentonita observándose la muestra clarificada al 1 %

presento mayor variación de color como también difiere respecto a los demás tratamientos. Por ende, se puede decir que la concentración de bentonita afecta de manera significativa en la variación total del color del hidromiel carbonado con bentonita.

CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó la influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración del hidromiel. La concentración con bentonita al 1 % tuvo la adecuada acidez total, pH, variación e intensidad de color en el hidromiel.

- ✓ Se determinó la acidez total y pH en el hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita 0.1, 0.5 y 1%. Donde La muestra clarificada con bentonita al 1 %, presento el adecuado pH y porcentaje de acidez total expresado en ácido tartárico.

- ✓ Se determinó los grados alcohólicos de hidromiel a concentraciones de bentonita 0.1, 0.5 y 1%. La dosis de la bentonita no tuvo influencia sobre los grados alcohólicos en el hidromiel.

- ✓ Se determinó la variación e índice de color de hidromiel a concentraciones de bentonita 0.1, 0.5 y 1%. La mejor muestra fue al 1% de bentonita debido a que este presenta mayor (ΔE^*_{ab}) y menor índice de color. Con influencia sobre luminosidad L^* , b^* y disminución en el valor de a^* .

RECOMENDACIONES

- ✓ Complementar con investigaciones de un análisis sensorial y microbiológica de hidromiel clarificado con bentonita al 0.1, 0.5 y 1 % de concentración.
- ✓ Realizar investigaciones de comparación del efecto clarificante de bentonita con otros agentes clarificantes en el hidromiel, como son el nopal, albumina, cola de pescado etc.
- ✓ En futuras investigaciones hacer el estudio de hidromiel, con las mismas dosis de bentonita que se utilizaron en la presente investigación, pero añadiendo una técnica como son los ultrasonidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. Universidad Nacional De Colombia. , Colombia.
- Aleixandre, J. (2006). *La cultura del vino. Cata y degustación*. UPV.
- Andrade, A., y Rivadeneira, J. (2010). *Determinación de los parámetros óptimos en la elaboración de vino de miel de abeja, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, mucílago de cadillo negro (triumfetta lappula l.) y mucílago de nopal (opuntia ficus indica), como clarificantes*. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- AOAC. (1984). *Official Methods of Analisis of the Association of Oficial Analytical. 14 Edic.* Estados Unidos.
- Aranjuez, E. M. (2015). *Diagrama de bloques para la elaboracion del hidromiel*.
- Arias, A. (2001). Arias J, Ana C. *Suelos Tropicales*. ISBN 9968-31-092-1. Costa Rica.: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Ariza, A. (2011). *Sustitucio de la filtracion mediante tierras de diatomeas por filtracion tangencial en una planta de estabilizacion taratarica de vinos*. Pregrado, Universidad de Cadiz, Cadiz.
- Aviles, O., y Moran, E. (2009). *Evaluación de la capacidad clarificante de la arcilla de suchitoto/cinquera, en comparación con bentonita usp en la producción de vino de hibiscus sabdariffa (Rosa De Jamaica)*. pregarado, Universidad del Salvador. , Salvador, Centroamérica.
- Barreto, C. (2013). *Elaboración y control de calidad de vino de taxo (passiflora tripartita var. mollisima)*. Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Barrios, C., principal, y., sanches, J., y Guedez, J. (2010). *Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal*. 313-319. Colombia
- Bendezú, Y., Fuentes, W., Rosado, R., Veli, L., y Aguilar, N. (2013). *Evaluación de la capacidad adsorbente de arcillas modificadas termoácidamente y por intercambio catiónico..* niversidad Nacional , Peru del Centro del Perú, 9.

- Bodegas, J. (2005). *Las soluciones del aumento de pH están en el viñedo y en la elaboración. II Encuentro de Enólogos, Fundación para la cultura del vino No 11 de abril.*
- Bordeu, E. (2000). *Análisis Químico del Vino.* Universidad Católica de Chile, Chile.
- Boulton, B., Singleton, V., Bisson, L., y Kunkee, R. (1996). *Principles and Practices of Winemaking.* Chapman y Hall, New York, 604pp.
- Boulton, R., Singleton, V., Bisson, L., y Kunkee, R. (2002). *Teoría y Práctica de Elaboración de Vino. 1da ed. Ed.Acribia, S.A, 95-296p.* España,.
- Britton, R., Colling, D., y Clopesteing. (1978). *Effects of complexing sodium bentonite with soybean meal or urea in vitro, ruminal ammonia release and nitrogen utilization in ruminants.J.*
- Bruce, W., Zoecklein, k., Fugelsang, H., y Gump, S. (2002). *Análisis y Producción de Vino.* Epaña: Ed.Acribia, S.A, 255-272p.
- Cabrera, L., y Perlera, A. (2009). *Evaluacion de la capacidad de clarificacion de la arcilla de la zona de texistepeque, en vino obtenido a partir de hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica).* Pregrado, Universidad de el salvador, El Salvador, San Salvador.
- Casassa, F., y Sari, S. (2006.). *Aplicación del Sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlacion con algunos parámetros tradicionales. Revista EnologiaNºIII.*
- Chuchuca, G., Dick, A., y Peñafiel, J. (2012). *Implementación validación de una metodología Económica para la medición del color aplicada en los alimentos. (Tesis de pregrado), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.* Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Crus, M., y Medina, G. (2005). *Mejoramiento del vino de marañón producido en la Cooperativa Carolina.* Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Leon, Nicaragua.
- Dharmadhikari, M., y Wilker, K. (2001). *Micro vinification.* Estados unidos: Missouri State.
- Dirección general de desarrollo minero. (2013). *Perfil de mercado de la bentonita. 5-6.* Peru.

- Edwards, T., Singleto, V., y Boulton, R. (1985). *Formation of ethyl esters of tartaric acid during wine aging: Chemical and sensory changes*. *Am. J. Enol.*
- Flanzy, C. (2000). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. España: Mundi-Prensa Madrid, España.
- Freile, D. (2011). *Elaboración y control de vino de arazá*. pregrado, master en tecnología, control y seguridad alimentaria, (CESIF, 2010), Madrid, España.
- Fleet (1994). *Wine microbiology and biotechnology*. Sydeny.
- García, G., y Martínez, J. (2004). *Recursos minerales de España*. España.
- Glories, Y. (1978). *Recherches sur la matière colorante des vins rouges*. Université de Bordeaux II, Francia.
- González, T. (2006). *Efecto del proceso de blanqueo sobre la calidad*. Hermsillo.
- Guillem, V., Roser, C., y Canals, M. (2001). *Influencia de la clarificación sobre la fracción proteica del vino blanco; Efecto preventivo sobre la quiebra proteica y consecuencias organolépticas (aroma, espuma)*. *Rovira i Virgili*. Unidad de Enología del Centro de Referencia en Tecnología de Alimentos de la Generalidad de Cataluña (CeRTA), Cataluña.
- Gutiérrez, H., y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos (2da ed.)*. México: Mc Graw Hill. (2 da ed. ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hidalgo, T. (2004). *Tratado de Enología*. . ISBN 978-84-8476-414-4. Ediciones Mundi-Prensa.
- Hinohara, T., y Watanabe, M. (1976). *Gas chromatographic analysis of higher alcohols and ethyl acetate in table wines*. *Agr. Biol. Chem.* 40(12): 2475-2477.
- Huertas, I. (2006). *Efecto del uso de distintos clarificantes sobre la composición fenólica de vinos de los Cultivares Cabernet Sauvignon y Chardonnay*. pregrado, Universidad de Chile., Chile.
- Konica Minolta Sensing (2007), *Inc.: Color control from perception to instrumentation*.

- ICONTEC. (2001). *Bebidas alcohólicas Vino de mesa.NTC 1244*. Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificación, Colombia.
- Ilha, E., Torres R., Porto, A., y Meinert, E. (2000). *Utilization of bee (Apis mellifera) honey for vinegar production at laboratory scale*.
- INEN, N. (374). *Bebeidas alcoholicas*.
- Mato, I., Suárez-Luque, Silvia., Hudobro J. (2005). A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. *Food Research International*.
- Mendenhall, S. (1987). *Elementos de muestreo*. Mexico: Hiberamericana.
- Mesas, J., y Alegre, M. (8 de Junio de 1999). *El papel de los microorganismos en la elaboración del vino*. Altaca.
- Molina, R. (2000). *Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas*. España.: Mundi-Prensa.
- Molina, U. (1992). *Tecnicas de filtracion en la industria enologica*. Madrid: Editores.
- Morris, J., y Main, G. (1995). *Agentes Clarificantes para vino*. Monterrey: 14th NM conf.
- Navrátil, M., Sturdík, E., y Gemeiner, P. (2001). *Batch and continuous mead production with pectate immobilized, ethanol-tolerant yeast*.
- Norma INEN. (1994). *Bebidas alcoholicas. Vino de frutas. Requisitos*.
- O'Connor-Cox, I. (1991). *Alleviation of the effects of nitrogen limitation in high gravity worts through increased inocultaion rates*.
- Oliveira, D. (2009). *Estudo da modificacão de bentonita para a remoção de fenol em águas producidas na industria de petróleo*. Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte., Brasil.
- Olivero, R. (2006). *Optimización del proceso de clarificación en la elaboración de vino de naranja criolla (Citrus sinensis)*. Pregrado, Puerto Rico.
- Pagano, T., Sergio, M., Montenegro, A., Diano, W., y Grompone, M. (1998). *Empleo de arcillas uruguayas pilareadas para el blanqueo de aceite de maíz. Grasas y Aceites, 1-2*. Uruguay.

- Pederson, S. (1979). *Microbiology of Fermentation*. AVI Publishing Co.
- Peña, A. (2006). *Los taninos y su importancia en la calidad de uvas y vino*. Universidad de Chile.
- Pereira, A., Dias, T., Andrade, J., Ramalhosa, E., y Estevinho, L. (2004). *Mead production: selection and characterization assays of *Sacharomyces cerevisiae* streins*.
- Pilone, F., y Berg, H. (1965). *Some factors affecting tartrate stability in wine*. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:195-211.
- Ragauskas, A., y Ragauskienė, R. (s.d.). Retrieved Noviembre 2010, from <http://www.midus.lt/en.php?p=Mead>.
- Raspor, P., Milek, D., Polanc, J., Smole-Mozina, S., y Cadez, N. (2006). *Yeast isolated from three varieties of grapes cultivated in different locations of the Dolenjska wine-growing region* *International journal of Food Microbiology* 109(1-2): 97-102.
- Ribéreau, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., y Lonvaud, A. (2006). *Handbook of enology: The microbiology of wine and vinifications*.
- Romero, J. (2008). *Evaluación de la fermentación y producción de Vinos Sauvignon blanc con cepas de *Saccharomyces cerevisiae* autóctonas del Valledel Maule*. Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Chile.
- Rozalen, M. (2004). *Mecanismo y velocidad de disolución de montmorillonita en soluciones de electrolitos inertes. Influencia del pH y la temperatura*. Universidad de Granada, España.
- Sans, T. (2005). *Gestión de pH en el Vino de Calidad*. Madrid.
- Sepulvera, A. (2009). *Características de vinos tintos pinot noir, producidos con cepas autoctonas de *saccharomyces cerevisiae* aisladas del Valle del Maule*. pregrado, Universidad de Chile, Chile.
- Sims, C., Eastridge, J., y Bates, R. (1995). *Changes in Phenols, color, and sensory characteristics of Muscadine Wines by Pre- and Post-Fermentation Additions of PVPP, Casein, and Gelatin.. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 46*.

- Sroka, P., y Tuszynski, T. (2007). *Changes in organic acids contenets during mead wrt fermentation.*
- Verapinto, C. (2009). *Elaboracion de destilado de pera y derivados.* (Primera edicion ed.). Lima, Peru: Desco.
- Vialatte, M. (2000). *Las bentonitas. Características de las bentonitas. Produits oenologiques, 1-2.*
- Víctor, M. (2006). *Evaluación de la estabilidad del vino de naranja (Citrus sinensis) usando un agente y una enzima clarificante.* Escuela Agrícola Panamericana. , Zamorano.
- Ward, O. (1989). *Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos.* Zaragoza.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ANEXO 1.1: Matriz de Consistencia.

Titulo	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES Y RECOLECCIÓN DE DATOS						
				VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORES	DISEÑO O MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas durante la elaboración del hidromiel.	¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de hidromiel?	Determinar la influencia de la concentración de bentonita sobre las propiedades fisicoquímico en la elaboración de hidromiel.	Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre las propiedades fisicoquímicas en la elaboración de hidromiel.	Variable Independiente: Concentración de la bentonita (0.1%, 0.5%, 1%)	Bentonita	% de bentonita	g	Experimental Experimental	Det. Directa.	Registro de datos.
	Problema específico	Objetivos específicos.	Hipótesis específicos.							
	¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre la acidez total y el pH en la elaboración de hidromiel?	Determinar la acidez total y pH del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.	Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre la acidez total y pH en la elaboración de hidromiel.	Variables dependientes: <ul style="list-style-type: none"> • Acidez y pH • Grados alcohólicos • Variación e índice del color. 	Análisis fisicoquímico	Acidez, total	Acido tardarico (g/l)	Experimental	Det. Directa	Registro de datos
						pH		Experimental	Det. Directa	
						Grados alcohólicos	°GB	Experimental	Det. Directa	Registro de datos
¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre los grados alcohólicos en la elaboración de hidromiel?	Determinar los grados alcohólicos del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.	Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre los grados alcohólicos, en la elaboración de hidromiel.	Variación de color			Coordenadas de color L*, a* y b*	Metodología CELAB	Det. Directa	Registro de datos	
¿En qué medida influye la concentración de bentonita sobre el color en la elaboración de hidromiel?	Determinar la variación e índice de color del hidromiel a diferentes concentraciones de bentonita.	Las diferentes concentraciones de bentonita influyen de manera significativa sobre la variación e índice de color, en la elaboración de hidromiel.	Índice de color	Coordenadas de color L*, a* y b*		Metodología CELAB	Det. Directa	Registro de datos		

ANEXO 2: RESULTADOS OBTENIDOS

Anexo 2.1: Resultados de acidez total en hidromiel.

Acidez total en hidromiel				
Repetición	Bentonita	Bentonita	Bentonita	Bentonita
	1%	0.5%	0.1%	0%
R1	0.4501	0.4719	0.5082	0.2614
R2	0.3993	0.4429	0.4937	0.2904
R3	0.4356	0.4356	0.5081	0.2614
R4	0.4211	0.4353	0.5084	0.2900
R5	0.3991	0.4356	0.5445	0.2904

Anexo 2.2: Resultados de pH en hidromiel.

pH en hidromiel				
Repetición	Bentonita	Bentonita	Bentonita	Bentonita
	1%	0.5%	0.1%	0%
R1	3.45	3.48	3.52	4.00
R2	3.46	3.48	3.51	4.10
R3	3.45	3.49	3.52	4.41
R4	3.45	3.49	3.50	4.00
R5	3.46	3.50	3.52	4.20

Anexo 2.3: Resultados de los grados alcohólicos en hidromiel.

Resumen de los grados alcohólicos				
Repetición	Bentonita	Bentonita	Bentonita	Bentonita
	1%	0.5%	01%	0%
R1	8.7457	8.9200	9.1000	8.3880
R2	8.7500	9.1100	8.3000	8.5675
R3	8.9250	8.2350	8.9210	8.9600
R4	8.6900	8.9500	8.9250	8.7456
R5	8.4688	8.7457	8.8200	8.6900

Anexo 2.4: Resultados de las coordenadas de color, clarificados a diferente concentración de bentonita en el hidromiel.

% de bentonita		Tratamiento	Y	X	Y	L*	a*	b*	L	A	b	L*	C*	h	H	V	C	X
1%	R1		7.28	0.41	0.41	42.98	1.38	22.29	26.94	0.94	11.62	31.98	23.03	86.55	3.6 Y	3.10	3.50	7.08
	R2		7.35	0.41	0.41	42.58	1.26	22.27	27.10	0.73	11.83	32.58	23.29	86.38	3.8 Y	3.30	3.50	7.31
	R3		7.39	0.41	0.41	42.68	1.28	22.26	25.28	0.79	11.97	31.38	22.04	86.32	3.7 Y	3.30	3.40	7.38
0.50%	R1		6.26	0.41	0.41	30.77	1.64	21.46	25.03	1.10	11.03	30.07	22.42	85.80	3.4 y	3.20	3.40	6.30
	R2		6.61	0.41	0.41	30.89	1.68	21.40	25.70	0.74	11.37	30.89	22.93	87.25	3.8 Y	3.10	3.50	6.59
	R3		6.37	0.42	0.42	30.62	1.69	21.45	27.14	0.90	12.46	30.62	25.09	86.99	3.7 Y	3.20	3.80	6.36
0.10%	R1		5.40	0.41	0.40	27.85	3.01	20.81	23.24	1.97	10.08	27.85	21.02	81.77	2.1 Y	2.70	3.20	5.55
	R2		5.44	0.41	0.40	27.42	3.04	20.53	22.90	1.99	9.91	27.42	20.76	81.57	2.9 Y	2.70	3.20	5.40
	R3		5.49	0.42	0.41	27.87	3.05	20.52	24.06	1.82	10.85	28.87	22.70	81.55	2.5 Y	2.80	3.50	5.92
0%	R1		4.36	0.41	0.39	24.84	3.54	17.75	20.89	2.90	8.51	24.84	18.32	75.64	1.3 Y	2.40	2.90	4.62
	R2		4.30	0.40	0.39	24.64	3.46	17.29	20.74	2.19	7.96	24.64	16.66	78.01	1.2 Y	2.40	2.60	4.47
	R3		4.36	0.41	0.39	24.82	3.68	17.78	20.88	2.34	8.16	24.82	17.18	77.63	1.1 Y	2.40	2.70	4.55

Anexo 2.5: Coordenadas L*, a*, b* para las diferentes concentraciones de bentonita.

Coordenadas de cielab			
% de bentonita	L*	a*	b*
0.00	24.84	3.54	17.75
0.00	24.64	3.46	17.29
0.00	24.82	3.68	17.78
0.10	27.85	3.01	20.81
0.10	27.42	3.04	20.53
0.10	27.87	3.05	20.52
0.50	30.77	1.64	21.46
0.50	30.89	1.68	21.4
0.50	30.62	1.69	21.45
1.00	42.98	1.38	22.29
1.00	42.58	1.26	22.27
1.00	42.68	1.28	22.26

Anexo 2.10: Índice de color.

Repetición	bentonita 1 %	bentonita 0.5 %	bentonita 0.1 %	bentonita 0 %
R1	1.4405	2.5414	5.1936	8.0288
R2	1.3288	2.5414	5.4003	8.1216
R3	1.3473	2.5731	5.3332	8.3390

Anexo 2.10: Variación de color.

% Bentonita	Variacion de color
0.1	4.3249
0.1	4.2898
0.1	4.1481
0.5	7.2484
0.5	7.6891
0.5	7.1463
1	18.8238
1	18.7479
1	18.5690

ANEXO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO (ANOVA)

ANEXO 3.1: Análisis de varianza para porcentaje % de acidez total

ANOVA unidireccional: % acidez total vs. % de bentonita

Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	0.144812	0.048271	142.11	0.000
Error	16	0.005435	0.000340		
Total	19	0.150247			

Resumen estadístico para % acidez total.

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
0.0	5	0.27880	0.01588	(--*--)
0.1	5	0.51256	0.01893	(--*--)
0.5	5	0.44432	0.01574	(-*--)
1.0	5	0.42108	0.02237	(-*--)

-----+-----+-----+-----+-----
 0.280 0.350 0.420 0.490

ANEXO 3.2: Prueba de Dunnet para % de acidez total: Intervalos para media de tratamientos menos media de control.

Nivel	Inferior	Centro	Superior	
0.1	0.20354	0.23376	0.26398	(-----*-----)
0.5	0.13530	0.16552	0.19574	(-----*-----)
1.0	0.11206	0.14228	0.17250	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
 0.120 0.160 0.200 0.240

Anexo 3.3: Análisis de varianza para el pH.

ANVA unidireccional: pH vs. % de bentonita.

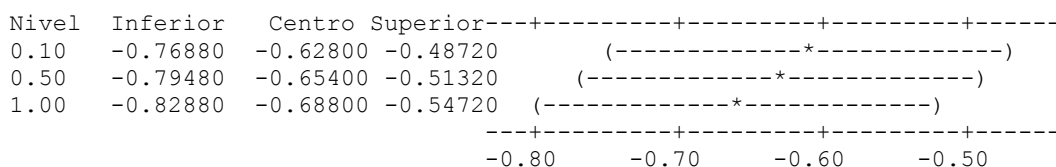
Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	1.62609	0.54203	73.50	0.000
Error	16	0.11800	0.00738		
Total	19	1.74409			

Resumen estadístico el pH.

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
0.00	5	4.1420	0.1712	(---*---)
0.10	5	3.5140	0.0089	(---*---)
0.50	5	3.4880	0.0084	(---*---)
1.00	5	3.4540	0.0055	(---*---)

-----+-----+-----+-----+-----

ANEXO 3.4: Prueba de Dunnet para pH: Intervalos para media de tratamientos menos media de control.



ANEXO 3.5: Análisis de varianza para los grados alcohólicos.

ANVA unidireccional: los grados alcohólicos vs. % de bentonita.

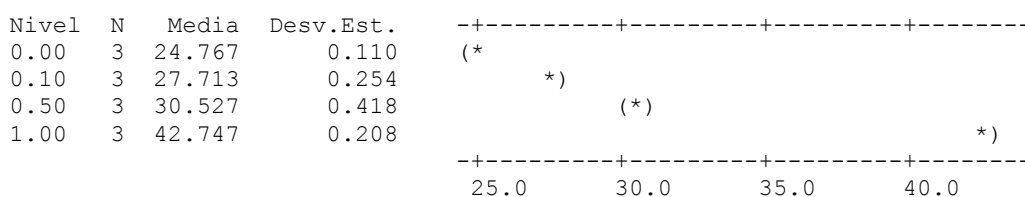
Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	0.0654	0.0218	0.32	0.814
Error	16	1.1060	0.0691		
Total	19	1.1713			

ANEXO 3.6: Análisis de varianza para la luminosidad L*.

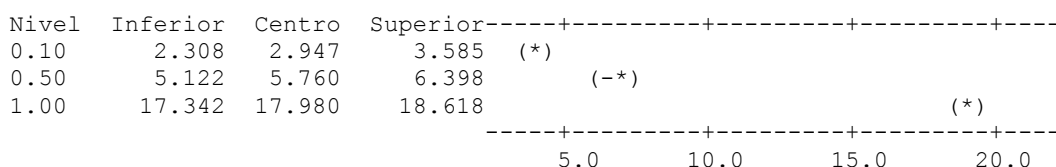
ANVA unidireccional: L* vs. % de bentonita

Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	561.2889	187.0963	2539.19	0.000
Error	8	0.5895	0.0737		
Total	11	561.8784			

Resumen estadístico para L*



ANEXO 3.7: Prueba de Dunnet para la luminosidad L*: Intervalos para media de tratamientos menos media de control



ANEXO 3.8: Análisis de varianza para la luminosidad a*.

ANVA unidireccional: a* vs. % de bentonita.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	10.42429	3.47476	786.74	0.000
Error	8	0.03533	0.00442		
Total	11	10.45963			

Resumen estadístico para la luminosidad a*

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
0.00	3	3.5600	0.1114	(*)
0.10	3	3.0333	0.0208	(*-)
0.50	3	1.6700	0.0265	(*)
1.00	3	1.3067	0.0643	(-*)

-----+-----+-----+-----+-----
 1.40 2.10 2.80 3.50

ANEXO 3.9: Prueba de Dunnet para la coordenada a*: Intervalos para media de tratamientos menos media de control

Nivel	Inferior	Centro	Superior	
0.10	-0.6829	-0.5267	-0.3704	(-*-)
0.50	-2.0463	-1.8900	-1.7337	(-*--)
1.00	-2.4096	-2.2533	-2.0971	(-*--)

-----+-----+-----+-----+-----
 -2.40 -1.80 -1.20 -0.60

ANEXO 3.10: Análisis de varianza para la coordenada b*.

ANVA unidireccional: b* vs. % de bentonita.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	37.2205	12.4068	478.11	0.000
Error	8	0.2076	0.0260		
Total	11	37.4281			

Resumen estadístico para las coordenadas b*

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
0.00	3	17.607	0.275	(*-)
0.10	3	20.620	0.165	(*-)
0.50	3	21.437	0.032	(-*)
1.00	3	22.273	0.015	(*-)

-----+-----+-----+-----+-----
 18.0 19.5 21.0 22.5

ANEXO 3.11: Prueba de Dunnet para la coordenada b*: Intervalos para media de tratamientos menos media de control

Nivel	Inferior	Centro	Superior	
0.10	2.6346	3.0133	3.3921	(----*----)
0.50	3.4512	3.8300	4.2088	(-----*-----)
1.00	4.2879	4.6667	5.0454	(-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----
 2.80 3.50 4.20 4.90

ANEXO 3.12: Análisis de varianza para el índice de color.

ANVA unidireccional: IC vs. % de bentonita.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
% de bentonita	3	119.0612	27.5601	414.46	0.000
Error	10	0.09558	0.0958		
Total	13	120.0188			

Resumen estadístico para la IC.

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
0.0	3	8.1631	0.1592	(*)
0.1	3	5.3090	0.1054	(*)
0.5	3	2.5520	0.0183	(*)
1.0	3	1.3722	0.0599	(*)

-----+-----+-----+-----+-----
 2.0 4.0 6.0 8.0

ANEXO 3.13: Prueba de Dunnet para la IC: Intervalos para media de tratamientos menos media de control.

Nivel	Inferior	Centro	Superior	
0.1	-3.8235	-3.1929	-2.5622	(---*---)
0.5	-6.5806	-5.9499	-5.3192	(---*---)
1.0	-7.7604	-7.1297	-6.4990	(---*---)

-----+-----+-----+-----+-----
 -7.5 -6.0 -4.5 -3.0

ANEXO 3.14: Análisis de varianza para la variación del color

Fuente	SC	GI	MC	F	P
Entre grupos	347.601	2	173.801	4778.83	0.0000
Intra grupos	0.218213	6	0.0363689		
Total (Corr.)	347.819	8			

**ANEXO 4: TABLAS DE LA AOAC PARA LOS
GRADOS ALCOHÓLICOS**

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5-25°C^a

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C								
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25
13.2	1.33250									0.00
.4	3257									0.18
.6	3265								0.14	0.35
.8	3273							0.10	0.31	0.53
14.0	3281							0.08	0.28	0.49
.2	3288					0.04	0.24	0.45	0.67	0.88
.4	3296					0.21	0.41	0.63	0.84	1.06
.6	3304				0.16	0.38	0.59	0.80	1.02	1.24
.8	3312			0.14	0.34	0.55	0.77	0.98	1.19	1.40
15.0	3319	0.00	0.10	0.31	0.52	0.73	0.94	1.16	1.36	1.55
.2	3327	0.17	0.27	0.48	0.69	0.91	1.12	1.32	1.51	1.71
.4	3335	0.34	0.44	0.65	0.85	1.07	1.29	1.47	1.66	1.86
.6	3343	0.51	0.60	0.82	1.03	1.24	1.44	1.62	1.82	2.01
.8	3350	0.68	0.78	0.99	1.21	1.40	1.60	1.77	1.97	2.17
16.0	3358	0.84	0.94	1.17	1.36	1.55	1.75	1.92	2.12	2.33
.2	3366	1.02	1.12	1.32	1.51	1.70	1.90	2.08	2.27	2.48
.4	3374	1.18	1.29	1.47	1.66	1.85	2.05	2.24	2.43	2.62
.6	3381	1.34	1.43	1.62	1.81	2.00	2.20	2.39	2.57	2.77
.8	3389	1.49	1.57	1.77	1.96	2.15	2.35	2.53	2.72	2.92
17.0	3397	1.63	1.72	1.92	2.11	2.30	2.50	2.69	2.87	3.06
.2	3405	1.77	1.87	2.06	2.26	2.45	2.65	2.82	3.02	3.21
.4	3412	1.92	2.01	2.21	2.41	2.59	2.79	2.97	3.17	3.36
.6	3420	2.07	2.16	2.36	2.56	2.74	2.94	3.12	3.32	3.51
.8	3428	2.21	2.31	2.51	2.70	2.89	3.09	3.27	3.46	3.66
18.0	3435	2.36	2.45	2.66	2.85	3.04	3.23	3.42	3.61	3.81
.2	3443	2.50	2.60	2.81	3.00	3.19	3.37	3.57	3.76	3.96
.4	3451	2.65	2.75	2.96	3.15	3.34	3.52	3.71	3.91	4.11
.6	3459	2.80	2.90	3.10	3.30	3.48	3.66	3.86	4.06	4.26
.8	3466	2.95	3.05	3.25	3.45	3.63	3.81	4.01	4.21	4.41
19.0	3474	3.10	3.19	3.40	3.59	3.77	3.96	4.16	4.36	4.56
.2	3482	3.25	3.34	3.55	3.73	3.92	4.11	4.31	4.51	4.70
.4	3489	3.39	3.48	3.70	3.88	4.07	4.26	4.46	4.65	4.85
.6	3497	3.53	3.63	3.84	4.03	4.22	4.41	4.61	4.80	5.00
.8	3505	3.68	3.78	3.98	4.17	4.37	4.56	4.75	4.95	5.15
20.0	3513	3.83	3.93	4.13	4.32	4.52	4.72	4.90	5.10	5.29
.2	3520	3.97	4.07	4.27	4.47	4.66	4.87	5.05	5.24	5.44
.4	3528	4.12	4.22	4.42	4.61	4.82	5.01	5.20	5.38	5.58
.6	3536	4.26	4.36	4.56	4.75	4.96	5.15	5.34	5.52	5.72
.8	3543	4.41	4.51	4.70	4.90	5.10	5.29	5.48	5.67	5.87
21.0	3551	4.56	4.65	4.85	5.04	5.24	5.44	5.62	5.82	6.02
.2	3559	4.70	4.80	4.99	5.19	5.39	5.58	5.77	5.96	6.16
.4	3566	4.84	4.94	5.14	5.33	5.53	5.72	5.91	6.11	6.30
.6	3574	4.99	5.09	5.28	5.47	5.67	5.87	6.06	6.25	6.44
.8	3582	5.13	5.23	5.43	5.61	5.82	6.01	6.20	6.39	6.59
22.0	1.33590	5.27	5.37	5.57	5.76	5.96	6.15	6.34	6.54	6.73
.2	3597	5.41	5.51	5.71	5.90	6.11	6.29	6.49	6.68	6.87
.4	3605	5.56	5.65	5.85	6.05	6.25	6.43	6.63	6.82	7.01
.6	3613	5.70	5.80	6.00	6.19	6.39	6.57	6.77	6.96	7.16
.8	3620	5.85	5.94	6.14	6.33	6.53	6.71	6.91	7.10	7.31

(Continued)

^a Rearranged from table of B. H. St. John, which is based upon data of Doroshevskii and Dvorzhanchik, *J. Russ. Phys. Chem. Soc.* 40, 101(1908). Scale readings were converted into refractive indices by using $n_D = 1.327338 + 0.00039347X - 0.00000020446X^2$.

^b Scale readings refer only to scale of arbitrary units proposed by Pulfrich, *Z. Angew. Chem.* 1168(1899). According to this scale, 14.5=1.33300, 50.0=1.34650, and 100.0=1.36464. If immersion refractometer used is calibrated to another arbitrary scale, readings must be converted into refractive indices before table is used to determine per cent alcohol.

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5–25°C^a—Continued.

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C								
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25
23.0	1.33628 ✓	5.99	6.08	6.28	6.47	6.67	6.86	7.06	7.24	7.45 ✓
.2	3636 ✓	6.13	6.22	6.42	6.61	6.81	7.00	7.20	7.39	7.59 ✓
.4	3643 ✓	6.27	6.36	6.56	6.75	6.95	7.14	7.34	7.53	7.73 ✓
.6	3651	6.41	6.50	6.70	6.90	7.09	7.28	7.48	7.67	7.87
.8	3659	6.55	6.64	6.85	7.04	7.23	7.42	7.62	7.81	8.00
24.0	3666	6.69	6.78	6.99	7.18	7.38	7.56	7.76	7.95	8.14
.2	3674	6.83	6.92	7.13	7.32	7.52	7.70	7.90	8.09	8.28
.4	3682	6.97	7.06	7.27	7.46	7.66	7.84	8.04	8.23	8.42
.6	3689	7.11	7.20	7.41	7.60	7.80	7.98	8.17	8.37	8.55
.8	3697	7.25	7.35	7.55	7.74	7.93	8.12	8.31	8.51	8.69
25.0	3705	7.39	7.49	7.68	7.88	8.06	8.26	8.45	8.64	8.84
.2	3712	7.53	7.63	7.82	8.01	8.20	8.40	8.59	8.78	8.98
.4	3720	7.66	7.76	7.95	8.14	8.34	8.54	8.73	8.92	9.12
.6	3728	7.80	7.90	8.09	8.28	8.48	8.68	8.86	9.06	9.26
.8	3735	7.94	8.03	8.22	8.42	8.62	8.82	9.00	9.20	9.39
26.0	3743	8.07	8.16	8.36	8.55	8.75	8.95	9.14	9.34	9.53
.2	3751	8.21	8.30	8.50	8.69	8.89	9.09	9.28	9.48	9.67
.4	3758	8.34	8.44	8.63	8.82	9.03	9.22	9.42	9.61	9.81
.6	3766	8.48	8.57	8.77	8.96	9.16	9.36	9.55	9.75	9.95
.8	3774	8.62	8.71	8.91	9.10	9.30	9.49	9.69	9.89	10.09
27.0	3781	8.75	8.85	9.05	9.23	9.44	9.63	9.83	10.03	10.23
.2	3789	8.89	8.98	9.18	9.37	9.58	9.76	9.97	10.17	10.37
.4	3796	9.02	9.12	9.32	9.51	9.71	9.90	10.10	10.31	10.51
.6	3804	9.16	9.26	9.45	9.65	9.85	10.03	10.24	10.45	10.65
.8	3812	9.29	9.39	9.59	9.79	9.98	10.17	10.38	10.58	10.79
28.0	3820	9.43	9.53	9.72	9.92	10.12	10.31	10.51	10.72	10.93
.2	3827	9.57	9.66	9.86	10.06	10.25	10.45	10.65	10.86	11.06
.4	3835	9.70	9.80	9.99	10.19	10.39	10.59	10.79	11.00	11.20
.6	3842	9.84	9.93	10.13	10.32	10.52	10.72	10.93	11.13	11.33
.8	3850	9.97	10.07	10.26	10.46	10.66	10.86	11.06	11.27	11.47
29.0	3858	10.10	10.19	10.40	10.59	10.79	11.00	11.20	11.40	11.61
.2	3865	10.24	10.33	10.52	10.73	10.93	11.13	11.33	11.54	11.75
.4	3873	10.36	10.46	10.66	10.86	11.06	11.27	11.47	11.67	11.88
.6	3881	10.50	10.59	10.79	10.99	11.20	11.39	11.60	11.81	12.01
.8	3888	10.63	10.72	10.93	11.12	11.33	11.53	11.74	11.94	12.15
30.0	3896	10.76	10.86	11.05	11.26	11.46	11.66	11.87	12.08	12.29
.2	3904	10.89	10.99	11.18	11.38	11.59	11.79	12.00	12.21	12.42
.4	3911	11.02	11.12	11.31	11.51	11.72	11.93	12.13	12.34	12.56
.6	3919	11.15	11.25	11.44	11.64	11.85	12.06	12.27	12.48	12.70
.8	3926	11.28	11.38	11.58	11.78	11.99	12.19	12.40	12.61	12.84
31.0	3934	11.41	11.51	11.71	11.91	12.12	12.32	12.54	12.75	12.97
.2	3942	11.54	11.64	11.84	12.04	12.25	12.46	12.67	12.89	13.11
.4	3949	11.66	11.77	11.97	12.17	12.38	12.59	12.81	13.02	13.24
.6	3957	11.79	11.90	12.10	12.30	12.51	12.72	12.94	13.15	13.37
.8	3964	11.92	12.03	12.23	12.43	12.64	12.85	13.07	13.29	13.51
32.0	3972	12.05	12.15	12.36	12.57	12.78	12.99	13.20	13.42	13.64
.2	3980	12.18	12.28	12.49	12.70	12.91	13.12	13.34	13.55	13.77
.4	3987	12.31	12.40	12.62	12.83	13.04	13.25	13.47	13.69	13.91
.6	3995	12.43	12.54	12.75	12.96	13.17	13.38	13.60	13.82	14.04
.8	4002	12.56	12.67	12.88	13.09	13.30	13.51	13.73	13.95	14.17
33.0	4010	12.69	12.79	13.01	13.22	13.43	13.64	13.86	14.09	14.31
.2	4018	12.82	12.92	13.13	13.35	13.56	13.78	13.99	14.22	14.44
.4	4025	12.95	13.05	13.26	13.48	13.69	13.91	14.13	14.35	14.58
.6	4033	13.08	13.18	13.39	13.61	13.82	14.04	14.26	14.48	14.71
.8	4040	13.20	13.30	13.52	13.74	13.95	14.17	14.39	14.62	14.85

(Continued)

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5-25°C^a—Continued.

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C								
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25
34.0	1.34048	13.33	13.43	13.64	13.86	14.08	14.30	14.52	14.75	14.98
.2	4056	13.45	13.56	13.77	13.99	14.21	14.43	14.65	14.88	15.11
.4	4063	13.58	13.68	13.90	14.12	14.34	14.57	14.78	15.01	15.25
.6	4071	13.70	13.81	14.02	14.25	14.47	14.70	14.91	15.14	15.38
.8	4078	13.83	13.94	14.14	14.37	14.59	14.83	15.05	15.28	15.51
35.0	4086	13.96	14.06	14.27	14.50	14.72	14.96	15.18	15.41	15.65
.2	4094	14.08	14.19	14.39	14.62	14.85	15.09	15.31	15.54	15.78
.4	4101	14.21	14.31	14.52	14.75	14.97	15.22	15.44	15.67	15.91
.6	4109	14.33	14.44	14.65	14.87	15.10	15.34	15.56	15.80	16.05
.8	4116	14.46	14.56	14.78	15.00	15.23	15.47	15.69	15.93	16.18
36.0	4124	14.58	14.69	14.90	15.13	15.35	15.59	15.82	16.06	16.31
.2	4131	14.71	14.81	15.03	15.25	15.48	15.72	15.95	16.19	16.44
.4	4139	14.83	14.94	15.16	15.38	15.61	15.85	16.08	16.32	16.56
.6	4146	14.96	15.06	15.28	15.51	15.73	15.97	16.21	16.45	16.69
.8	4154	15.08	15.19	15.41	15.63	15.86	16.10	16.34	16.58	16.82
37.0	4162	15.20	15.31	15.53	15.76	15.99	16.23	16.47	16.71	16.95
.2	4169	15.33	15.44	15.66	15.89	16.11	16.35	16.60	16.84	17.08
.4	4177	15.45	15.56	15.79	16.01	16.24	16.48	16.72	16.97	17.21
.6	4184	15.57	15.69	15.91	16.14	16.37	16.61	16.85	17.09	17.34
.8	4192	15.70	15.81	16.04	16.26	16.49	16.73	16.98	17.22	17.46
38.0	4199	15.82	15.94	16.16	16.39	16.62	16.86	17.11	17.35	17.59
.2	4207	15.94	16.06	16.29	16.51	16.75	16.99	17.23	17.47	17.72
.4	4215	16.07	16.18	16.41	16.64	16.87	17.11	17.36	17.60	17.85
.6	4222	16.19	16.31	16.53	16.76	17.00	17.24	17.48	17.73	17.97
.8	4230	16.31	16.43	16.66	16.89	17.13	17.36	17.61	17.85	18.10
39.0	4237	16.44	16.55	16.78	17.01	17.25	17.49	17.74	17.98	18.23
.2	4245	16.56	16.67	16.91	17.14	17.38	17.62	17.86	18.11	18.35
.4	4252	16.68	16.80	17.03	17.26	17.50	17.74	17.99	18.23	18.48
.6	4260	16.80	16.92	17.15	17.39	17.63	17.87	18.11	18.36	18.61
.8	4267	16.93	17.04	17.28	17.51	17.75	17.99	18.24	18.48	18.73
40.0	4275	17.05	17.16	17.40	17.63	17.88	18.12	18.36	18.61	18.86
.2	4282	17.17	17.29	17.52	17.76	18.00	18.24	18.49	18.74	18.99
.4	4290	17.29	17.41	17.64	17.88	18.12	18.37	18.61	18.86	19.11
.6	4298	17.41	17.53	17.77	18.01	18.25	18.49	18.74	18.99	19.24
.8	4305	17.54	17.65	17.89	18.13	18.37	18.61	18.86	19.11	19.37
41.0	4313	17.66	17.77	18.01	18.25	18.49	18.74	18.99	19.24	19.49
.2	4320	17.78	17.90	18.13	18.37	18.62	18.86	19.11	19.36	19.62
.4	4328	17.90	18.03	18.26	18.50	18.74	18.99	19.24	19.49	19.75
.6	4335	18.02	18.14	18.38	18.62	18.86	19.11	19.36	19.61	19.87
.8	4343	18.14	18.26	18.50	18.74	18.99	19.23	19.48	19.74	20.00
42.0	4350	18.27	18.38	18.62	18.87	19.11	19.36	19.61	19.86	20.13
.2	4358	18.39	18.50	18.74	18.99	19.23	19.48	19.73	19.99	20.25
.4	4365	18.51	18.62	18.87	19.11	19.36	19.60	19.86	20.11	20.38
.6	4373	18.63	18.75	18.99	19.23	19.48	19.72	19.98	20.24	20.50
.8	4380	18.75	18.87	19.11	19.36	19.60	19.85	20.10	20.36	20.63
43.0	4388	18.87	18.99	19.23	19.48	19.72	19.97	20.23	20.49	20.75
.2	4395	18.99	19.11	19.35	19.60	19.85	20.09	20.35	20.61	20.88
.4	4403	19.11	19.23	19.47	19.72	19.97	20.21	20.47	20.74	21.01
.6	4410	19.23	19.35	19.59	19.85	20.09	20.34	20.60	20.86	21.13
.8	4418	19.35	19.47	19.72	19.97	20.21	20.46	20.72	20.99	21.25
44.0	4426	19.46	19.59	19.84	20.09	20.34	20.58	20.84	21.11	21.38
.2	4433	19.58	19.71	19.96	20.21	20.46	20.71	20.96	21.23	21.50
.4	4440	19.70	19.83	20.08	20.33	20.58	20.83	21.09	21.36	21.63
.6	4448	19.82	19.95	20.20	20.45	20.70	20.95	21.21	21.48	21.75
.8	4456	19.94	20.07	20.32	20.58	20.82	21.07	21.33	21.60	21.88

(Continued)

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5–25°C—Continued.

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C									
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25	
45.0	1.34463	20.06	20.18	20.44	20.70	20.95	21.19	21.45	21.73	22.00	
.2	4470	20.18	20.30	20.56	20.82	21.07	21.31	21.58	21.85	22.13	
.4	4478	20.29	20.42	20.68	20.94	21.19	21.43	21.70	21.98	22.25	
.6	4486	20.41	20.54	20.80	21.06	21.31	21.55	21.82	22.10	22.38	
.8	4493	20.53	20.66	20.92	21.18	21.43	21.67	21.94	22.23	22.51	
46.0	4500	20.65	20.78	21.04	21.30	21.54	21.79	22.07	22.35	22.64	
.2	4508	20.76	20.89	21.16	21.42	21.66	21.91	22.19	22.48	22.76	
.4	4516	20.88	21.01	21.28	21.54	21.78	22.03	22.32	22.61	22.89	
.6	4523	21.00	21.13	21.40	21.66	21.90	22.16	22.44	22.73	23.02	
.8	4530	21.12	21.25	21.52	21.78	22.02	22.28	22.57	22.86	23.15	
47.0	4538	21.24	21.37	21.64	21.90	22.15	22.41	22.69	22.99	23.28	
.2	4545	21.36	21.49	21.76	22.02	22.27	22.53	22.82	23.12	23.41	
.4	4553	21.48	21.61	21.88	22.15	22.39	22.66	22.94	23.24	23.54	
.6	4560	21.60	21.73	22.00	22.27	22.51	22.78	23.07	23.37	23.67	
.8	4568	21.72	21.85	22.12	22.39	22.64	22.91	23.20	23.50	23.80	
48.0	4575	21.84	21.97	22.24	22.51	22.76	23.03	23.32	23.63	23.93	
.2	4583	21.96	22.09	22.36	22.63	22.88	23.16	23.45	23.76	24.06	
.4	4590	22.08	22.21	22.48	22.75	23.01	23.28	23.58	23.89	24.19	
.6	4598	22.20	22.33	22.60	22.87	23.13	23.41	23.71	24.02	24.32	
.8	4605	22.32	22.45	22.72	22.99	23.26	23.54	23.83	24.14	24.45	
49.0	4613	22.44	22.57	22.84	23.12	23.38	23.66	23.96	24.27	24.59	
.2	4620	22.56	22.69	22.96	23.24	23.51	23.79	24.09	24.40	24.72	
.4	4628	22.68	22.81	23.08	23.36	23.63	23.92	24.22	24.53	24.85	
.6	4635	22.80	22.93	23.21	23.48	23.76	24.04	24.35	24.66	24.98	
.8	4643	22.92	23.05	23.33	23.61	23.88	24.17	24.48	24.79	25.11	
50.0	4650	23.04	23.17	23.45	23.73	24.01	24.30	24.61	24.92	25.25	
.2	4658	23.16	23.30	23.57	23.85	24.13	24.43	24.74	25.05	25.38	
.4	4665	23.28	23.42	23.69	23.98	24.26	24.56	24.86	25.18	25.51	
.6	4672	23.40	23.54	23.81	24.10	24.38	24.69	24.99	25.32	25.65	
.8	4680	23.51	23.66	23.93	24.22	24.51	24.81	25.12	25.45	25.78	
51.0	4687	23.63	23.78	24.05	24.35	24.64	24.94	25.25	25.58	25.91	
.2	4695	23.75	23.90	24.18	24.47	24.76	25.07	25.38	25.71	26.05	
.4	4702	23.87	24.02	24.30	24.59	24.89	25.20	25.51	25.84	26.18	
.6	4710	23.99	24.14	24.42	24.72	25.01	25.33	25.64	25.97	26.32	
.8	4717	24.11	24.26	24.54	24.84	25.14	25.46	25.77	26.11	26.45	
52.0	4724	24.23	24.38	24.66	24.96	25.27	25.58	25.90	26.24	26.59	
.2	4732	24.36	24.50	24.79	25.09	25.39	25.71	26.03	26.37	26.72	
.4	4740	24.48	24.62	24.91	25.21	25.52	25.84	26.16	26.51	26.86	
.6	4747	24.60	24.74	25.03	25.34	25.65	25.97	26.29	26.64	26.99	
.8	4754	24.72	24.86	25.15	25.46	25.77	26.10	26.42	26.77	27.13	
53.0	4762	24.84	24.98	25.28	25.59	25.90	26.23	26.56	26.91	27.27	
.2	4769	24.96	25.10	25.40	25.71	26.03	26.35	26.69	27.04	27.40	
.4	4777	25.08	25.23	25.52	25.84	26.15	26.48	26.82	27.17	27.54	
.6	4784	25.20	25.35	25.65	25.96	26.28	26.61	26.95	27.31	27.67	
.8	4792	25.32	25.47	25.77	26.09	26.41	26.74	27.08	27.44	27.81	
54.0	4799	25.44	25.59	25.90	26.22	26.54	26.87	27.21	27.58	27.95	
.2	4806	25.56	25.71	26.02	26.34	26.67	27.00	27.35	27.71	28.08	
.4	4814	25.68	25.84	26.14	26.47	26.79	27.13	27.48	27.85	28.22	
.6	4821	25.81	25.96	26.27	26.59	26.92	27.26	27.61	27.98	28.36	
.8	4829	25.93	26.08	26.39	26.72	27.05	27.39	27.75	28.11	28.49	
55.0	4836	26.05	26.20	26.52	26.85	27.18	27.52	27.88	28.25	28.63	
.2	4844	26.17	26.32	26.64	26.97	27.31	27.65	28.01	28.38	28.77	
.4	4851	26.29	26.45	26.76	27.10	27.43	27.78	28.15	28.52	28.90	
.6	4858	26.41	26.57	26.89	27.23	27.55	27.92	28.28	28.65	29.04	
.8	4866	26.53	26.69	27.01	27.35	27.69	28.05	28.41	28.78	29.18	

(Continued)

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5–25°C^a—Continued.

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C									
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25	
56.0	1.34873	26.65	26.81	27.14	27.48	27.82	28.18	28.54	28.92	29.31	
.2	4880	26.78	26.93	27.26	27.60	27.94	28.31	28.68	29.05	29.45	
.4	4888	26.90	27.05	27.38	27.73	28.07	28.44	28.81	29.19	29.58	
.6	4895	27.02	27.18	27.51	27.85	28.20	28.56	28.94	29.32	29.72	
.8	4903	27.14	27.30	27.63	27.98	28.33	28.69	29.07	29.46	29.86	
57.0	4910	27.26	27.42	27.75	28.10	28.46	28.82	29.20	29.59	29.99	
.2	4918	27.38	27.54	27.88	28.23	28.59	28.95	29.34	29.73	30.13	
.4	4925	27.50	27.66	28.00	28.35	28.72	29.08	29.47	29.86	30.27	
.6	4932	27.62	27.79	28.13	28.48	28.85	29.21	29.60	30.00	30.41	
.8	4940	27.75	27.91	28.25	28.60	28.97	29.34	29.73	30.14	30.55	
58.0	4947	27.87	28.03	28.38	28.73	29.10	29.47	29.87	30.27	30.69	
.2	4954	27.99	28.15	28.50	28.86	29.23	29.60	29.99	30.41	30.83	
.4	4962	28.11	28.28	28.62	28.98	29.36	29.73	30.13	30.54	30.97	
.6	4969	28.23	28.40	28.75	29.11	29.48	29.86	30.26	30.68	31.11	
.8	4977	28.35	28.52	28.88	29.23	29.61	29.99	30.40	30.82	31.25	
59.0	4984	28.47	28.64	29.00	29.36	29.74	30.13	30.53	30.95	31.40	
.2	4991	28.59	28.77	29.12	29.49	29.87	30.26	30.67	31.09	31.54	
.4	4999	28.71	28.89	29.25	29.61	29.99	30.39	30.81	31.23	31.68	
.6	5006	28.84	29.01	29.37	29.74	30.13	30.53	30.94	31.38	31.83	
.8	5014	28.96	29.13	29.50	29.87	30.26	30.66	31.08	31.52	31.97	
60.0	5021	29.08	29.26	29.62	29.99	30.39	30.79	31.22	31.66	32.12	
.2	5028	29.20	29.38	29.74	30.12	30.52	30.93	31.36	31.80	32.27	
.4	5036	29.32	29.50	29.87	30.25	30.65	31.06	31.50	31.94	32.41	
.6	5043	29.45	29.63	29.99	30.38	30.78	31.20	31.64	32.09	32.56	
.8	5050	29.57	29.75	30.12	30.51	30.91	31.33	31.78	32.23	32.71	
61.0	5058	29.69	29.87	30.25	30.64	31.05	31.47	31.92	32.38	32.86	
.2	5065	29.81	29.99	30.38	30.77	31.18	31.61	32.06	32.52	33.01	
.4	5073	29.93	30.12	30.50	30.90	31.32	31.74	32.20	32.67	33.16	
.6	5080	30.06	30.25	30.63	31.03	31.45	31.88	32.34	32.81	33.31	
.8	5087	30.18	30.37	30.76	31.16	31.59	32.01	32.49	32.96	33.46	
62.0	5095	30.31	30.50	30.89	31.29	31.72	32.16	32.63	33.10	33.60	
.2	5102	30.43	30.63	31.01	31.43	31.86	32.30	32.77	33.25	33.75	
.4	5110	30.56	30.75	31.14	31.56	31.99	32.44	32.91	33.40	33.90	
.6	5117	30.69	30.88	31.28	31.69	32.13	32.58	33.06	33.55	34.05	
.8	5124	30.81	31.01	31.41	31.83	32.27	32.72	33.20	33.70	34.21	
63.0	5132	30.94	31.14	31.54	31.96	32.41	32.87	33.35	33.84	34.36	
.2	5139	31.06	31.26	31.67	32.10	32.55	33.01	33.50	33.99	34.52	
.4	5146	31.19	31.39	31.80	32.23	32.69	33.15	33.64	34.15	34.67	
.6	5154	31.32	31.52	31.93	32.37	32.83	33.30	33.79	34.30	34.83	
.8	5161	31.45	31.65	32.07	32.51	32.97	33.44	33.93	34.45	34.98	
64.0	5168	31.58	31.78	32.20	32.65	33.11	33.59	34.08	34.61	35.15	
.2	5176	31.70	31.91	32.34	32.79	33.25	33.73	34.23	34.76	35.31	
.4	5183	31.83	32.04	32.47	32.92	33.39	33.88	34.39	34.92	35.48	
.6	5190	31.96	32.17	32.60	33.06	33.53	34.02	34.54	35.07	35.64	
.8	5198	32.09	32.30	32.74	33.20	33.67	34.17	34.69	35.23	35.80	
65.0	5205	32.22	32.43	32.87	33.34	33.82	34.32	34.84	35.39	35.97	
.2	5212	32.35	32.57	33.01	33.48	33.96	34.47	34.99	35.55	36.13	
.4	5220	32.48	32.70	33.15	33.62	34.10	34.61	35.15	35.71	36.30	
.6	5227	32.61	32.83	33.28	33.76	34.25	34.76	35.30	35.87	36.46	
.8	5234	32.75	32.96	33.42	33.90	34.40	34.91	35.46	36.02	36.63	
66.0	5242	32.88	33.10	33.56	34.04	34.54	35.06	35.62	36.19	36.79	
.2	5249	33.01	33.23	33.70	34.18	34.69	35.22	35.77	36.35	36.96	
.4	5256	33.14	33.37	33.84	34.33	34.84	35.38	35.93	36.52	37.13	
.6	5264	33.28	33.51	33.98	34.47	34.99	35.53	36.09	36.68	37.30	
.8	5271	33.41	33.65	34.12	34.62	35.14	35.69	36.25	36.84	37.48	
67.0	5278	33.55	33.79	34.26	34.76	35.29	35.84	36.41	37.01	37.65	
.2	5286	33.69	33.92	34.41	34.91	35.44	36.00	36.57	37.18	37.83	
.4	5293	33.82	34.06	34.55	35.05	35.60	36.16	36.73	37.35	38.00	
.6	5300	33.96	34.20	34.69	35.20	35.75	36.32	36.90	37.52	38.18	
.8	5308	34.09	34.34	34.84	35.35	35.90	36.48	37.06	37.69	38.35	

(Continued)

52.004 Alcohol table for calculating percentages of alcohol by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water from Zeiss immersion refractometer readings and refractive indices at 17.5–25°C—Concluded.

Scale Reading ^b	Refractive Index	Temp., °C									
		17.5	18	19	20	21	22	23	24	25	
68.0	1.35315	34.23	34.48	34.98	35.50	36.05	36.63	37.23	37.86	38.53	
.2	5322	34.36	34.62	35.13	35.65	36.21	36.79	37.39	38.03	38.70	
.4	5329	34.50	34.76	35.27	35.80	36.37	36.95	37.56	38.21	38.88	
.6	5337	34.64	34.90	35.42	35.95	36.52	37.12	37.73	38.38	39.06	
.8	5344	34.77	35.04	35.57	36.10	36.68	37.28	37.90	38.56	39.24	
69.0	5351	34.91	35.19	35.71	36.25	36.84	37.45	38.07	38.73	39.43	
.2	5359	35.04	35.33	35.86	36.41	36.99	37.61	38.24	38.90	39.61	
.4	5366	35.19	35.47	36.01	36.56	37.15	37.78	38.41	39.08	39.80	
.6	5373	35.34	35.62	36.16	36.72	37.32	37.94	38.58	39.26	39.98	
.8	5381	35.49	35.76	36.31	36.87	37.48	38.11	38.75	39.45	40.17	
70.0	5388	35.64	35.91	36.46	37.02	37.64	38.28	38.92	39.63	40.35	
.2	5395	35.78	36.05	36.61	37.19	37.80	38.45	39.10	39.81	40.53	
.4	5402	35.93	36.20	36.76	37.35	37.97	38.61	39.28	39.99	40.72	
.6	5410	36.08	36.35	36.92	37.51	38.13	38.78	39.46	40.17	40.90	
.8	5417	36.23	36.50	37.07	37.67	38.30	38.95	39.64	40.35	41.08	
71.0	5424	36.38	36.65	37.23	37.83	38.47	39.12	39.82	40.54	41.27	
.2	5432	36.53	36.80	37.39	37.99	38.63	39.30	40.00	40.72	41.46	
.4	5439	36.68	36.95	37.55	38.16	38.80	39.48	40.18	40.90	41.64	
.6	5446	36.83	37.11	37.71	38.32	38.97	39.65	40.36	41.08	41.83	
.8	5454	36.98	37.27	37.87	38.49	39.14	39.83	40.54	41.27	42.02	
72.0	5461	37.13	37.42	38.02	38.65	39.31	40.01	40.72	41.45	42.21	
.2	5468	37.29	37.58	38.19	38.82	39.49	40.18	40.90	41.64	42.40	
.4	5475	37.44	37.73	38.35	38.98	39.66	40.36	41.08	41.82	42.58	
.6	5483	37.60	37.89	38.51	39.16	39.83	40.54	41.26	42.01	42.77	
.8	5490	37.75	38.05	38.67	39.33	40.01	40.71	41.45	42.19	42.96	
73.0	5497	37.91	38.21	38.84	39.50	40.18	40.88	41.63	42.38	43.15	
.2	5504	38.06	38.37	39.00	39.67	40.36	41.06	41.81	42.56	43.33	
.4	5512	38.22	38.53	39.17	39.84	40.53	41.24	41.99	42.75	43.52	
.6	5519	38.38	38.69	39.34	40.02	40.70	41.42	42.17	42.93	43.70	
.8	5526	38.54	38.85	39.50	40.19	40.88	41.60	42.36	43.12	43.89	
74.0	5533	38.70	39.01	39.67	40.36	41.05	41.78	42.54	43.31	44.08	
.2	5541	38.86	39.18	39.84	40.53	41.23	41.96	42.72	43.49	44.28	
.4	5548	39.02	39.34	40.01	40.71	41.41	42.15	42.91	43.68	44.48	
.6	5555	39.18	39.51	40.18	40.88	41.59	42.33	43.09	43.86	44.67	
.8	5563	39.35	39.68	40.35	41.05	41.77	42.51	43.28	44.05	44.87	
75.0	5570	39.51	39.84	40.53	41.23	41.95	42.70	43.46	44.25	45.07	
.2	5577	39.68	40.01	40.70	41.41	42.13	42.88	43.65	44.44	45.29	
.4	5584	39.84	40.18	40.87	41.58	42.31	43.07	43.83	44.63	45.50	
.6	5592	40.01	40.35	41.04	41.76	42.49	43.25	44.02	44.83	45.71	
.8	5599	40.18	40.53	41.22	41.94	42.67	43.44	44.21	45.03	45.92	
76.0	5606	40.35	40.70	41.40	42.12	42.85	43.63	44.41	45.24	46.12	
.2	5613	40.53	40.87	41.57	42.30	43.04	43.81	44.60	45.44	46.34	
.4	5621	40.70	41.04	41.75	42.48	43.22	44.00	44.80	45.65	46.56	
.6	5628	40.87	41.22	41.92	42.66	43.41	44.19	44.99	45.86	46.78	
.8	5635	41.04	41.39	42.10	42.84	43.60	44.38	45.19	46.07	47.00	
77.0	5642	41.22	41.57	42.28	43.02	43.79	44.57	45.40	46.29	47.23	
.2	5650	41.39	41.74	42.46	43.20	43.97	44.76	45.60	46.51	47.45	
.4	5657	41.57	41.91	42.63	43.39	44.16	44.95	45.81	46.73	47.68	
.6	5664	41.75	42.09	42.81	43.57	44.35	45.15	46.01	46.95	47.91	
.8	5671	41.92	42.26	42.99	43.76	44.54	45.35	46.23	47.17	48.14	
78.0	5678	42.09	42.43	43.17	43.94	44.73	45.56	46.45	47.40	48.37	
.2	5686	42.26	42.61	43.36	44.13	44.92	45.76	46.67	47.63	48.60	
.4	5693	42.44	42.78	43.54	44.32	45.12	45.96	46.89	47.85	48.84	
.6	5700	42.61	42.96	43.72	44.51	45.32	46.17	47.11	48.08	49.07	
.8	5707	42.78	43.14	43.91	44.70	45.52	46.39	47.34	48.31	49.31	
79.0	5715	42.95	43.32	44.09	44.89	45.72	46.61	47.56	48.53	49.54	
.2	5722	43.13	43.50	44.28	45.08	45.92	46.83	47.79	48.76	49.77	
.4	5729	43.31	43.68	44.47	45.28	46.13	47.04	48.01	48.99	50.01	
.6	5736	43.49	43.86	44.65	45.48	46.34	47.26	48.23	49.22	50.24	
.8	5744	43.67	44.05	44.84	45.68	46.56	47.48	48.46	49.45	50.48	
80.0	5751	43.85	44.24	45.04	45.88	46.77	47.70	48.68	49.68	50.71	

ANEXO 5: NORMA TÉCNICA PARA VINOS

ANEXO 05: Norma técnica para vinos

NTE INEN 372			
TABLA 1. Requisitos del vino			
REQUISITOS	UNIDAD	Min.	Máx.
Grado alcohólico a 20°C	°GL	8	23
Acidez volátil, como ácido acético	g/l	-	1,5
Acidez total, como ácido tartárico	g/l	4,0	14,0
Metanol	*	trazas	0,5
Cenizas	g/l	1,4	—
Alcalinidad de las cenizas	meq/l	14	36
Cloruros, como cloruro de sodio	g/l	—	1,0
Sulfatos, como sulfatos de potasio	g/l	—	2,0
Glicerina	**	5	12,0
Anhidrido sulfuroso total	g/l	—	0,35
Anhidrido sulfuroso libre	g/l	—	0,10
* cm ³ por 100 cm ³ de alcohol anhidro.			
** g por 100 g de alcohol anhidro.			

ANEXO 5.2: Norma técnica para muestro de bebidas alcohólica

NTE INEN 339

1994-10

4. INSPECCION

4.1 Muestreo:

4.1.1 Para la toma de la muestra, el producto debe garantizar homogeneidad. De no tener seguridad de ésta, se procederá a agitar en forma adecuada antes del muestreo.

4.1.2 En el caso de lotes almacenados en cubas de depósito, tanques, vagones o camiones tanques, homogeneizar el lote, en forma adecuada, por agitación, y sumergir el sacamuestras, perfectamente tapado, hasta el fondo del recipiente y sujetándolo mediante la cuerda; luego, destaparlo y subirlo a la superficie, de tal manera que el sacamuestras se llene progresivamente con el producto a distintos niveles.

4.1.2.1 Repetir la operación las veces necesarias hasta completar la muestra total, considerando que la primera porción extraída sirva para enjuagar el recipiente y, por lo tanto, no debe formar parte de la muestra.

4.1.2.2 El volumen total de la muestra obtenida no puede ser inferior a $1\ 500\text{ cm}^3$ ni ser tomado en menos de tres unidades de muestreo.

ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICA

ANEXO 6.1: foto de la bentonita



BENTONITA

ANEXO 6.2: Fotos de la realización de la parte experimental.



HIDROMIEL PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS



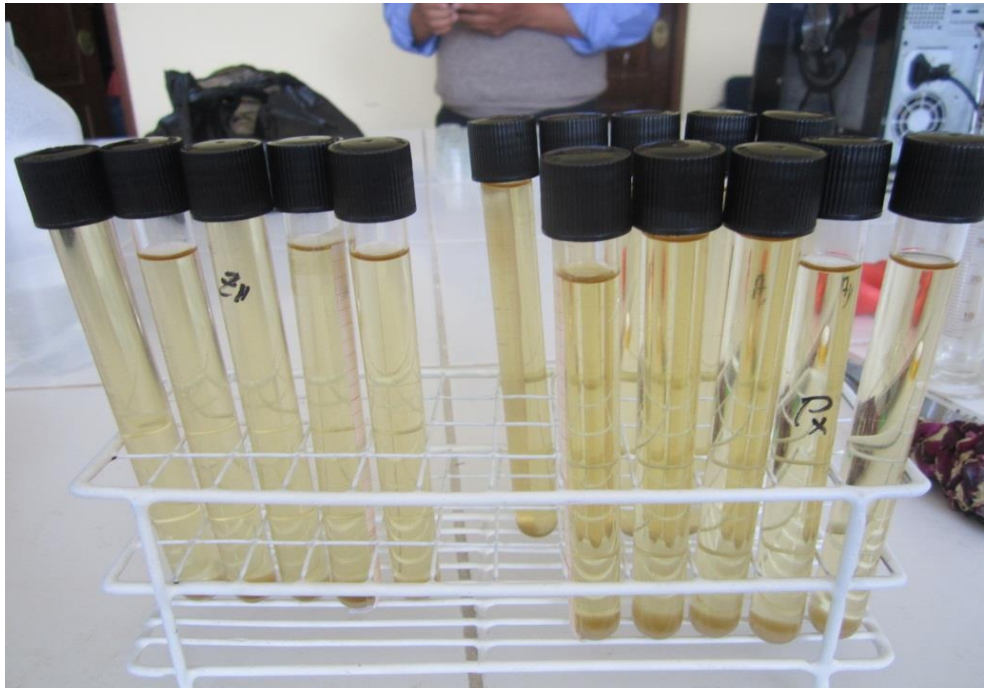
MUESTRAS CON BENTONITA



ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS



MUESTRAS SIN CLARIFICAR.



MUESTRAS CLARIFICADAS



DESTILACIÓN DE MUESTRAS (GA)



MUESTRAS EN EVAPORACIÓN EN BAÑO MARÍA



MUESTRAS DILUIDA (AT)



MUESTRA TITULADO CON HIDRÓXIDO DE SODIO (AT)



COLOR DE LAS MUESTRAS.

APÉNDICE: PREPARACIÓN DE REACTIVOS

APÉNDICE 01. Preparación de reactivos

Fenolftaleína

Disolver 1g de fenolftaleína en 100 ml de alcohol etílico. Usar como indicador.

Hidróxido de sodio 0.1 N:

- ✓ Disolver 2g de perlas de hidróxido de sodio en 100 ml agua libre de dióxido de carbono sobre un baño de hielo
- ✓ luego pasar un balón volumétrico de 500 mL usando agua libre de dióxido de carbono a temperatura ambiente y envasar en frasco de plástico

Estandarización

Pesar exactamente alrededor de 5 g de biftalato de potasio previamente secado a 120 °C por 2 horas, disolver en 75 ml de agua libre de dióxido de carbono. Agregar 2 gotas de fenolftaleínaTS, y titular con la solución de hidróxido de sodio hasta la producción de un color rosado permanente.