

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



EVALUACION DE LA CAPACIDAD CLARIFICANTE DE LA ARCILLA DE SUCHITOTO/CINQUERA, EN COMPARACION CON BENTONITA USP EN LA PRODUCCION DE VINO DE *Hibiscus sabdariffa* (ROSA DE JAMAICA).

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

OSCAR RAUL AVILES FLORES
EVER OSWALDO MORAN ORTIZ

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

JUNIO DE 2009

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

Licdo. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

Licdo. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS: FISICOQUIMICO

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano

ASESORA DE AREA DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

MSc. Sonia Maricela Lemus Martínez

DOCENTES DIRECTORES

MSc. Saúl Ovidio González Rosales

Ing. Sergio Armando Maravilla Miranda

AGRADECIMIENTOS

- Primeramente a Dios todopoderoso, por habernos permitido alcanzar esta gran meta, brindándonos la sabiduría, el valor y la fortaleza para lograrlo.
- A nuestros asesores: Saúl Ovidio González Rosales MS. y al Ing. Sergio Armando Maravilla Miranda; por todo el apoyo, grandiosa amistad, valiosos consejos, traspaso de conocimientos y sobre todo la inigualable dedicación en el transcurso del desarrollo de este trabajo.
- A nuestras coordinadoras: Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo, Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano y Licda. Sonia Maricela Lemus Martínez; por su disposición y contribución con el enriquecimiento de este trabajo de graduación.
- A Jorge Alberto Carranza Estrada (George), por su valioso apoyo incondicional y desinteresado, además a todas las personas que de forma directa o indirecta colaboraron con esta investigación.
- A los doctores Vianney Castañeda de Abrego y Rafael Cedillo, además del auxiliar de laboratorio Licdo. David Servellon, por su colaboración en los análisis de microscopía electrónica.
- A todas las personas que estuvieron a nuestro alrededor brindándonos su apoyo y amistad para lograr esta meta.

DEDICATORIA

- A Dios: por haberme permitido culminar con satisfacción una de las metas más importantes de mi vida, y poner en mí camino a las personas necesarias para lograrlo.
- A mis padres: Evelyn Dinora de Avilés y Oscar Oswaldo Avilés, por su protección, amor, paciencia, comprensión, sacrificio para poder darme mis estudios, por ser motivo de mi inspiración y apoyarme en todo momento de mi vida, además de motivarme a seguir siempre adelante.
- A la Maya: por ser un soporte especial en mi vida.
- A mis hermanos: Oswaldo y Mario Avilés, por su apoyo, cariño y solidaridad; además a mi sobrino Cesar Luis.
- A mi tío Walter: por su apoyo y colaboración en mis estudios.
- A mamá: Eneyda Salgado por su apoyo, amor y paciencia, desde el primer momento que llegó a mi vida.
- A las viejas: Churro, Harier, Monchy, Arny y Jonny, por demostrarme el valor de la amistad, y estar conmigo tanto en las buenas como en las malas; al igual que las amiguis.
- A todas las demás personas que de una u otra manera me ayudaron a alcanzar este logro.

A todos ellos solo me queda decirles ¡¡Muchísimas Gracias!!

Oscar Raúl Avilés Flores

DEDICATORIA

- Agradezco a DIOS padre todo poderoso por la iluminación, por la sabiduría prestada para culminar mi carrera, por cuidar de mi en los caminos recorridos de la vida, por la fuerza para enfrentar las adversidades.
- Así con mucha gratitud a San Juan Bosco por intervenir en mis oraciones.
- A mis padres: Rogelio Morán, Esther Ortiz; por todo el apoyo, por el cariño, la paciencia, por la comprensión, por hacer de todo para cosechar este fruto, por darme el valor y la inspiración para esforzarme en estos años, sin lo cual no hubiera sido posible alcanzar esta meta.
- Por el amor incondicional, por el apoyo desinteresado en todo momento, por inspirarme día a día, mi Ivette Granillo.
- A mi compañero: Oscar Raúl Avilés Flores por brindarme su amistad y apoyo incondicional y por haber compartido muchos de los momentos más importantes de mi vida.
- A todas las personas que de una u otra forma nos prestaron desinteresadamente su ayuda, consejos y colaboración.
- A todos ellos gracias!

Ever Oswaldo Morán Ortiz

INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xxviii
Capítulo II	
2.0 Objetivos	31
2.1 Objetivo general	31
2.2 Objetivos específicos	31
Capítulo III	
3.0 Marco teórico	33
3.1 Las arcillas: propiedades y usos	33
3.1.1 Definiciones	33
3.1.2 Propiedades físico – químicas de las arcillas	34
3.1.3 Superficie específica	35
3.1.4 Contaminación de las arcillas por metales pesados	35
3.1.5 Arcilla de la zona de Suchitoto/Cinquera	36
3.1.5.1 Distribución geográfica	36
3.1.5.2 Características generales	39
3.1.6 Bentonita	40
3.1.6.1 Aplicaciones industriales	41

3.1.6.2 Características de la Bentonita USP	42
3.2 Generalidades de la Rosa de Jamaica	43
3.2.1 Clasificación botánica	43
3.2.2 Origen	43
3.2.3 Descripción	43
3.2.4 Variedades	44
3.2.5 Composición química	44
3.2.6 Propiedades	45
3.2.7 Condiciones climáticas para su cultivo	46
3.2.8 Secado	46
3.2.9 Ventajas que presenta su cultivo	46
3.2.10 Formas de comercialización	47
3.2.11 Calidad	47
3.3 Generalidades de las levaduras y la fermentación	48
3.3.1 Generalidades de los microorganismos	48
3.3.2 Los microorganismos en los alimentos	48
3.3.3 La fermentación	49
3.3.4 Productos secundarios de la fermentación alcohólica	51
3.3.5 Criterios para la selección de levaduras	51
3.3.6 Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica	52
3.3.6.1 Temperatura	52
3.3.6.2 Aireación	53

3.3.6.3 pH	54
3.3.6.4 Nutrientes y activadores	54
3.3.6.5 Concentración inicial de azúcares	55
3.3.7 Las levaduras: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	55
3.4 Generalidades de los vinos	58
3.4.1 Descripción general	58
3.4.2 Clasificación de los vinos	58
3.4.3 Defectos que puede presentar el vino	60
3.4.4 Generalidades en la elaboración de vinos	61
3.4.4.1 Corrección de azúcar o chaptalización	61
3.4.4.2 Corrección de la acidez	62
3.4.4.3 Rol del dióxido de azufre en el vino	64
3.4.4.4 Proceso de fermentación	65
3.4.4.5 Proceso de clarificación	65
3.4.4.6 Color en los vinos	68
3.5 Análisis sensorial	71
3.5.1 Definición	71
3.5.2 Aplicaciones en la industria vinícola	71
3.5.3 Pruebas afectivas	72
3.5.4 Pruebas analíticas: discriminatorias y descriptivas	73
3.5.4.1 Test triangular	74

Capítulo IV

4.0 Diseño metodológico	77
4.1 Tipo de estudio	77
4.2 Investigación bibliográfica	77
4.3 Investigación de campo	78
4.3.1 Universo y muestra	78
4.4 Parte experimental	78
4.4.1 Determinación de plomo, como y hierro en la arcilla Suchitoto/Cinquera	78
4.4.2 Proceso del tratamiento de limpieza de la arcilla	80
4.4.3 Proceso de elaboración del vino de Rosa de Jamaica	81
4.4.4 Métodos e instrumentos de recolección de datos físicos y químicos	85
4.4.4.1 Determinación de la Intensidad de Color	85
4.4.4.2 Determinación de pH	85
4.4.4.3 Determinación de acidez total	85
4.4.4.4 Determinación de los grados brix	86
4.4.4.5 Determinación de anhídrido sulfuroso total	87
4.4.4.6 Determinación del grado alcohólico	87
4.4.5 Determinación sensorial	88
4.4.6 Análisis estadístico de la Intensidad de Color	90

Capítulo V

5.0 Resultados y discusión de resultados	94
5.1 Resultados de la determinación de plomo, cromo y hierro en la arcilla Suchitoto/Cinquera	94
5.2 Análisis físicos y químicos previos a la clarificación	97
5.2.1 Resultados para los análisis de Intensidad de Color	97
5.2.2 Resultados para los análisis de pH	98
5.2.3 Resultados para los análisis del porcentaje de acidez total	99
5.2.4 Resultados para los análisis de grados brix	100
5.2.5 Resultados para los análisis de anhídrido sulfuroso total	101
5.2.6 Resultados para los análisis de grado alcohólico	102
5.3 Análisis físicos y químicos posteriores a la clarificación	103
5.3.1 Resultados para los análisis de Intensidad de Color	103
5.3.1.1 Análisis estadístico de la Intensidad de Color	106
5.3.2 Resultados para los análisis de pH	111
5.3.3 Resultados para los análisis del porcentaje de acidez total	114
5.3.4 Resultados para los análisis de grados brix	119
5.3.5 Resultados para los análisis de anhídrido sulfuroso total	122
5.3.6 Resultados para los análisis de grado alcohólico	128
5.4 Resultados del análisis sensorial por el método triangular	131
5.4.1 Arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5% vrs. Bentonita USP 0.5%	131
5.4.2 Arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0% vrs. Bentonita USP 1.0%	133

Capítulo VI

6.0 Conclusiones	136
------------------	-----

Capítulo VII

7.0 Recomendaciones	139
---------------------	-----

Bibliografía

Anexos

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Mapas de la distribución pedológica de El Salvador.
- 2 Certificado de análisis de la composición mineralógica por difracción de rayos X de la arcilla de Suchitoto/Cinquera.
- 3 Certificado de análisis de la morfología y tamaño de partícula de la arcilla de Suchitoto/Cinquera y de la Bentonita USP, a través de microscopía electrónica de barrido.
- 4 Certificado de análisis de la calidad de la Bentonita USP.
- 5 Tabla para tratamiento estadístico del test triangular.
- 6 Certificado de análisis de metales pesados de la arcilla de Suchitoto/Cinquera.
- 7 Proceso para el tratamiento de la arcilla de Suchitoto/Cinquera
- 8 Proceso de elaboración del vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica).
- 9 Distribuidor de Rosa de Jamaica deshidratada.
- 10 Fotografías de las etapas de la elaboración del vino de *Hibiscus sabdariffa* y análisis sensorial.
- 11 Uso y especificaciones del espectrofotómetro Perkin – Elmer modelo Lambda 12.
- 12 Uso y especificaciones del pH – metro modelo Metrohm 632.

- 13 Preparación de reactivos y soluciones para la determinación de la acidez total y anhídrido sulfuroso total.
- 14 Uso y especificaciones del refractómetro de inmersión modelo Atago.
- 15 Destilador BÜCHI Rotavapor modelo R – 200.
- 16 Tablas oficiales de la AOAC para la determinación de grado alcohólico en vinos.
- 17 Modelos de ficha para el análisis sensorial por el método triangular.
- 18 Cálculos de la cantidad máxima a la que es expuesto el vino de ***Hibiscus sabdariffa*** durante la clarificación.
- 19 Ejemplo de cálculos para los resultados previos a la clarificación para los diferentes parámetros medidos.
- 20 Ejemplo de cálculos para los resultados posteriores a la clarificación para los diferentes parámetros medidos.
- 21 Cálculos para el análisis estadístico de la Intensidad de Color.
- 22 Tabla de distribución de la F para el análisis de ANOVA.

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág.
1	Resultados de los análisis petrográficos por medio de difracción de rayos X, en la arcilla Suchitoto/Cinquera.	39
2	Clasificación botánica de <i>Hibiscus sabdariffa</i> .	43
3	Composición porcentual de <i>Hibiscus sabdariffa</i> .	45
4	Características deseables y no deseables en la selección de levaduras para la producción de vinos de calidad.	52
5	Tiempo de sedimentación por tamaño de partícula de la materia presente después de la fermentación.	66
6	Ejemplo de la tabla para la interpretación de resultados en el test triangular con respecto al mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas.	74
7	Modo de planteamiento de los resultados de la Intensidad de Color (IC) para el análisis estadístico por ANOVA.	91
8	Resultados de la intensidad de color del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> previos a la clarificación.	97
9	Resultados de pH del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> previos a la clarificación.	98

10	Resultados del porcentaje de acidez total del vino de Hibiscus sabdariffa previos a la clarificación.	99
11	Resultados de los grados brix del vino de Hibiscus sabdariffa previos a la clarificación.	100
12	Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de Hibiscus sabdariffa previos a la clarificación.	101
13	Resultados del grado alcohólico del vino de Hibiscus sabdariffa previos a la clarificación.	102
14	Cuadro resumen de los parámetros medidos previos a la clarificación del vino de Hibiscus sabdariffa .	102
15	Resultados de la intensidad de color del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	103
16	Resultados de la intensidad de color del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	104
17	Resultados de la intensidad de color del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	104
18	Resultados de la intensidad de color del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	105

19	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de Hibiscus sabdariffa de la Intensidad de Color.	105
20	Resultados de la intensidad de color para el análisis estadístico de la arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a las concentraciones de 0.5 y 1.0 %.	107
21	Análisis de ANOVA para la intensidad de color.	107
22	Resultados de pH del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	111
23	Resultados de pH del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	111
24	Resultados de pH del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	112
25	Resultados de pH del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	112
26	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de Hibiscus sabdariffa de pH.	113
27	Resultados del porcentaje de acidez total del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	114

28	Resultados del porcentaje de acidez total del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	115
29	Resultados del porcentaje de acidez total del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	116
30	Resultados del porcentaje de acidez total del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	117
31	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de Hibiscus sabdariffa del porcentaje de acidez total.	118
32	Resultados de grados brix del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	119
33	Resultados de grados brix del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	119
34	Resultados de grados brix del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	120
35	Resultados de grados brix del vino de Hibiscus sabdariffa clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	120

36	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> de grados brix.	121
37	Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	122
38	Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	123
39	Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	124
40	Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	125
41	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> de la concentración de anhídrido sulfuroso total.	126
42	Resultados del grado alcohólico del vino de <i>Hibiscus sabdariffa</i> clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.	128

43	Resultados del grado alcohólico del vino de Hibiscus <i>sabdariffa</i> clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.	128
44	Resultados del grado alcohólico del vino de Hibiscus <i>sabdariffa</i> clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.	129
45	Resultados del grado alcohólico del vino de Hibiscus <i>sabdariffa</i> clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.	129
46	Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de Hibiscus <i>sabdariffa</i> del grado alcohólico.	130
47	Tabla de mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas para el test triangular para el vino clarificado a una concentración de 0.5%.	132
48	Tabla de mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas para el test triangular para el vino clarificado a una concentración de 1.0%.	134

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Forma de interpolación para el valor de F, para un denominador de 20 (tipo de material, concentración e interacción) y un numerador de 1 (error).	108
2	Total de aciertos y desaciertos del análisis sensorial por medio del test triangular para arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP al 0.5%.	131
3	Total de aciertos y desaciertos del análisis sensorial por medio del test triangular para arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP al 1.0%.	133
4	Mapa de la distribución de las distintas variedades de suelos en El Salvador.	
5	Tipo de suelo predominante en la zona de extracción de la arcilla en estudio para comprobar la capacidad clarificante.	
6	Cuadrante 23571 Suchitoto, correspondiente a la distribución geográfica de El Salvador.	
7	Esquema del procedimiento para la preparación de la arcilla de Suchitoto/Cinquera para la clarificación del vino de Rosa de Jamaica.	

- 8 Esquema para la obtención del vino de Rosa de Jamaica desde la selección de los cálices deshidratados, hasta la aireación del mosto.
- 9 Esquema para la obtención del vino de ***Hibiscus sabdariffa*** (Rosa de Jamaica), desde el cerrado del envase para obtener una condición anaeróbica, hasta la separación de las partes a clarificar.
- 10 Esquema para la clarificación del vino de Rosa de Jamaica, con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP.
- 11 Presentación comercial de Rosa de Jamaica deshidratada.
- 12 Molino de cuchillas.
- 13 Rosa de Jamaica molida para la preparación del vino.
- 14 Infusión de Rosa de Jamaica para la fermentación.
- 15 Solución fortificadora de dulce de panela al 100% P/V.
- 16 Levadura comercial "Saf Instant" para la fermentación.
- 17 Contenedor para la fermentación y trampa de oxígeno.
- 18 Descube del vino luego de la fermentación por gravedad.
- 19 Filtración del vino luego del descube con una manta cruda.
- 20 Hidratación del agente clarificante en reposo por 24 horas.
- 21 Forma de adición del agente clarificante hidratado al vino.
- 22 Vino en el frasco para la clarificación hasta sedimentación.

- 23 Set de 3 muestras del vino clarificado para el análisis sensorial con clarificante al 0.5%.
- 24 Set de 3 muestras del vino clarificado para el análisis sensorial con clarificante al 1.0%.
- 25 Panelistas del análisis sensorial por el test triangular.
- 26 Partes del espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 12.
- 27 Pantalla y tablero espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 12.
- 28 pH – metro Metrohm 632 y electrodo de calomel.
- 29 Partes que consta un refractómetro de inmersión modelo Atago.
- 30 Vista de los campos y escala de grados brix e índice de refracción del refractómetro de inmersión modelo Atago.
- 31 Equipo de destilación al vacío, BÜCHI Rotavapor modelo R – 200, para la determinación del grado alcohólico por medio del método oficial de la AOAC.
- 32 Forma de interpolación para determinar el grado alcohólico previo a la clarificación mediante el índice de refracción.
- 33 Forma de interpolación para determinar el grado alcohólico posterior a la clarificación mediante el índice de refracción.

RESUMEN

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad la determinación de la capacidad clarificante de la arcilla Suchitoto/Cinquera, por medio de la comparación con Bentonita USP, en la producción de vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica), midiendo la intensidad de color antes y después de la clarificación. Además se determinó pH, acidez total, grados brix, concentración de anhídrido sulfuroso total y grado alcohólico, como parámetros de calidad del vino.

Inicialmente se realizó un estudio de los metales pesados plomo, cromo y hierro en la arcilla Suchitoto/Cinquera, encontrándose en concentraciones de 0.72 mg/Kg, 0.76 mg/Kg y 3.06% respectivamente. A estas concentraciones y utilizando la arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% y 1.0%, la cantidad máxima de plomo y cromo a la que puede ser expuesto el vino durante la clarificación, no exceden los límites de metales en vinos según normas españolas, no así la cantidad de hierro que sobrepasa el límite, aunque teóricamente este solamente tiene un efecto de alteración organoléptica del agua potable según la EPA.

Se preparó el vino de Rosa de Jamaica para probar la capacidad clarificante de las arcillas, realizándose los análisis de intensidad de color por medio de espectrofotometría ultravioleta y por un test sensorial de diferencia. Dichas determinaciones se llevaron a cabo en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

El diseño estadístico utilizado fue de bloques 2x2 completamente al azar, donde se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los efectos por tipo

de arcilla, concentración y/o por su interacción.

Se observó una mayor disminución de la intensidad de color a ambos niveles de aplicación, al utilizar Bentonita USP que con arcilla Suchitoto/Cinquera, ya que cuando se clarificó al 0.5% se presentó un cambio de 40.8% para Bentonita USP mientras que con arcilla Suchitoto/Cinquera un 16.3%, y al clarificar con un 1.0%, mostró una disminución del 51.0% con Bentonita USP versus un 26.3% con arcilla Suchitoto/Cinquera.

La intensidad de color además fue evaluada con un test sensorial de diferencia utilizando la prueba triangular, aplicada al vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP al 0.5% y el vino clarificado con las mismas arcillas al 1.0%. En ambos casos, 24 personas de un panel de 25 pudieron identificar correctamente la muestra diferente. Mediante la tabla estadística de interpretación del test triangular se determinó que hay diferencia significativa en utilizar arcilla Suchitoto/Cinquera o Bentonita USP una significancia de 0.05.

Por lo que se concluye que la arcilla de Suchitoto/Cinquera puede utilizarse como clarificante en la producción de vino de Rosa de Jamaica, y que la Bentonita USP es un clarificante más efectivo que la arcilla Suchitoto/Cinquera. Recomendando investigar una concentración de arcilla Suchitoto/Cinquera con la que se pueda obtener mayor efectividad en la clarificación y evaluar tratamientos de purificación que mejoren la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera.

**CAPITULO I
INTRODUCCION**

1.0 INTRODUCCION

La apariencia del vino es el parámetro de calidad más importante, y para los consumidores potenciales es la característica organoléptica que primero se evalúa; el color, sabor y olor del vino son fundamentales para que este parámetro se cumpla.

Para lograr una alta calidad en el color del vino, es importante realizar el proceso de clarificación, el que tiene como fin obtener un líquido limpio, transparente y brillante. Esta limpidez del vino debe ser una propiedad permanente, es decir, que la clarificación debe asegurar la estabilidad del producto con el tiempo.

En la actualidad, el agente clarificante más utilizado en la industria enológica es la bentonita entre otros compuestos (carbón activado, albúmina de huevo, ácido silícico, gelatina, etc.) y métodos físicos (centrifugación, filtración, percolación). La bentonita es una arcilla que una vez hidratada, se carga negativamente, por lo tanto, las partículas positivamente cargadas que se encuentran suspendidas en el vino como las proteínas que causan la turbidez, se fijan por adsorción sobre la superficie de ella, incrementando significativamente su peso y por efecto de la gravedad caen lentamente en el fondo del envase, obteniendo un líquido limpio, transparente y brillante.

Debido a la morfología de las partículas y la composición mineralógica similares a la de la Bentonita USP, el latosol arcillo – rojizo de la zona de Suchitoto/Cinquera podría utilizarse como alternativa de agente clarificante en

la fabricación de vinos, además que éste ha sido caracterizado previamente y utilizado para la retención de cromo en aguas de desecho, por lo tanto, si esta arcilla tuviese una capacidad clarificante comparable a la Bentonita USP, se favorecería el desarrollo agroindustrial en El Salvador, ya que por una parte potenciaría la industria de vinos de frutas y por otra la explotación y utilización de la arcilla Suchitoto/Cinquera como producto clarificante propio del país, sustituyendo la importación y uso de la Bentonita USP como principal agente clarificante.

Puesto que el vino está destinado para el consumo humano, es de suma importancia que la arcilla Suchitoto/Cinquera no sea una fuente de contaminación de metales pesados como plomo, cromo y hierro durante la etapa de clarificación, por lo que esta arcilla debe cumplir como requisito indispensable, que los niveles de estos metales estén en concentraciones permisibles en el vino.

El interés de este trabajo fue orientado en evaluar la capacidad clarificante de la arcilla de la zona de Suchitoto/Cinquera en comparación con Bentonita USP, en la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica).

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Evaluar la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera comparándola con Bentonita USP, en la producción de vino de ***Hibiscus sabdariffa*** (Rosa de Jamaica).

2.2 Objetivos específicos:

- 2.2.1 Obtener un vino de ***Hibiscus sabdariffa*** (Rosa de Jamaica) utilizando una cepa de levadura comercial de ***Saccharomyces cerevisiae***.
- 2.2.2 Realizar una caracterización física y química del vino de ***Hibiscus sabdariffa*** (Rosa de Jamaica) basada en los siguientes parámetros: Intensidad de Color, pH, Acidez Total, Grados Brix, Concentración de Anhídrido Sulfuroso Total y Grado Alcohólico.
- 2.2.3 Evaluar el color del vino de ***Hibiscus Sabdariffa*** (Rosa de Jamaica) mediante un test sensorial de diferencia por el método triangular.
- 2.2.4 Realizar la determinación de la cantidad de los metales pesados: cromo, plomo y hierro; en la arcilla de Suchitoto/Cinquera.
- 2.2.5 Comparar la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto / Cinquera y de la Bentonita USP a las concentraciones de 0.5% P/V y 1.0% P/V en el vino de ***Hibiscus sabdariffa*** (Rosa de Jamaica).

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS

3.1.1 Definiciones:⁽⁵⁾

El término arcilla se usa habitualmente con diferentes significados:

- Desde el punto de vista mineralógico, engloba a un grupo de minerales (minerales de la arcilla), filosilicatos en su mayor parte, cuyas propiedades físico – químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano, muy fino (inferior a 2 μm).
- Desde el punto de vista petrológico, la arcilla es una roca sedimentaria, en la mayor parte de los casos de origen detrítico, con características bien definidas.
- Para un sedimentólogo, arcilla es un término granulométrico, que abarca los sedimentos con un tamaño de grano inferior a 2 μm .
- Para un ceramista, una arcilla es un material natural que cuando se mezcla con agua en la cantidad adecuada se convierte en una pasta plástica.
- Desde el punto de vista económico, las arcillas son un grupo de minerales industriales con diferentes características mineralógicas y genéticas y con distintas propiedades tecnológicas y aplicaciones.

Por tanto, el término arcilla no sólo tiene connotaciones mineralógicas, sino también de tamaño de partícula. En este sentido se consideran arcillas todas las fracciones con un tamaño de grano inferior a 2 μm y según esto, todos los filosilicatos pueden considerarse verdaderas arcillas si se encuentran dentro de

dicho rango de tamaños.

Las arcillas son constituyentes esenciales de gran parte de los suelos y sedimentos, debido a que son en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos, que formados a mayores presiones y temperaturas, en el medio exógeno se hidrolizan.

3.1.2 Propiedades físico – químicas de las arcillas:⁽⁵⁾

Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades, derivan principalmente de las siguientes características:

- Pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 μm).
- Su morfología laminar (filosilicatos).
- Las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como consecuencia de estos factores presentan por una parte, un valor elevado del área superficial, y a la vez la presencia de una gran cantidad de superficie activa con enlaces no saturados. Por ello pueden interaccionar con muy diversas sustancias, en especial compuestos polares, debido a esto tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla – agua con elevada proporción sólido/ líquido y son capaces en algunos casos de hinchar, con el desarrollo de propiedades reológicas en suspensiones acuosas.

3.1.3 Superficie específica:

La superficie específica de una arcilla, se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g .

Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido – fluido depende directamente de esta propiedad. A continuación se muestran algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:⁽⁵⁾

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta $15 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Caolinita de baja cristalinidad hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Halloisita hasta $60 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Illita hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Montmorillonita $80 - 300 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Sepiolita $100 - 240 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Paligorskita $100 - 200 \text{ m}^2/\text{g}$.

3.1.4 Contaminación de las arcillas por metales pesados:

La contaminación de suelos es un problema ambiental grave, que afecta a aquellos países que han desarrollado, desde los comienzos de la revolución industrial, actividades de extracción y concentración de minerales así como procesos industriales en los que aparecen como materias primas y residuos. Durante muchos años, el destino que los industriales y usuarios han dado a los

residuos y en especial a los de características tóxicas, ha sido el depositarlos en zonas del entorno urbano, graveras o canteras antiguas o en taludes y terrenos baldíos, alquilados o comprados específicamente a bajo precio para cumplir esta función. También ha sido frecuente que muchos de estos restos permanecieran dentro o junto a los recintos de fábricas, especialmente en el caso de escorias y sales de fundición cuya toxicidad, aunque sea en general baja, puede incrementarse con el tiempo.

La preocupación sobre los efectos de la contaminación en suelos es relativamente reciente, y muy posterior a la consideración de las repercusiones medio – ambiental de las actividades humanas sobre el aire y sobre el agua.

La razón de la atención que reciben los metales pesados (denominación ambigua y que algunos autores cambian por la de metales traza) se debe a su enorme impacto medio – ambiental. Se trata de elementos acumulativos y no biodegradables: algunos de ellos son esenciales a bajas concentraciones, y tóxicos cuando estas últimas superan cierta concentración.

3.1.5 Arcilla de la zona de Suchitoto/Cinquera:

3.1.5.1 Distribución geográfica:

Las arcillas están distribuidas en todo el territorio salvadoreño (Ver Anexo N° 1, Fig N° 1), la arcilla en estudio es fina de color café – rojiza, que se encuentra en la zona del Cantón Aguas Calientes en los municipios de Suchitoto y Cinquera en los departamentos de Cuscatlán y Cabañas respectivamente (Ver Anexo

Nº 1, Fig Nº 2). En La zona donde se encuentra ubicado el Cantón Aguas Calientes, corresponde al cuadrante 23571 Suchitoto (Ver Anexo Nº 1, Fig Nº 3) correspondiente al mapa de levantamiento general de suelos realizado en la República de El Salvador, por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, en la Dirección General de Investigaciones Agronómicas en Diciembre de 1963.

Este nos muestra que está dentro de los suelos denominados Tnh (Tonacatepeque – Majagual accidentado en terreno elevado), para la cual dentro de la fisiografía tenemos que comprende cimas y faldas de terrenos elevados bien diseccionados, las pendientes fluctúan principalmente entre 20 y 40%, el relieve es alto. El drenaje superficial, es de moderado a rápido y el interno de lento a moderado. Durante la época no lluviosa esta área queda bastante seca.

En cuanto al suelo de esta zona, podemos mencionar que pertenece principalmente al gran grupo de litosoles; pocas áreas pertenecen a los latosoles arcillo – rojizos y grumosoles, los predominantes son los pedregosos y no muy profundos, también se encuentran suelos más desarrollados y suelos de barro negro. En su mayoría son suelos de baja profundidad.

Como se menciona anteriormente esta zona contiene tres grandes grupos de suelos que son los litosoles, los latosoles arcillo – rojizos y los grumosoles.

La arcilla en estudio se encuentra en la clasificación de los latosoles arcillo – rojizos los cuales son los suelos más extensivos del país y se han desarrollado en áreas de topografía onduladas; se encuentran en alturas que varían desde el

nivel del mar hasta unos 1,000 metros, con precipitación lluviosa que varía de 1,200 mm hasta unos 1,000 mm anuales, con una vegetación de bosque semi – húmedo caducifolio que en la actualidad solo se encuentra vestigio de bosque original.

En las áreas en los que no es posible cultivar por cualquier factor, se ha desarrollado una vegetación arbustiva y de matorral. La roca madre o material original lo constituyen rocas basálticas (roca volcánica de color negro o gris oscuro, de grano fino y muy dura) y andesitas (roca volcánica de tonalidad grisácea oscura o negra) por lo general plegadas y fracturadas. Es frecuente también encontrarlos desarrollados sobre materiales piroclásticos (material volcánico en estado sólido) que recubren por lo general los plegamientos de la rocas antes citadas.

Los latosoles Arcillo – Rojizos son suelos de color rojizo oscuro y de un espesor que pueden llegar a los 40 cm. con textura franco arcillosa y estructura de granular a bloques pequeños. Los estratos inferiores de este tipo de suelos varían de textura franco – arcillosa a arcillosa, de color rojo; su estructura es en forma de bloques fuertes, medianos a grandes, con películas de arcillas en paredes; algunas veces se encuentran moteos negros debido a precipitaciones de manganeso (Mn) que reacciona haciendo efervescencia el ponerlo en contacto con agua oxigenada (H_2O_2). La profundidad puede variar de un metro a más de tres metros, con roca madre fuertemente intemperizada algunas veces, o dura sin intemperización.

3.1.5.2 Características generales:

La composición mineralógica de la arcilla evaluada por medio de Difracción de Rayos X (Ver Anexo N° 2), muestra que contiene cristobalita en mayor proporción. Esto es demostrado en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1: Resultados de los análisis petrográficos por difracción de rayos X, en la arcilla Suchitoto/Cinquera.

No de Muestras	Ubicación	Descripción Microscópica	Composición Mineralógica	%
CT39-07 M-1	Suchitoto/ Cinquera	Muestra fina de color café-rojizo, se observa cristales color negro, blanco y rojizo.	Cristobalita (SiO_2)	36
			Halloysita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)	27
			Caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)	19
			Albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)	18

En cuanto a la morfología de las partículas, es una determinación por medio de Análisis Ultraestructural en Microscopio de Barrido de la morfología y tamaño de partícula.

La muestra se recubrió con una capa de 20 nm de oro en cobertor iónico BALTEC SCD500, y posteriormente se observó en el microscopio electrónico de barrido JEOL a un voltaje de 20 kv.

Se tomó una serie de fotos en formato digital (18), desde 150x para mostrar las características panorámicas de la muestra, hasta 25000x para detalle de partículas.

La arcilla de Suchitoto/Cinquera mostró trazas de partículas laminares predominando las formas esféricas e irregulares (Ver Anexo N° 3), es aquí donde se basa que se podría obtener el efecto clarificante de esta arcilla ya que

son estas partículas laminares las responsables de la absorción de las materias que causan la turbidez del vino.

La cantidad de metales pesados es un parámetro muy importante para la utilización de esta arcilla en un alimento, para esto se realizará un análisis por medio de Espectroscopia de Absorción Atómica, que mostrará que cantidad de estos metales que está presente en la arcilla, y determinar si existe algún riesgo para el consumidor.

3.1.6 Bentonita:

La bentonita es un material arcilloso de origen volcánico, a menudo se llama arcilla de Montmorillonite, ciudad francesa en donde la bentonita fue explotada por primera vez.

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 vino. 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. La bentonita se utiliza principalmente para quitar las proteínas

(estabilización de la proteína). También atrae otros compuestos positivamente cargados tales como antocianinas, otros fenoles y el nitrógeno. La bentonita se puede también utilizar para quitar la polifenoloxidasasa del jugo. La bentonita está disponible tradicionalmente de forma que tenga que ser preparada en agua caliente y activada entre 24 a 48 horas.

La mayoría de las bentonitas se deben hidratar para luego ser adicionadas lentamente. 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.

3.1.6.1 Aplicaciones industriales:

Desde el punto de vista industrial, la mayor parte de las aplicaciones no requieren especificaciones estrictas en cuanto a la composición química (composición de las capas tetraédrica y octaédrica). Sin embargo, en el caso de las bentonitas si tiene importancia el quimismo (contenido de SiO_2) del espacio interlaminar y sus propiedades físico – químicas.

Son muy numerosos los usos industriales de las bentonitas, tanto que resulta difícil enumerarlos todos. Los más importantes son: ⁽⁵⁾

Arenas de moldeo, lodos de perforación, peletización y adsorbentes.

La elevada superficie específica de la bentonita, le confiere una gran capacidad tanto de absorción como de adsorción. Debido a esto se emplea en

decoloración y clarificación de aceites, vinos, sidras, cervezas, etc.

3.1.6.2 Características de la Bentonita USP:

La bentonita USP contiene 92.5% de montmorillonita como lo muestra el Certificado de Análisis de HECO Trading (Ver Anexo N° 4).

En cuanto a la morfología de las partículas es una determinación por medio de Análisis Ultraestructural en Microscopio de Barrido de la morfología y tamaño de partícula.

La muestra se recubrió con una capa de 20 nm de oro en cobertor iónico BALTEC SCD500, y posteriormente se observó en el microscopio electrónico de barrido JEOL a un voltaje de 20 kv.

Se tomó una serie de fotos en formato digital (18), desde 150x para mostrar las características panorámicas de la muestra, hasta 25000x para detalle de partículas.

La Bentonita USP mostró una morfología laminar definida que formaban conglomerados moleculares de diferentes tamaños (Ver Anexo N° 3).

3.2 GENERALIDADES DE LA ROSA DE JAMAICA

3.2.1 Clasificación botánica:

La clasificación botánica de la Rosa de Jamaica, se muestra en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Clasificación botánica de *Hibiscus sabdariffa*.⁽¹⁵⁾

Reino	Vegetal
Sub reino	Embriobcontha
División	Magnoliphita
División clase	Magnolipsida
Sub clase	Delenidae
Orden	Malvades
Familia	Malváceas
Género	Hibiscus
Especie	sabdariffa
Nombre común	Rosa de Jamaica

3.2.2 Origen:

Según L.M. Perry, datos de 1980 la Rosa de Jamaica es nativa de África, datos 1971 de J. Kerharo, que es procedente de Centro América, y de MC. Lean, en 1973, dice que procede de áreas tropicales de la India, Java, Sri Lanka, en el Caribe en Jamaica, en la Florida, (Estados Unidos) Los Ángeles, California en 1898, Filipinas, Trinidad en 1905, Nigeria, México.

Lo que más se cree es que es originaria de la India, e introducida a nuestro país por gente de proveniente de Jamaica, motivo por el cual se le nombra también como Rosa de Jamaica.

3.2.3 Descripción:

La Rosa de Jamaica es una planta anual de frutos de cálices carnosos rojos, abundante en ácido málico, con los que se prepara el vino de Rosa de Jamaica,

jaleas, conservas, mermeladas, y refrescos.

Posee tallos muy ramificados y alcanzan alturas de 5 a 7 pies. Las hojas inferiores son enteras. Las superiores palmeadas con 3 a 5 lóbulos anchos. El pecíolo es largo, delgado y termina por un engrosamiento en la base de la hoja. Los cálices carnosos envuelven al fruto que es una cápsula o bellota de forma ovoide conteniendo numerosas semillas, que tardan en desarrollarse de 3 a 4 semanas.

3.2.4 Variedades:⁽¹⁵⁾

En la actualidad se clasifican en 5 variedades, las cuales son las siguientes:

- **Rica:** Esta variedad tiene la característica de que es de poca altura, sus flores son de cálices grandes y rojos.
- **Víctor:** Estas son plantas de tallos vigorosos y rojizos, tienen más coloración roja y productora de flores y frutos.
- **Archer:** Tallos y hojas verdes, vigorosas y productivas.
- **Altísima:** Usada para extracción de fibras, alcanza gran altura, produce fibra larga y de buena calidad.
- **Temprana:** Variedades de crecimiento rápido y sus rendimientos de flor y fruto son aceptables.

3.2.5 Composición química:

La composición química de la Rosa de Jamaica en una porción de 100 g se muestra en el cuadro N° 3, cabe mencionar que la parte que se utilizará en el estudio son los cálices.

Cuadro N° 3: Composición porcentual de *Hibiscus sabdariffa*.⁽²¹⁾

VALORES EN UNA PORCIÓN DE 100 g					
Cálices		Semillas		Aminoácidos	
Humedad	9.20 g	Humedad	12.9 %	Arginina	3.6 g
Proteínas	1.15 g	Proteínas	3.3 %	Cisteína	1.3 g
Grasa	2.61 g	Aceite graso	12.9 %	Histidina	1.5 g
Fibra	12.00 g	Celulosa	16.8 %	Isoleucina	3.0 g
Cenizas	6.90 g	Pentosas	15.8 %	Leucina	5.0 g
Calcio	1.26 mg	Almidón	11.1 %	Lisina	3.9 g
Fósforo	273.20 mg	Hojas Frescas		Metionina	1.0 g
Hierro	8.98 mg	Proteína	1.7 – 3.2%	Fenilalanina	3.2 g
Tiamina	0.12 mg	Grasa	1.10 %	Treonina	3.0 g
Riboflavina	0.28 mg	Carbohidratos	10.00 %	Tirosina	2.2 g
Niacina	3.77 mg	Cenizas	1.00 %	Valina	3.8 g
Ácido ascórbico	6.70 mg	Calcio	0.18 %	Ácido aspártico	16.3 g
		Fósforo	0.04 %	Ácido glutámico	7.2 g
		Hierro	0.005 %	Alanina	3.7 g
		Ácido málico	1.25 %	Glicina	3.8 g
		Humedad	86.20 %	Prolina	5.6 g
				Serina	35.0 g

3.2.6 Propiedades:

A la Rosa de Jamaica se le atribuyen virtudes medicinales atribuidas: diurética, febrífuga, digestiva, laxante y refrescante.

La infusión se recomienda para: desinflamar los riñones y las vías urinarias (propiedad de purificación), dolores estomacales, indigestiones, bajar la fiebre, normalizar la presión alta, regular la actividad intestinal, minimizar los efectos nocivos del virus de la varicela. Posee también propiedades desparasitantes.

Se dice que posee propiedades contra la arteriosclerosis y actividad uricosúrica (eliminación de ácido úrico a través de la orina), en forma de bebida puede disminuir la absorción de alcohol, aminorando sus efectos en el organismo.

Es utilizada para la elaboración de mermeladas, jaleas, conservas y extractos.

La flor debe procesarse fresca, antes de que se deshidrate. Posteriormente se extrae el jugo para la jalea, el residuo se usa para las conservas. Solo los cálices deben utilizarse, pues la cápsula con semillas tiene vellosidad o pelitos agudos que puede ser dañinos si se ingieren.

3.2.7 Condiciones climáticas para su cultivo:

Para poder realizar su cultivo se necesitan condiciones entre ellas están los climas tropicales y subtropicales, temperaturas 22 °C, precipitación pluvial de 500 a 1000 mm, sobre terrenos inclinados o planos bien drenados.

3.2.8 Secado:

Se recomienda que el producto esté bajo la sombra para que no pierda sus propiedades aromáticas y su coloración. Debe de ser colocada sobre una malla metálica fina que permita ventilación y evita la pudrición por la acción de los hongos. Es necesario remover el producto con frecuencia para oxigenarlo uniformemente.

3.2.9 Ventajas que presenta su cultivo:

- Se adapta a cualquier tipo de suelo, fértil o no, topografía plana o inclinada.
- Climas tropicales y subtropicales.
- Una planta con baja susceptibilidad de plagas, de insectos y enfermedades, cuando están en pleno desarrollo.
- El cultivo es resistente a la sequía, es decir, que se puede producir bajo condiciones desérticas.
- Cultivo que da mucha ocupación a gran cantidad de mano de obra.

3.2.10 Formas de comercialización:

Su comercialización internacional lo rige la época de lluvia, los precios son más bajos que en la época de verano, por lo que lo almacenan en invierno y lo venden más caro en verano, por su escasez. Las formas más comunes de comercialización son: jaleas, concentrados, bolsas con producto deshidratado empacados al vacío, refrescos, entre otros.

3.2.11 Calidad:⁽¹⁵⁾

La calidad es un requisito importante, para conservar el mercado existente y mejores precios. Se prefieren 5 aspectos importantes que son:

(1) Uniformidad de color, (2) ausencia de manchas, (3) limpieza (ausencia de impurezas), (4) entereza del cáliz y (5) 14% de humedad.

3.3 GENERALIDADES DE LAS LEVADURAS Y LA FERMENTACION

3.3.1 Generalidades de los microorganismos:

La definición clásica de microorganismo, considera que es un organismo microscópico constituido por una sola célula o agrupación de células. Se consideran como tales a las bacterias (levaduras y hongos filamentosos muy pequeños), e incluye también a los virus, aunque la estructura de ellos es más simple y no llega a conformar una célula.

Las levaduras son organismos eucariontes, y como tales tienen el material genético en el núcleo, cuentan con organelos y sistema de membranas (mitocondrias, retículos, etc.), y tienen pared celular. Las levaduras para los procesos fermentativos son la ***Saccharomyces cerevisiae*** y la ***Saccharomyces ellipsoideus***. Con estas se produce el pan, el vino y la mayoría de las demás bebidas alcohólicas, aunque la más utilizada actualmente es la ***Saccharomyces cerevisiae***.

3.3.2 Los microorganismos en los alimentos:

A éstos se los asocia a las enfermedades y al deterioro de los productos alimenticios, sin embargo cumplen muchas funciones beneficiosas para otros seres vivos y el ambiente, además que el hombre ha aprendido a aprovecharlos en beneficio propio como por ejemplo en la producción de alimentos y productos farmacéuticos.

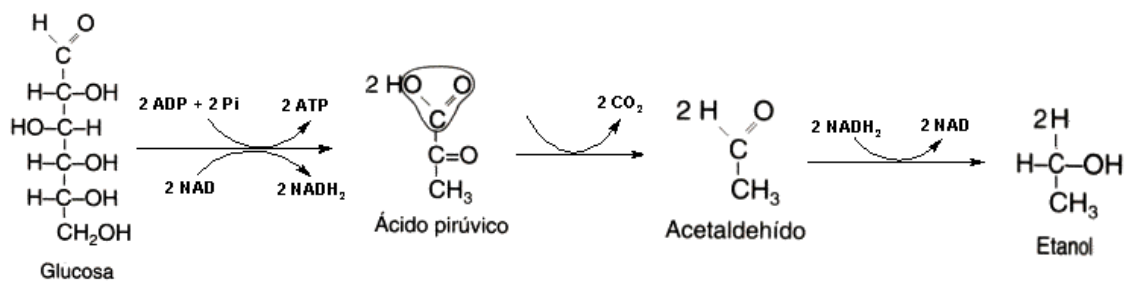
La biotecnología alimentaria tradicional, utiliza ampliamente los

microorganismos que intervienen en diferentes etapas de la producción del alimento. Son esenciales para la elaboración de muchos alimentos, como el vino, la cerveza, el pan, el yogurt, el queso, entre otros.

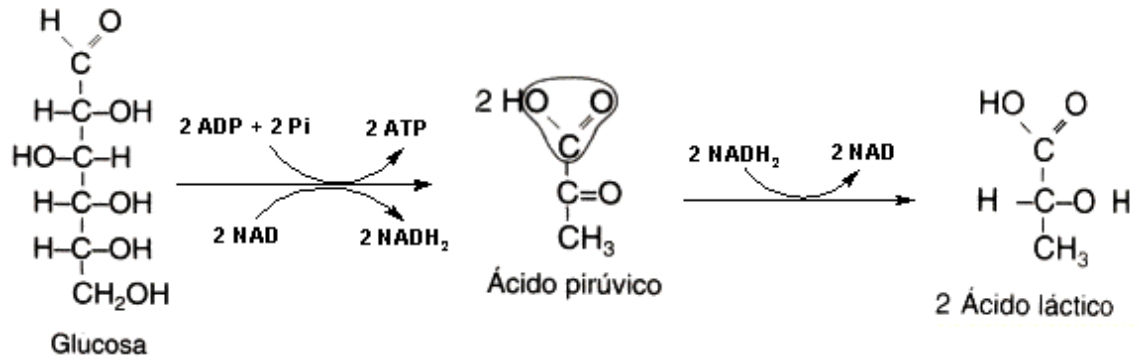
3.3.3 La fermentación:⁽²³⁾

El proceso común que interviene en la fabricación del pan, el vino y los quesos (por citar sólo algunos alimentos), es la fermentación que realizan los microorganismos presentes en la materia prima. En el sentido biológico la fermentación es un proceso de obtención de energía en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) que puede generar como producto final ácido láctico (fermentación láctica, por medio de las bacterias ácido – lácticas como los *Lactobacillus*), etanol (fermentación alcohólica por medio de levaduras como la *Saccharomyces cerevisiae*), o la formación de ácido acético que resulta de la oxidación del alcohol por la bacteria del vinagre (*Acetobacter aceti*) en presencia del oxígeno del aire. Estas bacterias, a diferencia de las levaduras productoras de alcohol, requieren un suministro generoso de oxígeno para su crecimiento y actividad.

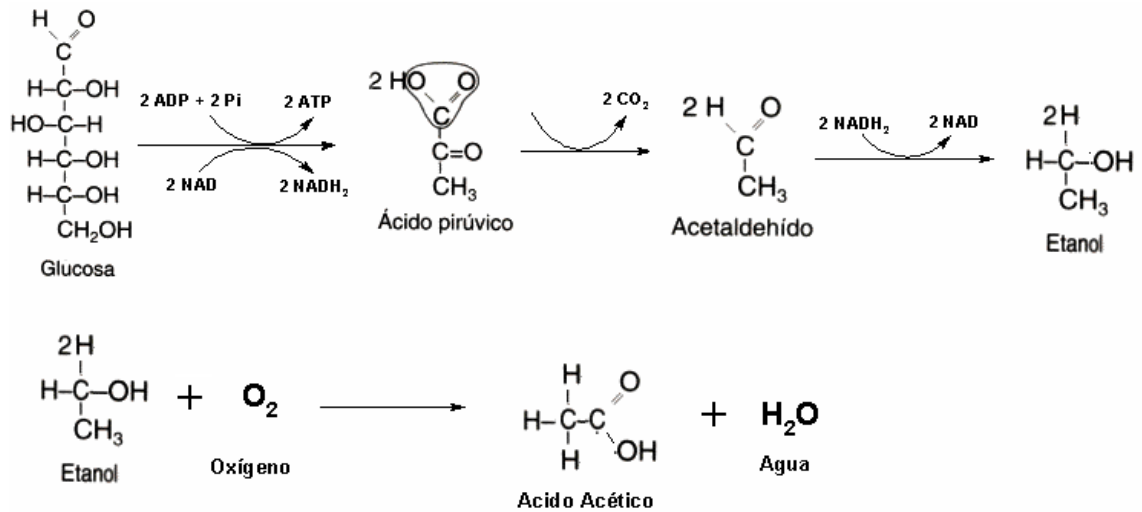
La reacción de la fermentación alcohólica es:



La reacción de la fermentación láctica es:



La reacción de la fermentación acética es:



Durante el inicio de la fermentación las levaduras mantienen un crecimiento exponencial logarítmico. Al aumentar la concentración de alcohol inhibe el crecimiento de otros microorganismos en el mosto (mohos, bacterias y levaduras salvajes).

3.3.4 Productos secundarios de la fermentación alcohólica:

Durante la fermentación alcohólica además de etanol y dióxido de carbono, se produce cierta cantidad de otros compuestos que en gran medida contribuyen al sabor y aroma final del vino. Como por ejemplo los siguientes:

- Glicerol: Cuantitativamente es el segundo componente mayoritario del vino después del etanol y agua. Se encuentra en cantidades de 6 a 10 g/L y a él se le atribuyen los caracteres de suavidad y aterciopelado del vino. Se genera a partir de la fosfodihidroxiacetona por reducción y fosforilación de la misma.
- Acetaldehído: Este aparece durante la fermentación alcohólica por acción de la descarboxilación del ácido pirúvico, aunque también puede proceder de la oxidación del etanol. En exceso provoca la denominada maderización o gusto oxidado en el vino.

3.3.5 Criterios para la selección de levaduras:

Las levaduras por medio de un proceso bioquímico denominado fermentación alcohólica transforman los azúcares del mosto en etanol, dióxido de carbono y otros compuestos químicos y con ello se transforma el mosto en vino.

Hay ciertas propiedades que muestran las levaduras y que nos llevan a tomar la decisión de emplearlas o no en la elaboración de un vino en particular como se muestra en el cuadro No 4.

Cuadro Nº 4: Características deseables y no deseables en la selección de levaduras para la producción de vinos de calidad. ⁽¹¹⁾

Características deseables	Características no deseables
Alta tolerancia al etanol	Producción de SO ₂
Total degradación de los azúcares fermentables	Producción de H ₂ S
Resistencia al SO ₂	Producción de acidez volátil
Capacidad fermentativa a bajas temperaturas	Producción de acetaldehído y piruvato
Máxima reducción de la fase de latencia	Producción de espuma
Degradación del ácido málico	Formación de precursores de carbonato de etilo
Capacidad fermentativa a altas presiones	Producción de polifenol oxidasa

Ante la necesidad de asegurar la uniformidad en la calidad del producto, y el hecho de que hay un gran número de variables que intervienen en una fermentación espontánea, los enólogos han convertido en su práctica usual el uso de levaduras secas activas (LSA). La inoculación con LSA favorece a un inicio más rápido de la fermentación (generalmente se reduce la fase de latencia) y un consumo total de azúcares fermentables, reduciendo los posibles problemas de fermentación; además permite un mayor control microbiológico. Se ha demostrado que con esta práctica se obtiene un producto de una calidad más uniforme a lo largo de todo el proceso para la obtención del vino.

3.3.6 Condiciones necesarias para la fermentación alcohólica:⁽¹³⁾

3.3.6.1 Temperatura:

Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13 – 14 °C hasta los

33 – 35 °C, dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes.

La temperatura más adecuada para realizar la fermentación alcohólica está en el rango de 18 – 23 °C y es la que se emplea generalmente en la elaboración de vinos.

Por encima de 33 – 35 °C el riesgo de paro de la fermentación es muy elevado, al igual que el de alteración bacteriana ya que a estas elevadas temperaturas las membranas celulares de las levaduras dejan de ser tan selectivas, emitiendo substratos muy adecuados para las bacterias.

3.3.6.2 Aireación:

Durante mucho tiempo se pensó que los microorganismos como las levaduras eran anaerobios estrictos, es decir, debía realizarse la fermentación en ausencia de oxígeno. Sin embargo, es un hecho erróneo ya que requieren una cierta aireación. Esta oxigenación se consigue en los procesos previos a la fermentación, habitualmente se realizan una aireación antes de arrancar la fermentación en un tiempo de 24 horas. Después se procede a la fermentación en condición anaeróbica). Una aireación excesiva no produce alcohol, sino que agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras cuando viven en

condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa para obtener con ello mucha más energía.

3.3.6.3 pH:

El pH del vino que oscila entre 3.0 – 3.5, no es el más adecuado para la vida de las levaduras, ni para de las bacterias, prefiriendo convivir con valores más elevados. Cuanto menor es el pH más difícil será para las levaduras fermentar, aunque más protegido se encuentra el vino ante posibles ataques bacterianos. Además, más elevada será la fracción de sulfuroso que se encuentra libre.

3.3.6.4 Nutrientes y Activadores:

Es imprescindible que el mosto contenga todos los nutrientes suficientes. Para ello la industria enológica ha desarrollado activadores complejos de fermentación, que son productos cuya finalidad es aumentar la complejidad nutricional del mosto supliendo las deficiencias de nutrientes y facilitando el metabolismo de las levaduras alcoholígenas.

Nutrientes tales como el fosfato amónico incide en la cinética fermentativa, con arranques de fermentación más rápidos y duraciones de fermentación más cortas, independientemente de los microorganismo empleados.

Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo, es decir para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, pero además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo,

carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1). Por ello, es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica. El nitrógeno es el elemento más importante, siendo necesario que el mosto contenga inicialmente nitrógeno amoniacal y en forma de aminoácidos por encima de 130 – 150 ppm. Una deficiencia de estos nutrientes hará que los microorganismos ataquen a las proteínas, liberándose H₂S (aroma a huevos podridos).

3.3.6.5 Concentración inicial de azúcares:

Es imposible pensar fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como una plasmólisis. Para lo cual se recomienda tener una concentración de de 22 a 24 % de azúcar tal que el proceso se lleve a cabo con éxito.

3.3.7 La levadura: *Saccharomyces cerevisiae*:⁽⁶⁾

Levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de hongos, incluyendo tanto especies patógenas para plantas y animales, como especies no solamente inocuas sino de gran utilidad. De hecho, las levaduras constituyen el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar

de la humanidad. Algunas especies de levaduras del género *Saccharomyces* son capaces de llevar a cabo el proceso de fermentación, propiedad que se ha explotado desde hace muchos años en la producción de pan y de bebidas alcohólicas, y que a su vez ha inspirado un sin número de obras de arte que ensalzan al dios del vino y a aquellos que disfrutaban su consumo. Desde el punto de vista científico, el estudio de las levaduras como modelo biológico ha contribuido de manera muy importante a elucidar los procesos básicos de la fisiología celular.

Dentro del género ***Saccharomyces***, la especie ***cerevisiae*** constituye la levadura y el microorganismo eucarionte más estudiado. Este organismo se conoce también como la levadura de panadería, ya que es necesario agregarla a la masa que se utiliza para preparar el pan para que este esponje o levante; de hecho el término levadura proviene del latín *levare*, que significa levantar.

En 1897, los hermanos Hans y Edward Buchner obtuvieron extractos libres de células moliendo levadura para pan con granos de arena, a los cuales adicionaron grandes cantidades de azúcar de caña para evitar su posible contaminación. Para su sorpresa, encontraron que el azúcar se fermentaba rápidamente: por primera vez se había descubierto un modelo para el estudio de la fermentación alcohólica en un sistema carente de células. Este descubrimiento atrajo la atención de los bioquímicos, que decidieron analizar cada uno de los pasos que conducían a la producción de etanol y bióxido de carbono a partir de la glucosa. Este trabajo implicó el esfuerzo de muchos

científicos y dio como resultado el descubrimiento y descripción del metabolismo del carbono. La vía metabólica que permite la utilización de glucosa fue la primera ruta metabólica descrita, y la metodología empleada para lograrlo se utilizó para el estudio posterior de otras vías que constituyen el metabolismo celular.

Así, desde fines del siglo XIX se reconocieron algunas de las ventajas que ofrece el uso de la levadura de pan, ***Saccharomyces cerevisiae***, como modelo biológico en la investigación: por un lado, la facilidad con la que se obtienen grandes cantidades de este microorganismo; y por otro, el hecho de que ***Saccharomyces cerevisiae*** posee un ciclo de vida que al incluir una fase sexual, permite abordar estudios con las herramientas que provee la genética formal.

Otra característica de esta levadura es el tamaño de su genoma, que por ser pequeño facilitó su secuenciación (determinación del orden de los nucleótidos de la cadena de ADN); y muchas otras virtudes que se han ido haciendo evidentes conforme se han desarrollado nuevos enfoques y métodos de estudio.

3.4 GENERALIDADES DE LOS VINOS

3.4.1 Descripción general:

El vino es una bebida milenaria de la uva y sin lugar a duda la más importante de todas, es la única para la cual se acepta comúnmente la denominación de vino. Bebidas procedentes de otras frutas se denominan con la palabra vino seguida del nombre de la fruta.

El vino es una bebida alcohólica elaborada por fermentación del jugo, fresco o concentrado de una variedad de frutas, flores entre otras materias primas.

La graduación de los vinos varía entre un 7 y un 16% de alcohol por volumen, aunque la mayoría de los vinos embotellados oscilan entre 10 y 14 grados. Los vinos dulces tienen entre un 15 y 22% de alcohol por volumen.

3.4.2 Clasificación de los vinos:⁽⁹⁾

Sería poco eficiente clasificar a los vinos solamente por el lugar de origen. Una clasificación primaria es aquella que los divide como Vinos Calmos o Naturales, Vinos Fuertes o Fortificados y Vinos Espumantes. Esta clasificación se basa en la técnica de producción llamada vinificación.

– **Vinos Calmos o Naturales:** Son aquellos que se hacen desde el mosto, y que es fermentado en forma natural, o con algún aditivo en cantidades controladas como levaduras, azúcar o cantidades muy pequeñas de sulfuros. Estos vinos son de una graduación alcohólica que va desde el 10% al 15%, ya que se les detiene la fermentación alcanzando estos valores. Son los

habitualmente conocidos como blancos, tintos y rosados.

- **Vinos Fortificados o Fuertes:** Reciben alguna dosis de alcohol, usualmente un brandy, en alguna etapa de su vinificación. El contenido alcohólico de estas variedades va desde los 16° a los 23° (grados por volúmen).
- **Vinos Espumantes:** Son aquellos del tipo del Champagne, los cuales tienen dos fermentaciones. La primera que es la habitual del vino natural, y una segunda que tiene lugar en la botella. Si se trata de vino espumoso, este se elabora según distintos métodos, siendo el más barato el de carbonatación forzada usando dióxido de carbono. Los de calidad son aquellos que no cuentan con aditivos y su segunda fermentación es alcanzada por añejamiento. En todos los casos los vinos espumantes presentan cierta sedimentación; para obtener vinos de mayor calidad, se remueve el sedimento utilizando distintas técnicas que pueden incluir auxilios mecánicos y reapertura de las botellas, previo a su comercialización.

Otra clasificación de los vinos es a través de sus colores, dentro de los que tenemos tintos, blancos y rosados.

- **Vinos Tintos:** El color del vino proviene de la coloración de la piel de la fruta de donde se obtiene el extracto, aunque puede prevenir del tipo de colorante que ésta posea. Para hacer vino tinto, se utilizan frutas que contengan colorante rojos y así obtener el color deseado.
- **Vinos Blancos:** Los vinos blancos son aquellos producidos a partir de frutas de coloración verdes o blancas. El color obtenido en los vinos blancos es de

tono verdoso o amarillento.

- **Vinos Rosados:** El rosado es producido dejando el mosto en contacto por un tiempo breve con la piel de las frutas. Suele producirse utilizando frutas rojas que permanecen en contacto por breves períodos con la piel de las frutas.

La última clasificación conocida para los vinos es la que los separa por su contenido de azúcar:

- **Vinos secos:** Son aquellos que contienen menos de 5 g/L azúcares.
- **Vinos semisecos:** Son aquellos que contienen 5 – 15 g/L azúcares.
- **Vinos abocados:** Son aquellos que contienen 15 – 30 g/L azúcares.
- **Vinos semidulces:** Son aquellos que contienen 30 – 50 g/L azúcares.
- **Vinos dulces:** Son aquellos que contienen más de 50 g/L azúcares.

3.4.3 Defectos que puede presentar el vino:

- El vino ácido o agrio es descartado como vino, o también es considerado como vino malo, también como vinagre.
- La acidez de un vino puede estar causada por dos factores:
 - a) Inmadurez de la uva al momento de producir el vino. Esta se detecta a través de un sabor a tártaro (ácido). Este defecto puede ser remediado dejando añejar la botella.
 - b) La acidez causada por una mala vinificación no puede ser remediada, y se detecta por un gusto a vinagre (que en definitiva es la utilización que se le da a ese tipo de vinos defectuosos).

- Un vino pasado es reconocido por un cambio en su color y por tornarse acuoso.
- Los vinos rosados tienen un período en el que generan un olor nauseabundo, llamado período de mareo de la botella, el que desaparece pasado cierto tiempo (semana o meses).
- El último defecto que puede presentar el vino, se origina en malos corchos, donde estos degeneran el sabor de la bebida.

3.4.4 Generalidades en la elaboración de vinos

3.4.4.1 Corrección de azúcar o chaptalización:⁽¹¹⁾

La adición de azúcar se llama chaptalización. Fue Chaptal quien concibió en 1802 esta idea en su libro “Arte de hacer los Vinos”. Chaptal buscaba aumentar la “fuerza” del vino y asegurar su conservación. El exceso de azúcar produce una fermentación difícil y hay peligro de procesos patogénicos.

Un mosto con alrededor de 10 grados brix, contiene aproximadamente 10% de azúcar, considerando que dos grados brix produce aproximadamente 1° de alcohol, se deben hacer las correcciones necesarias para lograr alcanzar la cantidad deseada de alcohol en el vino.

La corrección del mosto se hace con cualquier fuente de natural de sacarosa o fructosa; dentro de estos tenemos el dulce de panela, el azúcar de caña, el azúcar de remolacha.

– **Dulce de panela:**⁽²⁰⁾ La panela es conocida también como chancaca (Perú) de la lengua náhuatl chiancaca que significa azúcar moreno o del quechua chamqay que significa triturar, tiene varias denominaciones: gur en la India y Pakistán, raspadura en Brasil y Ecuador, papelón en México, atado de dulce de panela en El Salvador; y es el azúcar más puro proveniente del tejido esponjoso y dulce del que se extrae el jugo de la caña. La panela se obtiene a través de la evaporación del jugo de la caña y la cristalización de la sacarosa. Este azúcar no es sometido a ningún tipo de refinado, centrifugado ni depurado, por lo que conserva todas las vitaminas y minerales presentes en la caña de azúcar.

La calidad del producto final o de panela se mide por su color, la claridad es símbolo de un buen producto y su textura a mayor dureza mayor durabilidad.

La calidad se ve afectada por varios factores, clasificados a la materia prima, los instrumentos de trabajo y al factor humano.⁽¹⁴⁾

3.4.4.2 Corrección de la acidez:⁽¹¹⁾

La medición del pH en el vino tiene un marcado interés. Este dato es importante por su efecto sobre, microorganismos, matiz del color, sabor, potencial redox, relación entre el dióxido de azufre libre y combinado.

El pH excesivo en el vino resulta en problemas de diferentes tipos, pero si pudiéramos destacar uno de ellos, sería el de los riesgos microbianos. Un pH bajo hace que el riesgo de alteraciones debido a microorganismos se eleve

notablemente en los vinos. A parte de los problemas microbianos existen otros inconvenientes que también inducen los pH altos, como puede ser una mayor oxidación de los mostos o de vinos y problemas de clarificación. El pH reportado para un buena iniciación de los vinos es de 3.4 a 3.5 como máximo y en acidez total un máximo de 0.61%, expresados como ácido tartárico.

Para aumentar la acidez de los vinos, se usa principalmente al ácido tartárico y el cítrico; y para disminuirla se utiliza el carbonato de calcio o el bicarbonato de sodio.

En el vino la mayoría de los ácidos presentes son ácidos orgánicos débiles, los cuales se disocian parcialmente. Debido a esto la acidez se encuentra en dos formas una no disociada, y la otra disociada cuando el ión hidrógeno se separa del ácido y puede ser medido por separado. Por lo tanto, la medición del pH es un indicador de la presencia de iones hidrógeno en la solución, es por esto que la acidez total no está relacionada directamente con el valor de pH. Lo que si se puede relacionar es que entre mayor valor de acidez total, el valor de pH será más bajo y por lo tanto el vino tendrá una mayor acidez. Generalmente el pH, ya sea un vino blanco o tinto se encuentra en un rango de 3.5 a 4.0.

La acidez total o titulable se define como la suma de todos los ácidos encontrados en el vino que puede ser valorado mediante una titulación con una base fuerte, generalmente con hidróxido de sodio. El resultado se expresa en base al ácido que se encuentre en mayor proporción. Dentro de la acidez total se encuentra la acidez fija que es la que se debe a la presencia de los ácidos

orgánicos no volátiles y la acidez volátil también conocida como acidez negativa que se debe a la presencia del ácido acético (volátil), por lo tanto se espera que su presencia sea mínima en el vino. Por lo general la acidez volátil en un vino de buena calidad varía de 0.2 – 1 g/L. Para determinar la acidez total se puede realizar por medio de un potenciómetro y llevando el pH hasta 8.1 – 8.2 y otra titulando en presencia de fenolftaleína hasta cambio de color.

3.4.4.3 Rol del dióxido de azufre en el vino: ⁽¹¹⁾

El anhídrido sulfuroso (llamado dióxido de azufre, antioxidante E – 220 o SO₂), es el aditivo más ampliamente utilizado en el proceso de vinificación. Los efectos antioxidantes y antimicrobianos del anhídrido sulfuroso lo convierten en una herramienta prácticamente imprescindible, no solo en la elaboración de vinos, sino también en la de otros productos alimentarios.

Los problemas causados por la falta de SO₂ son proporcionales al aumento de la temperatura de almacenaje. Vinos de frutas, incluidos los sin alcohol, no deben contener más de 200 mg/L de SO₂. Una alta concentración de dióxido de azufre puede alterar el aroma y el sabor del vino, puede provocar una excesiva formación de sulfuro de hidrógeno y mercaptanos, e incluso puede ser nociva para la salud del consumidor.

El SO₂ es efectivo para controlar la presencia de microorganismos no deseados y los cambios de color en el vino al reaccionar con el acetaldehído y bloquearlo bajo la forma de combinación sulfúrica estable, proporciona un mejor gusto,

conservando la frescura y el aroma.

3.4.4.4 Proceso de fermentación:

La fermentación para la obtención de un vino es un proceso microbiológico complejo, donde las levaduras juegan un papel importante. En el proceso de fermentación, las levaduras transforman los azúcares presentes en el mosto en etanol y dióxido de carbono (Ver sección 3.3.3).

3.4.4.5 Proceso de clarificación:

– **Definición de clarificación:** Después del proceso fermentativo los vinos 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 vino 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.

La clarificación espontánea (estática) supone esperar que transcurrido un tiempo, todas las materias estén en el fondo; y trasegando (cambiando el vino de envase) pasemos tan sólo el 95% limpio, separándolo del sedimento.

Las materias que tienden a caer una vez que la actividad fermentativa cesa se muestran en el cuadro N° 5:

Cuadro Nº 5: Tiempo de sedimentación por tamaño de partícula de la materia presente después de la fermentación. (7)

Materia	Tamaño en mm	Tiempo que tarda en caer
Vegetal	1.00	1 día
Vegetal	0.20	1 semana
Levadura muerta	0.005	2 meses
Bacterias muertas	0.0008	6 meses

En teoría, con paciencia y esperando aproximadamente 6 meses, el vino 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 vino; sobre todo en época de bajas presiones.

Debido a estos inconvenientes, o a no poder esperar meses con el vino 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 vino, hinchando las partículas y acelerando su caída.

Los clarificantes en contacto con el vino, por su alcohol, su acidez o por sus taninos; floculan ("se cuajan") y aceleran la caída de las partículas del vino.

Pueden utilizarse diversos tipos de clarificantes:

- De origen animal: albúminas
- De origen marino: alginatos
- De origen mineral: bentonita
- De naturaleza química: anhídrido silícico

La bentonita sirve para vinos tintos, rosados y blancos. La albúmina de huevo

sólo para vinos tintos.

Además de la clarificación, la bentonita mejora los vinos blancos y rosados, puesto que retira proteínas que podrían enturbiarlo.

La clarificación da brillo a los vinos, pero este brillo garantiza un consumo de 2 meses. Para embotellados que vayan a estar en mercado más tiempo se precisa filtrar también.

- **Limpidez y clarificación de los vinos:** ⁽²²⁾ La limpidez es una de las cualidades que el consumidor exige de un vino, tanto en botella como en copa. No basta que el vino sea bueno, tiene que ser límpido y transparente.

La clarificación para la obtención de la limpidez es distinta a la estabilización, que se utiliza para la conservación de dicha limpidez; ya que la clarificación no es siempre un medio de estabilización, pues un vino una vez filtrado puede volver a enturbiarse si es atacado por la quiebra férrica (alteración a la que están expuestos tanto los vinos blancos como tintos, se debe al resultado del fenómeno de oxidación del hierro del vino, o sea el paso de Fe^{+2} a Fe^{+3} , formándose cuerpos insolubles).

- **Observación de la limpidez:** ⁽²²⁾ El examen de la limpidez se realiza de dos formas: la primera es por transparencia, en esta se coloca la copa o botella de modo que pueda verse la fuente luminosa a través del vino. Con este se observan los enturbiamientos mayores y más intensos; por otra parte tenemos la iluminación lateral o indirecta, de modo que el vino quede iluminado sin que los ojos perciban la fuente luminosa. Para percibir velos ligeros, producidos por

elementos más finos.

Los fenómenos concernientes a la limpidez de los vinos y a su clarificación, se basan en la carga eléctrica de las partículas. La mayoría de las sustancias en suspensión en el vino y todas las paredes de los recipientes que lo contienen, están negativamente cargadas (taninos, bacterias, etc.). Solo las fibras de celulosa y las proteínas tienen carga positiva, por eso se emplean en filtrados y encolados.

3.4.4.6 Color en los vinos:⁽¹¹⁾

El color es uno de los parámetros principales de la calidad del vino, y es la primera característica sensorial que percibe el consumidor. El análisis de rutina del color del vino es realizado generalmente utilizando medidas de absorbancia, o usando los métodos Somers o Glories, o por los valores de transmitancia en dos o cuatro longitudes de onda. Sin embargo, la información proporcionada es limitada ya que el ojo percibe las cubiertas del espectro visible completo.

El análisis de color permite la evaluación del efecto de las variables de la fermentación en el color de vino. Una vez se establece un valor de control o de referencia este análisis puede ser comparado de una fermentación a otra.

– **Apreciación del color en los vinos:** En la industria enológica se busca un valor objetivo en cuanto al color que presentan los vinos. Un uso masivo de métodos espectrofotométricos ha llevado a su uso a la clasificación de los vinos por su color. Desde el punto de vista físico, el color resulta de la absorción

selectiva de ciertas radiaciones elementales que constituyen en espectro visible. La caracterización del color se reduce a traducir por valores simples la curva de absorción del vino.

– **Determinación de los parámetros cromáticos del vino:** Para la medición de una absorbancia no se puede diluir el vino, ya que no hay relación proporcional entre la dilución y absorbancia. Para vinos con gran intensidad colorante, las absorbancias obtenidas suelen ser altas, por lo que se utilizan celdas más pequeñas a las normales (0.1 a 0.5 cm). Las medidas deben corregirse para llevar la absorbancia a un espesor estándar de 1 cm.

Existen diversos métodos para la medida de los parámetros cromáticos en un vino, se muestran a continuación:

Método Rápido: Se miden las absorbancias a 420 y 520 nm, donde la intensidad del colorante (I) y el tinte (T) están dados por las siguientes expresiones:

$$I = A_{420} + A_{520} \qquad T = A_{420} / A_{520}$$

Método Glories: ⁽¹³⁾ Se miden las absorbancias a 420, 520 y 620 nm, calculándose los siguientes parámetros:

$$\text{Intensidad del Colorante (IC)} = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

$$\text{Matiz (T)} = A_{420} / A_{520}$$

$$\% \text{ Amarillo} = A_{420} / \text{IC}$$

$$\% \text{ Rojo} = A_{520} / \text{IC}$$

$$\% \text{ Azul} = A_{620} / \text{IC}$$

– **Matiz (T):** Es el estado puro del color, sin el blanco y el negro agregados, y es un atributo asociado con la longitud de onda dominante en la mezcla de las ondas luminosas. El matiz se define como un atributo de color que nos permite distinguir el rojo del azul, y se refiere al recorrido que hace un tono hacia uno u otro lado del círculo cromático.

– **Saturación o intensidad:** También llamada croma, este concepto representa la pureza o intensidad de un color particular, la viveza o palidez del mismo, y puede relacionarse con el ancho de banda de la luz que estamos visualizando. Los colores puros del espectro están completamente saturados.

Un color intenso es muy vivo. Cuanto más se satura un color, mayor es la impresión de que el objeto se está moviendo.

También puede ser definida por la cantidad de gris que contiene un color: mientras más gris o más neutro es menos brillante o menos “saturado” es igualmente, cualquier cambio hecho a un color puro automáticamente baja su saturación.

3.5 ANALISIS SENSORIAL

3.5.1 Definición:

Es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra, la cual se basa exclusivamente en la utilización de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.)

Para llevar a cabo una buena cata, es necesario contar con experiencia (para poder distinguir las sutilezas de los distintos sentidos) y un buen estado físico (si el catador está acatarrado no podrá saborear ni oler correctamente).

A pesar de que este análisis persigue la determinación objetiva de una serie de cualidades organolépticas (color, olor, sabor, etc.), la valoración global será siempre subjetiva debido a las distintas percepciones que puedan recibir los catadores y que no siempre serán las mismas. ⁽¹⁹⁾

3.5.2 Aplicaciones en la industria vinícola:

El análisis sensorial abarca a un conjunto de técnicas que, aplicadas de una manera científica, permiten obtener unos resultados fiables sobre las respuestas que nos dan nuestros sentidos a los alimentos.

Tradicionalmente, la industria del vino ha utilizado y sigue utilizando enólogos como sus expertos. Por definición, el catador experto es la persona que actúa como juez de las características sensoriales del producto en cuestión, sobre la calidad final del producto, y basa sus decisiones en su experiencia, entrenamiento y una serie de datos de tipo analítico como la composición química y las propiedades físicas de los vinos. Aunque estos datos son útiles,

únicamente aportan información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo. La evaluación sensorial puede proporcionar este tipo de información, convirtiéndose en una herramienta muy útil tanto para los enólogos como para otros departamentos como mercadeo, producción, viticultura, control de calidad, investigación y desarrollo de nuevos productos.

El tipo de método de evaluación sensorial que se debe seguir dependerá principalmente, del objetivo o finalidad que se persiga al analizar los vinos.

Las pruebas que se llevan a cabo en un departamento de análisis sensorial se dividen en dos grandes grupos; las pruebas sensoriales de tipo analítico y las pruebas afectivas.

3.5.3 Pruebas afectivas:⁽¹²⁾

Las pruebas afectivas se llevan a cabo mediante el test de aceptación preferencia y el test hedónico de 9 puntos. Estas pruebas sensoriales tratan de evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado. Tienen como finalidad determinar el grado de aceptación o preferencia que el consumidor tiene por un conjunto de vinos, por un concepto o una característica específica.

El análisis sensorial puede ser utilizado para llevar a cabo las siguientes actividades dentro de una compañía o industria alimentaria:

- Desarrollo del producto.

- Reformulación de un producto / reducción del coste.
- Monitorización de la competencia.
- Control de calidad.
- Caducidad o vida útil del producto.
- Relación proceso / ingredientes / analítica sensorial.

3.5.4 Pruebas analíticas: discriminatorias y descriptivas:

Las pruebas de análisis sensorial analíticas son, en términos generales, de dos tipos: pruebas discriminatorias (o de diferenciación) y las pruebas descriptivas.

Las pruebas discriminatorias se llevan a cabo con la finalidad de establecer si existen diferencias entre los vinos. Las pruebas más comunes son las llamadas dúo – trío, la A – no A y prueba triangular. En éstas no resulta necesario indicar las características diferenciadoras, mientras que si dicha diferencia se puede especificar se utiliza la prueba de diferencia direccional o prueba de parejas.

Por su parte, las pruebas descriptivas constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas de análisis sensorial. En general, el objetivo primordial de dicho análisis es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan un máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Este análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos del vino. Los catadores deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo.

3.5.4.1 Test triangular: ⁽¹⁷⁾

Su objetivo fundamental es el establecimiento de discrepancias entre dos productos de cualidades parecidas. Puede determinarse diferencia para los atributos organolépticos más importantes o únicamente para una propiedad.

Consiste en presentar al juez catador tres productos, uno de ellos repetido, para que seleccione la muestra dispar. La prueba esta indicada para evaluar el impacto de diferentes formulas en un producto, el cambio de proveedores o la existencia de fluctuaciones en la elaboración de distintos lotes.

Para interpretar los resultados obtenidos hay tablas (Ver Anexo N° 5) que señalan el mínimo de juicios correctos para un tamaño de panel dado (número de jueces), en cada nivel de significación y con las cuales podemos determinar si hay una diferencia significativa en la característica que estamos evaluando, un ejemplo se muestra en el cuadro N° 6:

Cuadro N° 6: Ejemplo de la tabla para la interpretación de resultados en el test triangular con respecto al mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas.

Jueces	Nivel de Significación		
	0,05	0,01	0,001
n			
5	4	5	5
10	7	8	9

A continuación se muestra un modelo de ficha para el análisis sensorial tipo diferencia y método de triángulo.

Modelo de ficha

Tipo: Diferencia.

Método: Triangular

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Producto: _____

Sírvase observar un set de tres muestras que se presentan. En el set hay dos muestras idénticas y una diferente. Por favor, marque con un círculo la diferente. Se permite volver a observar.

Set	Código de Muestras		
1	Muestra A	Muestra B	Muestra C

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio:

Retrospectivo: Debido a que se retomaron estudios anteriores para dar fortalecimiento a esta investigación, en cuanto a las características de la arcilla de Suchitoto/Cinquera⁽³⁾ y agentes clarificantes utilizados en la industria vinícola.

Experimental: Porque todas las actividades están basadas en aspectos prácticos; es un estudio que se llevó a cabo en los laboratorios de Investigación Aplicada y Tesis Profesionales de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Prospectivo: Debido a que los resultados obtenidos en esta investigación, pueden ser utilizados en un futuro para la clarificación de vinos.

4.2 Investigación bibliográfica:

Se consultó bibliografía correspondiente a la investigación, para ello se visitó:

- Biblioteca "Benjamín Orozco" de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Dirección General de Agro Negocios, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

- Registro Sanitario de Alimentos, Laboratorio “Max Bloch”, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Internet

4.3 Investigación de campo

4.3.1 Universo y muestra:

Como universo tenemos los latosoles arcillo – rojizos de El Salvador (Ver Anexo N° 1, Fig N° 4) y como muestra 50 libras tomadas en un solo punto de el latosol arcillo – rojizo del Cantón Aguas Calientes ⁽³⁾, ubicado en los municipios de Suchitoto y Cinquera (Ver Anexo N° 1, Fig N° 3 y Fig N° 4), luego de la determinación de metales pesados (plomo, cromo y hierro) (Ver Anexo N° 6) y un respectivo tratamiento a la arcilla, se utilizaron 189 g para la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica), en las dos concentraciones a las cuales se llevó a cabo el estudio (0.5 y 1.0 %).

Además se utilizaron 5.4 Kg de Rosa de Jamaica para preparar el mosto del cual se obtuvieron 6 fermentaciones.

4.4 Parte Experimental

4.4.1 Determinación de plomo, cromo y hierro en la arcilla de Suchitoto/Cinquera.

La contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, se debe al empleo de fertilizantes y plaguicidas de forma prolongada. Por ejemplo, los fertilizantes fosforados contienen plomo, zinc, arsénico y cadmio, porque la roca fosfórica de

donde los elaboran, los contiene, además, ciertos plaguicidas que contienen plomo, arsénico, mercurio, cobre y zinc son empleados en la producción de frutales y hortalizas ⁽⁸⁾.

Debido a esto es de suma importancia la determinación de los metales pesados: Plomo, Cromo y Hierro, en la arcilla de Suchitoto/Cinquera, ya que esta puede ser una fuente de contaminación al momento de clarificar el vino de ***Hibiscus sabdariffa***, siendo este para el consumo humano.

Por lo tanto, se establecen los límites permitidos de metales pesados en vinos según normativas españolas⁽¹⁶⁾, ya que no existen leyes que regulen dichos metales en el Salvador, y así cerciorarse de que en esta arcilla están ausentes o en una concentración adecuada, y no sean un contaminante, además de que no sean tóxicos para la ingesta humana.

Para Plomo: 1.0 – 100 µg/L (0.001 – 0.1 mg/L)

Para Cromo: 3.0 – 65 µg/L (0.003 – 0.065 mg/L)

Para Hierro: 0.6 – 6 mg/L

Dicho análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Servicios Analíticos de la Fundación Salvadoreña para Investigación del Café (PROCAFE), mediante Espectroscopia Absorción Atómica (Ver Anexo N° 6).

4.4.2 Proceso del tratamiento de limpieza de la arcilla:

A continuación se muestra el procedimiento general de lavado de arcilla (Ver Anexo N° 7):

1. Remover la materia orgánica, pulverizar con mortero y pistilo, y tamizar para obtener un tamaño de partícula uniforme.
2. Colocar 10 libras de esta arcilla en un recipiente plástico con una capacidad de 5 L, agregar agua destilada hasta un volumen de 4.5 L, luego agitar vigorosamente durante 15 minutos.
3. Dejar reposar hasta sedimentación completa, luego por decantación, eliminar el líquido sobrenadante
4. Dejar reposar nuevamente hasta sedimentación completa y luego por decantación, eliminar el líquido sobrenadante y proceder a separar la capa superior la cual contiene la arcilla en suspensión y depositarla en recipientes adecuados.
5. Eliminar el agua de la capa de arcilla separada en el paso dos por evaporación, luego colocar las arcillas en cápsulas de porcelana y secar en estufa a una temperatura de 110 °C.
6. Triturar las arcillas con ayuda de mortero y pistilo, para disminuir el tamaño de partícula.
7. Hacer pasar las arcillas por un tamiz para obtener uniformidad en el tamaño de partícula.

8. Almacenar en un recipiente adecuado y antes de ser utilizada en la clarificación esterilizarla en un autoclave.

La arcilla obtenida de este proceso, es la utilizada para los diferentes análisis a realizar en esta investigación.

4.4.3 Proceso de elaboración del vino de Rosa de Jamaica:

A continuación se muestra un procedimiento para la obtención de vino de Rosa de Jamaica y la respectiva clarificación (Ver Anexo N° 8):

1. Se obtienen los cálices de la Rosa de Jamaica (Ver Anexo N° 9) previamente deshidratada, se selecciona y se retiran todas las impurezas como hojas, fragmentos de ramas, semillas y otra materia que pueda estar presente (Ver Anexo N° 10, Fig N° 11).
2. Luego es molida por un molino de cuchillas para aumentar la superficie de contacto (Ver Anexo N° 10, Fig N° 12).
3. Pesar 1.8 Kg de Rosa de Jamaica picada (Ver Anexo N° 10, Fig N° 13) en una balanza granataria.
4. Adicionar 3 litros de agua destilada a temperatura ambiente a la Rosa de Jamaica pesada, para evitar el daño de la planta mejorando la extracción.
5. Adicionar 15 litros de agua a temperatura de ebullición de 90 °C.
6. Dejar en reposo por una hora, para realizar la infusión (Ver Anexo N° 10, Fig N° 14).

7. Adicionar bisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$), en cantidad suficiente para obtener una concentración de 20 ppm de SO_2 .
8. Ajustar los grados brix a 22, con un refractómetro Abbe. Este ajuste se realiza con la adición de una solución fortificadora de dulce de panela, que se prepara raspando 6 atados del dulce de panela, pesar 4 Kg, y disolver en 4 litros de agua destilada hasta total disolución (Ver Anexo N° 10, Fig N° 15), luego determinar los grados brix por la lectura del refractómetro Abbe, para realizar el balance correspondiente en el mosto.
9. Fertilizar el mosto con la adición de sulfato de amonio ($(NH_4)_2SO_4$) al 0.2% y fosfato de amonio ($(NH_4)_3PO_4$) al 0.4%, estas sustancias son fuentes de nitrógeno, azufre y fósforo importantes para el desarrollo de las levaduras en el mosto, dando arranques de fermentación más rápidos y duraciones de fermentación más cortos.
10. Determinar el pH en pH-metro metrohm 632, ajustar el mosto en un rango de pH 3.0 a 3.5, con la adición de cantidad suficiente de bicarbonato de sodio o ácido cítrico según corresponda.
11. Inocular la levadura (Ver Anexo N° 10, Fig N° 16), previamente activar de la siguiente manera, pesar una cantidad correspondiente a 1.5 g/L, adicionar agua destilada en 10 veces su volúmen en peso a 42 °C, mantener por 15 minutos a esta condición.
12. Dejar desarrollar la levadura en condiciones aeróbicas por 24 horas. Esta condición favorecerá su reproducción en el mosto.

13. Cerrar herméticamente el contenedor y colocar una trampa de oxígeno (Ver Anexo N° 10, Fig N° 17), esta parte es para que la levadura en condiciones anaeróbicas consuma el azúcar y lo metabolice en alcohol, además de evitar la oxidación del alcohol producido por la acción del oxígeno.
14. Realizar la fermentación por aproximadamente 15 días a temperatura ambiente a 25 °C y proteger de la luz.
15. Descubar (Ver Anexo N° 10, Fig N° 28), y pasar por un filtro de manta cruda, evitando el traspaso de lodo de fermentación al sobrenadante (Ver Anexo N° 10, Fig N° 19).
16. Sulfitar, por medio de la adición de bisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$), en cantidad suficiente para obtener 60 ppm de SO_2 , esta adición se hace con el objetivo de evitar la oxidación del alcohol producido en la fermentación, y detener la fermentación porque inactiva a las levaduras; dejar reposar por una semana.
17. Primera decantación: luego de estar en reposo por una semana proceder a extraer el líquido sobrenadante por medio de mangueras y succionando el líquido, luego se dejar reposando por otra semana más.
18. Segunda decantación: proceder igual que el numeral 17.
19. Realizar las determinaciones iniciales correspondientes de: pH, grados brix, acidez total, grado alcohólico, anhídrido sulfuroso total e intensidad de color.
20. Dividir el filtrado en dos partes iguales.
21. Clarificar: usar proporciones de 0.5% y 1.0% de la arcilla de Suchitoto/Cinquera al igual que de bentonita USP, las dos arcillas reciben el

mismo tratamiento de hidratación, adicionando agua destilada 10 veces en volumen el peso del agente clarificante, agitar y dejar hidratando por 24 horas (Ver Anexo N° 10, Fig N° 20), transcurrido este tiempo adicionar la misma cantidad de agua destilada y agitar. Adicionar lentamente la solución de las arcillas a los volúmenes de vino sin clarificar que se van a estudiar (Ver Anexo N° 10, Fig N° 21), tapar y dejar clarificar aproximadamente por 15 días. Por cada concentración de clarificante se harán 2 repeticiones (Ver Anexo N° 10, Fig N° 22).

22. Realizar las determinaciones posteriores correspondientes a: pH, grados brix, acidez total, grado alcohólico, anhídrido sulfuroso total e intensidad de color.
23. Ajustar los parámetros siguientes al producto terminado: grado alcohólico a 10 grados, los grados brix a 8 y el pH de 3.5 a 4.0 dependiendo de los resultados obtenidos en el numeral 22.
24. Efectuar el envasado del vino en botellas de vidrio transparentes de 500 mL, previamente esterilizados con una solución al 80 ppm de SO₂ a partir de bisulfito de potasio (K₂S₂O₅).
25. Pasteurizar el vino envasado en un baño maría a 60 °C por 5 minutos, cubriendo con agua la botella hasta el cuello.
26. Rotular y almacenar.

4.4.4 Métodos e instrumentos de recolección de datos físicos y químicos

4.4.4.1 Determinación de la Intensidad de Color: ⁽¹¹⁾

Método Gloríes:

Este método se emplea para determinar la intensidad de color, presente en los vinos. Estas variables son determinadas por medio de un espectrofotómetro UV/ Visible (Ver Anexo N° 11), en el cual se miden las absorbancias a 420, 520 y 620 nm, utilizando agua destilada como blanco.

Con las absorbancias obtenidas para cada una de las muestras de vinos se calcula la Intensidad de Color (IC) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad de Color (IC)} = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

4.4.4.2 Determinación de pH: ⁽¹¹⁾

Calibrar el pH – metro (Ver Anexo N° 12) con los buffer en la escala a medir.

Medir 20 mL de la muestra en un vaso de precipitado de 50 mL, colocar el líquido en contacto con el electrodo evitando que este toque el fondo del vaso de precipitado. Realizar la lectura directa y lavar inmediatamente el electrodo con agua libre de CO₂.

4.4.4.3 Determinación de acidez total: ⁽¹¹⁾

Tomar una alícuota de 5 mL del vino y transferirlo a un balón volumétrico de 100 mL, aforar con agua destilada. Tomar una alícuota de 5 mL y transferirlo a

un erlenmeyer de 500 mL, adicionar 200 mL de agua destilada y valorar con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando 2 gotas de fenolftaleína como indicador.

Calcular el porcentaje de acidez como porcentaje de ácido tartárico.

$$\% \text{Acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 0.075}{V_{(\text{mL})}} \times 100$$

En donde:

V_{NaOH} : Volumen de hidróxido de sodio gastado en la titulación.

N_{NaOH} : Normalidad de hidróxido de sodio.

$V_{(\text{mL})}$: Alícuota del vino, luego de la dilución.

El porcentaje obtenido se multiplica por 4 que es el factor de dilución.

Nota: Ver Anexo N° 13 para la preparación de reactivos.

4.4.4.4 Determinación de los grados brix:

Para hacer la determinación de grados brix, utilizar un refractómetro Abbe modelo átago NAR-1T SOLID, con un rango de grados brix 0.0 a 95.0% con una precisión en las lecturas de $0.0002 \text{ brix} \pm 0.1\%$ (Ver Anexo N° 14).

Para ello se utilizar el siguiente procedimiento:

- Encender el aparato y dejar por 5 minutos para su estabilización.
- Limpiar los prismas, frotando algodón humedecido con alcohol etílico, dejar secar.
- Colocar 1 gota de la muestra sobre el prismas inferior.
- Unir los prismas y cerrar.

- Ajustar los campos a la intersección de los filamentos cruzados con el control macrométrico o micrométrico. Hacer la lectura de los grados brix en la escala inferior ya que el equipo proporciona el índice de refracción que se encuentra en la escala superior.
- Abrir los prismas y limpiarlos con algodón humedecido con alcohol.

4.4.4.5 Determinación de anhídrido sulfuroso total:⁽¹⁸⁾

Método Ripper:

Procedimiento:

Tomar 10 mL de vino y colocarlos en un erlenmeyer 250 mL, adicionar 10 mL de hidróxido de sodio 1N. Tapar y dejar 15 minutos en reposo. Luego acidular con 5 mL de ácido sulfúrico 33% y añadir 1 mL de almidón. A continuación valorar con solución de yodo 0.05 N hasta viraje del almidón.

Cálculos:

$$\text{mg/L de SO}_2 \text{ Total} = V_{\text{Gastado}} \times 64$$

Nota: Ver Anexo N° 13 para la preparación de reactivos.

4.4.4.6 Determinación del grado alcohólico: ⁽¹⁾

Destilar una muestra de 50 mL de vino, aproximadamente a 45 °C al vacío (Ver Anexo N° 15). Determinar el índice de refracción (con un refractómetro Abbe) al destilado, hacer las correcciones de temperatura a 20 °C para obtener el índice de refracción real de la siguiente forma:

$$\eta_{\text{real}} = \eta_{\text{obs}} + (T^{\circ}_{\text{amb}} - T^{\circ}_{\text{teórica}}) \times 4 \times 10^{-4}$$

Este valor se consulta en la tabla 52.004 de la AOAC de 1984 (Ver Anexo N° 16) para obtener el respectivo grado alcohólico.

4.4.5 Determinación sensorial:

Un test triangular se llevó a cabo, con el objetivo de analizar las diferencias en cuanto al color de un vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica), clarificado con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y con Bentonita USP a las mismas concentraciones.

Estos ensayos son discriminativos y se realizaron con un panel de 25 personas que consuman o que al menos alguna vez hubieran consumido vino de cualquier clase, seleccionados independientemente del sexo, entre estudiantes y personal docente administrativo de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, con edades comprendidas entre los 20 y 30 años.

Cada panelista recibió 3 muestras codificadas del vino clarificado con arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a la concentración de 0.5%, de las cuales dos eran iguales y una era diferente (indistintamente del material que se utilizó para clarificar) presentados en vasos plásticos transparentes con capacidad de 1 onza en un fondo blanco, a la vez se le entregó una ficha (Ver Anexo N° 17), en la cual se le pidió que llenara algunos requisitos y que encerrara en un círculo el código de la muestra que a su parecer era la diferente del set de 3

muestras. Los códigos de la ficha coincidían con los de la copita para evitar confusión.

De la misma manera se realizó la evaluación para el vino clarificado con arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a la concentración de 1.0% con el mismo panelista,

Por lo tanto, se obtuvieron 25 datos para una concentración de 0.5% y 25 datos para una concentración de 1.0%, estos se trataron por separados de la misma manera, sumando los errores y los aciertos obtenidos, por lo que los resultados fueron analizados estadísticamente mediante tablas (Ver Anexo N° 5) para el test triangular a un nivel de significancia de $p = 0.05$, con respecto al mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas; entre el vino clarificado con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a las mismas concentraciones.

Por lo que tenemos las siguientes hipótesis:

La hipótesis nula (H_0) es:

El color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% ó 1.0%, es igual al color del vino clarificado con Bentonita USP al 0.5% ó 1.0%. Por lo tanto no hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son menores o iguales al mínimo de juicios correctos según tabla.

La hipótesis alternativa (H_a) es:

El color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% ó 1.0%, es

diferente al color del vino clarificado con Bentonita USP al 0.5% ó 1.0%. Por lo tanto hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son mayores al mínimo de juicios correctos según tabla.

4.4.6 Análisis estadístico de la Intensidad de Color:

El análisis estadístico que se presenta en este trabajo de investigación corresponde a un modelo totalmente al azar, de factorial de dos factores o factorial de dos por dos, en donde la variable dependiente es la intensidad de color.

Como el objetivo es evaluar la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera frente a un patrón que es la Bentonita USP a dos concentraciones 0.5% y 1.0% cada una, para ello se le establece la intensidad de color como factor importante en cuanto a la remoción de las partículas suspendidas en el vino, determinando la intensidad del color por el método Gloríes. Y se plantean las hipótesis de trabajo, para realizar un análisis de varianza (ANOVA).

- Arreglo completamente al azar factorial 2x2: ₍₁₀₎

Factores bajo estudio:

Tipo de material: Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP

Concentración: 0.5% y 1.0%

Cuadro N° 7: Modo de planteamiento de los resultados de la Intensidad de Color (IC) para el análisis estadístico por ANOVA.

		Concentraciones				
		0.5 %		1.0 %		
Tipo de Material	Arcilla Suchitoto / Cinquera	Resultados de la Intensidad de Color para Arcilla Suchitoto / Cinquera 0.5%	Sumatoria de los resultados de la Intensidad de Color para Arcilla Suchitoto / Cinquera 0.5% (W)	Resultados de la Intensidad de Color para Arcilla Suchitoto / Cinquera 1.0%	Sumatoria de los resultados de la Intensidad de Color para Arcilla Suchitoto / Cinquera 1.0% (Y)	Sumatoria de W+Y (C)
	Bentonita USP	Resultados de la Intensidad de Color para Bentonita USP 0.5%	Sumatoria de los resultados de la Intensidad de Color para Bentonita USP 0.5% (X)	Resultados de la Intensidad de Color para Bentonita USP 1.0%	Sumatoria de los resultados de la Intensidad de Color para Bentonita USP 1.0% (Z)	Sumatoria de X+Z (D)
			Sumatoria de W+X (A)		Sumatoria de Y+Z (B)	Sumatoria de C+D ò A+B

- Planteamiento de las hipótesis estadísticas:

Para el tipo de material:

La hipótesis nula (H_0) es:

Es igual clarificar el vino con Bentonita USP, que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

No es igual clarificar el vino con Bentonita USP, que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} .

Para la concentración:

La hipótesis nula (H_0) es:

Es igual clarificar el vino a una concentración del 0.5 %, que clarificarlo a una concentración del 1.0 %; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

No es igual clarificar el vino a una concentración del 0.5 %, que clarificarlo a una concentración del 1.0 %; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} .

Para la interacción:

La hipótesis nula es:

No hay diferencia significativa entre clarificar el vino con Bentonita USP a cualquier concentración (0.5% ó 1.0%), que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera a cualquier concentración (0.5 % ó 1.0%); para esto la $F_{\text{Experimental}}$ menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

Hay diferencia significativa entre clarificar el vino con Bentonita USP a cualquier concentración (0.5% ó 1.0%), que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera a cualquier concentración (0.5 % ó 1.0%); para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} .

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Resultados de la determinación de plomo, cromo y hierro en la arcilla de Suchitoto/Cinquera.

La razón de la atención que reciben los metales pesados, se debe a su enorme impacto medio – ambiental. Se trata de elementos acumulativos y no biodegradables: algunos de ellos son esenciales a bajas concentraciones, y tóxicos cuando estas últimas superan cierta concentración. Ya que el vino será expuesto directamente a la arcilla Suchitoto/Cinquera, es de suma importancia saber la cantidad de estos metales contiene y así determinar si superan las concentraciones toxicas para los seres humanos.

Después de haber realizado los análisis de la arcilla de Suchitoto/Cinquera, en el laboratorio de servicios analíticos de PROCAFE, en cuanto a la cantidad de Cromo, Plomo y Hierro, los resultados obtenidos fueron los siguientes (Ver Anexo N° 6):

Concentración de Plomo: 0.72 mg/Kg

Concentración de Cromo: 0.76 mg/Kg

Concentración de Hierro: 3.06 % = 30600 mg/Kg

Los límites permitidos de estos metales pesados en suelos agrícolas son:

Para Plomo ⁽²⁾: 70 mg/Kg

Para Cromo ⁽²⁾: 64 mg/Kg

Para Hierro: Según tabla de interpretación de resultados de análisis de suelos de PROCAFE, el nivel óptimo es de 20 a 95 mg/Kg, un nivel bajo es menor a 20 mg/Kg y un nivel excesivo es mayor a 95 mg/Kg.

Por lo que los niveles de plomo y cromo están dentro de los límites permisibles para suelos agrícolas, mientras que el hierro está en un nivel excesivo.

Como ya se mencionó anteriormente, es necesario determinar si la arcilla de Suchitoto/Cinquera es nociva para la utilización como agente clarificante en el vino de *Hibiscus sabdariffa*, ya que no existen leyes en El Salvador que regulen la cantidad de metales pesados en vinos, nos basamos en normativas españolas⁽¹⁶⁾, en cuanto a la cantidad permisible de plomo, cromo y hierro en vino, por lo que tenemos:

Para Plomo: 1.0 – 100 µg/L (0.001 – 0.1 mg/L)

Para Cromo: 3.0 – 65 µg/L (0.003 – 0.065 mg/L)

Para Hierro: 0.6 – 6 mg/L

Ya que el análisis no se hizo en el vino, sino en la arcilla, calculamos la máxima cantidad de estos metales a la que puede ser expuesto este, suponiendo que el 100% del metal es traspasado durante la clarificación, por medio de la arcilla de Suchitoto/Cinquera (Ver Anexo N° 18).

Por lo que tenemos los siguientes resultados:

– Para el plomo:

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% = 0.0036 mg/L

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0% = 0.0072 mg/L

Limite permisible de plomo en vino = 0.001 – 0.1 mg/L

Por lo tanto, la cantidad de plomo a la que puede ser expuesto el vino de Rosa de Jamaica durante la clarificación, no excede los límites de plomo a ninguna de las dos concentraciones utilizadas en este estudio.

- Para el cromo:

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% = 0.0038 mg/L

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0% = 0.0076 mg/L

Límite permisible de cromo en vino = 0.003 – 0.065 mg/L

Por lo tanto, la cantidad de cromo a la que puede ser expuesto el vino de Rosa de Jamaica durante la clarificación, no excede los límites de cromo a ninguna de las dos concentraciones utilizadas en este estudio.

- Para el hierro:

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% = 153 mg/L

Con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0% = 306 mg/L

Límite permisible de hierro en vino = 0.6 – 6 mg/L

Por lo tanto, la cantidad de hierro a la que puede ser expuesto el vino de Rosa de Jamaica durante la clarificación, excede los límites de hierro a las dos concentraciones utilizadas en este estudio. Pero el efecto que el hierro produce no es altamente tóxico, sino que únicamente produce un color y sabor desagradable en el agua₍₄₎, según la EPA, por eso lo clasifica como un contaminante secundario. Cabe mencionar que el vino obtenido no presentó ninguna de estas alteraciones organolépticas.

5.2 Análisis físicos y químicos previos a la clarificación

Estos resultados servirán para la comparación de los diferentes parámetros medidos antes y después de clarificar el vino de *Hibiscus sabdariffa*. Para los ejemplos de cálculos de cada uno de los parámetros medidos previos a la clarificación (Ver Anexo N° 19).

5.2.1 Resultados para los análisis de Intensidad de Color (IC).

Cuadro N° 8: Resultados de la intensidad de color del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	Absorbancia a 420 nm	Absorbancia a 520 nm	Absorbancia a 620 nm	IC
1	3,150	3,193	2,175	8,518
2	3,154	3,183	2,225	8,562
3	3,092	3,117	2,261	8,470
4	3,092	3,117	2,263	8,472
5	3,092	3,135	2,434	8,661
6	3,084	3,135	2,431	8,650
Promedio				8,556

– Discusión de resultados:

Este parámetro se midió previo a la clarificación, para observar la variación de la Intensidad de Color, luego de utilizar la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP como agentes clarificantes del vino de *Hibiscus sabdariffa*.

5.2.2 Resultados para los análisis de pH.

Cuadro N° 9: Resultados de pH del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	pH
1	3,67
2	3,68
3	3,63
4	3,62
5	3,72
6	3,71
Promedio	3,67

- **Discusión de resultados:**

Este es uno de los parámetros más importantes en el control de un vino, ya que puede ser causa tanto de problemas en la clarificación como problemas microbianos. Además se hizo este análisis para detectar si es afectado por la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, luego de clarificado el vino de *Hibiscus sabdariffa*.

5.2.3 Resultados de los análisis del porcentaje de acidez total.

Cuadro N° 10: Resultados del porcentaje de acidez total del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	Volumen NaOH gastado (mL)	% Acidez Total	Promedio % Acidez Total
1	0,4	0,29	0,29
	0,4	0,29	
2	0,4	0,29	0,29
	0,4	0,29	
3	0,3	0,22	0,25
	0,4	0,29	
4	0,3	0,22	0,22
	0,3	0,22	
5	0,5	0,36	0,33
	0,4	0,29	
6	0,5	0,36	0,33
	0,4	0,29	
Promedio			0,28

- Discusión de resultados:

Este porcentaje de acidez total del vino está expresado en forma de ácido tartárico. Mientras más bajo es el pH, el porcentaje de acidez total será mayor. Por lo que es un parámetro utilizado para medir los ácidos orgánicos no disociados presentes en el vino antes de clarificar; y servirá para determinar si se ve afectado por los agentes clarificantes que se utilizarán, como la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP en el vino de *Hibiscus sabdariffa*.

5.2.4 Resultados de los análisis de grados brix.

Cuadro N° 11: Resultados de los grados brix del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	Grados Brix
1	13,0
2	13,0
3	13,5
4	13,5
5	14,0
6	13,5
Promedio	13,4

– Discusión de resultados:

Se midieron grados brix previos a la clarificación con el objetivo de determinar si la arcilla de Suchitoto/Cinquera o la Bentonita USP, que son los agentes clarificantes, alteran los gramos de sacarosa presentes en el vino de *Hibiscus sabdariffa*, luego de la clarificación.

5.2.5 Resultados de los análisis de anhídrido sulfuroso total.

Cuadro N° 12: Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	Volumen I ₂ gastado (mL)	mg/L SO ₂ Total	Promedio mg/L SO ₂ Total
1	0,3	19,2	19,2
	0,3	19,2	
2	0,2	12,8	16,0
	0,3	19,2	
3	0,2	12,8	16,0
	0,3	19,2	
4	0,3	19,2	19,2
	0,3	19,2	
5	0,3	19,2	19,2
	0,3	19,2	
6	0,3	19,2	19,2
	0,3	19,2	
Promedio			18,1

- Discusión de resultados:

Este parámetro se midió con el objetivo de determinar si previo a la clarificación, el vino tenía una cantidad adecuada de anhídrido sulfuroso, para que durante el proceso de clarificación no existieran problemas microbianos; además para establecer que anhídrido sulfuroso luego de la etapa de clarificación sigue ejerciendo su acción antiséptica en el vino de *Hibiscus sabdariffa*, clarificado con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP.

5.2.6 Resultados de los análisis de grado alcohólico.

Cuadro N° 13: Resultados del grado alcohólico del vino de *Hibiscus sabdariffa* previos a la clarificación.

Fermentación	η Experimental	T (°C)	$\eta_{20\text{ °C}}$	Grado Alcohólico
1	1,333	25,4	1,33516	4,32
2	1,333	25,3	1,33512	4,32
3	1,333	25,3	1,33512	4,32
4	1,333	25,4	1,33516	4,32
5	1,333	25,2	1,33520	4,47
6	1,333	25,3	1,33520	4,47
Promedio				4,37

- Discusión de resultados:

Este es un parámetro medido para determinar, si los agentes clarificantes no alteran el grado alcohólico, luego de que el vino de *Hibiscus sabdariffa* fue clarificado con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP.

Para tener una vista más clara acerca de los resultados, se muestra un cuadro resumen en el cual se abarcan todos los parámetros medidos en las 6 fermentaciones con sus respectivos valores.

Cuadro N° 14: Cuadro resumen de los parámetros medidos previos a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa*.

Fermentación	Índice de Color	pH	Porcentaje Acidez Total	Grados Brix	Anhídrido Sulfuroso Total (mg/L)	Grado Alcohólico
1	8,518	3,67	0,29	13,0	19,2	4,32
2	8,562	3,68	0,29	13,0	16,0	4,32
3	8,470	3,63	0,25	13,5	16,0	4,32
4	8,472	3,62	0,22	13,5	19,2	4,32
5	8,661	3,72	0,33	14,0	19,2	4,47
6	8,650	3,71	0,33	13,5	19,2	4,47
Promedio	8,556	3,67	0,28	13,4	18,1	4,37

5.3 Análisis físicos y químicos posteriores a la clarificación

Estos resultados fueron obtenidos con los siguientes tiempo de clarificación: para arcilla de Suchitoto/Cinquera 21 días de clarificación y para Bentonita USP 14 días de clarificación, esto debido que la Bentonita USP sedimentó con mayor rapidez que la arcilla de Suchitoto/Cinquera, entonces se optó por darle a esta mayor tiempo de clarificación, hasta que las partículas sedimentaran completamente. Para los ejemplos de cálculos de cada uno de los parámetros medidos posteriores a la clarificación (Ver Anexo N° 20).

5.3.1 Resultados para los análisis de Intensidad de Color (IC).

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 15: Resultados de la intensidad de color del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Absorbancia a 420 nm	Absorbancia a 520 nm	Absorbancia a 620 nm	IC	Promedio IC
1	1	3,311	2,854	0,903	7,068	7,111
	2	3,325	2,904	0,925	7,154	
2	3	3,330	2,876	0,959	7,165	7,137
	4	3,325	2,822	0,962	7,109	
3	5	3,325	2,892	0,918	7,135	7,176
	6	3,369	2,903	0,945	7,217	
4	7	3,325	2,908	0,936	7,169	7,140
	8	3,311	2,857	0,943	7,111	
5	9	2,984	3,076	1,030	7,090	7,169
	10	2,997	3,063	1,188	7,248	
6	11	2,990	3,135	1,106	7,231	7,221
	12	2,997	3,109	1,104	7,210	
Promedio						7,159

- Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro Nº 16: Resultados de la intensidad de color del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Absorbancia a 420 nm	Absorbancia a 520 nm	Absorbancia a 620 nm	IC	Promedio IC
1	1	3,068	1,371	0,349	4,788	4,936
	2	3,084	1,588	0,411	5,083	
2	3	3,092	1,591	0,398	5,081	5,115
	4	3,183	1,517	0,449	5,149	
3	5	3,183	1,659	0,425	5,267	5,253
	6	3,173	1,636	0,429	5,238	
4	7	3,183	1,637	0,417	5,237	5,232
	8	3,173	1,612	0,441	5,226	
5	9	2,872	1,597	0,390	4,859	4,901
	10	2,887	1,653	0,403	4,943	
6	11	2,887	1,727	0,450	5,064	4,969
	12	2,867	1,600	0,406	4,873	
Promedio						5,068

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro Nº 17: Resultados de la intensidad de color del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Absorbancia a 420 nm	Absorbancia a 520 nm	Absorbancia a 620 nm	IC	Promedio IC
1	1	3,193	2,940	0,679	6,812	6,803
	2	3,163	2,965	0,666	6,794	
2	3	3,024	3,012	0,610	6,646	6,699
	4	3,171	2,967	0,614	6,752	
3	5	2,965	2,480	0,770	6,215	6,103
	6	2,947	2,359	0,685	5,991	
4	7	2,959	2,405	0,748	6,112	6,115
	8	2,973	2,410	0,734	6,117	
5	9	2,997	2,872	0,880	6,749	6,758
	10	2,971	2,893	0,902	6,766	
6	11	2,984	2,877	0,880	6,741	6,729
	12	2,987	2,867	0,871	6,716	
Promedio						6,535

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro N° 18: Resultados de la intensidad de color del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Absorbancia a 420 nm	Absorbancia a 520 nm	Absorbancia a 620 nm	IC	Promedio IC
1	1	2,987	0,947	0,218	4,152	4,171
	2	2,990	0,977	0,222	4,189	
2	3	3,004	1,031	0,244	4,279	4,250
	4	2,990	0,994	0,237	4,221	
3	5	2,799	1,079	0,245	4,123	4,183
	6	2,816	1,168	0,258	4,242	
4	7	2,825	1,176	0,282	4,283	4,311
	8	2,830	1,219	0,290	4,339	
5	9	2,812	1,110	0,260	4,182	4,153
	10	2,799	1,090	2,234	4,123	
6	11	2,808	1,086	2,246	4,140	4,072
	12	2,779	0,997	0,228	4,004	
Promedio						4,190

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados de la Intensidad de Color, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 19: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* de la Intensidad de Color.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/ Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/ Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	8,518	7,111	4,936	6,803	4,171
2	8,562	7,137	5,115	6,699	4,250
3	8,470	7,176	5,253	6,103	4,183
4	8,472	7,140	5,232	6,115	4,311
5	8,661	7,169	4,901	6,758	4,153
6	8,650	7,221	4,969	6,729	4,072
Promedio	8,556	7,159	5,068	6,535	4,190

- Discusión de resultados:

Claramente se observa una disminución en la intensidad de color, ya que hubo una disminución de 16.3% con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, una disminución de 40.8% con Bentonita USP al 0.5%, mientras que hubo una disminución de 26.3% con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0% y una disminución de 51.0% con Bentonita USP al 1.0% con respecto al valor inicial de intensidad de color previo a la clarificación. Esta disminución se debe a que las partículas suspendidas posteriores a la fermentación como fenoles, proteínas, antocianinas y otras, están cargadas positivamente y se adsorben en la superficie de las partículas laminares del agente clarificante, que se cargan negativamente entre la estructura laminar luego de la activación por 24 horas, es por esto que con la Bentonita USP se obtuvieron mejores resultados a las dos concentraciones en estudio, ya que contiene mayor superficie de contacto, al contrario de la arcilla Suchitoto/Cinquera, ya que sobre las placas laminares se observan unas partículas con forma esféricas e irregulares que no permiten que las partículas positivas se adhieran porque estos espacios ya están ocupados, impidiendo que la intensidad de color disminuya y que la arcilla Suchitoto/Cinquera no clarifique eficientemente como lo hace la Bentonita USP.

5.3.1.1 Análisis estadístico de la Intensidad de Color ⁽¹⁰⁾

A continuación se muestra un cuadro, en el cual se presenta un resumen de los resultados de la intensidad de color obtenidos posteriores a la clarificación, los

cuales serán tratados estadísticamente por medio de un análisis estadístico de un factorial de 2x2 por el método de ANOVA.

Cuadro N° 20: Resultados de la intensidad de color para el análisis estadístico de la arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a las concentraciones de 0.5 y 1.0 %.

		Concentraciones						
		0.5 %			1.0 %			
Tipo de Material	Arcilla Suchitoto Cinquera	7,111	7,137	42,954	6,803	6,699	39,207	82,161
		7,176	7,140		6,103	6,115		
		7,169	7,221		6,758	6,729		
	Bentonita USP	4,936	5,115	30,406	4,171	4,250	25,140	55,546
		5,253	5,232		4,183	4,311		
		5,901	4,969		4,153	4,072		
			73,360			64,347	137,707	

Luego de hacer los cálculos estadísticos correspondientes al los resultados de la intensidad de color posteriores a la clarificación (Ver Anexo N° 21), a continuación se muestra un cuadro resumen de las diferentes fuentes de variación con los parámetros necesarios para determinar la significancia que hay entre el vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera del vino clarificado con Bentonita USP a las dos concentraciones utilizadas en el estudio, por medio de la “F” tanto la experimental como la de tabla.

Cuadro N° 21: Análisis de ANOVA para la intensidad de color.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F Experimental
Material	26.236	1	26.236	194.341
Concentración	3.385	1	3.385	25.074
Interacción	3.375	1	3.375	25.000
Error	2.709	20	0.135	
Total	35.705	23		

- Valor de la “F” en tabla:

Este valor se encuentra en las tablas de distribución de la “F” al 0.05 de significancia (Ver Anexo N° 22), interpolando para cada uno de los grados de libertad de la fuente de variación con los grados de libertad del error.

Por lo tanto, los numeradores serán los grados de libertad del tipo de material, la concentración y la interacción que es 1 para cada uno, y el denominador serán los grados de libertad del error que son 20, entonces buscamos en la tabla y encontramos el valor de $F_{\text{Experimental}}$ que será el mismo para las tres fuentes de variación ya que las tres tienen los mismos grados de libertad.

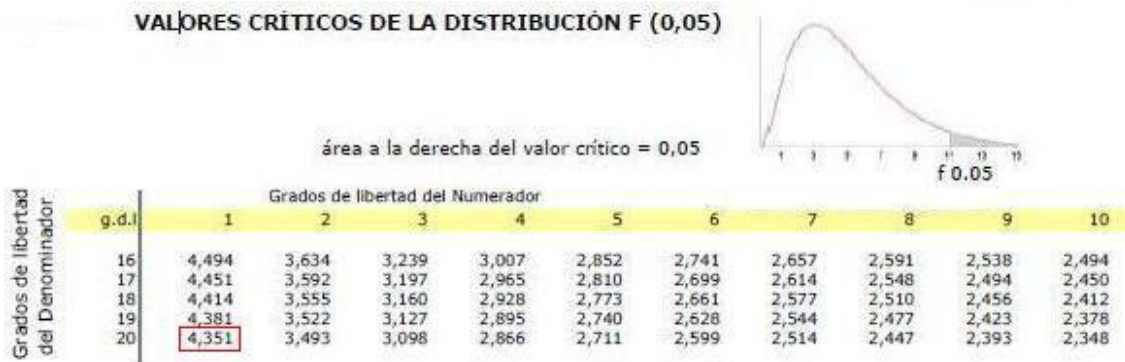


Fig N° 1: Forma de interpolación para el valor de F, para un denominador de 20 (tipo de material, concentración e interacción) y un numerador de 1 (error).

Por lo tanto tenemos que la F experimental para las tres fuentes de variación (tipo de material, concentración e interacción) es:

$$F_{0.05, 1 \ 20} = F_{\text{Tabla}} = 4.351$$

- Interpretación del análisis estadístico:

Para el tipo de material se habían planteado las siguientes hipótesis estadísticas:

La hipótesis nula (H_0) es:

Es igual clarificar el vino con Bentonita USP, que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

No es igual clarificar el vino con Bentonita USP, que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} .

Por lo que se descarta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alternativa, que dice que hay diferencia significativa utilizar como agente clarificante la Bentonita USP; que la arcilla de Suchitoto/Cinquera, ya que la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} ($194.341 > 4.351$).

Para la concentración se habían planteado las siguientes hipótesis estadísticas:

La hipótesis nula (H_0) es:

Es igual clarificar el vino a una concentración del 0.5 %, que clarificarlo con una concentración del 1.0 %; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

No es igual clarificar el vino a una concentración del 0.5 %, que clarificarlo con una concentración del 1.0 %; para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor que a la F_{Tabla} .

Por lo que se descarta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alternativa, que dice que hay diferencia significativa utilizar una concentración de 0.5%; que una concentración de 1.0%, ya que la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} ($25.074 > 4.351$).

Para la Interacción se habían planteado las siguientes hipótesis estadísticas:

La hipótesis nula es:

No hay diferencia significativa entre clarificar el vino con Bentonita USP a cualquier concentración (0.5% ó 1.0%), que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera a cualquier concentración (0.5 % ó 1.0%); para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es menor o igual a la F_{Tabla} .

La hipótesis alternativa (H_a) es:

Hay diferencia significativa entre clarificar el vino con Bentonita USP a cualquier concentración (0.5% ó 1.0%), que clarificarlo con arcilla Suchitoto/Cinquera a cualquier concentración (0.5 % ó 1.0%); para esto la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} .

Por lo que se descarta la hipótesis nula y se toma la hipótesis alternativa, que dice que hay diferencia significativa utilizar como agente clarificante la Bentonita USP a una concentración de 0.5% y 1.0%; que la arcilla de Suchitoto/Cinquera una concentración de 0.5% y 1.0%, ya que la $F_{\text{Experimental}}$ es mayor a la F_{Tabla} ($25.000 > 4.351$).

5.3.2 Resultados para los análisis de pH.

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 22: Resultados de pH del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	pH	Promedio de pH
1	1	2,91	2,92
	2	2,92	
2	3	2,92	2,91
	4	2,90	
3	5	2,85	2,83
	6	2,80	
4	7	2,82	2,82
	8	2,82	
5	9	2,86	2,85
	10	2,84	
6	11	2,86	2,86
	12	2,86	
Promedio			2,87

– Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro N° 23: Resultados de pH del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	pH	Promedio de pH
1	1	2,94	2,93
	2	2,92	
2	3	2,93	2,93
	4	2,93	
3	5	2,82	2,82
	6	2,81	
4	7	2,82	2,82
	8	2,81	
5	9	2,89	2,89
	10	2,87	
6	11	2,87	2,88
	12	2,88	
Promedio			2,88

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro N° 24: Resultados de pH del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	pH	Promedio de pH
1	1	2,93	2,94
	2	2,95	
2	3	2,95	2,96
	4	2,96	
3	5	2,85	2,82
	6	2,78	
4	7	2,78	2,79
	8	2,79	
5	9	2,87	2,88
	10	2,88	
6	11	2,87	2,87
	12	2,87	
Promedio			2,88

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro N° 25: Resultados de pH del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	pH	Promedio de pH
1	1	2,88	2,89
	2	2,90	
2	3	2,93	2,91
	4	2,89	
3	5	2,85	2,82
	6	2,79	
4	7	2,80	2,80
	8	2,79	
5	9	2,89	2,88
	10	2,88	
6	11	2,90	2,91
	12	2,92	
Promedio			2,87

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados de pH, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 26: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* de pH.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/ Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/ Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	3,67	2,92	2,93	2,94	2,89
2	3,68	2,91	2,93	2,96	2,91
3	3,63	2,83	2,82	2,82	2,82
4	3,62	2,82	2,82	2,79	2,80
5	3,72	2,85	2,89	2,88	2,89
6	3,71	2,86	2,88	2,87	2,91
Promedio	3,67	2,87	2,88	2,88	2,87

- Discusión de resultados:

Hubo una disminución del pH en el vino de Rosa de Jamaica clarificado con respecto al no clarificado, posiblemente debido a 2 razones: 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 le 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.

Este es un parámetro que se rectificó con una cantidad suficiente de bicarbonato de sodio, para poder ajustar a un valor de pH entre 3.5 y 4.0 que es el valor normal para un vino.

5.3.3 Resultados de los análisis del porcentaje de acidez total.

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 27: Resultados del porcentaje de acidez total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Volumen NaOH gastado (mL)	Promedio del Volumen NaOH gastado (mL)	% Acidez Total	Promedio % Acidez Total
1	1	0,7	0,65	0,47	0,47
		0,6			
	2	0,8	0,65	0,47	
		0,5			
2	3	0,6	0,55	0,40	0,38
		0,5			
	4	0,5	0,50	0,36	
		0,5			
3	5	0,6	0,60	0,44	0,44
		0,6			
	6	0,6	0,60	0,44	
		0,6			
4	7	0,7	0,65	0,47	0,47
		0,6			
	8	0,6	0,65	0,47	
		0,7			
5	9	0,7	0,60	0,44	0,42
		0,5			
	10	0,6	0,55	0,40	
		0,5			
6	11	0,5	0,50	0,36	0,42
		0,5			
	12	0,6	0,65	0,47	
		0,7			
Promedio					0,43

- Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro N° 28: Resultados del porcentaje de acidez total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Volumen NaOH gastado (mL)	Promedio del Volumen NaOH gastado (mL)	% Acidez Total	Promedio % Acidez Total
1	1	0,7	0,65	0,47	0,47
		0,6			
	2	0,7	0,65	0,47	
		0,6			
2	3	0,6	0,60	0,44	0,45
		0,6			
	4	0,7	0,65	0,47	
		0,6			
3	5	0,6	0,60	0,44	0,47
		0,6			
	6	0,7	0,70	0,51	
		0,7			
4	7	0,7	0,70	0,51	0,47
		0,7			
	8	0,6	0,60	0,44	
		0,6			
5	9	0,6	0,55	0,40	0,40
		0,5			
	10	0,6	0,55	0,40	
		0,5			
6	11	0,5	0,45	0,33	0,36
		0,4			
	12	0,6	0,55	0,40	
		0,5			
Promedio					0,44

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro N° 29: Resultados del porcentaje de acidez total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Volumen NaOH gastado (mL)	Promedio del Volumen NaOH gastado (mL)	% Acidez Total	Promedio % Acidez Total
1	1	0,7	0,65	0,47	0,44
		0,6			
	2	0,6	0,55	0,40	
		0,5			
2	3	0,7	0,65	0,47	0,49
		0,6			
	4	0,8	0,70	0,51	
		0,6			
3	5	0,5	0,50	0,36	0,40
		0,5			
	6	0,6	0,60	0,44	
		0,6			
4	7	0,5	0,50	0,36	0,36
		0,5			
	8	0,5	0,50	0,36	
		0,5			
5	9	0,8	0,75	0,54	0,47
		0,7			
	10	0,6	0,55	0,40	
		0,5			
6	11	0,6	0,65	0,47	0,45
		0,7			
	12	0,6	0,60	0,44	
		0,6			
Promedio					0,44

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro N° 30: Resultados del porcentaje de acidez total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Volumen NaOH gastado (mL)	Promedio del Volumen NaOH gastado (mL)	% Acidez Total	Promedio % Acidez Total
1	1	0,7	0,70	0,51	0,51
		0,7			
	2	0,7	0,70	0,51	
		0,7			
2	3	0,7	0,65	0,47	0,45
		0,6			
	4	0,6	0,60	0,44	
		0,6			
3	5	0,4	0,45	0,33	0,36
		0,5			
	6	0,5	0,55	0,40	
		0,6			
4	7	0,4	0,45	0,33	0,33
		0,5			
	8	0,5	0,45	0,33	
		0,4			
5	9	0,5	0,50	0,36	0,42
		0,5			
	10	0,6	0,65	0,47	
		0,7			
6	11	0,7	0,65	0,47	0,51
		0,6			
	12	0,8	0,75	0,54	
		0,7			
Promedio					0,43

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados del porcentaje de acidez total, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 31: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* del porcentaje de acidez total.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/ Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/ Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	0,29	0,47	0,47	0,44	0,51
2	0,29	0,38	0,45	0,49	0,45
3	0,25	0,44	0,47	0,40	0,36
4	0,22	0,47	0,47	0,36	0,33
5	0,33	0,42	0,40	0,47	0,42
6	0,33	0,42	0,36	0,45	0,51
Promedio	0,28	0,43	0,44	0,44	0,43

- Discusión de resultados:

Cabe mencionar que el valor normal del porcentaje de acidez total no debe de exceder de 0.61%, por lo que los resultados obtenidos están dentro de este límites. 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.

5.3.4 Resultados de los análisis de grados brix.

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 32: Resultados de grados brix del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Grados Brix	Promedio de Grados Brix
1	1	11,5	11,25
	2	11,0	
2	3	11,0	11,00
	4	11,0	
3	5	9,5	10,00
	6	10,5	
4	7	10,0	9,75
	8	9,5	
5	9	10,0	10,75
	10	11,5	
6	11	11,5	11,25
	12	11,0	
Promedio			10,67

– Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro N° 33: Resultados de grados brix del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Grados Brix	Promedio de Grados Brix
1	1	11,0	11,00
	2	11,0	
2	3	11,5	11,25
	4	11,0	
3	5	10,5	9,75
	6	9,0	
4	7	10,0	9,75
	8	9,5	
5	9	11,0	11,00
	10	11,0	
6	11	11,5	11,25
	12	11,0	
Promedio			10,67

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro Nº 34: Resultados de grados brix del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Grados Brix	Promedio de Grados Brix
1	1	9,0	9,00
	2	9,0	
2	3	9,5	9,00
	4	8,5	
3	5	10,0	9,25
	6	8,5	
4	7	9,5	9,25
	8	9,0	
5	9	8,5	9,00
	10	9,5	
6	11	8,5	8,75
	12	9,0	
Promedio			9,04

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro Nº 35: Resultados de grados brix del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Grados Brix	Promedio de Grados Brix
1	1	10,0	9,75
	2	9,5	
2	3	10,5	10,25
	4	10,0	
3	5	10,0	9,25
	6	8,5	
4	7	9,0	8,75
	8	8,5	
5	9	9,0	9,00
	10	9,0	
6	11	10,0	9,25
	12	8,5	
Promedio			9,38

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados de grados brix, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 36: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* de grados brix.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/ Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/ Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	13,0	11,25	11,00	9,00	9,75
2	13,0	11,00	11,25	9,00	10,25
3	13,5	10,00	9,75	9,25	9,25
4	13,5	9,75	9,75	9,25	8,75
5	14,0	10,75	11,00	9,00	9,00
6	13,5	11,25	11,25	8,75	9,25
Promedio	13,4	10,67	10,67	9,04	9,38

- Discusión de resultados:

Durante la clarificación del vino, se adhieren partículas en suspensión sobre la superficie del agente clarificante, estas ocupan un determinado volumen, por lo que al ser eliminadas, el volumen del vino disminuye, y posiblemente es debido a esto que los grados brix aumentaron, ya que los azúcares se encuentran en un menor volumen de vino, encontrándose menos disueltos.

5.3.5 Resultados de los análisis de anhídrido sulfuroso total.

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 37: Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Volumen I ₂ gastado (mL)	Promedio del Volumen I ₂ gastado (mL)	mg/L SO ₂ Total	Promedio mg/L SO ₂ Total
1	1	0,5	0,55	35,2	38,4
		0,6			
	2	0,7	0,65	41,6	
		0,6			
2	3	0,7	0,65	41,6	38,4
		0,6			
	4	0,6	0,55	35,2	
		0,5			
3	5	0,5	0,50	32,0	36,8
		0,5			
	6	0,6	0,65	41,6	
		0,7			
4	7	0,5	0,50	32,0	33,6
		0,5			
	8	0,5	0,55	35,2	
		0,6			
5	9	0,7	0,70	44,8	41,6
		0,7			
	10	0,6	0,60	38,4	
		0,6			
6	11	0,5	0,60	38,4	36,8
		0,7			
	12	0,6	0,55	35,2	
		0,5			
Promedio					37,6

- Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro N° 38: Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	Volumen I ₂ gastado (mL)	Promedio del Volumen I ₂ gastado (mL)	mg/L SO ₂ Total	Promedio mg/L SO ₂ Total
1	1	1,0	1,05	67,2	60,8
		1,1			
	2	0,8	0,85	54,4	
		0,9			
2	3	0,7	0,65	41,6	35,2
		0,6			
	4	0,4	0,45	28,8	
		0,5			
3	5	0,5	0,55	35,2	43,2
		0,6			
	6	0,7	0,80	51,2	
		0,9			
4	7	0,7	0,75	48,0	40,0
		0,8			
	8	0,5	0,50	32,0	
		0,5			
5	9	0,9	0,85	54,4	54,4
		0,8			
	10	0,9	0,85	54,4	
		0,8			
6	11	1,1	1,00	64,0	62,4
		0,9			
	12	0,9	0,95	60,8	
		1,0			
Promedio					49,3

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro N° 39: Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Volumen I ₂ gastado (mL)	Promedio del Volumen I ₂ gastado (mL)	mg/L SO ₂ Total	Promedio mg/L SO ₂ Total
1	1	0,6	0,60	38,4	33,6
		0,6			
	2	0,4	0,45	28,8	
		0,5			
2	3	0,8	0,65	41,6	40,0
		0,5			
	4	0,5	0,60	38,4	
		0,7			
3	5	1,1	1,00	64,0	49,6
		0,9			
	6	0,6	0,55	35,2	
		0,5			
4	7	0,7	0,65	41,6	46,4
		0,6			
	8	0,9	0,80	51,2	
		0,7			
5	9	0,6	0,55	35,2	36,8
		0,5			
	10	0,6	0,60	38,4	
		0,6			
6	11	0,6	0,65	41,6	36,8
		0,7			
	12	0,5	0,50	32,0	
		0,5			
Promedio					40,5

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro N° 40: Resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	Volumen I ₂ gastado (mL)	Promedio del Volumen I ₂ gastado (mL)	mg/L SO ₂ Total	Promedio mg/L SO ₂ Total
1	1	1,0	1,00	64,0	59,2
		1,0			
	2	0,9	0,85	54,4	
		0,8			
2	3	0,8	0,85	54,4	57,6
		0,9			
	4	1,1	0,95	60,8	
		0,8			
3	5	0,7	0,80	51,2	44,8
		0,9			
	6	0,5	0,60	38,4	
		0,7			
4	7	0,6	0,60	38,4	36,8
		0,6			
	8	0,5	0,55	35,2	
		0,6			
5	9	0,9	0,80	51,2	59,2
		0,7			
	10	1,2	1,05	67,2	
		0,9			
6	11	1,1	1,00	64,0	62,4
		0,9			
	12	1,0	0,95	60,8	
		0,9			
Promedio					53,3

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados de la concentración de anhídrido sulfuroso total, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 41: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* de la concentración de anhídrido sulfuroso total.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/ Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/ Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	19,2	38,4	60,8	33,6	59,2
2	16,0	38,4	35,2	40,0	57,6
3	16,0	36,8	43,2	49,6	44,8
4	19,2	33,6	40,0	46,4	36,8
5	19,2	41,6	54,4	36,8	59,2
6	19,2	36,8	62,4	36,8	62,4
Promedio	18,1	37,6	49,3	40,5	53,3

- Discusión de resultados:

La concentración de anhídrido sulfuroso total luego de la fermentación fue de 18.1 mg/L de SO₂, pero antes de la clarificación el vino se sulfita con 60 mg/L de SO₂, por lo que la clarificación se inicia con una concentración de 78.1 mg/L de SO₂. Se observa que durante la clarificación el anhídrido sulfuroso ejerce su efecto antimicrobiano, ya que hay una disminución en la concentración significativa en cada caso. Cabe mencionar que una concentración mayor de 200 mg/L de SO₂ es nociva para consumo humano, pero este vino no sobrepasa estos límites.

En los resultados obtenidos se observan algunas fluctuaciones entre una repetición y otra de la misma fermentación, esto puede ser debido a una contaminación en los instrumentos de análisis utilizados como los erlenmeyer; o errores del analista al medir el volumen en la bureta.

5.3.6 Resultados de los análisis de grado alcohólico.

– Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%:

Cuadro N° 42: Resultados del grado alcohólico del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	H	T (°C)	$\eta_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$	Grado Alcohólico	Promedio Grado Alcohólico
1	1	1,333	25,8	1,33532	4,61	5,54
	2	1,334	25,8	1,33632	6,47	
2	3	1,334	25,9	1,33636	6,61	6,54
	4	1,334	25,8	1,33632	6,47	
3	5	1,333	25,6	1,33524	4,47	4,47
	6	1,334	25,6	1,33624	4,47	
4	7	1,333	25,6	1,33524	4,47	6,31
	8	1,335	25,6	1,33724	8,14	
5	9	1,334	25,6	1,33624	6,33	5,40
	10	1,333	25,6	1,33524	4,47	
6	11	1,333	25,6	1,33524	4,47	5,40
	12	1,334	25,6	1,33624	6,33	
Promedio						5,61

– Resultados de Bentonita USP 0.5%:

Cuadro N° 43: Resultados del grado alcohólico del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Fermentación	Repetición	H	T (°C)	$\eta_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$	Grado Alcohólico	Promedio Grado Alcohólico
1	1	1,333	25,8	1,33532	4,61	6,45
	2	1,335	25,7	1,33728	8,28	
2	3	1,334	25,8	1,33632	6,47	6,54
	4	1,334	25,9	1,33636	6,61	
3	5	1,333	25,8	1,33532	4,61	6,45
	6	1,335	25,8	1,33732	8,28	
4	7	1,334	25,8	1,33632	6,47	5,54
	8	1,333	25,7	1,33528	4,61	
5	9	1,334	25,6	1,33624	6,33	6,33
	10	1,334	25,6	1,33624	6,33	
6	11	1,334	25,7	1,33628	6,47	6,40
	12	1,334	25,6	1,33624	6,33	
Promedio						6,29

- Resultados de arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%:

Cuadro N° 44: Resultados del grado alcohólico del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	H	T (°C)	$\eta_{20\text{ °C}}$	Grado Alcohólico	Promedio Grado Alcohólico
1	1	1,334	25,8	1,33632	6,47	6,47
	2	1,334	25,7	1,33628	6,47	
2	3	1,334	25,7	1,33628	6,47	5,54
	4	1,333	25,7	1,33528	4,61	
3	5	1,333	25,8	1,33532	4,61	5,61
	6	1,334	25,9	1,33636	6,61	
4	7	1,333	26,0	1,33540	4,75	4,83
	8	1,333	26,1	1,33544	4,90	
5	9	1,334	25,8	1,33632	6,47	6,47
	10	1,334	25,8	1,33632	6,47	
6	11	1,333	25,7	1,33528	4,61	6,38
	12	1,335	25,6	1,33724	8,14	
Promedio						5,88

- Resultados de Bentonita USP 1.0%:

Cuadro N° 45: Resultados del grado alcohólico del vino de *Hibiscus sabdariffa* clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Fermentación	Repetición	H	T (°C)	$\eta_{20\text{ °C}}$	Grado Alcohólico	Promedio Grado Alcohólico
1	1	1,334	25,6	1,33624	6,33	6,40
	2	1,334	25,7	1,33628	6,47	
2	3	1,335	25,6	1,33724	8,14	6,38
	4	1,333	25,7	1,33528	4,61	
3	5	1,333	25,6	1,33524	4,47	4,54
	6	1,333	25,7	1,33528	4,61	
4	7	1,334	25,6	1,33624	6,33	5,47
	8	1,333	25,8	1,33532	4,61	
5	9	1,334	25,8	1,33632	6,47	5,54
	10	1,333	25,8	1,33532	4,61	
6	11	1,334	25,8	1,33632	6,47	6,47
	12	1,334	25,8	1,33632	6,47	
Promedio						5,80

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados del grado alcohólico, y así tener una vista más clara acerca de los resultados previos y posteriores a la clarificación, para poder compararlos de una manera más fácil y comprensible.

Cuadro N° 46: Resumen de los resultados previos y posteriores a la clarificación del vino de *Hibiscus sabdariffa* del grado alcohólico.

Fermentación	Resultados previos a la clarificación	Resultados posteriores a la clarificación			
		Arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5%	Bentonita USP 0.5%	Arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0%	Bentonita USP 1.0%
1	4,32	5,54	6,45	6,47	6,40
2	4,32	6,54	6,54	5,54	6,38
3	4,32	4,47	6,45	5,61	4,54
4	4,32	6,31	5,54	4,83	5,47
5	4,47	5,40	6,33	6,47	5,54
6	4,47	5,40	6,40	6,38	6,47
Promedio	4,37	5,61	6,29	5,88	5,80

- Discusión de resultados:

Durante la clarificación del vino, se adhieren partículas en suspensión sobre la superficie del agente clarificante, estas ocupan un determinado volumen, por lo que al ser eliminadas, el volumen del vino disminuye, y posiblemente es debido a esto que el grado alcohólico aumenta, ya que el alcohol se encuentra en un menor volumen de vino.

Este es un parámetro el cual se ajustó con alcohol etílico de 90 grados, luego de los cálculos respectivos se obtuvo un grado alcohólico de aproximadamente 10, en el vino clarificado con la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a las concentración de 0.5 y 1.0%.

5.4) Resultados del análisis sensorial por el método triangular⁽¹⁷⁾

5.4.1) Arcilla Suchitoto/Cinquera 0.5% vrs. Bentonita USP 0.5%:

Luego de realizado el análisis sensorial visual con 25 personas (Ver Anexo N° 10, Fig N° 25), para la comparación entre el vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera a una concentración de 0.5% y el vino clarificado con Bentonita USP a una concentración de 0.5% (Ver Anexo N° 10, Fig N° 23); los resultados obtenidos en las fichas fueron:

Total de Correctos = 24, Total de Incorrectos = 1

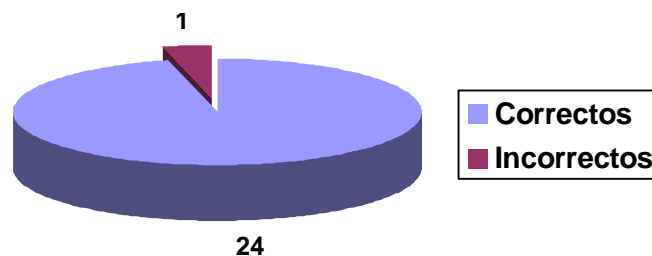


Fig N° 2: Total de aciertos y desaciertos del análisis sensorial por medio del test triangular para arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP al 0.5%.

Ahora buscamos el mínimo de juicios correctos en la tabla de significancia para el test triangular (Ver Anexo N° 5), para un número de jueces por set de 25, a un nivel de significancia de $p = 0.05$.

Cuadro N° 47: Tabla de mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas para el test triangular para el vino clarificado a una concentración de 0.5%.

Significación para el Test Triangular ($p = 1/3$)			
Numero de juicios (jueces x set)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = 0.05$	$p = 0.01$	$P = 0.001$
24	13	14	16
25	13	15	17
26	14	15	17

Por lo tanto, el mínimo de juicios correctos para 25 jueces x set, es de 13.

Por lo que con las hipótesis planteadas anteriormente:

La hipótesis nula (H_0) es: el color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, es igual al color del vino clarificado con Bentonita USP al 0.5%. Por lo tanto no hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son menores o iguales al mínimo de juicios correctos según tabla.

La hipótesis alternativa (H_a) es: el color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, es diferente al color del vino clarificado con Bentonita USP al 0.5%. Por lo tanto hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son mayores al mínimo de juicios correctos según tabla.

Descartamos la hipótesis nula y tomamos la hipótesis alternativa, ya que el número de juicios correctos obtenidos en el test triangular fue de 24, y el mínimo de juicios correctos requeridos para dictaminar que existe diferencia significativa según la tabla es de 13, por lo que decimos que hay diferencia significativa en cuanto al color entre el vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5% y el vino clarificado con Bentonita USP al 0.5%.

5.4.2) Arcilla Suchitoto/Cinquera 1.0% vrs. Bentonita USP 1.0%:

Luego de realizado el análisis sensorial visual con 25 personas (Ver Anexo N° 10, Fig No 25), para la comparación entre el vino clarificado con Arcilla de Suchitoto/Cinquera a una concentración de 1.0% y el vino clarificado con Bentonita USP a una concentración de 1.0% (Ver Anexo N° 10, Fig N° 24); los resultados obtenidos en las fichas fueron:

Total de Correctos = 24, Total de Incorrectos = 1

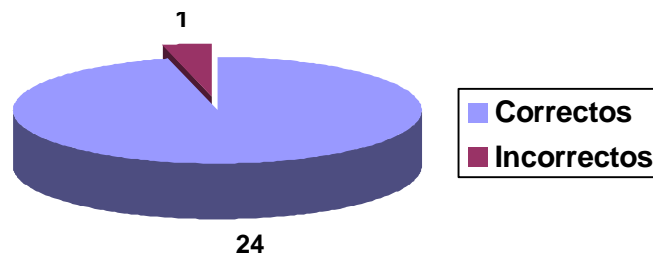


Fig N° 3: Total de aciertos y desaciertos del análisis sensorial por medio del test triangular para arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP al 1.0%.

Ahora buscamos el mínimo de juicios correctos en la tabla de significancia para el test triangular (Ver Anexo N° 5), para un número de jueces por set de 25, a un nivel de significancia de $p = 0.05$.

Cuadro N° 48: Tabla de mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas para el test triangular para el vino clarificado a una concentración de 1.0%.

Significación para el Test Triangular ($p = 1/3$)			
Numero de juicios (jueces x set)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = 0.05$	$p = 0.01$	$p = 0.001$
24	13	14	16
25	13	15	17
26	14	15	17

Por lo tanto, el mínimo de juicios correctos para 25 jueces x set, es de 13.

Por lo que con las hipótesis planteadas anteriormente:

La hipótesis nula (H_0) es: el color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0%, es igual al color del vino clarificado con Bentonita USP al 1.0%. Por lo tanto no hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son menores o iguales al mínimo de juicios correctos según tabla.

La hipótesis alternativa (H_a) es: el color del vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0%, es diferente al color del vino clarificado con Bentonita USP al 1.0%. Por lo tanto hay diferencia significativa entre el color si los juicios correctos obtenidos en el test triangular son mayores al mínimo de juicios correctos según tabla.

Descartamos la hipótesis nula y tomamos la hipótesis alternativa, ya que el número de juicios correctos obtenidos en el test triangular fue de 24, y el mínimo de juicios correctos requeridos para dictaminar que existe diferencia significativa según la tabla es de 13, por lo que decimos que hay diferencia significativa en cuanto al color entre el vino clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0% y el vino clarificado con Bentonita USP al 1.0%.

**CAPITULO VI
CONCLUSIONES**

6.0 CONCLUSIONES

1. La arcilla de Suchitoto/Cinquera tiene la capacidad de clarificar el vino de ***Hibiscus sabdariffa***, basándose en el cambio que hubo en los resultados de intensidad de color que presentó el vino antes y después de la etapa de clarificación.
2. La capacidad clarificante de la arcilla Suchitoto/Cinquera no es comparable con la capacidad clarificante de la Bentonita USP, la cual demostró ser mejor agente clarificante, demostrado por el análisis estadístico de la intensidad de color y el análisis sensorial realizado al vino clarificado.
3. 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.
4. Existe diferencia entre el color del vino de ***Hibiscus sabdariffa*** clarificado con arcilla Suchitoto/Cinquera y el de Bentonita USP, detectable organolépticamente a ambos niveles de concentración evaluados en el estudio, con una significancia del 0.05% por el método triangular.
5. La cantidad de plomo y cromo a la que puede ser expuesto el vino por medio de la arcilla Suchitoto/Cinquera durante la etapa de clarificación (suponiendo que el 100% de estos metales es transferido al vino), no exceden los límites permisibles de metales en vinos según normativas

españolas⁽¹⁶⁾, por lo que esta arcilla puede ser utilizada como agente clarificante en vinos a las concentraciones utilizadas en este estudio.

6. La cantidad de hierro a la que puede ser expuesto el vino por medio de la arcilla Suchitoto/Cinquera durante la etapa clarificación (suponiendo que el 100% de este metal es transferido al vino), excede los límites permisibles de metales en vinos (según normativas españolas⁽¹⁶⁾, ya que no existen leyes en El Salvador), aunque comparando el efecto que el hierro ejerce en el agua potable, únicamente hay una alteración en el color y el sabor del líquido, efecto que no se detectó en el vino.
7. La arcilla Suchitoto/Cinquera ejerce una alteración de los parámetros: pH, acidez total, grados brix y grado alcohólico, posiblemente por la adsorción de las partículas que se encuentran suspendidas en el vino durante la clarificación en la estructura laminar de la arcilla.
8. Teóricamente el anhídrido sulfuroso pudo ejercer eficazmente un efecto antimicrobiano, ya que la disminución de su concentración durante la clarificación del vino, indica un ataque contra los microorganismos que pudieron haberse desarrollado durante esta etapa.

**CAPITULO VII
RECOMENDACIONES**

7.0 RECOMENDACIONES

1. Investigar en futuros trabajos un método especial para tratar la arcilla de Suchitoto/Cinquera, y así eliminar las partículas esféricas e irregulares que esta posee, aumentando la pureza y por ende la capacidad clarificante, obteniendo mejores resultados en la clarificación.
2. En futuras investigaciones encontrar una concentración de arcilla de Suchitoto/Cinquera adecuada, con la cual se obtenga una mayor efectividad en la clarificación y tenga factibilidad económica, debido al comportamiento que presentaron los agentes clarificantes a los niveles de concentración evaluados en este estudio, que a mayor concentración del agente clarificante, mejores son los resultados en la clarificación.
3. Realizar estudios en distintas zonas del país, con el fin de encontrar una arcilla con una mayor abundancia de partículas laminares, para obtener mejores resultados en la clarificación y así pueda ser más efectiva como agente clarificante en la producción de vinos de frutas, ya que en El Salvador los latosoles arcillo – rojizos están ampliamente distribuidos.
4. Efectuar análisis de la migración de cromo, plomo y hierro, ya sea en la arcilla de Suchitoto/Cinquera o en el vino de Rosa de Jamaica, antes y después de la etapa de la clarificación, para determinar qué cantidad de estos metales es liberado en el vino, y así asegurar la calidad físico – química de los productos clarificados con la arcilla.

5. Realizar un análisis microbiológico general al vino clarificado, para determinar si esta dentro de rangos normales, y establecer si es apto para el consumo humano.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. AOAC (Official Methods of Analisis of the Association of Oficial Analytical Chemists), 1984, 14^a Edición, Estados Unidos.
2. Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG), 2007, Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health, en línea, consultado: 25 Septiembre de 2008, disponible en:
<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/262/>
3. Cruz Eguizabal, F.E. y otros, Evaluación de la capacidad de retención de cromo en mezclas de quitosano con arcillas de la zona de Suchitoto/ Cinquera y Texistepeque, Trabajo de graduación para optar al título de Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
4. EPA (Enviroment Protection Agency), 2008, Investigación de la corrosión, desincrustación y movilidad del Hierro, en línea, Estados Unidos, consultado: 20 Septiembre de 2008, disponible en:
http://www.epa.gov/nrmr/wswrd/cr/corr_res_iron.html
5. García Romero, E. y otros, Las arcillas: propiedades y usos, en línea, España, consultado: 7 Marzo de 2008, disponible en:
<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/Arcillas.htm>
6. González, A. y otros, ***Saccharomyces cerevisiae***, en línea, México D.F. , consultado: 2 Abril de 2008, disponible en:
http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO_20/Capitulo20.pdf

7. Hernández, M.R. , Curso de Enología para aficionados, Lección 10: La Clarificación, en línea, consultado: 7 Marzo de 2008, disponible en:
<http://www.arrakis.es/~mruizh/l10.htm>
8. López Cervantes, R. y otros, 2004, Recuperación de un suelo contaminado con plomo con el uso de ácidos fúlvicos y girasol ornamental/ Universidad Autónoma agraria Antonio Narro (UAAAN), México, en línea, consultado: 7 Octubre de 2008, disponible en:
http://www.uaaan.mx/DirInv/Resul_PI04/MEMORIA_2004/IngAgricola/RLopez.doc
9. Macek, M., Los Vinos, en línea, consultado: 9 Abril de 2008, disponible en:
<http://www.zonadiet.com/bebidas/a-vino.htm>
10. Montgomery, D.C., 2002, Diseño y Análisis de Experimentos, Editorial Limusa S.A. de C.V., 2ª. Edición, México D.F.
11. Olivero Verbel, R.E., 2006, Optimización del proceso de clarificación en la elaboración de vino de naranja criolla (*Citrus sinensis*), Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
12. Owens, C., Aplicaciones del análisis sensorial en la industria vitivinícola, en línea California, Estados Unidos, ACE Revista de Enología, consultado: 22 Marzo de 2008, disponible en:
http://www.acenologia.com/ciencia60_02.htm

13. Quique C., 2001, Levaduras y la fermentación alcohólica (II), en línea, consultado: 21 Marzo de 2008, disponible en:
<http://www.verema.com/opinamos/tribuna/articulos/levaduras02.asp>
14. Restrepo, C., 2007, Historia de la panela colombiana, su elaboración y propiedades, en línea, Colombia consultado: 11 Abril 2008, disponible en:
<http://www.historiacocina.com/paises/articulos/colombia/panela.htm>
15. Solórzano, R. y otros, 2002, Estudio de factibilidad del cultivo, procesamiento y comercialización de la rosa de jamaica, en línea/ Guatemala/ ALTERTEC INC. & SEPAGRO S.A., consultado: 7 Marzo de 2008, disponible en:
<http://www.volensamerica.org/IGM/doc/EstudioMercadeoRosaJamaica-Altartec.doc>
16. Viader, R., 2008, Metales en Vinos, Barcelona, En línea, consultado: 12 Febrero de 2009, disponible en:
http://acca.iec.cat/ficheros/noticies/fitxer1_99.pdf
17. Witting de Penna, E., 2001, Evaluación Sensorial: Una metodología actual para la tecnología de alimentos, Edición de la Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, en línea, consultado: 13 Agosto de 2008, disponible en:
http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html

18. http://www.madrimasd.org/madridporlaciencia/Feria_VIII/gestion/files/doc/actividades/12_1.pdf
Análisis de sulfuroso en mostos y vinos, en línea, consultado: 29 Abril de 2008.
19. <http://www.diccionariodelvino.com/index.php/analisis-organoleptico/>
Análisis Organoléptico, en línea, Diccionario Organoléptico, consultado: 22 Marzo de 2008.
20. <http://www.ewakulak.com/index.php?id=177&lang=en&option=content&task=view>
Caña de azúcar y la dulce panela, 2005, en línea, Colombia, Consultado: 11 Abril de 2008.
21. <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/jamaica.pdf>
Caracterización de las cadenas prioritarias e identificación de las demandas tecnológicas. Cadena Jamaica, en línea, México, consultado: 20 Abril de 2008.
22. http://www.esco/adist.com/adjunts/aula/limpidez_en_vinos.pdf
Limpidez y clarificación de los vinos, en línea, consultado: 7 Marzo de 2008.
23. http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_53.asp
Los microorganismos en la industria de los alimentos, en línea, consultado: 4 Marzo de 2008.

ANEXOS

Anexo N° 1
Mapas de la distribución pedológica de El Salvador

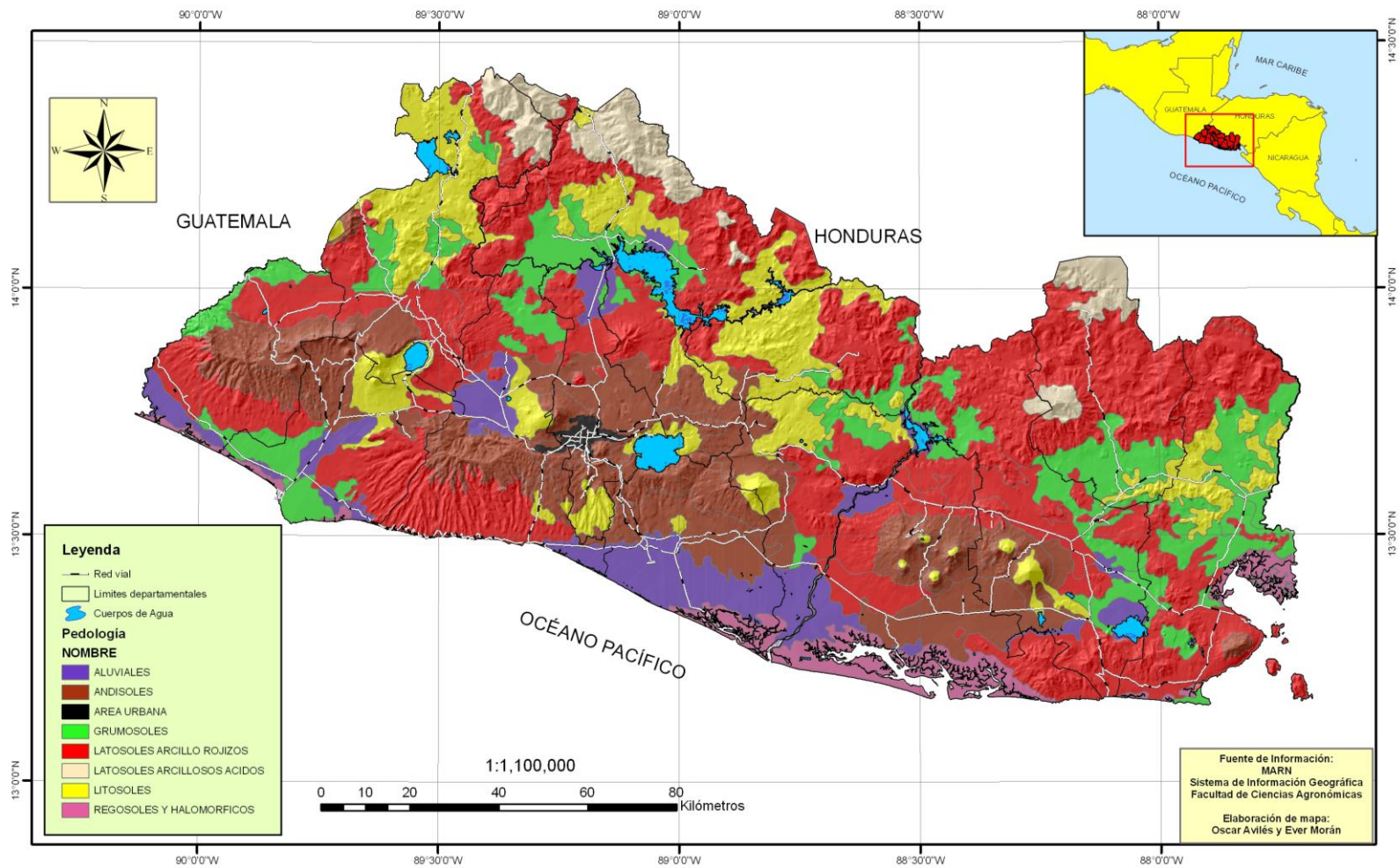


Fig N° 4: Mapa de la distribución de las distintas variedades de suelos en El Salvador.

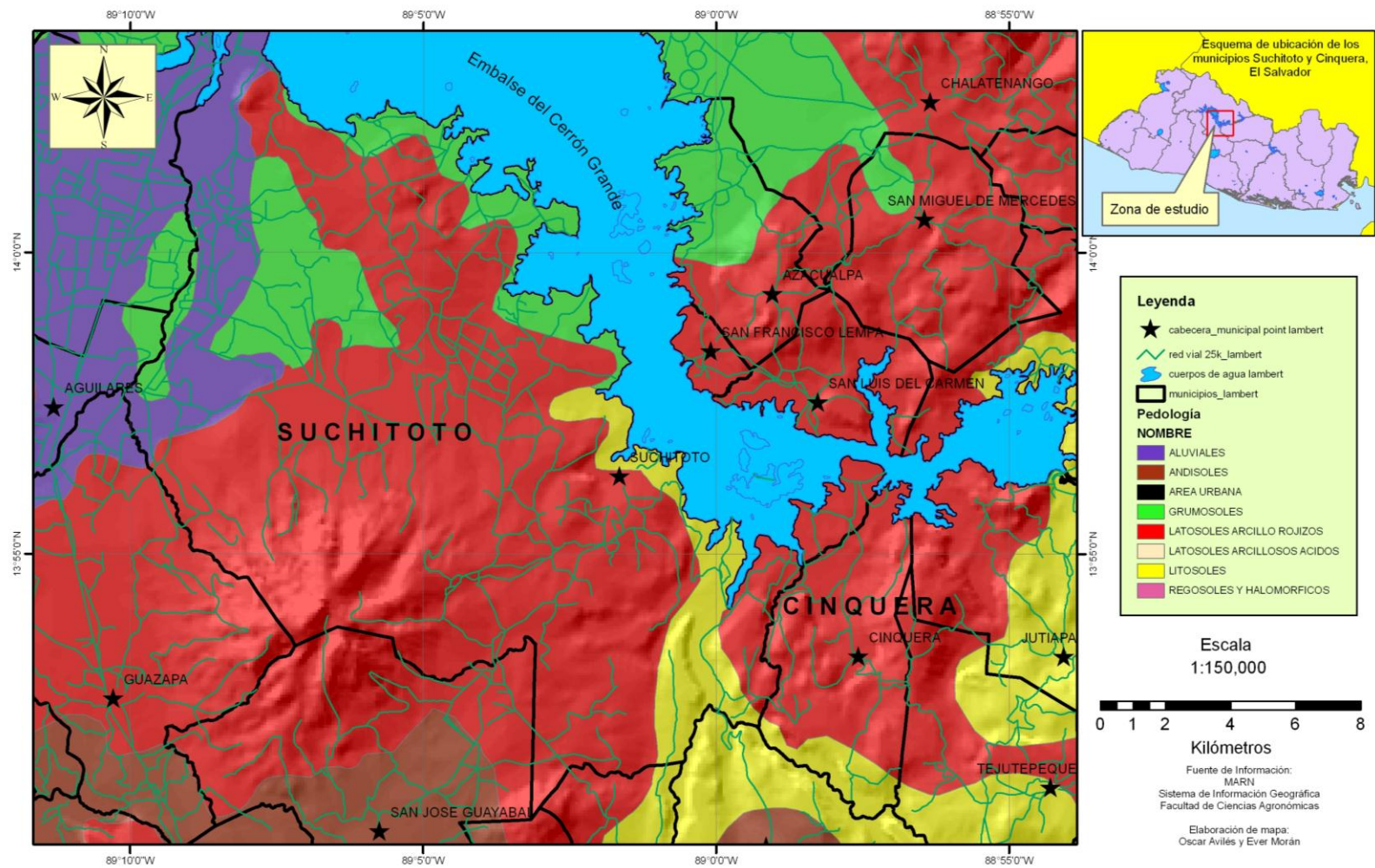


Fig Nº 5: Tipo de suelo predominante en la zona de extracción de la arcilla en estudio para comprobar la capacidad clarificante.

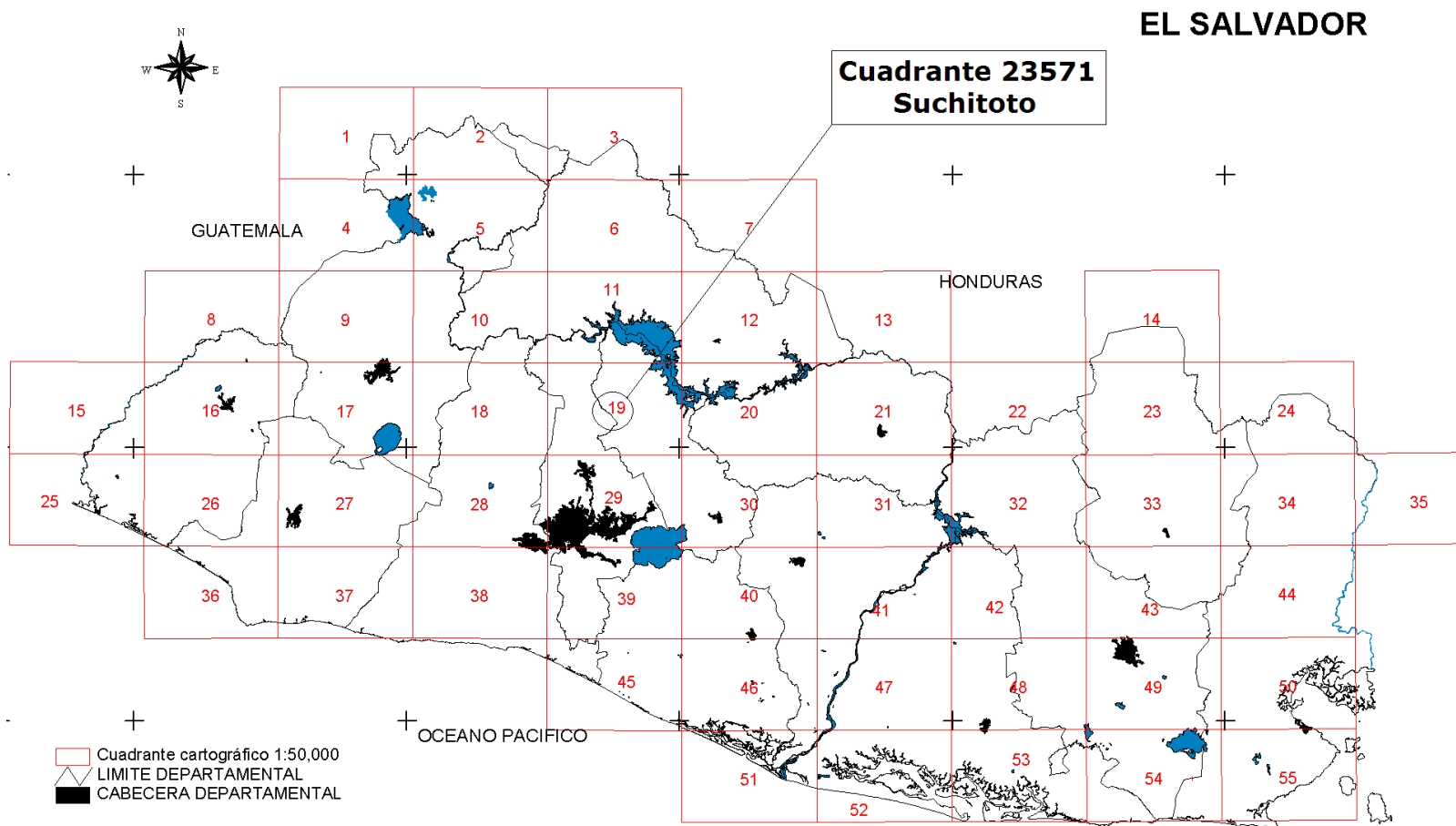



Fig Nº 6: Cuadrante 23571 Suchitoto, correspondiente a la distribución geográfica de El Salvador.

Anexo N° 2
Certificado de análisis de la composición mineralógica por
difracción de rayos X de la arcilla de Suchitoto/Cinquera

	Laboratorio de Geología	Area: GEO	Numero: 20
	Código: F - GEO-005		Fecha: 26/07/07
Nombre del solicitante: Fausto Cruz Eguizabal y Marco Gutierrez			
Nombre de la Empresa: Universidad de El Salvador			
Fecha de solicitud: 19/07/07			
No. de muestras: 2			
Resultados de Análisis			
Muestra	Localidad	Descripción	
CT39-07 M-1	Suchitoto Cinquera color rojizo	<p><i>Descripción macroscópica:</i></p> <p>Muestra fina de color café-rojizo, se observa cristales color negro, blanco y rojizo.</p> <p><i>Composición mineralógica por DFRX:</i></p> <p>Cristobalita (SiO₂) - 36% Halloysita (Al₂Si₂O₅(OH)₄) - 27% Caolinita (Al₂Si₂O₅(OH)₄) - 19% Albita (NaAlSi₃O₈) - 18%</p>	
CT40-07 M-2	Texistepeque Color gris	<p><i>Descripción macroscópica:</i></p> <p>Muestra fina, color gris. (Muestra ya pulverizada previamente por la UES)</p> <p><i>Composición mineralógica por DFRX:</i></p> <p>Nontronita (Na_{0.3}Fe₂Si₄O₁₀(OH)₂·4H₂O) - 31% Cristobalita (SiO₂) - 27% Albita (NaAlSi₃O₈) - 23% Halloysita (Al₂Si₂O₅(OH)₄) - 19%</p>	

Observaciones/Comentarios:

En las muestras, se observa la presencia de minerales de arcilla: halloysita y caolinita y nontronita.

La palabra "arcilla" pertenece a los materiales con tamaño de partículas menos de 2 μm . Las características comunes de todos los minerales de arcilla son la composición química, estructura cristalográfica y el tamaño. Todos los minerales de arcilla tienen gran afinidad con el agua, algunos se expanden rápidamente con el contacto con agua.

La halloysita es una forma de caolinita con caras más desordenadas, las cuales pueden absorber más agua y ser más expandibles, mientras la caolinita no absorbe agua. Se forman en profundidades someras en condiciones de baja temperatura (<150-200°C) a través de la meteorización o alteración hidrotermal de los minerales de aluminosilicato. Generalmente, la caolinita es más común que la halloysita, ambas asociadas con H_2S .

La nontronita pertenece a la esmectita dioctahedral al igual que la montmorillonita y es más rica en Na y Fe. Este tipo de arcilla tiene la capacidad de absorber H_2O en su estructura, por lo tanto se conoce como una arcilla que expande o hincha.

La cristobalita es estable en un rango de pH y debido a su resistencia se queda como un residuo de alteración ácida.

Analizado por: Elizabeth de Henríquez


Fecha de Entrega: 26/07/07

Revisado por: Ing. Arturo Quezada

Coordinador, Área de Geología



Anexo N° 3
Certificado de análisis de la morfología y tamaño de partícula de la arcilla de Suchitoto/Cinquera y de la Bentonita USP, a través de microscopía electrónica de barrido

	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD	CENSALUD
	LABORATORIO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA	
	FINAL 25 AV. NORTE, CIUDAD UNIVERSITARIA, Edif. CENSALUD SAN SALVADOR, EL SALVADOR C.A. TELÉFONO 225 - 1500 EXT 5060	

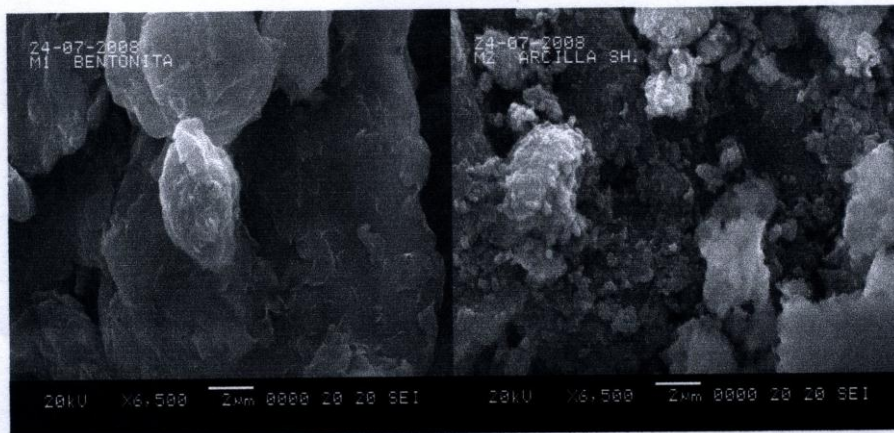
SOLICITANTE DEL ESTUDIO: Ing. Sergio Armando Maravilla
 Docente Director -Facultad de Química y Farmacia.

MUESTRA ANALIZADA: Arcillas muestras: Polvos Gris (Bentonita) y Polvos Café rojiza (Ar. Sh.). Ninguna muestra se entrego rotulada. El nombre entre paréntesis indica el código de rotulación para el análisis respectivo.

EXAMEN SOLICITADO: Análisis Ultraestructural en Microscopio de Barrido de la morfología y tamaño de partícula en muestras de arcillas.

RESULTADO:

Se examinaron 2 muestras de arcillas, las cuáles se recubrieron con una capa de 20 nm de oro en cobertor iónico BALTEC SCD500, posteriormente se observaron en el microscopio electrónico de barrido JEOL a un voltaje de 20 kv. Se tomó una serie de fotos que se entregarán en formato digital (18), desde 150x para mostrar las características panorámicas de la muestra hasta 25000x para detalle de partículas.

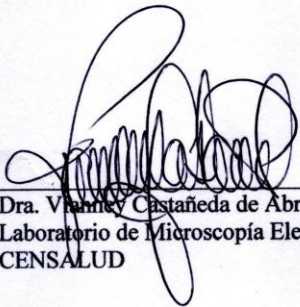


Muestra Bentonita.

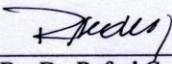
Muestra Ar. Sh. 100x

De las muestras analizadas, sólo la muestra Bentonita mostró una morfología laminar definida que formaban conglomerados moleculares de diferentes tamaños. La segunda muestra (Ar. Sh.) mostró partículas morfológicamente diferentes predominando las formas esféricas e irregulares con algunas trazas de partículas laminares.

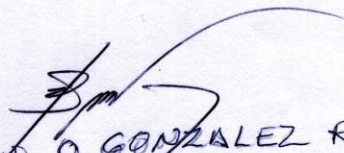
Atentamente



Dra. Vianey Castañeda de Abrego
Laboratorio de Microscopía Electrónica
CENSALUD



Vo.Bo. Dr. Rafael Cedillos
Director - CENSALUD



Sr. O. GONZALEZ R.
DOCENTE DIRECTOR

Anexo N° 4
Certificado de análisis de la calidad de la Bentonita USP



Wandsbeker Allee
D - 22041 Hamburg
Tel. 0049-40/658 009
Fax 0049-40/658 009
E-mail heco@whhne.de
http://www.hecotrading.de

Certificate of Analysis/Certificado de Analisis

Order No. / Pedido No.	HEC-019/06 - 12182
Product/Producto	BENTONITA GENUINA
Netweight / Peso neto	100 kgs
Grossweight / Peso bruto	102 kgs
Manufacturing date / Fecha produccion	08/2006
Expiry date / Fecha vencimiento	08/2008 - retest
Batch No. / Lote No .	1340/01R3169

Montmorillonit content	min. 90%	
< 0.090 mm	92.50	%
Al2O3	18.40	%
CaO	1.6	%
Fe2 O3	4.40	%
K2 O	0.58	%
MgO	2.30	%
Na2 O	2.20	%
P2O5 tot	0.05	%
SiO2	64.00	%
TiO2	0.18	%
Waterabsorption as per Enslin 24h	1178.00	%
Loss on drying	5.90	%
Methylene Blue (MB) absorption VDG-P69	333.00	mg/g
Moisture	9.30	%

We certify that this is a true copy of our supplier's certificate of analysis.
Certificamos que los datos corresponden al certificado analítico recibido de nuestro proveedor.

Above information does not release customer from making his own control upon receipt of goods
Esta informacion no libera al cliente de hacer su propio control una vez recibida la mercaderia

HECO TRADING GMBH & CO KG

[Handwritten signature]

Anexo N° 5
Tabla para tratamiento estadístico del test triangular






Significación para Test Triangular ($p = 1/3$)							
Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas			Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = 0.05$	$p = 0.01$	$p = 0.001$		$p = 0.05$	$p = 0.01$	$p = 0.001$
5	4	5	5	57	27	29	31
6	5	6	6	58	27	29	32
7	5	6	7	59	27	30	32
8	6	7	8	60	28	30	33
9	6	7	8	61	28	30	33
10	7	8	9	62	28	31	33
11	7	8	9	63	29	31	34
12	8	9	10	64	29	32	34
13	8	9	10	65	30	32	35
14	9	10	11	66	30	32	35
15	9	10	12	67	30	33	36
16	10	11	12	68	31	33	36
17	10	11	13	69	31	34	36
18	10	12	13	70	32	34	37
19	11	12	14	71	32	34	37
20	11	13	14	72	32	35	38
21	12	13	15	73	33	35	38
22	12	14	15	74	33	36	39
23	13	14	16	75	34	36	39
24	13	14	16	76	34	36	39
25	13	15	17	77	34	37	40
26	14	15	17	78	35	37	40
27	14	16	18	79	35	38	41
28	15	16	18	80	35	38	41
29	15	17	19	81	36	38	41
30	16	17	19	82	36	39	42
31	16	18	19	83	37	39	42
32	16	18	20	84	37	40	43
33	17	19	20	85	37	40	43
34	17	19	21	86	38	40	44
35	18	19	21	87	38	41	44

La Tabla ha sido reproducida de la Tabla de E.B. Roessler, J. Warren y J.F. Guymon, publicada en Food Research, 13, 503-505 (1948).

Significación para Test Triangular ($p = 1/3$)							
Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas			Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = 0.05$	$p = 0.01$	$p = 0.001$		$p = 0.05$	$p = 0.01$	$p = 0.001$
36	18	20	22	88	39	41	44
37	18	20	22	89	39	42	45
38	19	21	23	90	39	42	45
39	19	21	23	91	40	42	46
40	20	22	24	92	40	43	46
41	20	22	24	93	40	43	46
42	21	22	25	94	41	44	47
43	21	28	25	95	41	44	47
44	21	23	25	96	42	44	48
45	22	24	26	97	42	45	48
46	22	24	26	98	42	45	49
47	23	25	27	99	43	46	49
48	23	25	27	100	43	46	49
49	23	25	28	200	80	84	89
50	24	26	28	300	117	122	127
51	24	26	29	400	152	158	165
52	25	27	29	500	188	194	202
53	25	27	29	1.000	363	372	383
54	25	27	30	2.000	709	722	737
55	26	28	30	-	--	-	-
56	26	28	31	-	-	-	-

La Tabla ha sido reproducida de la Tabla de E.B. Roessler, J. Warren y J.F. Guymon, publicada en Food Research, 13, 503-505 (1948).

Anexo N° 6
Certificado de análisis de metales pesados de la arcilla de
Suchitoto/Cinquera

	FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ		
	LABORATORIO DE SERVICIOS ANALITICOS SECCIÓN DE ESPECIALES		
INFORME No. : 204			
PROPIETARIO: Oscar Raúl Avilés Flores DIRECCIÓN: Col. Zacamil Edif. #78, Apto. 17, Mejicanos TELÉFONO: 7262-4983	FECHAS		RECEPCIÓN: 16/09/08 ANÁLISIS: 22/09/08 EMISIÓN: 26/09/08
RESULTADOS DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE ESPECIALES			
TIPO DE ANÁLISIS	EC 1208		
	TIPO DE MUESTRA ARCILLA		
HIERRO TOTAL	3.06%		
PLOMO TOTAL	0.72mg/Kg		
CROMO TOTAL	0.76mg/Kg		
NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted (es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.			
			
 Lic. Reina Elizabeth Funes de Cruz Coordinador del Laboratorio de Servicios Analíticos	 Lic. Ana Delmy Figueroa Técnico Analista		
El Café es vida Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A. PBX (503)2288-3088, Fax (503)2228-0669, E-mail info@procafe.com.sv, www.procafe.com.sv			1/1

Anexo N° 7
Proceso para el tratamiento de la arcilla de Suchitoto/Cinquera

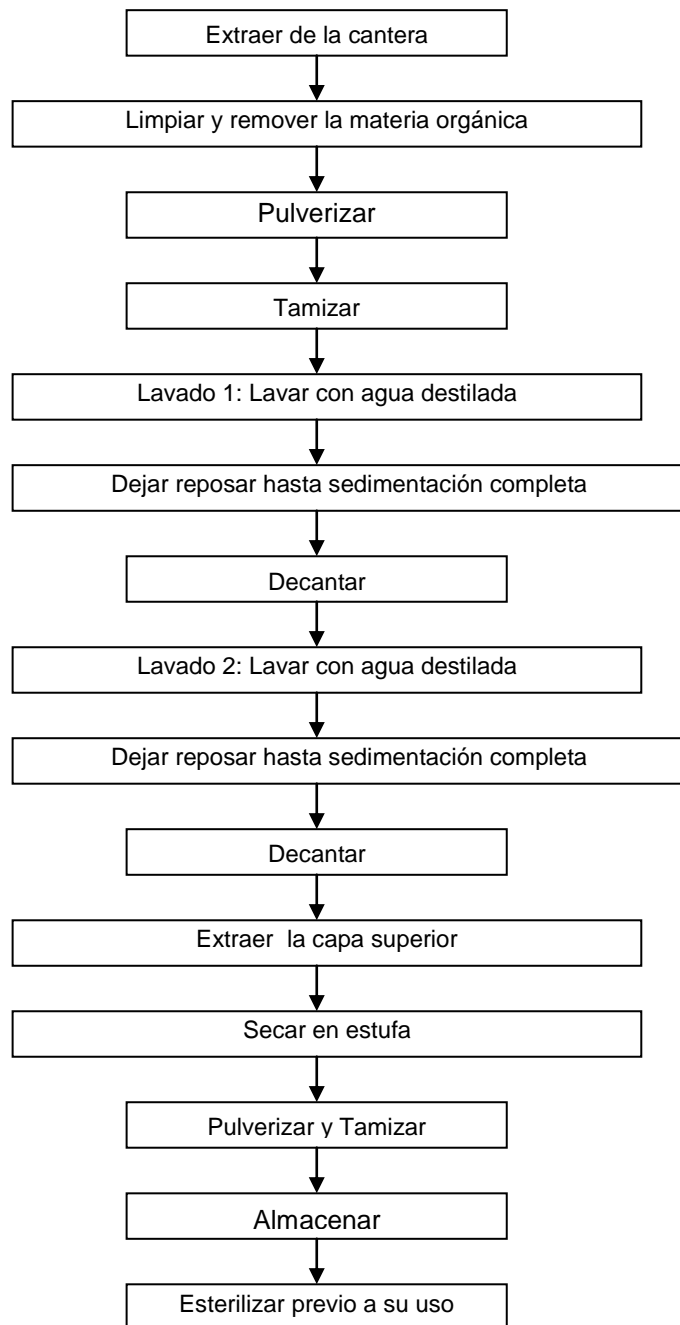


Fig N° 7: Esquema del procedimiento para la preparación de la arcilla Suchitoto/Cinquera para la clarificación del vino de Rosa de Jamaica

Anexo N° 8
Proceso de elaboración del vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica)

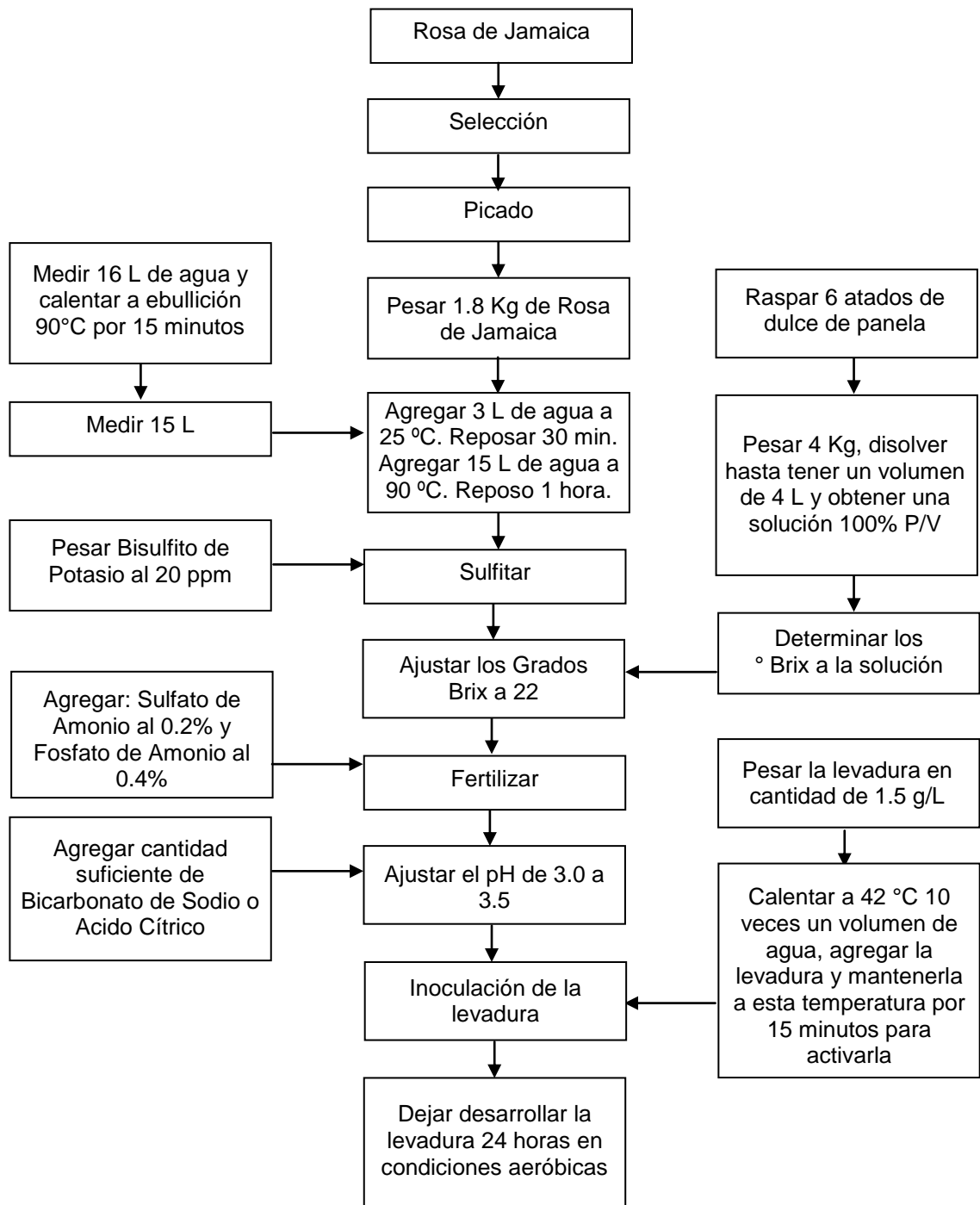


Fig Nº 8: Esquema para la obtención del vino de Rosa de Jamaica desde la selección de los cálices deshidratados, hasta la aireación del mosto.

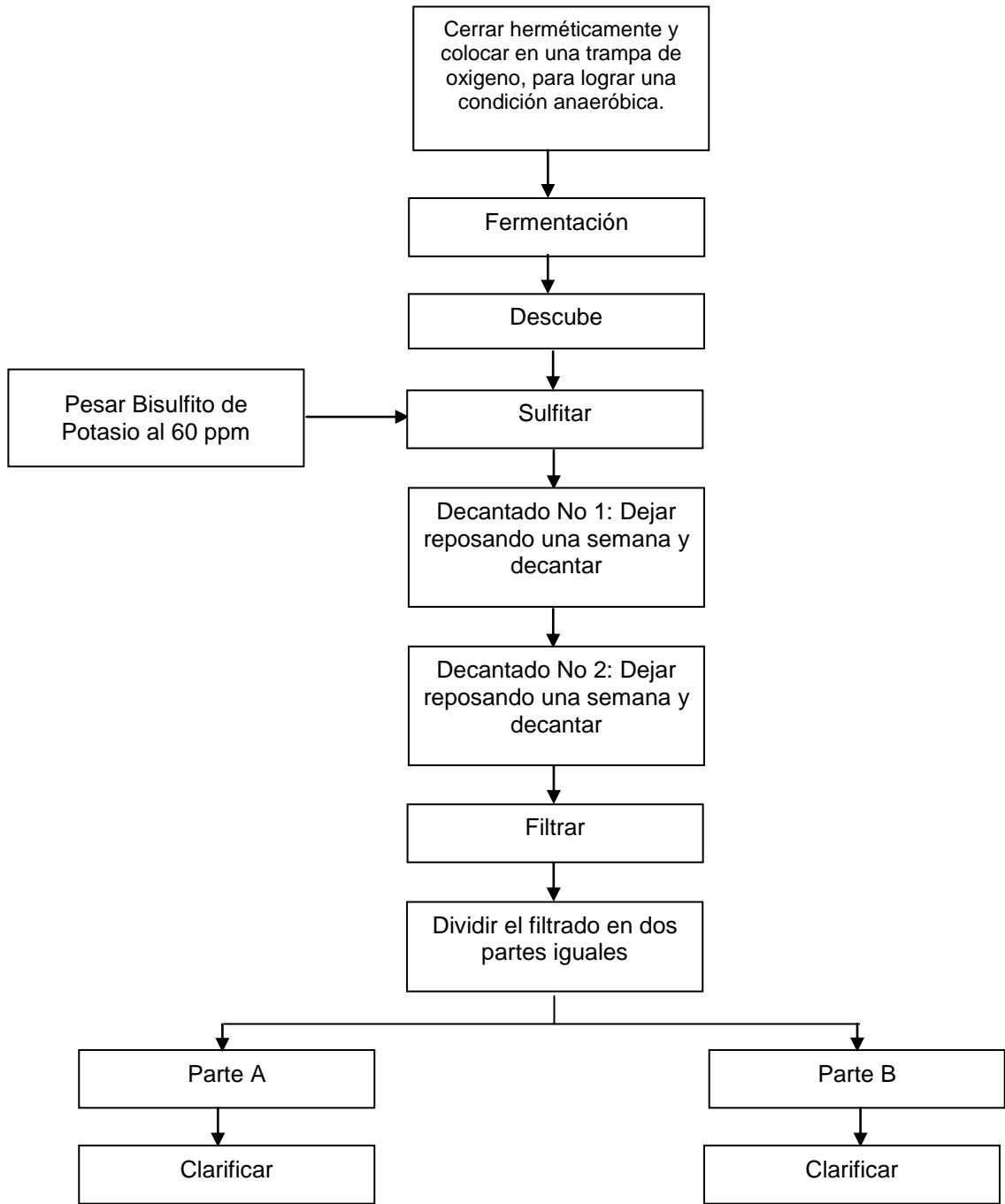


Fig N° 9: Esquema para la obtención del vino de *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica), desde el cerrado del envase para obtener una condición anaeróbica, hasta la separación de las partes a clarificar.

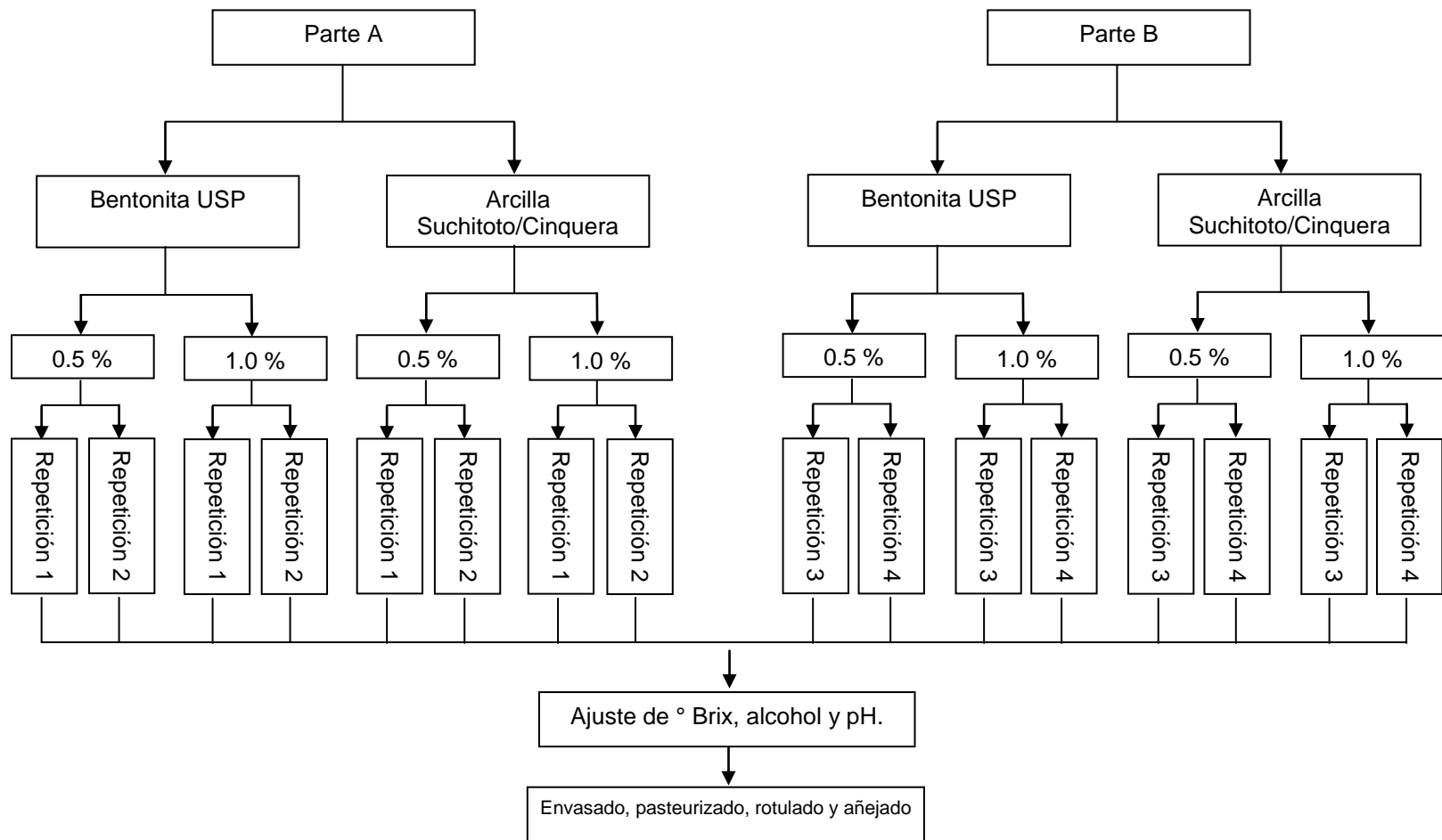
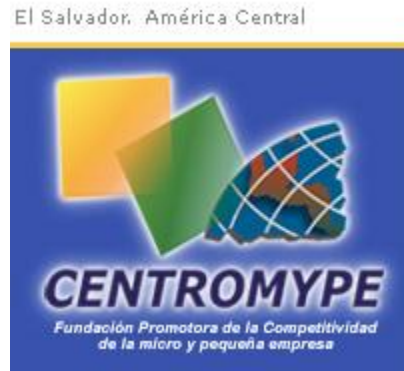


Fig N° 10: Esquema para la clarificación del vino de Rosa de Jamaica, con arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP.

Anexo N° 9
Distribuidor de Rosa de Jamaica deshidratada



- Contacto: María P. Herrera de Retana (Especialista en Asistencia Técnica).
- Dirección de la Oficina: Alameda Manuel Enrique Araujo, Edificio Century Plaza Nivel 1.
- Teléfonos: (503) 2275 – 8030 extensión 112; Celular: 7874 – 1895
- Fax: 2275 – 8031
- Dirección Electrónica: mretana@centromype.com.sv

Anexo N° 10
Fotografías de las etapas de la elaboración del vino de *Hibiscus*
***sabdariffa* y análisis sensorial**



Fig N° 11: Presentación comercial de Rosa de Jamaica deshidratada.



Fig N° 12: Molino de cuchillas.



Fig N° 13: Rosa de Jamaica molida para la preparación del vino.



Fig N° 14: Infusión de Rosa de Jamaica para la fermentación.



Fig N° 15: Solución fortificadora de dulce de panela al 100% P/V.



Fig N° 16: Levadura comercial "Saf Instant" para la fermentación.



Fig N° 17: Contenedor para la fermentación y trampa de oxígeno.



Fig N° 18: Descube del vino luego de la fermentación por gravedad.



Fig N° 19: Filtración del vino luego del descube con una manta cruda.



Fig N° 20: Hidratación del agente clarificante en reposo por 24 horas.



Fig N° 21: Forma de adición del agente clarificante hidratado al vino.



Fig N° 22: Vino en el frasco para la clarificación hasta sedimentación.



Fig N° 23: Set de 3 muestras del vino clarificado para el análisis sensorial con clarificante al 0.5%.



Fig N° 24: Set de 3 muestras del vino clarificado para el análisis sensorial con clarificante al 1.0%.



Fig N° 25: Panelistas del análisis sensorial por el test triangular.

Anexo N° 11
Uso y especificaciones del espectrofotómetro Perkin – Elmer
modelo Lambda 12

A continuación se muestran las diferentes partes del espectrofotómetro además de la forma de la determinación de las absorbancias.

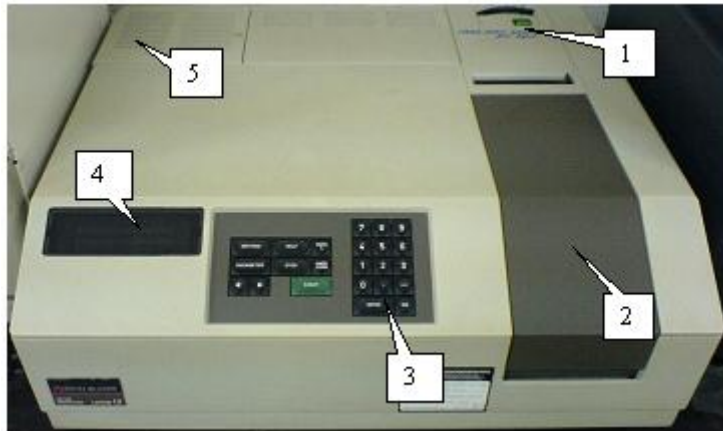


Fig N° 26: Partes del espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 12.

– Partes del equipo:

1. Switch de encendido – apagado
2. Compartimiento de la muestra
3. Panel de control
4. Pantalla
5. Compartimiento de lámparas

- Descripción y operación del espectrofotómetro de luz ultravioleta-visible lambda 12:



Fig N° 27: Pantalla y tablero espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 12.

1. Panel numérico
2. Lectura de absorbancia
3. Longitud de onda

- Manejo del equipo:

1. Verificar que el regulador de voltaje esté conectado a un toma-corriente
2. Accionar switch on/off del regulador de voltaje
3. Accionar switch on/off del equipo.
4. Al encender el equipo se observará una pantalla de presentación y luego una pantalla de lectura directa. Esta pantalla de lectura directa en el equipo. La parte superior izquierda, indica al operador, la longitud de onda (expresada en nanómetros) a la que se realiza la lectura; la cual puede ser

de Absorbancia o Transmitancia y cuyo valor se observa en la parte superior derecha de la pantalla.

La palabra INPUT indica al operador que puede digitar un valor desde el teclado numérico, el cual corresponderá a la longitud de onda que se requiera y a manera que se vaya digitando aparecerá en la parte inferior derecha de la pantalla.

– Pasos a seguir para realizar lecturas directas:

Ubicados en la pantalla 2, se prosigue a lo siguiente:

- a) Digitar, desde el teclado numérico, la longitud de onda deseada, luego presionar la tecla GOTO λ . Se observará que dicho valor aparece en la parte superior izquierda de la pantalla.
- b) Colocar el blanco a utilizar en celdas adecuadas y ubicar éstas en ambos compartimientos (muestra y referencia), ya que el equipo es de doble haz.
- c) Presionar la tecla BACK CORR. Se observará que el equipo corrige a un valor de cero de Absorbancia o cien de transmitancia a la longitud de onda seleccionada.
- d) Posteriormente se retira la celda con el blanco que se encuentra ubicada en el frente del compartimiento y se sustituye con muestra. Se observará en la parte superior derecha de la pantalla, el valor de absorbancia o transmitancia, generado por la muestra a la longitud de onda correspondiente.

Anexo N° 12
Uso y especificaciones del pH – metro modelo Metrohm 632

A continuación se muestran las especificaciones y el modo de uso para la determinación del pH para una muestra.

– **Marca / Modelo:** Metrohm 632

– **Descripción:** El pH – metro Metrohm 632 está diseñado principalmente para la rutina de mediciones de pH / mV, ofreciendo una lectura que es estable, precisa y reproducible. Incluye un brazo altamente adaptable y flexible con un electrodo titular. Posee botones interruptores de funcionamiento que hacen mediciones y valoraciones más rápida y sencilla. Cualquiera de 3 modelos operativos se pueden seleccionar con claridad y rapidez estos modos son "pH" (para mediciones rutinarias y valoraciones), "rel mV" (mV para mediciones cuando se usa un electrodo selectivo de iones) y mV (para su uso cuando se realiza volumétrica titulaciones)). El rango de pH: 0.00-14.00; gama mV: + / - 1999. La exactitud de pH: 0,01; mV y una precisión: 1. La compensación de temperatura se realiza manualmente (con el uso de un botón).

– **Sistema eléctrico:** 117 voltios, 50/60 Hz, 5vA



Fig N° 28: pH – metro Metrohm 632 y electrodo de calomel.

Anexo N° 13
Preparación de reactivos y soluciones para la determinación de la
acidez total y anhídrido sulfuroso total

Preparación de reactivos y soluciones para la determinación del porcentaje de acidez total⁽¹¹⁾

- Hidróxido de sodio 0.1 N:

Disolver 4 g de perlas de hidróxido de sodio en 200 mL agua libre de dióxido de carbono sobre un baño de hielo, luego pasar un balón volumétrico de 1000 mL usando agua libre de dióxido de carbono a temperatura ambiente y envasar en frasco de plástico, estandarizar como sigue:

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 fenolftaleína TS, y titular con la solución de hidróxido de sodio hasta la producción de un color rosado permanente.

- Fenolftaleína TS.

Disolver 1 g de fenolftaleína en 100 mL de alcohol.

Preparación de reactivos y soluciones para la determinación de anhídrido sulfuroso por el Método Ripper⁽¹¹⁾

- Yodo 0.05 N:

Disolver aproximadamente 7 g de yodo en una solución de 18 g de yoduro de potasio en 100 mL de agua, adicionar 3 gotas de ácido clorhídrico, diluir con agua a 1000 mL, y estandarizar la solución como sigue.

Transferir 25 mL de la solución de yodo a un vaso de precipitado de 250 mL, diluir con agua aproximadamente a 100 mL, agregar 1 mL de ácido clorhídrico 1 N, agitar cuidadosamente, y titular con una solución con una solución de

tiosulfato de sodio 0.1 N VS hasta que la solución tome un color amarillo pálido. Agregar 2 mL de almidón TS y continuar titulando hasta desaparecer el color. Preservar en un frasco de vidrio color ámbar con tapón.

- Acido sulfúrico 33%:

Agregar 33 mL de acido sulfúrico concentrado en un vaso de precipitado de 100 mL en cámara extractora con 40 mL de agua, luego colocar en un baño de hielo para facilitar la solución, transferir a un balón volumétrico de 100 mL llevar a volumen y homogenizar la solución.

- Hidróxido de sodio 1 N:

Disolver 40 g de perlas de hidróxido de sodio en 200 mL agua libre de dióxido de carbono sobre un baño de hielo, luego pasar un balón volumétrico de 1000 mL usando agua libre de dióxido de carbono a temperatura ambiente y envasar en frasco de plástico.

- Solución de almidón 1%:

Mezclar 0.5 g de almidón soluble en 2 a 3 mL de agua y adicionar la suspensión a 50 mL de agua caliente, bajo agitación. Continuar el calentamiento hasta obtenerse una solución clara. Filtrar en caso presente turbidez, después de algunos minutos de calentamiento. Dejar enfriar la solución resultante hasta la temperatura ambiente y transferir para un recipiente adecuado, manteniéndolo cerrado. Se recomienda usar la solución de almidón en el mismo día de su preparación. Si esto no es posible, alternativamente, adicionar tres gotas de cloroformo a ella, al final de su preparación.

Anexo N° 14
Uso y especificaciones del refractómetro de inmersión modelo
Atago

A continuación se muestran las especificaciones y modo de uso del equipo para la medición de los grados brix o el índice de refracción.

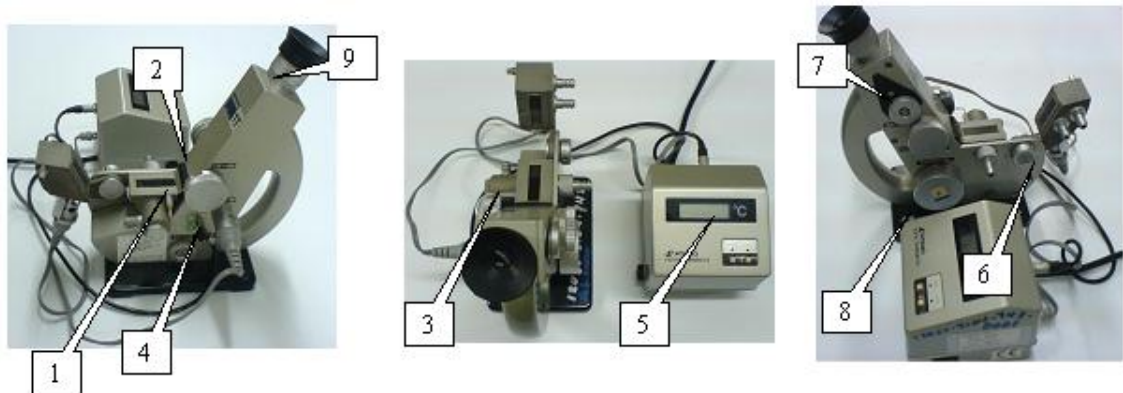


Fig N° 29: Partes que consta un refractometro de inmersión modelo Atago.

- Partes de las cuales consta el aparato:

1. Perilla de cierre
2. Prismas superior
3. Prisma de enfoque
4. Fuente
5. Termómetro digital
6. Sistema de refrigeración
7. Control micrométrico
8. Control macrométrico
9. Ocular

– Proceso de medición:

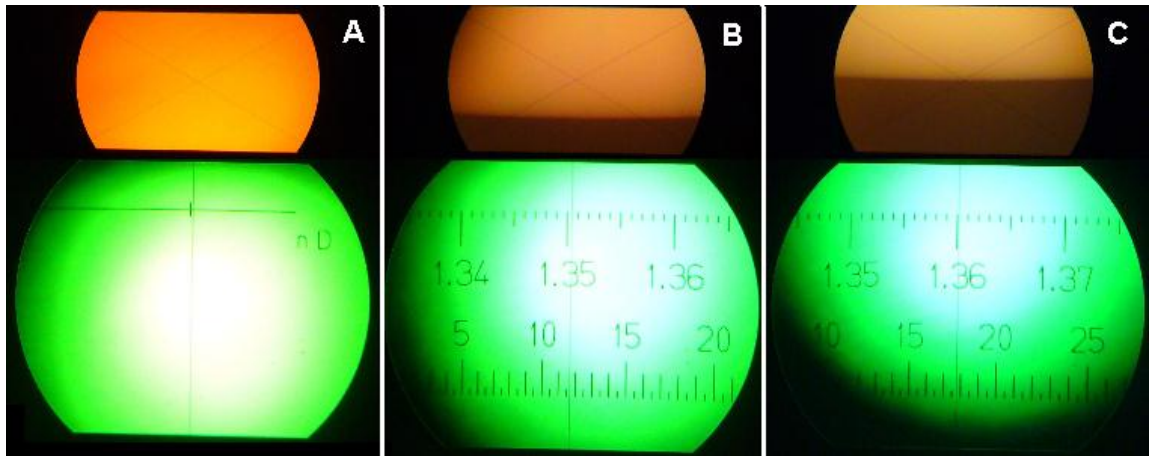


Fig. No 30: Vista de los campos y escala de grados brix e índice de refracción del refractómetro de inmersión modelo Atago.

Se comienza a buscar la definición de los campos (línea borde de reflexión total) así en (A) la pantalla superior de color naranja desde el inicio, (B) al mover los campos con el control macrométrico se procura llevarlo al cruce de los filamentos el cual posiciona los prismas en un ángulo crítico, (C) al posicionar la división de los campos en el cruce de filamentos se obtiene el índice de refracción el cual es leído en la pantalla inferior de color verde, en esta pantalla la escala superior se refiere al índice de refracción y la escala inferior a los grados brix.

Anexo N° 15
Destilador BÜCHI Rotavapor modelo R – 200



Fig N° 31: Equipo de destilación al vacío, BÜCHI Rotavapor modelo R – 200, para la determinación del grado alcohólico por medio del método oficial de la AOAC.

Anexo N° 16
Tablas oficiales de la AOAC para la determinación de grado
alcohólico en vinos

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	0.70
.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 $n_D = 1.327338 + 0.00039347X - 0.0000020446X^2$.

^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—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—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 N° 17
Modelos de ficha para el análisis sensorial por el método triangular

Modelo de ficha para el análisis sensorial por el método triangular, para arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, evaluado a una concentración de 0.5%

**Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia**

Test de evaluación sensorial para comparación del color, de la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a una concentración de 0.5%.

Tipo: Diferencia.

Método: Triangular

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Producto: Vino de *Hibiscus Sabdariffa* (Rosa de Jamaica)

Sírvase observar un set de tres muestras que se presentan. En el set hay dos muestras idénticas y una diferente. Por favor, marque con un círculo la diferente. Se permite observar las veces que sea necesaria.

Set	Código de Muestras		
1	Muestra A	Muestra B	Muestra C

Modelo de ficha para el análisis sensorial por el método triangular, para arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, evaluado a una concentración de 1.0%

**Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia**

Test de evaluación sensorial para comparación del color, de la capacidad clarificante de la arcilla de Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP a una concentración de 1.0%.

Tipo: Diferencia.

Método: Triangular

Nombre: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Producto: Vino de *Hibiscus Sabdariffa* (Rosa de Jamaica)

Sírvase observar un set de tres muestras que se presentan. En el set hay dos muestras idénticas y una diferente. Por favor, marque con un círculo la diferente. Se permite observar las veces que sea necesaria.

Set	Código de Muestras		
1	Muestra A	Muestra B	Muestra C

Anexo N° 18
Cálculos de la cantidad máxima a la que es expuesto el vino de
***Hibiscus sabdariffa* durante la clarificación**

A continuación se muestran los cálculos para determinar que cantidad de metales pesados es expuesto el vino durante la clarificación.

- Para el plomo:

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

0.5 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 5 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de plomo es expuesto el vino:

0.72 mg plomo ————— 1000 g arcilla

X ————— 5 g arcilla

X = 0.0036 mg plomo en 1000 mL de vino clarificado

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

1.0 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 10 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de plomo es expuesto el vino;

0.72 mg plomo ————— 1000 g arcilla

X ————— 10 g arcilla

X = 0.0072 mg plomo en 1000 mL de vino clarificado

- Para el cromo:

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

0.5 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 5 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de plomo es expuesto el vino;

0.76 mg cromo ————— 1000 g arcilla

X ————— 5 g arcilla

X = 0.0038 mg cromo en 1000 mL de vino clarificado

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

1.0 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 10 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de plomo es expuesto el vino;

0.76 mg cromo ————— 1000 g arcilla

X ————— 10 g arcilla

X = 0.0076 mg cromo en 1000 mL de vino clarificado

- Para el hierro:

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 0.5%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

0.5 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 5 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de hierro es expuesto el vino:

30600 mg hierro ————— 1000 g arcilla

X ————— 5 g arcilla

X = 153 mg hierro en 1000 mL de vino clarificado

Al utilizar la arcilla Suchitoto/Cinquera al 1.0%, supondremos que clarificamos

1000 mL:

1.0 g arcilla ————— 100 mL vino

X ————— 1000 mL vino

X = 10 g arcilla

Luego para determinar a que cantidad máxima de hierro es expuesto el vino;

30600 mg hierro ————— 1000 g arcilla

X ————— 10 g arcilla

X = 306 mg hierro en 1000 mL de vino clarificado

Anexo N° 19
Ejemplo de cálculos para los resultados previos a la clarificación
para los diferentes parámetros medidos

A continuación se muestran un ejemplo de cálculos para los parámetros medidos previos a la clarificación: intensidad de color, acidez total, anhídrido sulfuroso total y grado alcohólico.

1. Cálculos para los análisis de Intensidad de Color (IC).

Para la fermentación 1, tenemos:

$$IC = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

En donde:

IC= Intensidad del color.

A_{420} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 420 nm.

A_{520} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 520 nm.

A_{620} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 620 nm.

$$IC_{\text{Fermentación 1}} = 3.150 + 3.193 + 2.175 = 8.518$$

De la misma manera se determinan los demás valores de IC para el resto de fermentaciones.

2. Cálculos de los análisis del porcentaje de acidez total.

Para la fermentación 1, tenemos:

Primeramente, calculamos el porcentaje de acidez total expresada en ácido tartárico, para cada volumen gastado de hidróxido de sodio de la fermentación.

$$\% \text{Acidez Total} = \frac{V_{\text{Gastado}} \times N_{\text{NaOH}} \times FC \times 0.075}{V_{(\text{mL})}} \times 100$$

En donde:

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

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

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

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

El resultado se multiplica por 4, que es el factor de dilución.

Por lo tanto:

Fermentación 1: $V_1 = 0,4 \text{ mL}$

$V_2 = 0,4 \text{ mL}$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen1}} = \frac{0.4 \text{ mL} \times 0.1 \text{ N} \times 1.21 \times 0.075}{5 \text{ mL}} \times 100$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen1}} = 0.0726 \times 4$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen1}} = 0.2904$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen2}} = \frac{0.4 \text{ mL} \times 0.1 \text{ N} \times 1.21 \times 0.075}{5 \text{ mL}} \times 100$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen2}} = 0.0726 \times 4$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen2}} = 0.2904$$

Por último, obtenemos el porcentaje de acidez total para la fermentación 1, promediando los valores de los volúmenes 1 y 2.

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Fermentación1}} = \frac{\% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen1}} + \% \text{Acidez Total}_{\text{Volumen2}}}{2}$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Fermentación1}} = \frac{0.2904 + 0.2904}{2} = 0.29$$

De la misma manera se determinan los demás valores del porcentaje de acidez total para el resto de fermentaciones, con sus 2 respectivos volúmenes gastados.

3. Cálculos de los análisis de anhídrido sulfuroso total.

Para la fermentación 1, tenemos:

Primeramente, calculamos la concentración de anhídrido sulfuroso total por cada volumen gastado de yodo en la fermentación.

$$\text{mg/L}_{\text{SO}_2} = V_{\text{Gastado}} \times 64$$

En donde:

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

$\text{mg/L}_{\text{SO}_2}$ = Concentración de anhídrido sulfuroso total expresado en mg/L.

Por lo tanto:

Fermentación 1: $V_1 = 0,3 \text{ mL}$

$V_2 = 0,3 \text{ mL}$

$$\text{mg/L}_{\text{SO}_2 \text{ Volumen1}} = 0.3 \text{ mL} \times 64$$

$$\text{mg/L}_{\text{SO}_2 \text{ Volumen1}} = 19.2$$

$$\text{mg/L}_{\text{SO}_2 \text{ Volumen2}} = 0.3 \text{ mL} \times 64$$

$$\text{mg/L}_{\text{SO}_2 \text{ Volumen2}} = 19.2$$

Por último, obtenemos la concentración de anhídrido sulfuroso total para la fermentación 1, promediando los valores de los volúmenes 1 y 2.

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Fermentación1}} = \frac{\text{mg/L SO}_{2\text{Volumen1}} + \text{mg/L SO}_{2\text{Volumen2}}}{2}$$

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Fermentación1}} = \frac{19.2 + 19.2}{2} = 19.2$$

De la misma manera se determinan los demás valores de la concentración de anhídrido sulfuroso total para el resto de fermentaciones, con sus 2 respectivos volúmenes gastados.

4. Cálculos de los análisis de grado alcohólico.

Para la fermentación 1 tenemos:

Primeramente calculamos el índice de refracción a 20 °C, por medio de la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{Fermentación1}} = \eta_{\text{Observado}} + \Delta T \times (4 \times 10^{-4})$$

En donde:

$\eta_{\text{Fermentación1}}$ = Índice de refracción corregido a 20 °C.

$\eta_{\text{Observado}}$ = Índice de refracción observado a corregir.

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

Por lo tanto:

$$\eta_{\text{Fermentación1}} = 1.333 + (25.4 - 20.0)^{\circ}\text{C} \times (4 \times 10^{-4}) = 1.33516$$

Luego con los índices de refracción de 1.33516, buscamos en tablas de la AOAC, para obtener el grado alcohólico, como se muestra en la siguiente figura:

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
20.0	1.33513	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

Grado Alcohólico de la Fermentación 1

Fig N° 32: Forma de interpolación para determinar el grado alcohólico previo a la clarificación mediante el índice de refracción.

Por lo que tenemos que:

Grado alcohólico para la fermentación 1 = 4.32

De la misma manera se determinan los demás valores del grado alcohólico para el resto de fermentaciones.

Anexo N° 20
Ejemplo de cálculos para los resultados posteriores a la clarificación
para los diferentes parámetros medidos

A continuación se muestran un ejemplo de cálculos para los parámetros medidos previos a la clarificación: intensidad de color, pH, acidez total, grados brix, anhídrido sulfuroso total y grado alcohólico.

1. Cálculos para los análisis de Intensidad de Color (IC).

Para las repeticiones 1 y 2, correspondientes a la fermentación 1, tenemos:

$$IC = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

En donde:

IC= Intensidad del color.

A_{420} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 420 nm.

A_{520} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 520 nm.

A_{620} = Absorbancia medida a una longitud de onda de 620 nm.

$$IC_{\text{Repetición1}} = 3.311 + 2.854 + 0.903 = 7.068$$

$$IC_{\text{Repetición2}} = 3.325 + 2.904 + 0.925 = 7.154$$

Obtendremos un promedio para la fermentación 1, con los 2 valores de IC encontrados.

$$IC_{\text{Fermentación1}} = \frac{IC_{\text{Repetición1}} + IC_{\text{Repetición2}}}{2}$$

$$IC_{\text{Fermentación1}} = \frac{7.068 + 7.154}{2} = 7.111$$

De la misma manera se determinan los demás valores de IC para el resto de fermentaciones, con las diferentes concentraciones de Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

2. Cálculos para los análisis de pH.

Con los valores de pH de las repeticiones 1 y 2, obtendremos el valor de pH para la fermentación 1, así:

$$\text{pH}_{\text{Fermentación1}} = \frac{\text{pH}_{\text{Repetición1}} + \text{pH}_{\text{Repetición2}}}{2}$$
$$\text{pH}_{\text{Fermentación1}} = \frac{2.91 + 2.92}{2} = 2.92$$

De la misma manera se determinan los demás valores de pH para el resto de fermentaciones, con las distintas concentraciones de arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

3. Cálculos de los análisis del porcentaje de acidez total.

Para las repeticiones 1 y 2, correspondientes a la fermentación 1, tenemos:

Primeramente, obtenemos el promedio del volumen gastado de Hidróxido de sodio por cada repetición.

Repetición 1: $V_1 = 0,7 \text{ mL}$

$$V_2 = 0,6 \text{ mL}$$

$$V_{\text{Repetición1}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{(0.7 + 0.6)\text{mL}}{2} = 0.65\text{mL}$$

Repetición 2: $V_1 = 0.8 \text{ mL}$

$$V_2 = 0.5 \text{ mL}$$

$$V_{\text{Repetición2}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{(0.8 + 0.5)\text{mL}}{2} = 0.65\text{mL}$$

Luego calculamos el porcentaje de acidez total expresada en ácido tartárico por cada repetición.

$$\% \text{Acidez Total} = \frac{V_{\text{Repetición}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{FC} \times 0.075}{V_{(\text{mL})}} \times 100$$

En donde:

$V_{\text{Repetición}}$ = Volumen de NaOH gastado en la titulación.

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

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

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

El resultado se multiplica por 4, que es el factor de dilución.

Por lo tanto:

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición1}} = \frac{0.65 \text{ mL} \times 0.1 \text{ N} \times 1.21 \times 0.075}{5 \text{ mL}} \times 100$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición1}} = 0.1180 \times 4$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición1}} = 0.4719$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición2}} = \frac{0.65 \text{ mL} \times 0.1 \text{ N} \times 1.21 \times 0.075}{5 \text{ mL}} \times 100$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición2}} = 0.1180 \times 4$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición2}} = 0.4719$$

Por último, obtenemos el porcentaje de acidez total para la fermentación 1, promediando los valores de la repetición 1 y 2.

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Fermentación1}} = \frac{\% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición1}} + \% \text{Acidez Total}_{\text{Repetición2}}}{2}$$

$$\% \text{Acidez Total}_{\text{Fermentación1}} = \frac{0.4719 + 0.4719}{2} = 0.47$$

De la misma manera se determinan los demás valores del porcentaje de acidez total para el resto de fermentaciones con las diferentes concentraciones de Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

4. Cálculos de los análisis de grados brix.

Con los valores de grados Brix de las repeticiones 1 y 2, obtendremos el valor de grado Brix para la fermentación 1, así:

$$^{\circ}\text{Brix}_{\text{Fermentación1}} = \frac{^{\circ}\text{Brix}_{\text{Repetición1}} + ^{\circ}\text{Brix}_{\text{Repetición2}}}{2}$$
$$^{\circ}\text{Brix}_{\text{Fermentación1}} = \frac{11.5 + 11.0}{2} = 11.25$$

De la misma manera se determinan los demás valores de grados Brix para el resto de fermentaciones con las diferentes concentraciones de Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

5. Cálculos de los análisis de anhídrido sulfuroso total.

Para las repeticiones 1 y 2, correspondientes a la fermentación 1, tenemos:

Primeramente, obtenemos el promedio del volumen gastado de la solución de yodo para cada repetición.

Repetición 1: $V_1 = 0,5 \text{ mL}$

$V_2 = 0,6 \text{ mL}$

$$V_{\text{Repetición1}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{(0.5 + 0.6)\text{mL}}{2} = 0.55\text{mL}$$

Repetición 2: $V_1 = 0,7 \text{ mL}$

$$V_2 = 0,6 \text{ mL}$$

$$V_{\text{Repetición2}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{(0.7 + 0.6)\text{mL}}{2} = 0.65\text{mL}$$

Luego calculamos la concentración de anhídrido sulfuroso total por cada repetición.

$$\text{mg/L SO}_2 = V_{\text{Repetición}} \times 64$$

En donde:

$V_{\text{Repetición}}$ = Volumen de NaOH gastado en la titulación.

mg/L SO_2 = Concentración de anhídrido sulfuroso total expresado en mg/L.

Por lo tanto:

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Repetición1}} = 0.55\text{mL} \times 64$$

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Repetición1}} = 35.2$$

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Repetición2}} = 0.65\text{mL} \times 64$$

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Repetición2}} = 41.6$$

Por último, obtenemos la concentración de anhídrido sulfuroso total para la fermentación 1, promediando los valores de la repetición 1 y 2.

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Fermentación1}} = \frac{\text{mg/L SO}_{2\text{Repetición1}} + \text{mg/L SO}_{2\text{Repetición2}}}{2}$$

$$\text{mg/L SO}_{2\text{Fermentación1}} = \frac{35.2 + 41.6}{2} = 38.4$$

De la misma manera se determinan los demás valores de la concentración de anhídrido sulfuroso total para el resto de fermentaciones, con las diferentes

concentraciones de Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

6. Cálculos de los análisis de grado alcohólico.

Para las repeticiones 1 y 2, correspondientes a la fermentación 1 tenemos:

Primeramente calculamos el índice de refracción a 20 °C, para cada repetición por medio de la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{Repetición}} = \eta_{\text{Observado}} + \Delta T \times (4 \times 10^{-4})$$

En donde:

$\eta_{\text{Repetición}}$ = Índice de refracción corregido a 20 °C.

$\eta_{\text{Observado}}$ = Índice de refracción observado a corregir.

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

Por lo tanto:

$$\eta_{\text{Repetición1}} = 1.333 + (25.8 - 20.0)^{\circ}\text{C} \times (4 \times 10^{-4}) = 1.33532$$

$$\eta_{\text{Repetición2}} = 1.334 + (25.8 - 20.0)^{\circ}\text{C} \times (4 \times 10^{-4}) = 1.33632$$

Luego con los índices de refracción de 1.33532 y 1.33632 para las repeticiones 1 y 2 respectivamente, buscamos en tablas de la AOAC, para obtener el grado alcohólico, como se muestra en la siguiente figura:

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
20.0	1.33513	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
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

Grado Alcohólico de la Repetición 1

Grado Alcohólico de la Repetición 2

Fig N° 33: Forma de interpolación para determinar el grado alcohólico posterior a la clarificación mediante el índice de refracción.

Por lo que ahora tenemos que:

Grado alcohólico para la repetición 1 = 4.61

Grado alcohólico para la repetición 2 = 6.47

Por último obtenemos el grado alcohólico de la fermentación 1, promediando los valores de las repeticiones 1 y 2.

$$^{\circ}\text{Alcohólico}_{\text{Fermentación1}} = \frac{^{\circ}\text{Alcohólico}_{\text{Repetición1}} + ^{\circ}\text{Alcohólico}_{\text{Repetición2}}}{2}$$

$$^{\circ}\text{Alcohólico}_{\text{Fermentación1}} = \frac{4.61 + 6.47}{2} = 5.54$$

De la misma manera se determinan los demás valores del grado alcohólico para el resto de fermentaciones, con las diferentes concentraciones de Arcilla Suchitoto/Cinquera y Bentonita USP, con sus 2 respectivas repeticiones.

Anexo N° 21
Cálculos para el análisis estadístico de la Intensidad de Color

A continuación se muestran los diferentes cálculos para el análisis estadístico de un factorial de 2x2 por el método de ANOVA.

- Cálculo de la suma de cuadrados (SC):

$$SC_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{y^2 \dots}{abn}$$

$$SC_{\text{Total}} = [(7.111)^2 + (7.137)^2 + (7.176)^2 + \dots + (4.072)^2] - \frac{(137.707)^2}{24}$$

$$SC_{\text{Total}} = 35.705$$

$$SC_{\text{Material}} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i\dots}^2 - \frac{y^2 \dots}{abn}$$

$$SC_{\text{Material}} = \frac{1}{(2)(6)} [(82.161)^2 + (55.546)^2] - \frac{(137.707)^2}{24}$$

$$SC_{\text{Material}} = 26.236$$

$$SC_{\text{Concentración}} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_{\dots j}^2 - \frac{y^2 \dots}{abn}$$

$$SC_{\text{Concentración}} = \frac{1}{(2)(6)} [(73.360)^2 + (64.347)^2] - \frac{(137.707)^2}{24}$$

$$SC_{\text{Concentración}} = 3.385$$

$$SC_{\text{Interacción}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2 \dots}{abn} - SS_{\text{Material}} - SS_{\text{Concentración}}$$

$$SC_{\text{Interacción}} = \frac{1}{6} [(42.954)^2 + (30.406)^2 + (39.27)^2 + (25.140)^2] - \frac{(137.707)^2}{24} - 26.236 - 3.385$$

$$SC_{\text{Interacción}} = 3.375$$

$$SC_{\text{Error}} = SC_{\text{Total}} - SC_{\text{Material}} - SC_{\text{Concentración}} - SC_{\text{Interacción}}$$

$$SC_{\text{Error}} = 35.705 - 26.236 - 3.385 - 3.375$$

$$SC_{\text{Error}} = 2.709$$

- Cálculo de los grados de libertad:

- Tipo de material:

$$a - 1 = 2 - 1 = 1$$

- Concentración:

$$b - 1 = 2 - 1 = 1$$

- Interacción:

$$[(a - 1)(b - 1)] = [(2 - 1)(2 - 1)] = 1$$

- Error:

$$[ab(n - 1)] = [(2)(2)(6 - 1)] = 20$$

- Total:

$$(abn - 1) = [(2)(2)(6)] - 1 = 23$$

- Cálculo de los cuadrados medios (CM):

- Tipo de material:

$$CM_{\text{Material}} = \frac{SC_{\text{Material}}}{a - 1} = \frac{26.236}{2 - 1} = 26.236$$

- Concentración:

$$CM_{\text{Concentración}} = \frac{SC_{\text{Concentración}}}{b - 1} = \frac{3.385}{2 - 1} = 3.385$$

- Interacción:

$$CM_{\text{Interacción}} = \frac{SC_{\text{Interacción}}}{(a - 1)(b - 1)} = \frac{3.375}{(2 - 1)(2 - 1)} = 3.375$$

- Error:

$$CM_{\text{Error}} = \frac{SC_{\text{Error}}}{ab(n-1)} = \frac{2.709}{(2)(2)(6-1)} = 0.135$$

- Cálculo del valor de la "F" experimental:

- Tipo de material:

$$F_{\text{Material}} = \frac{CM_{\text{Material}}}{CM_{\text{Error}}} = \frac{26.236}{0.135} = 194.341$$

- Concentración:

$$F_{\text{Concentración}} = \frac{CM_{\text{Concentración}}}{CM_{\text{Error}}} = \frac{3.385}{0.135} = 25.074$$

- Interacción:

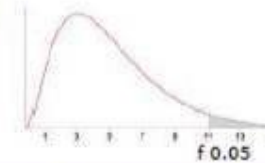
$$F_{\text{Interacción}} = \frac{CM_{\text{Interacción}}}{CM_{\text{Error}}} = \frac{3.375}{0.135} = 25.000$$

Anexo N° 22

Tabla de distribución de la F para el análisis de ANOVA

VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)

área a la derecha del valor crítico = 0,05



g.d.l.	Grados de libertad del Numerador															g.d.l.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,133	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35

