

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO



DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS**

“ELABORACIÓN DE VINO DE GARAMBULLO

***(Myrtillocactus geometrizans)*”**

POR:

VIRGINIA MORENO FERNÁNDEZ.

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. NOVIEMBRE, 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

"ELABORACIÓN DE VINO DE GARAMBULLO (*Myrtillocactus geometrizans*)"

TESIS

PRESENTADA POR:

VIRGINIA MORENO FERNÁNDEZ.

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA POR:

M.C. XOCHITL RUELAS CHACÓN

PRESIDENTE

DR. JESÚS ALBERTO MELLADO

DEL BOSQUE

SINODAL

M.C. OSCAR NOÉ REBOLOSO PADILLA

SINODAL

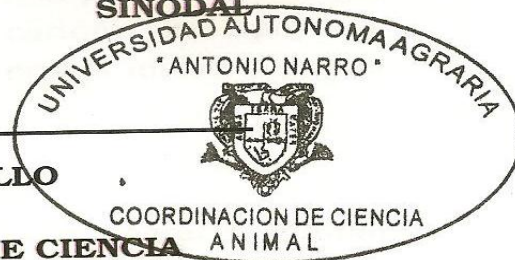
DR. ANTONIO FRANCISCO AGUILERA CARBÓ

SINODAL

DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

ANIMAL



SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. NOVIEMBRE, 2012.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por estar conmigo en cada momento de mi vida y darme la fuerza necesaria para culminar con esta etapa tan importante en mi vida y principalmente por la familia que tengo, no podría pedir otra mejor. Gracias, te amo.

A MIS PADRES porque de alguna u otra manera me impulsaron para ser una persona de bien, me dieron su cariño y confianza, pero principalmente a mi madre que ha sido siempre mi motivo y mi motor para salir adelante, por sus consejos, dedicación y por estar siempre conmigo. Dios los bendiga los amo.

A MIS ABUELOS por su cariño, sus consejos, por guiarme en el buen camino, por ser mi ejemplo de dedicación y esfuerzo y por ser parte de mi vida. Los quiero y siempre los llevaré en mi corazón.

A MIS HERMANAS por ser un gran apoyo en mi vida, por los momentos compartidos, por su cariño y esfuerzo, estoy orgullosa de ustedes por su espíritu de lucha y superación; son las mejores. Dios las bendiga siempre, las amo.

A JOAQUIN A. CHANDOMÍ RAMOS por ser una linda persona conmigo, por brindarme su amistad incondicional, su cariño, su apoyo y principalmente por estar conmigo en las buenas y en las malas. Gracias por ser parte de mi vida, Dios te bendiga.

A MI “ALMA MATER” gracias a la universidad autónoma agraria Antonio narro, por haberme formado profesionalmente, por los buenos momentos vividos a lado de mis amigos. Gracias por Los conocimientos adquiridos.

A MIS ASESORES

MC. XOCHITL RUELAS CHACÓN por las enseñanzas y conocimientos recibidos, por su tiempo, por ser la guía y apoyo para la realización de este trabajo de tesis. Gracias por la confianza.

DR. JESUS A. MELLADO DEL BOSQUE por el apoyo brindado, por la dedicación para la elaboración de este trabajo de tesis. Gracias por su disponibilidad.

MC. OSCAR N. REBOLLOSO PADILLA por las enseñanzas y conocimientos adquiridos durante mi estancia en la universidad, por su disponibilidad para la realización de este trabajo de tesis. Gracias por el apoyo.

DR. FRANCISCO A. AGUILERA CARBÓ por las enseñanzas recibidas, por su colaboración para la realización de este trabajo de tesis. Gracias por el apoyo.

MC. LAURA O. FUENTES LARA que aun que no es mi asesora, formó parte fundamental para concluir con este trabajo de tesis, me impulsó para seguir adelante y me apoyo en la medida de sus posibilidades, por sus enseñanzas y conocimientos adquiridos. Gracias por sus consejos y disponibilidad.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	v
INDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. HIPÓTESIS.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>).....	4
2.1.1. Clasificación taxonómica	4
2.1.2. Distribución geográfica.....	5
2.1.3. Características del medio físico	6
2.1.4. Características morfológicas.....	6
2.1.5. Características de producción.....	7
2.1.6. Fisiología postcosecha	8
2.1.7. Usos del garambullo.....	8
2.2. Fermentación alcohólica	9
2.2.1. Las levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	9
2.2.1.1. Influencia de la temperatura	10
2.2.1.2. Influencia de la aireación.....	10

2.2.1.3.	Influencia de las necesidades nutritivas.....	11
2.2.1.4.	Influencia de la acidez	11
2.3.	Análisis físico químico del vino.....	12
2.3.1.	Medición del contenido de alcohol.....	12
2.3.2.	Análisis de °Brix.....	13
2.3.3.	Análisis de acidez.....	14
2.3.4.	Análisis de densidad (°Baume)	15
2.3.5.	Análisis de color.....	15
2.4.	Análisis sensorial	16
2.4.1.	Usos de la evaluación sensorial.....	17
2.4.1.1.	Propiedades sensoriales	19
2.5.	Importancia de la evaluación sensorial.....	21
2.6.	Tipos de jueces.....	21
2.7.	Las pruebas sensoriales.....	22
2.7.1.	Pruebas afectivas.....	23
2.7.1.1.	Prueba de preferencia	23
2.7.1.2.	Pruebas de medición del grado de satisfacción.....	23
2.7.1.3.	Prueba de aceptación.....	24
2.7.2.	Pruebas discriminativas.....	24
2.7.3.	Pruebas descriptivas	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	Materiales.....	26
3.1.1.	Materia prima	26
3.1.2.	Materiales para el proceso de fermentación	26
3.1.3.	Equipos.....	27
3.1.4.	Material para el análisis de evaluación sensorial.....	28
3.2.	Metodología	29
3.2.1.	Etapa 1. Elaboración del vino de garmbullo.....	29
3.2.2.	Etapa 2. Análisis fisicoquímicos del vino.	35
3.2.3.	Etapa 3. Análisis sensorial.....	37

IV.	RESULTADOS.....	39
4.1.	Resultados del análisis de las propiedades fisicoquímicas durante la obtención del vino	39
4.1.1.	Fermentación.....	39
4.2.	Resultados de color.....	44
4.3.	Resultados de acidez.....	44
4.4.	Resultados del análisis sensorial afectivo (prueba de preferencia).....	46
V.	CONCLUSIONES.....	48
VI.	ANEXOS.....	49
VII.	BIBLIOGRAFÍA	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>) en proceso de floración (Trujillo, 2011).	5
Figura 2. Planta de garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>).	6
Figura 3. Fruto de garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>).	7
Figura 4. Refractómetro manual RHW 25a	13
Figura 5. Colorímetro KONICA MINOLTA CR-400.....	16
Figura 6. Garambullo lavado	29
Figura 7. Extracción de jugo de garambullo (<i>Myrtillocactus geometrizans</i>).	30
Figura 8. Lectura de la temperatura del jugo de garambullo.....	30
Figura 9. Lectura de °Brix del jugo de garambullo.....	31
Figura 10. Adición de la levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).	31
Figura 11. Medición de °Brix y temperatura.	32
Figura 12. Agitador mecánico.	32
Figura 13. Material para filtración del vino.....	33
Figura 14. Vino envasado.	34
Figura 15. Vino en refrigeración.....	34
Figura 16. Medición de características fisicoquímicas del fermentado.....	35
Figura 17. Medición de color.....	36
Figura 18. Cubículos de evaluación sensorial.....	37
Figura 19. Evaluación sensorial del vino de Garambullo.	38
Figura 20. Comportamiento de la variable temperatura respecto al tiempo (horas).	40
Figura 21. Comportamiento de la variable “grados brix” respecto al tiempo (horas).	41
Figura 22. Comportamiento de la variable “alcohol” respecto al tiempo (horas).	42
Figura 23. Comportamiento de la variable “Grados Baume” respecto al tiempo (horas).	43
Figura 24. Comportamiento de la acidez a través del tiempo.	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ácidos presentes en diferentes frutas.....	15
Cuadro 2. Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial.....	18
Cuadro 3. Comportamiento del color a través del tiempo.....	44
Cuadro 4. Características de las muestras sometidas a evaluación sensorial.....	46
Cuadro 5. Medias de la calificación de cada una de las variables del análisis sensorial.....	46
Cuadro 6. Resultados de la prueba Friedman	47

RESUMEN

La presente investigación muestra un estudio que consiste en evaluar vino del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) elaborado bajo ciertas condiciones; lo anterior debido a que este fruto se produce en varios estados del país y no cuenta con un valor agregado para poder ser comercializado por los productores de éste.

Se elaboró un vino del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), se realizó el análisis fisicoquímico midiéndose el grado de alcohol, grados brix (°Brix) grados baumé (°Bé) y acidez. Los resultados del análisis fisicoquímico del vino oscilaban entre los siguientes rangos: 3 a 6 % alcohol, 5 a 18 °Brix, 4 a 7°Baume y 0.1 a 0.3 % acidez.

Se realizó una evaluación sensorial en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con los alumnos de la institución considerando las siguientes características a evaluar: color, aroma, sabor y consistencia.

Los resultados obtenidos en esta evaluación muestran la aceptación del vino de garambullo por parte de los consumidores, las muestras evaluadas fueron tomadas al azar y etiquetadas con diferentes códigos, entre éstas la muestra de mayor preferencia fue la etiquetada con el código 470, que fue elaborado el día seis de septiembre del 2011 y contaba con las siguientes características: 3.3 % alcohol, 7.1 °brix, 4.3 °baume y 0.204 % acidez.

Palabras clave: *Myrtillocactus geometrizans*, vino de garambullo, fermentación, % alcohol, °Baume, °Brix, temperatura, acidez, color, evaluación sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

El garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) es una planta de la familia de las cactáceas del reino *Plantae*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida (Dicotyledoneae)*, crece en zonas áridas de México, puede ser fácilmente propagada por semillas, la planta posee un fruto de baya redonda de color púrpura con un sabor dulce y agradable (Monter, 2002).

El garambullo es poco comercializado y pobremente explotado y su fruto debería ser industrializado para su aplicación en productos alimenticios por su alto contenido de proteínas, así como betalainas y efecto antioxidante e hipoglucemiante (Topete, 2006), pero lamentablemente solo se emplea el 30% de la producción en la elaboración de mermeladas, pasas, paletas, postres y refrescos de manera artesanal y el 70% de la producción total se consume de forma directa (Pérez, 1995).

1.1. JUSTIFICACIÓN

El garambullo es poco comercializado y pobremente explotado y su fruto debería ser industrializado para su aplicación en productos alimenticios por su alto contenido de proteínas, así como betalainas y efecto antioxidante e hipoglucemiante (Topete, 2006). Pero lamentablemente solo se emplea el 30% de la producción en la elaboración de mermeladas, pasas, paletas, postres y refrescos de manera artesanal y el 70% de la producción total se consume de forma directa (Pérez, 1995). Por lo que se propone dar solución a un problema importante, aprovechando la materia prima disponible en ciertas regiones del país, la cual no cuenta con un valor agregado para su comercialización.

1.2. HIPÓTESIS

La fermentación alcohólica del fruto de garambullo favorece la obtención de vino con características aceptadas por el consumidor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar el proceso de elaboración del vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las propiedades fisicoquímicas del vino obtenido.
- Evaluar sensorialmente el producto utilizando una prueba de preferencia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)

El garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), crece en zonas áridas de México, puede ser fácilmente propagada por semillas, la planta posee un fruto de baya redonda de color púrpura con un sabor dulce y agradable; es una planta con un tronco definido y con ramificaciones, este cacto es capaz de alcanzar una altura de hasta 5 metros; además da flores blancas y verdosas que después se convertirá en un fruto de forma oval de color purpura y de sabor dulce. Cabe mencionar que se localiza principalmente en los estados de Guanajuato, Querétaro y San Luis potosí (Monter, 2002).

2.1.1. Clasificación taxonómica

El garambullo cuyo nombre científico es *Myrtillocactus geometrizans*, es un cacto del reino plantae de la división *Magnoliophyta*, de la clase *Magnolopsida (dicotiledoneae)* (Figura 1), de la familia cactácea. Posee flores en la parte superior de las areolas, blancas, pequeñas de 2.5 a 3.5 cm de ancho, varias en la misma areola, así mismo produce un fruto carnoso color purpura, pequeño de 1 a 2 cm. De diámetro y sin espinas maduros son consumidos en forma directa (Redescolar, 2006). Posee seis espinas en cada areola, cinco secundarias y una principal. Se produce por semillas y por esquejes, éstos últimos deben ser utilizados durante el verano. Puede presentar propagación vegetativa (asexual) el medio donde habita es terrestre.



Figura 1. Planta de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en proceso de floración (Trujillo, 2011).

2.1.2. Distribución geográfica

El garambullo es una cactácea que se distribuye desde Tamaulipas hasta Oaxaca, abunda en los mezquiales del centro de México, llegando hasta Guerrero y el sur de Tamaulipas; por el este se extiende hasta Durango, Zacatecas, Jalisco y Michoacán, también puede encontrarse en Guatemala, siendo los estados principales productores: Querétaro, Hidalgo, Guanajuato y San Luis Potosí. El garambullo crece en zonas semiáridas de América del norte y del sur (desiertos en México) (Bravo, 1978; Topete, 2006). Se encuentra de forma silvestre en selvas bajas caducifolias y en matorrales de cactáceas.

2.1.3. Características del medio físico

Se adapta al clima seco característico del desierto; toleran el sol lleno de verano. Los garambullos semi robustos son dañados a una temperatura de 25 °F (-4 °C). Es capaz de almacenar grandes cantidades de agua, así puede soportar largos periodos sin recibir riego (Redescolar, 2011)

2.1.4. Características morfológicas

La planta del garambullo se define como un tronco corto bien definido con una ramificación abundante formando una copa bastante amplia de 5m y ramas numerosas que a su vez se ramifican, las cuales se encuentran algo encorvadas de 6 a 10 cm de diámetro que poseen 5 costillas (Figura 2).



Figura 2. Planta de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*).

2.1.5. Características de producción

La floración del garambullo se lleva a cabo en la primavera, teniendo la planta un crecimiento lento, es susceptible al frío, ya que debido a esto su epidermis se deteriora generándose manchas; la temperatura más adecuada para esta especie durante el invierno es de no menos de 10°C. El garambullo requiere menos agua que la mayoría de los cactus.

En cada punto de fructificación se forman de 2 a 4 frutos (figura 3). Una planta puede alcanzar a producir de 25,000 a 30,000 frutos por temporada; bajo condiciones naturales se pueden encontrar hasta 70 plantas por hectárea (Topete, 2006).



Figura 3. Fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*).

2.1.6. Fisiología postcosecha

El fruto de garambullo tiene entre sus limitaciones una corta vida de postcosecha, ya que si se recolecta en la madurez para su consumo se mantiene a temperatura de 22°C en un recipiente cerrado, en menos de seis horas fermenta.

Por otra parte, si se utiliza refrigeración (4°C) o congelación (-2°C), el fruto se mantiene en buen estado hasta por 50 días pero en el segundo caso se puede observar al descongelarse después de 50 días se presentan ciertos daños físicos y una disminución de aroma y sabor, sin afectar a la composición de sus pigmentos (Topete, 2006).

2.1.7. Usos del garambullo

Al referirnos al uso, solo hablamos del fruto debido a que los pocos estudios e investigaciones con respecto a su aprovechamiento recaen sobre él. En cuanto a la planta solo se estudió la manera de que aumente la cantidad de estas, debido al peligro que corre de extinguirse a causa de la tala inconsciente que el hombre ha dado a esta planta para ocupar el terreno para otros menesteres como industrias, tierras de cultivo, entre otros. Por otro lado se está investigando la forma de domesticarlo para lograr que la planta deje de producir tantas espinas y de esta manera facilitar la cosecha del fruto (Pérez, 1999). Mientras que el fruto es utilizado artesanalmente para elaborar refrescos, mermeladas, pasas, postres y algunos dulces; a nivel de investigación se encontró que disminuye los niveles de glucosa en ratones diabéticos y en ratones sanos disminuyó el colesterol (Topete, 2006), y también es considerado como un fruto con alto contenido de proteína en comparación con otros frutos (Cárdenas, 2007), se encontró que el pigmento del garambullo ofrece una

alternativa para ser utilizado como aditivo colorante debido a su contenido de betalainas, las cuales le confieren mayor estabilidad al compararse con otros pigmentos rojos naturales (Reynoso, 1994).

2.2. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es una bioreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La conversión se representa mediante la ecuación:



Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia. Por supuesto que existen estudios para producir alcohol con otros hongos y bacterias, como la *Zymomonasmobilis*, pero la explotación a nivel industrial es mínima.

2.2.1. Las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*

Como todos los seres vivos, las levaduras tienen necesidades precisas en lo que se refiere a nutrición y al medio en que viven. Son muy sensibles a la temperatura, necesitan oxígeno, una alimentación apropiada en azúcares, en elementos minerales y en sustancias nitrogenadas.

Las levaduras tienen ciclos reproductivos cortos, lo que hace que el inicio de la fermentación sea tan rápido, pero así como se multiplican, pueden morir por la falta o el exceso de las variables mencionadas.

2.2.1.1. Influencia de la temperatura

La temperatura es un factor preponderante para la vida de las levaduras, no se desarrollan bien más que en una escala de temperaturas relativamente corta, hasta 30° C como máximo y por debajo de 13 ó 14° C.

La temperatura crítica de la fermentación es el grado por encima del cual las levaduras ya no se reproducen y acaban muriendo, lentificando y deteniendo la fermentación. Es muy difícil decir cuál es el límite exacto, sin embargo, es posible indicar una zona peligrosa que depende de la aireación, los factores nutritivos de las levaduras y la naturaleza de las mismas.

2.2.1.2. Influencia de la aireación

Las levaduras necesitan oxígeno para multiplicarse. En ausencia completa de aire, en un mosto, se producen sólo algunas generaciones y su reproducción se detiene. El aire y el oxígeno es entonces el factor que limita la multiplicación de las levaduras. La rapidez del arranque de la fermentación depende de las condiciones de aireación.

La aireación se realiza bien por contacto continuo con el aire para evitar el cese de la fermentación por asfixia de las levaduras cuando se opera en depósito cerrado.

2.2.1.3. Influencia de las necesidades nutritivas

A las levaduras les es totalmente necesario encontrar ciertos alimentos en el mosto donde se desarrollan. Sus necesidades de azúcar y minerales son fácilmente satisfechas.

Las levaduras de vinificación están constituidas por un 25 a un 60% de sustancias nitrogenadas. Por lo que para desarrollarse y multiplicarse necesitan encontrar en el medio en que viven suficiente nitrógeno asimilable.

El nitrógeno amoniacal (catión amonio) es el primer alimento nitrogenado consumido por las levaduras, le siguen ciertos aminoácidos libres, como el ácido glutámico. En treinta y seis horas de fermentación, las levaduras agotan literalmente el nitrógeno asimilable del mosto, así como también otros factores nutritivos.

2.2.1.4. Influencia de la acidez

Las levaduras hacen fermentar mejor los azúcares en un medio neutro o poco ácido. Cuando una fermentación se detiene no se debe a una falta de acidez, sino a un exceso de temperatura que asfixia las levaduras. Sin embargo, una acidez débil puede convertir en muy graves las consecuencias de esa detención, pues las bacterias de enfermedades se desarrollan más fácilmente cuanto mayor es el pH. La acidez debe ser tal que favorezca el desarrollo de las levaduras, pero que perjudique a las bacterias peligrosas en caso de cese de la fermentación.

2.3. Análisis físico químico del vino

El vino es una bebida moderadamente alcohólica. El alcohol del vino procede del proceso natural denominado fermentación y se realiza a costa del azúcar de las frutas; para que este proceso se lleve a cabo de manera perfecta existe la necesidad de controlar algunas variables como son: temperatura, los grados Brix (contenido de azúcar), el porcentaje de alcohol y los grados Baume (densidad). El análisis químico es muy importante debido a que de eso va a depender las características del vino.

2.3.1. Medición del contenido de alcohol

La medición del contenido de alcohol (°Alcohol) es de gran importancia en el proceso de elaboración de vinos debido fundamentalmente a dos motivos. El primero es normalizar el producto en cuanto a sus características y sus componentes. Obviamente, cada producto debe contener siempre la misma cantidad de alcohol, de azúcar, de acidez, etc., que es indicada en la etiqueta. El segundo motivo es de origen fiscal, ya que el vino, como toda bebida alcohólica, está sujeto a pago de impuesto y por tanto el fabricante debe ser cuidadoso en el manejo de este componente para evitar sufrir gravámenes adicionales y penalizaciones. Sin embargo, debe tenerse en consideración que en elaboraciones artesanales, y principalmente en las caseras, la determinación de alcohol resulta de menor importancia que en las elaboraciones industriales y sólo estará en función de la legislación establecida en cada país.

Existe un buen número de metodologías diseñadas para la medición de alcohol (etanol) en el vino tradicional y en el vino de frutas, pero la principal y más universalmente extendida es la técnica densimétrica, esto

cuando se habla de un nivel industrial. Cuando se habla de un vino obtenido por una fermentación casera o artesanal, el instrumento más usado es el alcoholímetro o el refractómetro.

Ésta puede ser medida entonces con los instrumentos que se mencionaron anteriormente y de los cuales haremos especial énfasis en el refractómetro.

El refractómetro posee una escala que expresa el contenido de alcohol (figura 4).



Figura 4. Refractómetro manual RHW 25a

2.3.2. Análisis de °Brix

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se

determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura. La importancia de la medición de este parámetro en el proceso de elaboración de vinos de frutas radica en las necesidades nutritivas de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, ya que la sacarosa es uno de los nutrientes más importantes para que se lleve a cabo la fermentación de manera correcta.

2.3.3. Análisis de acidez

La acidez de los vinos en general es importante por las características de sabor que les imparte, pero es mucho más significativa por las condiciones que puede establecer para el crecimiento de la levadura y por tanto para una buena fermentación.

Al elaborar vino de frutas es fundamental llevar la acidez del mosto a valores óptimos de fermentación, por lo cual debemos conocer su valor inicial y poder así calcular la cantidad de ácido que debemos agregar o la dilución que debemos realizar.

Cuando se determina la acidez de una pulpa, el cálculo es diferente según sea el ácido que predomine en ella. Debemos entonces conocer el ácido predominante antes de hacer la determinación respectiva. Como referencia general, consideraremos el siguiente cuadro de presencia de ácidos según la fruta.

Cuadro1. Ácidos presentes en diferentes frutas.

Ácido	Predominante en
Tartárico	Uva, tamarindo
Málico	Manzana
Cítrico	Otras frutas

2.3.4. Análisis de densidad (°Baume)

La densidad puede ser medida a través de diversos instrumentos que el analista seleccionará según su conveniencia. Entre ellos están el hidrómetro, alcoholímetro y picnómetro.

Esta medición se basa en el hecho que la densidad (o peso específico) de una solución hidroalcohólica disminuye de manera inversamente proporcional a la cantidad de alcohol que contiene. Es decir, mientras más alcohol contenga la solución, menor será su densidad.

2.3.5. Análisis de color

El color es la primera de las características del vino que percibe el consumidor, y una buena parte de su aceptación depende de esta primera impresión. El color puede ser medido con un colorímetro.

Un colorímetro es un instrumento sensible a la luz utilizada en colorimetría para medir la intensidad de color de un objeto o una muestra de color en función de los componentes rojo, azul y verde de la reflejada por el objeto o la muestra (figura 5).



Figura 5. Colorímetro KONICA MINOLTA CR-400

Realmente, el color está relacionado con la calidad del vino. Muchos vinos son clasificados en un tipo u otro en función de su color, y de esta clasificación depende su valor comercial posterior, con la consiguiente repercusión económica que esto puede tener en el productor y distribuidor.

2.4. Análisis sensorial

En general el análisis sensorial ha demostrado ser un instrumento de suma eficacia y se realiza con el fin de encontrar la fórmula adecuada que le agrade al consumidor, buscando también la calidad, e higiene del alimento para que tenga éxito en el mercado.

Detrás de cada alimento que nos llevamos a la boca existen múltiples procedimientos para hacerlos apetecibles y de buena calidad para el consumo. Uno de estos aspectos es el análisis sensorial, que consiste en evaluar las propiedades organolépticas de los productos, es decir, todo lo que se puede percibir por los sentidos, y determinar su aceptación por el consumidor.

Es el análisis estrictamente normalizado de los alimentos, que se realiza con los sentidos. Se emplea la palabra “normalizado”, porque implica el

uso de técnicas específicas perfectamente estandarizadas, con el objeto de disminuir la subjetividad en las respuestas. Las empresas lo usan para el control de calidad de sus productos, ya sea durante la etapa del desarrollo o durante el proceso de rutina. Por ejemplo, si cambian un insumo es necesario verificar si esto afecta las características sensoriales del producto y por ende su calidad. Este es un buen momento para hacer un análisis y cotejar entre el producto anterior y el nuevo (Montenegro, 2008).

El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando se requiere comercializar algún alimento, éste debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad, para que sea aceptado por el consumidor, mas aun cuando debe ser protegido por un nombre comercial los requisitos son mayores, ya que debe poseer las características que justifican su reputación como producto comercial.

2.4.1. Usos de la evaluación sensorial

Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias, tales como la industria alimentaria, la perfumera, farmacéutica, la industria de pinturas y tintes (Anzaldúa, 1994).

La herramienta básica o principal para llevar acabo el análisis sensorial son las personas, en lugar de utilizar una maquina, el instrumento de medición es el ser humano, ya que el ser humano es un ser sensitivo, sensible, y una maquina no puede dar resultados que se necesitan para realizar una evaluación sensorial efectiva.

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los

sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son, su sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos (Lyon, 2000).

Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es asociado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es una de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la luz reflejada en la superficie de los mismos la cual es reconocida por la vista; la textura que es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial, su definición no es sencilla porque es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza (Anzaldúa, 1994).

El primer contacto del ser humano con un producto alimenticio se produce habitualmente a través de la vista, el olfato, el oído, el tacto, el gusto, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Impresiones que se perciben a través de los sentidos en el análisis sensorial.

Vista	Olfato	Tacto	Sabor	Oído
Color Brillo Tamaño Forma	Olor	Textura Temperatura Dureza Peso	Sabor Ácido Dulce Salado Amargo	Sonido

Fuente: Sancho, 2002

2.4.1.1. Propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otros son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994). A continuación se describen algunos atributos:

Color

El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida instrumentalmente de manera más efectiva que en forma visual. Existen colorímetros especialmente diseñados para alimentos, incluso frutas enteras, granos o alimentos en polvo, pero resultan muy costosos y requieren de un manejo cuidadoso y de mantenimiento especializado.

Puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso, pero en el caso específico del color de los alimentos es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material (Witting, 2001).

Olor

El olor es la percepción por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados en los objetos. En el caso de los alimentos y la mayoría de las sustancias olorosas esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores (Anzaldúa, 1994). Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además de su relación con el tiempo.

Sabor

El sabor de los alimentos es el resultado de la percepción de los estímulos gustativos, ésta es causada por presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca.

El sabor se percibe principalmente por la lengua, aunque también por la cavidad bucal (por el paladar blando pared posterior de la faringe y la epiglotis). Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua, así, lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y lo ácido en los bordes (Sancho, 2002).

Aroma

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a través de la trompa de Eustaquio- a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos (Anzaldúa, 1994).

Textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Anzaldúa, 1994).

Es la percepción de características mecánicas (resultantes de la presión ejercida por dientes, lengua y paladar), características geométricas

(provenientes del tamaño y forma de las partículas) y características relacionadas con las propiedades lubricantes (humedad y grasa) (Witting, 2001).

2.5. Importancia de la evaluación sensorial

La evaluación sensorial es prácticamente importante en todas las etapas de producción y desarrollo en la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

También es importante porque tiene funciones de control de calidad y estandarización de un alimento. Una vez aseguradas la calidad nutricional y sanitaria, la calidad sensorial y la aceptabilidad para el consumidor pueden ser evaluadas controlando sensorialmente la calidad de la materia prima el almacenamiento o las estrategias de mercado.

La evaluación sensorial es de gran utilidad ya que se aplica para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseables tras la modificación de la fórmula de un producto, ya sea por eliminación, sustitución, o adición de un nuevo componente o ya sea por la modificación de elaboración del producto.

2.6. Tipos de jueces

La ejecución del análisis sensorial requiere la colaboración de una serie de personas (jueces) que forman lo que se denomina jurado de catadores. Según las pruebas utilizadas varía el número mínimo necesario de personas y el tipo de jueces que deben utilizarse (Fortín, 2001).

- a) **Juez experto o profesional.** Trabaja solo y se dedica a un solo producto a tiempo preferente o total.
- b) **Juez entrenado o “panelista”.** Miembro de un equipo o panel de catadores con habilidades desarrolladas, incluso para pruebas descriptivas, que actúa con alta frecuencia.
- c) **Juez semientrenado o aficionado.** Persona con entrenamiento y habilidades similares al de panelista, que sin formar parte de un equipo o panel estable, actúa en pruebas discriminatorias con cierta frecuencia.
- d) **Juez consumidor.** Generalmente son personas tomadas al azar, en algún lugar público y que no tiene ninguna relación con el producto y que tampoco han recibido ningún tipo de preparación, solo participan en pruebas afectivas, pero es importante que las personas que participen sean consumidores habituales del producto a probar, consumidores potenciales si se trata de un nuevo producto, para validar estadísticamente una prueba de este tipo se requieren mínimo 30 jueces consumidores (Anzaldúa, 1994)

2.7. Las pruebas sensoriales

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las pruebas discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.1. Pruebas afectivas

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta, lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones totalmente personales. Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.1.1. Prueba de preferencia

Aquí simplemente se desea conocer si los jueces prefieren cierta muestra sobre otra. Esta prueba es similar a una prueba discriminatoria de comparación aparente simple, pero con diferencia de que en una prueba de preferencia no se busca determinar si los jueces pueden distinguir entre dos muestras donde no importan sus gustos personales si no que se quiere evaluar si realmente prefiere determinar la muestra. La prueba es muy sencilla y consiste nada mas en pedirle al juez que diga cuál de las muestras prefiere (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.1.2. Pruebas de medición del grado de satisfacción

Cuando se deben evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea tener mayor información acerca de un producto, pueden recurrirse a las pruebas de medición de grado de satisfacción. Estos son los intentos para manejar más objetivamente datos tan subjetivos como son las respuestas de los jueces acerca de cuanto les gusta o les disgusta un alimento (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.1.3. Prueba de aceptación

El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, entre otros. Sin embargo, el término *prueba de aceptación* es utilizado incorrectamente con mucha frecuencia para referirse a las pruebas de preferencia o a las pruebas de grado de satisfacción. Las tres pruebas son afectivas, pero la prueba de aceptación abarca a una de las otras dos (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.2. Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia (Anzaldúa-Morales, 1994).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son: prueba de comparaciones apareadas, prueba de comparaciones múltiples y pruebas de ordenamiento (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.7.3. Pruebas descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetivamente posible. Aquí no son

importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Las descriptivas por lo tanto proporcionan mucho más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitoreado, y la interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa que en los otros tipos de pruebas (Anzaldúa-Morales, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

A continuación se enlistan la materia prima, instrumentos de laboratorio y equipo que fueron utilizados durante el desarrollo del presente trabajo.

3.1.1. Materia prima

- Fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) recolectado en la comunidad de Tierra blanca, Apaseo el grande en el estado de Guanajuato.
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) marca Nevada.

3.1.2. Materiales para el proceso de fermentación

- Matraces Erlenmeyer 1000 mLmarcaPyrexNo. 4980
- Algodón
- Gasa
- Masking tape
- Pipeta Pyex 9 mL
- Espátula
- Matraz de Quitazato 1000 mLPyrex
- Vaso de precipitado 600ml Pyrex No. 1000

- Papel filtro
- Recipientes de plástico 1L
- Colador de plástico
- Embudo de plástico
- Embudo de porcelana
- Botellas de cristal obscuro 1L
- Ollas de esterilización
- Termómetro

3.1.3. Equipos

- Extractor marca Molinex
- Balanza analítica Scout- Pro Dhalis600g.
- Refractómetro RHW 25a
- Agitador mecánico Multi-WristShaker
- Colorímetro Konica Minolta
- Potenciómetro Atago PAL-1
- Bomba de vacío

3.1.4. Material para el análisis de evaluación sensorial

- Vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) (3 muestras a evaluar).
- Vasos de plástico No. 00
- Vasos de unicel del No.8
- Popotes
- Recipiente de unicel tipo hielera
- Servilletas
- Etiquetas del No.4
- Formatos para evaluar las muestras (prueba no paramétrica de Friedman)
- Bolígrafos
- Charola para los incentivos
- Incentivos (dulces)

3.2. Metodología

A continuación se presentan los métodos utilizados durante el proceso de elaboración del vino de garambullo que se dio en tres etapas, en la primera se llevó a cabo la elaboración del vino de garambullo, en la segunda se analizaron las propiedades fisicoquímicas y en la tercera se realizó un análisis sensorial afectivo (prueba de preferencia) del producto. La metodología que se siguió contempló 3 etapas.

3.2.1. Etapa 1. Elaboración del vino de garambullo

La elaboración del vino de garambullo se realizó de la siguiente manera:

- Se lavó el garambullo por duplicado con agua destilada, con el fin de eliminar impurezas (figura 6).



Figura 6. Garambullo lavado

- Utilizando un extractor de jugos se molió el garambullo obteniendo aproximadamente 1 L de jugo (figura 7).



Figura 7. Extracción de jugo de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*).

- Se midió la temperatura del jugo (figura 8).



Figura 8. Lectura de la temperatura del jugo de garambullo

- Se midieron los °Brix con un refractómetro, colocando una gota del jugo (figura 9).



Figura 9. Lectura de °Brix del jugo de garambullo

- Se agregó 1g de levadura al jugo y se agitó hasta disolución (figura 10).



Figura 10. Adición de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

- Se midieron °Brix y temperatura nuevamente (figura 11).



Figura 11. Medición de °Brix y temperatura.

- Se mantuvo en agitación constante (400rpm) y a una temperatura de 24°C al jugo de garambullo en un agitador mecánico (Figura 12). Pasado 92 hrs. quitaron los matraces del agitador para llevarse a cabo la segunda etapa.



Figura 12. Agitador mecánico.

- El fermentado se pasó por una filtración con un matraz Quitazato y un embudo de porcelana (figura 13).

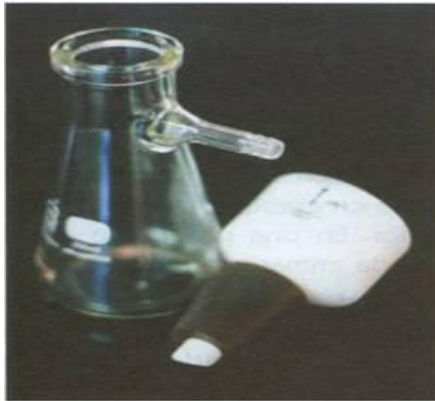


Figura 13. Material para filtración del vino

- Conectar el matraz a la bomba de vacío, colocar la gasa en el fondo del embudo y después un colador para quitar los grumos más grandes a fin de facilitar el filtrado. Encender la bomba para obtener el vino clarificado.

- Se envasó el vino en botellas esterilizadas y de color verde (figura14).



Figura 14. Vino envasado.

- El vino se mantuvo en refrigeración hasta su análisis en la tercera etapa (figura 15).



Figura 15. Vino en refrigeración.

3.2.2. Etapa 2. Análisis fisicoquímicos del vino.

- Una vez iniciada la fermentación, se detuvo el agitador mecánico después de 24 horas para medir temperatura sumergiendo el termómetro, con el refractómetro el % alcohol, °Baume y °Brix (figura 16).



Figura 16. Medición de características fisicoquímicas del fermentado.

- Tomar estas mismas medidas cada 24 horas hasta que la lectura en la producción de alcohol sea constante, después se procede al filtrado.

- Tomar lecturas de color con un colorímetro mecánico Konica Minolta (figura 17).



Figura 17. Medición de color.

- Medirla acidez colocando 10 ml de vino en un matraz Erlen Meyer y agregar 3 gotas de indicador de fenolftaleina para titular con NaOH 0.313 N que se hallaba en una pipeta, hasta obtener un vire a color verde aceituna y someter el gasto de NaOH a la siguiente fórmula:

*Cantidad de NaOH gastados / 10 ml de muestra * 0.0049 * 100 = g/l de acidez total en H₂SO₄*

3.2.3. Etapa 3. Análisis sensorial

En la evaluación participo un panel de 13 personas (jueces) semientrenados estudiantes de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a cada juez se le proporcionó un cubículo donde contaba con el material necesario para llevar a cabo la evaluación del vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)(Figura 18), los jueces evaluaron mediante la prueba sensorial de preferencia las siguientes propiedades sensoriales: color, aroma, sabor y consistencia, (figura 18)



Figura 18. Cubículos de evaluación sensorial.

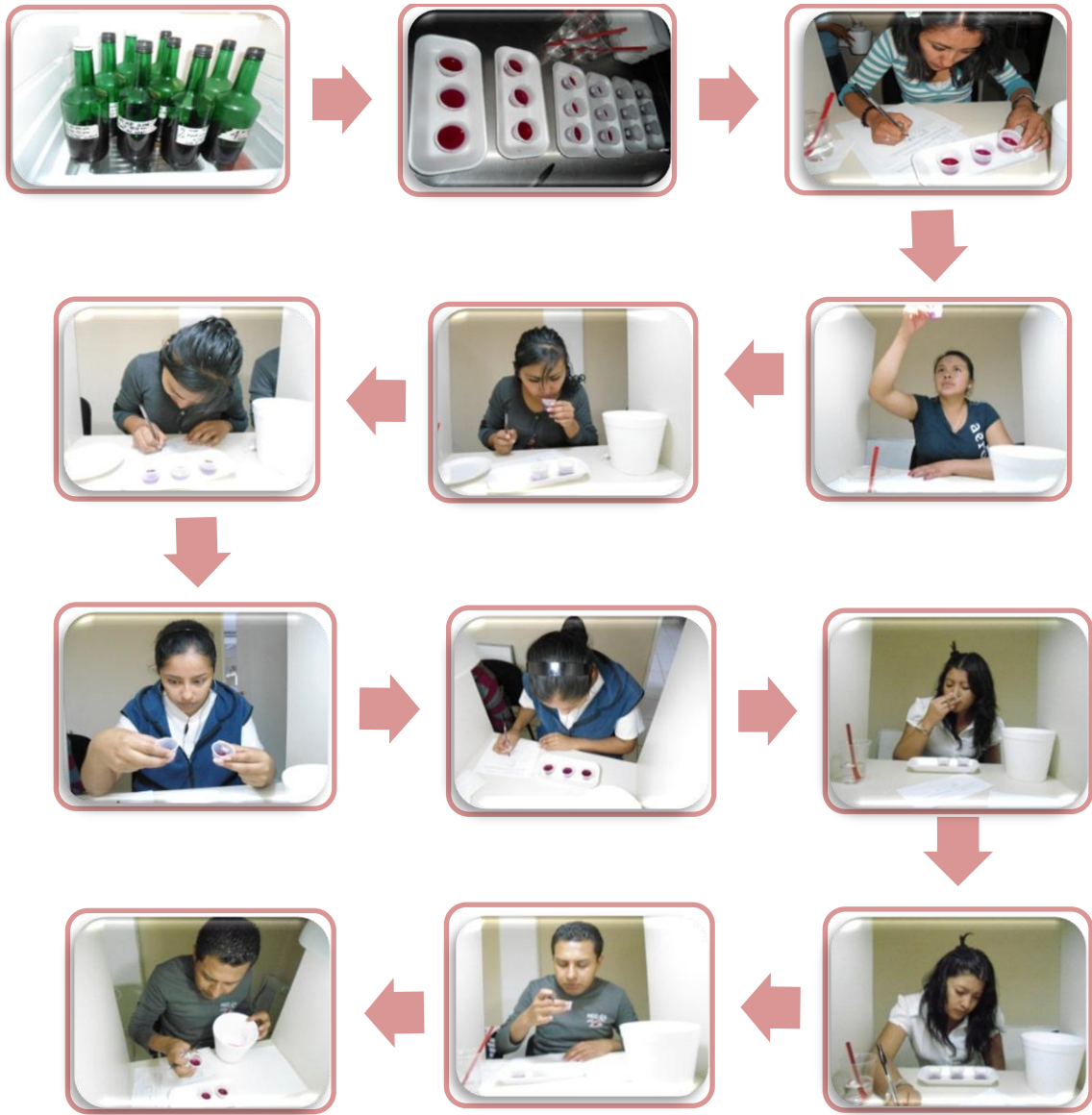


Figura 19. Evaluación sensorial del vino de Garambullo.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del análisis de las propiedades fisicoquímicas durante la obtención del vino

El experimento consistió en la elaboración de vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), en el cual se evaluó cuatro aspectos: la fermentación, el color y la acidez y aceptación sensorial.

4.1.1. Fermentación

En cuanto a la fermentación se obtuvieron nueve muestras que se analizaron en diferentes periodos de tiempo medido en horas. Las variables analizadas fueron la temperatura, los grados Brix (contenido de azúcar), el porcentaje de alcohol y los grados Baumé (densidad). La prueba realizada fue la regresión lineal, con el fin de determinar el comportamiento. El paquete utilizado fue el SAS, 2008.

Temperatura

En cuanto a temperatura se encontró una media de 24.43°, con un coeficiente de variación de 4.76, lo que se considera muy bajo (anexo2). El comportamiento se mantiene prácticamente horizontal con una pendiente de -0.022 y una intercepción en el eje de 25.16 (figura 20).

Según Álvarez (1991), la temperatura ideal para la vinificación en tinto se sitúa entre los 24 y los 30° C, en función de la necesidad de conseguir una fermentación suficientemente rápida, una buena maceración y evitar el cese de fermentación.

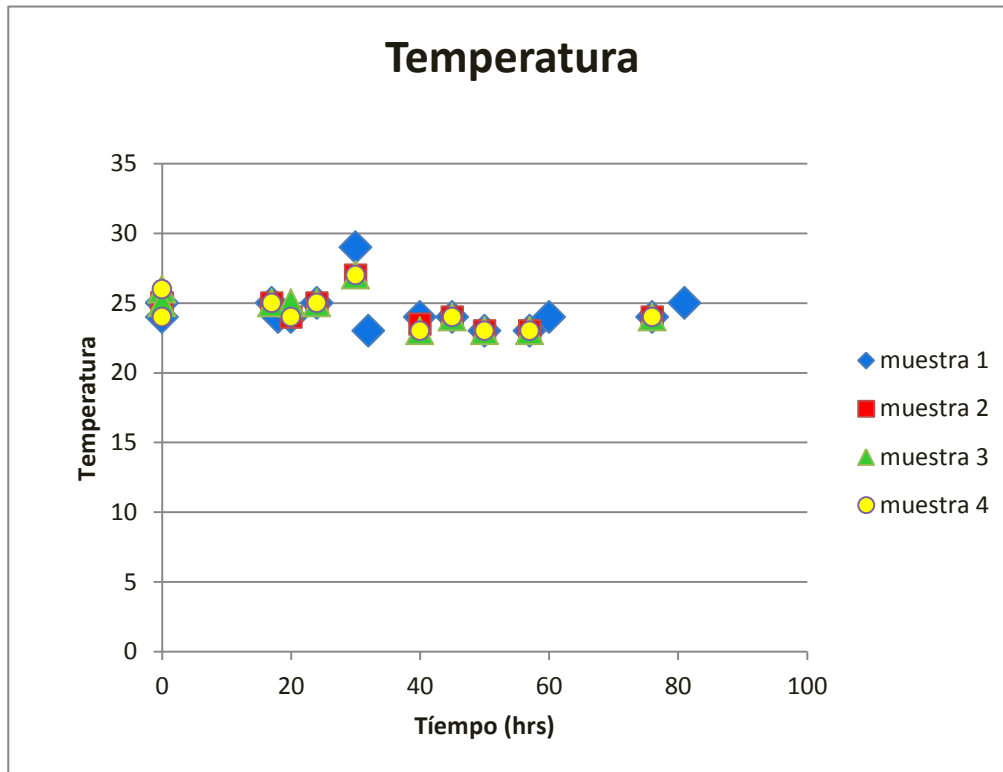


Figura 20. Comportamiento de la variable temperatura respecto al tiempo (horas).

°Brix

En lo que respecta a los grados Brix, se encontró una media de 9.96 con un coeficiente de variación de 19.45; esta variación se debe a que la gráfica presenta un comportamiento exponencial decreciente y no una línea recta (figura 21), pero como éste es un factor que se debe controlar en la elaboración, es más importante conocer la pendiente de disminución, que en este caso es de -0.124 por hora (anexo 3), con una intercepción en el eje de 14.103, este comportamiento es debido a que para llevarse a cabo la fermentación, la levadura necesita de nutrientes específicos para que su metabolismo se desarrolle, entre los que destacan los azúcares o °Bx, los cuales son degradados en alcohol y dióxido de carbono por lo que al transcurrir el tiempo de fermentación es común que se presente dicho

comportamiento, es decir, que a mayor tiempo de fermentación el contenido de azúcares tiende a disminuir y el grado alcohólico aumenta(Domínguez, 2006).

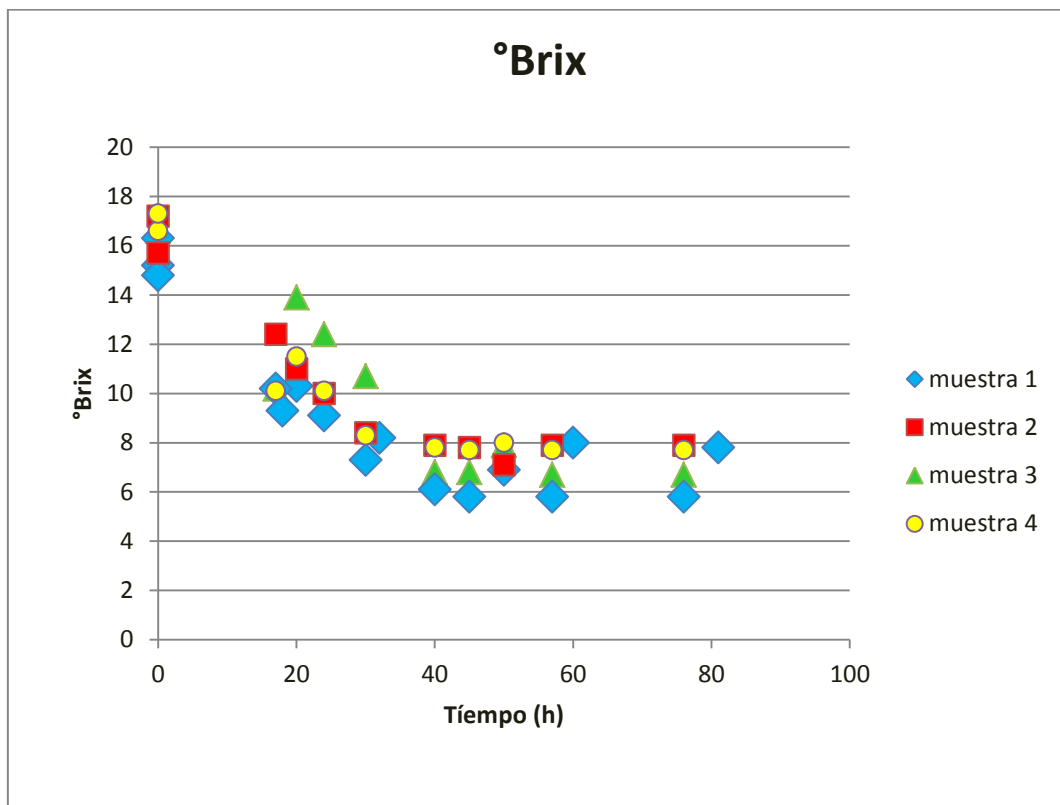


Figura 21. Comportamiento de la variable “grados brix” respecto al tiempo (horas).

% Alcohol

Respecto al alcohol se encontró una media de 4.55 con un coeficiente de variación de 13.15 (anexo4). Sorpresivamente la gráfica presenta casi una línea horizontal, cuando se esperaba que aumentara, la pendiente es muy pequeña: -0.01 con una intercepción del eje de 4.96.

Según José Luis Hoyos y colaboradores (2010), sobre “Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*Citrus sinensis*)”, para el inicio de la fermentación, se ajustó el jugo de naranja a los valores reportados para la fermentación de uva, encontrándose como resultado un grado alcohólico por encima de los 6 °GL.

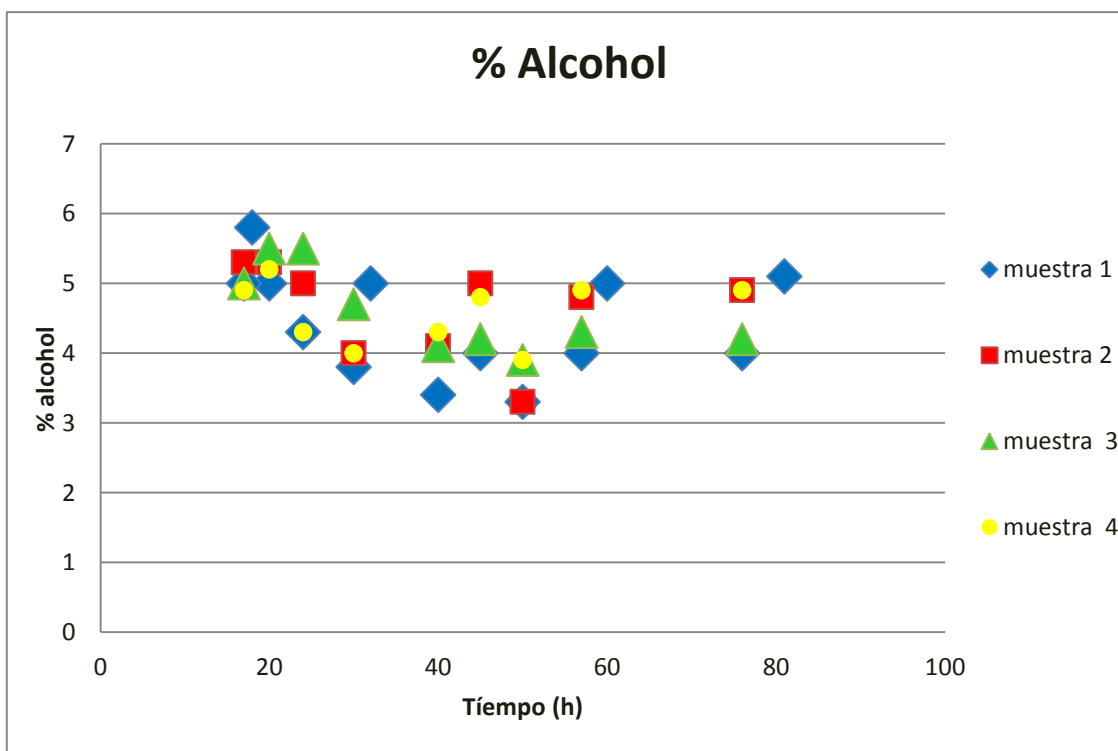


Figura 22. Comportamiento de la variable “alcohol” respecto al tiempo (horas).

°Baumé

Los grados Baumé presentaron una media de 5.25, con un coeficiente de variación de 11.33 (anexo 5), y el comportamiento fue casi lineal con una pendiente negativa muy pequeña de 0.005 y una intercepción en el eje de 0.232 (figura 23).

Según la tabla de conversión de grados Baumé/Brix/Alcohol, un vino con 4.50°alcoholotendría 5.50° baumé (scribd.com, 2012).

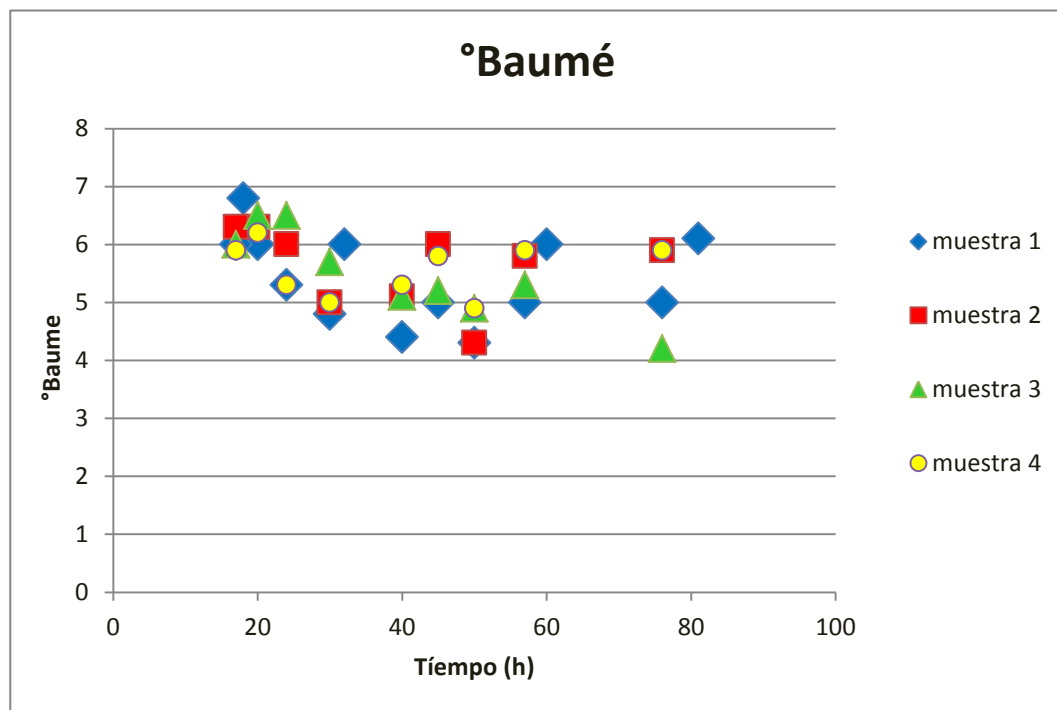


Figura 23. Comportamiento de la variable “Grados Baume” respecto al tiempo (horas).

4.2. Resultados de color

El análisis de color se llevó a cabo en dos fechas, en la primera fecha se midieron cuatro muestras y en cada muestra se llevaron dos mediciones; se obtuvo la media de los ocho datos. En la segunda fecha, solamente se realizó una muestra con dos mediciones, que igualmente se calculó la media. Debido al efecto del tiempo, se encontró un aumento en el eje “a*” de 1.83 y una disminución del eje “b*” de 3.38 (cuadro 3), esto significa que el producto teniendo un color rojo, rápidamente adquirió una tendencia al morado (pendiente de -1.85).

La explicación de los cambios de color se debe a que los antocianos (moléculas responsables del color en los vinos), y los taninos (responsables de la astringencia y el cuerpo de los vinos), participan simultáneamente en la coloración rojo vivo de los vinos jóvenes, al curso del tiempo, los antocianos libres desaparecen (Enología.blogia.com, 2012).

Cuadro 3. Comportamiento del color a través del tiempo.

	Sept 17	Sept 28	Diferencia	Pendiente
a*	7.870	9.700	1.830	-1.851
b*	0.008	-3.380	-3.388	

4.3. Resultados de acidez

En el análisis de acidez se realizaron nueve lecturas, cuatro corresponden a las 45 horas de fermentación, cuatro lecturas a las 86 horas y una lectura a las 92. Se elaboró un análisis de regresión (anexo 6) y se encontró que no existe un cambio en esta variable, ya que la media de los grupos fueron de 0.194, 0.184 y 0.19 respectivamente, con una pendiente de -0.00019, es decir, casi línea horizontal (figura 24).

Si la acidez titulable va incrementándose es síntoma de que el vino se está picando, está sufriendo alguna alteración microbiana no deseable, y se deberá actuar adecuadamente para evitar que el vino se pueda echar a perder definitivamente. Un vino con un contenido de ácido acético superior a 1 g/l se considera defectuoso (aprendeacatarvino.wordpress.com, 2012).

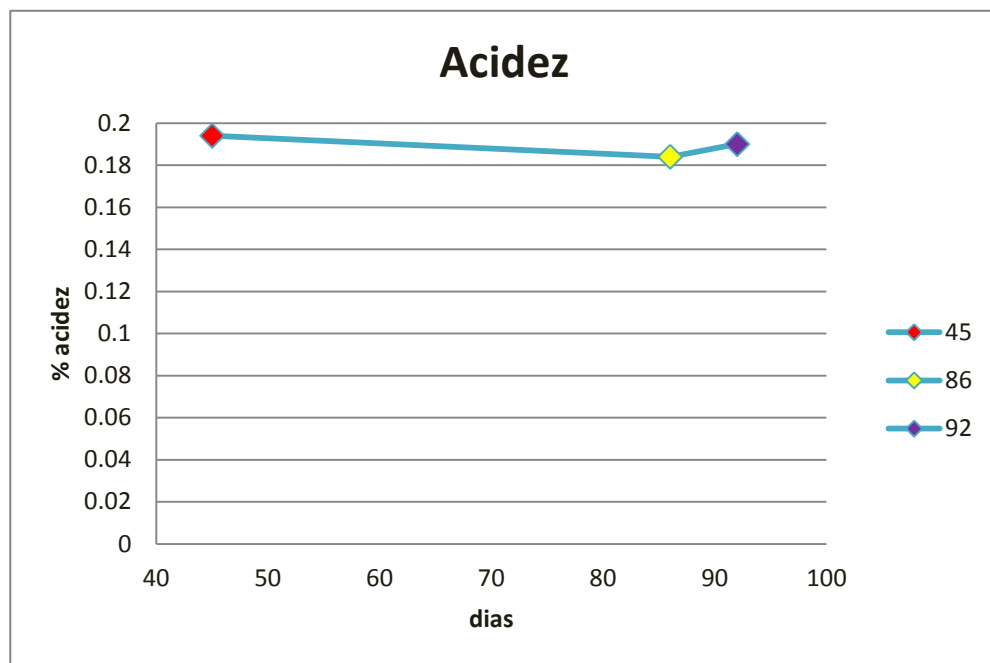


Figura 24. Comportamiento de la acidez a través del tiempo.

4.4. Resultados del análisis sensorial afectivo (prueba de preferencia)

El caracterizar el vino del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) genera la necesidad de realizar un análisis sensorial con una prueba de preferencia, que consiste en describir cualitativamente el vino con ayuda de un panel entrenando.

La prueba sensorial consistió en presentar a trece jueces, muestras de tres productos con diferencias en su producción, el juez calificó con un 1 a la muestra menos preferida y un tres a la mas preferida. Los productos fueron enmascarados con los números 983, 561 y 470, (Cuadro 4). Las variables a evaluar fueron color, aroma, sabor y consistencia, (cuadro 5). La prueba no paramétrica realizada fue la Friedman.

Cuadro 4. Características de las muestras sometidas a evaluación sensorial.

Código	Fecha de elaboración	Muestra	% Alcohol	°Brix	°Baume	% Acidez
470	06-sep-11	2	3.3	7.1	4.3	0.204
561	17-sep-11	1	4	5.8	5	0.192
983	24-sep-11	1	5.1	7.8	6.1	0.19

Cuadro 5. Medias de la calificación de cada una de las variables del análisis sensorial.

Producto	Color		Aroma	Sabor	Consistencia
983	1.77	b	1.92	1.69	2.00
561	1.62	b	1.77	2.38	1.77
470	2.62	a	2.31	1.92	2.23

En cuanto a color se encontró que si existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los productos, siendo el producto mejor evaluado el 470, y quedando los otros dos productos sin diferencia estadística (cuadro 6).

En las siguientes tres variables: aroma, sabor y consistencia, se concluye que estadísticamente los jueces no encontraron diferencia entre los productos (cuadro 6).

Según los comentarios de los jueces la muestra etiquetada con el código 470 representaba diferencias favorables a las otras muestras y ésta fue la más prefirieron en la mayoría de las variables analizadas con excepción de la variable sabor, esto puede deberse a que dicha muestra contenía mayor porcentaje de acidez.

Cuadro 6. Resultados de la prueba Friedman

	χ^2 calculada	$\chi^2_{0.05, 2 \text{ gl}}$
Color	7.538	5.99
Aroma	2.000	5.99
Sabor	3.231	5.99
Consistencia	1.385	5.99

V. CONCLUSIONES

La elaboración de vino de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) considerando los resultados estadísticos expresó diferencias significativas en el aspecto físico-químico, donde se analizó el grado de alcohol, grados brix (°Brix), grados Baumé (°Bé), acidez y color. Los resultados del análisis fisicoquímico del vino oscilaban entre los siguientes rangos: 3 a 6 % alcohol, 5 a 18 °Brix, 4 a 7 °Bumé, 0.1 a 0.3 % acidez y un color rojo con tendencia a morado.

En lo que respecta a la evaluación sensorial se encontró que sí hubo aceptación del vino de garambullo por parte de los consumidores, las muestras evaluadas fueron tomadas al azar y etiquetadas con diferentes códigos, entre éstas la muestra de mayor preferencia fue la etiquetada con el código 470, que fue elaborada el día seis de septiembre del 2011 y contaba con las siguientes características: 3.3 % alcohol, 7.1 °brix, 4.3 °baume y 0.204 % acidez. Se encontró una insignificante diferencia en cuanto a los parámetros de color, aroma y consistencia, sin embargo en cuanto al sabor la diferencia si fue significativa debido al sabor ácido del vino, según los comentarios de los jueces.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta de evaluación sensorial.

Nombre: _____ Fecha: _____

Sesión_11_ Producto: Vino de Garambullo

En la charola frente a usted hay tres muestras de vino y necesitamos que ordene las muestras según su preferencia 1, 2, 3, donde 1= menos preferido, y 3= mas preferido, considerando las características del cuadro.

CARACTERÍSTICA	1	2	3
Color			
Aroma			
Sabor			
Consistencia			

De sus comentarios en cuanto al orden de la preferencia, ya que es importante.

MUCHAS GRACIAS POR COLABORAR

Anexo 2. Análisis de regresión para la variable “temperatura”

The REG Procedure		Model: MODEL1					
Dependent Variable: Temp Temp		Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	1	12.96603	12.96603	9.54	0.0034		
Error	47	63.85030	1.35852				
Corrected Total	48	76.81633					
	Root MSE	1.16555	R-Square	0.1688			
	Dependent Mean	24.43878	Adj R-Sq	0.1511			
Coeff Var	4.76928						
Parameter Estimates							
Parameter	Standard Variable	Label	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	25.16986	0.28935	86.99	<.0001	
	Horas	Horas	1	-0.02202	0.00713	-3.09	0.0034

Anexo 3. Análisis de regresión para la variable “Grados brix”

The REG Procedure		Model: MODEL1					
Dependent Variable: BxBx		Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	1	415.04268	415.04268	110.41	<.0001		
Error	47	176.68508	3.75926				
Corrected Total	48	591.72776					
	Root MSE	1.93888	R-Square	0.7014			
	Dependent Mean	9.96735	Adj R-Sq	0.6951			
Coeff Var	19.45232						
Parameter Estimates							
Parameter	Standard Variable	Label	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	14.10362	0.48133	29.30	<.0001	
	Horas	Horas	1	-0.12457	0.01186	-10.51	<.0001

Anexo 4. Análisis de regresión para la variable “Alcohol”

The REG Procedure		Model: MODEL1					
Dependent Variable: Alcohol Alcohol		Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	1	1.51240	1.51240	4.10	0.0500		
Error	38	14.02760	0.36915				
Corrected Total	39	15.54000					
	Root MSE	0.60757	R-Square	0.0973			
	Dependent Mean	4.55000	Adj R-Sq	0.0736			
Coeff Var	13.35330						
Parameter Estimates							
Parameter	Standard Variable	Label	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	4.96412	0.22602	21.96	<.0001	
	Horas	Horas	1	-0.01018	0.00503	-2.02	0.0500

Anexo 5. Análisis de regresión para la variable “Grados Baume”

The REG Procedure		Model: MODEL1					
Dependent Variable: Baume Baume		Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	1	2.31722	2.31722	5.91	0.0199		
Error	38	14.89778	0.39205				
Corrected Total	39	17.21500					
	Root MSE	0.62614	R-Square	0.1346			
	Dependent Mean	5.52500	Adj R-Sq	0.1118			
Coeff Var	11.33279						
Parameter Estimates							
Parameter	Standard Variable	Label	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	6.03759	0.23293	25.92	<.0001	
	Horas	Horas	1	-0.01260	0.00518	-2.43	0.0199

Anexo 6. Análisis de regresión para la variable acidez

The REG Procedure							
Model: MODEL1							
Dependent Variable: AcidezAcidez							
Analysis of Variance							
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	1	0.00015913	0.00015913	0.07	0.7922		
Error	7	0.01487	0.00212				
Corrected Total	8	0.01503					
	Root MSE	0.04609	R-Square	0.0106			
	Dependent Mean	0.18911	Adj R-Sq	-0.1308			
Coeff Var	24.37170						
Parameter Estimates							
Parameter	Variable	Standard Label	DF	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	0.20279	0.05227	3.88	0.0061	
Dias	Dias	1	-0.00019980	0.00073000	-0.27	0.7922	

VII. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez (1991). La viña, la vid y el vino, Editorial Trillas.

Anzaldúa Morales Antonio (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Bravo Helia H. (1978). Las cactáceas de México. Volumen1, México. Universidad Autónoma de México. Páginas 20-21,62-89.

Camacho R. Rosalía. “Potencial del pigmento Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) para uso como colorante en la industria alimentaria”. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_94a.asp.

Camacho R. Rosalía. F. A. García Barrera y E. González de Mejía (2008). Publicación científica “Estabilidad de las betalainas extraídas del Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)”. Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro.

Corona Martínez, M. S. y Ramírez I. “Efecto del 1-MCP sobre el comportamiento fisiológico postcosecha de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)”. Facultad de Química DIPA, Universidad Autónoma de Querétaro.

Domínguez Ibarra María del Carmen (2006). “Aislar, identificar y clasificar las levaduras de la fermentación alcohólica del sotol (*Dasylirionssp*)” Tesis de nivel licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Durán Rodríguez Perla (2009). “Posibles beneficios del consumo de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) sobre la gastritis tomando como referencia las propiedades curativas del nopal y la sábila”, Tesis de nivel licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Fortin, J., Desplancke, C (2001). Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Editorial Acribia. Zaragoza España.

Hoyos José Luis, Urbano Fabio Ernesto, Villada Castillo Héctor Samuel, Mosquera Silvio Andrés, Navia Diana Paola (Enero- Junio 2010). “Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*Citrus Sinensis*)”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, vol. 8 N° 1.

Larmond, E. (1977). Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Can Dep. Agr. Publ. 1637

Lyon Carpenter R., et al D. T. Hasdeli (2000). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza, España.

Montenegro, G, Gómez, M, Pizarro, R., Casaubon G. y Peña R. C. (2008). Implementation of a sensory panel for Chilean honeys. Cienc. Inv. Agr. [Online]

Monter, C. A. (Abril de 2002). de http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_reinos/flora/garambullo/garam.htm. Consultado en Diciembre 26, 2011.

Olivero Verbel Rafael Enrique (2066).“Optimización del proceso de clarificación en la elaboración de vino de naranja criolla (*citrus sinensis*)”, Tesis de nivel Maestría, Universidad de Puerto Rico recinto universitario de Mayagüez.

Pedrero F. Daniel L. y Rose Marie Pangborn (1989). Evaluación sensorial de los alimentos métodos analíticos. Editorial Alhambra Mexicana, S.A. DE C.V. México D.F.

Pérez G. S.(1999). “Estudio etnobotánico, ecológico y de usos potenciales de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) como base para su domesticación y cultivo”. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Redescolar. Garambullo. Disponible en internet: http://redescolar.lice.edu.mx/redescolar/publicaciones/Publico_biosfera/flora/garambullo/garam.htm. Consultado en diciembre 27, 2011.

Sancho Valls J., Bota E., J. J de Castro (2002). Introducción al Análisis de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona España.

Topete Raúl (2006). “Caracterización Química y evaluación del efecto hipoglucemiante y antioxidante el fruto de Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)”. Maestro en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro.

Witting de Penna Emma, 2001. Evaluación sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos. Edición digital con autorización del autor disponible.http://manzinger.Sisib.uchile.cl/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittingge01/index.html. Accesado en abril 25, 2012.

SITIOS WEB

<http://www.infoagro.com>. Accsesado en octubre 24, 2011.

http://www.vinodefruta.com/medicion_de_acidez_marco.htm. Accesado en noviembre 5, 2011.

http://www.vinodefruta.com/medicion_de_alcohol_marco.htm2010. Accesado en noviembre 5, 2011.

<http://lular.es/a/ciencia/2010/11/Que-es-un-color-metro.html>. Accesado en noviembre 5, 2011.

<http://enologia.blogia.com/temas/20-el-color.php> 10/05/2010 08:42. Accesado en agosto 28, 2012.

<http://aprendeacatarvino.wordpress.com/2008/12/08/determinacion-de-la-acidez-de-un-vino>. Accesado en septiembre 3, 2012.

<http://www.scribd.com/doc/54569583/densimetro>