



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Desarrollo de licor a partir de raíz de “guaco” (*Mikania glomerata*).

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL

PRESENTAN

CHRISTIAN ALBERTO MEDINA ZEPEDA

Generación 40 - No. De Cuenta 0410588

SÓCRATES ABUNDIS VICTORINO

Generación 42 - No. De Cuenta 1422380

ASESORAS DE TESIS

DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAÍN

DRA. DORA LUZ PINZÓN MARTÍNEZ

MODALIDAD DE TESIS COLECTIVA

Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Municipio
de Toluca, Estado de México. Noviembre de 2019..



RESÚMEN

Los licores son bebidas hidroalcohólicas, especialmente de frutas y extractos de plantas; aromatizadas y endulzadas con azúcar o miel, destinados al consumo humano. Desde la antigüedad estas bebidas eran consideradas como espirituales y medicinales.

Por otro lado, existen plantas que no han sido utilizadas aun en la industria de los alimentos, entre estas plantas se encuentran algunos tipos de malezas cuyas cualidades van desde las aromáticas hasta las curativas.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un licor que sea agradable por los consumidores a partir del aprovechamiento de una maleza conocida como “guaco”; cuyos atributos aromáticos y olfativos lo vuelven diferente al resto de este tipo de plantas.

Se desarrollaron tres licores, cada uno a diferentes concentraciones de alcohol; T1 al 10% de concentración alcohólica, T2 al 20% de concentración alcohólica y T3 al 30% de concentración alcohólica. Las características fisicoquímicas que se midieron en la elaboración de estos tratamientos son: Color, pH, Densidad, °Bx, °GL y vida de anaquel.

La evaluación sensorial se aplicó a 100 personas dentro de la Facultad de Ciencias Agrícolas, mediante una prueba afectiva con escala hedónica de cero a cien. El tratamiento que tuvo mayor aceptación fue para el T2.

ABSTRACT

Liquors are hydroalcoholic drinks, especially fruits and plant extracts flavored and sweetened with sugar or honey, intended for human consumption. In early times these drinks were considered spiritual and medicinal.

Also, there are plants that have not been used even in the food industry, among these plants are some types of weeds whose qualities range from aromatic to healing.

The objective of this work is to develop a liquor that is pleasant for consumers from the use of a weed known as "guaco"; whose aromatic and olfactory attributes make it different from the rest of this kind of plants.

Three liquors were developed, each at different concentrations of alcohol; T1 at 10% alcohol concentration, T2 at 20% alcohol concentration and T3 at 30% alcohol concentration. The physicochemical characteristics that were measured in the elaboration of these treatments are: Color, pH, Density, ° Bx, ° GL and useful life.

At the Faculty of Agricultural Sciences of the University of..., the sensory evaluation was applied to 100 persons using an affective test with a hedonic scale from zero to one hundred.

The treatment that had the highest acceptance was for T2.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIAS	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS.....	¡Error! Marcador no definido.
RESÚMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia del “guaco”	3
2.2 Clasificación taxonómica del “guaco” (<i>Mikania glomerata</i>).....	4
2.3 Descripción Botánica del “guaco” (<i>Mikania glomerata</i>)	5
2.4 Distribución en México del “guaco” (<i>Mikania glomerata</i>)	5
2.5 Producción de licores.....	6
2.5.1 Antecedentes.....	6
2.5.2 Definición de licor	7
2.5.3 Clasificación de los licores.....	8

2.6 Principales componentes en la elaboración de licores	9
2.6.1 Alcohol	10
2.6.2 Agua	11
2.6.3 Azúcar	13
2.6.4 Frutas	14
2.7 Proceso de elaboración del licor	15
2.7.1 Recepción de materia prima	17
2.7.2 Lavado de materia prima	18
2.7.3 Selección de materia prima	20
2.7.4 Maceración	21
2.7.5 Filtración	23
2.7.6 Almíbar	24
2.7.7 Formulación	25
2.7.7.1 <i>Materias primas para la formulación</i>	26
2.7.7.2 <i>Balance de materiales</i>	27
2.8 Embotellado	30
2.8.1 Embotellado en vidrio	31
2.9 Análisis fisicoquímicos de las bebidas	32
2.9.1 pH	32

2.9.2 Densidad	33
2.9.3 Grados Brix (°Bx)	35
2.9.4 Grados Gay Lussac (°GL)	36
2.9.5 Color	38
2.9.6 Colorimetría CIELab	39
2.9.7 Evaluación Sensorial	41
2.9.7.1 <i>Pruebas afectivas</i>	42
III. HIPÓTESIS	43
IV. JUSTIFICACIÓN	44
V. OBJETIVOS	45
5.1 General	45
5.2 Específicos	45
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	46
6.1 Material vegetativo	46
6.2 Materias primas	46
6.4 Equipo	46
6.5 Utensilios	47
6.6 Instrumentos de laboratorio	47
6.7 Instrumentos de medición	47

6.8 Metodología	48
6.9 Recepción	49
6.10 Lavado del material vegetativo	49
6.11 Selección	50
6.12 Maceración	50
6.13 Filtrado	50
6.14 Formulación	50
6.14.1 Formulación de licor al 10% (T-1)	52
6.14.2 Formulación de licor al 20% (T-2)	53
6.14.3 Formulación de licor al 30% (T-3)	54
6.15 Embotellado	55
6.16 Análisis fisicoquímicos	55
6.16.1 Determinación de pH	55
6.16.2 Determinación de Densidad	56
6.16.3 Determinación de °Bx	56
6.16.4 Determinación de °GL	57
6.16.5 Determinación de color	57
6.16.6 Evaluación Sensorial	57
6.16.7 Diseño Experimental	58

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
7.1 Análisis de Correlación de Pearson para variables fisicoquímicas	61
7.2 Análisis de Regresión Múltiple	62
7.3. pH	63
7.4 Densidad	67
7.5 Grados Brix	71
7.6 Grados Gay Lussac	75
7.7 Color	79
7.8 Evaluación Sensorial	92
XVIII. CONCLUSIONES	98
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Diagrama de flujo de la elaboración de licores (Thonges, 1994)	16
Figura No. 2. Molécula de alcohol unida a dos moléculas de agua Vargas, 2001	21
Figura No. 3. Diagrama de flujo del sistema de embotellado (Badui, 2012)	31
Figura No. 4. Esfera Cromática. CIELab	41
Figura No. 5. Diagrama de flujo de elaboración de licor Thönges (1994)	48
Figura No. 6. Mezclador T-1 a 10% de Alcohol	52
Figura No. 7. Mezclador T-2 a 20% de Alcohol	53
Figura No. 8. Mezclador T-3 a 30% de Alcohol	54
Figura No. 9. Regresión lineal pH % Alcohol	65
Figura No. 10. Gráfica de pH en vida de anaquel	66
Figura No. 11. Gráfica de regresión lineal Densidad % Alcohol	69
Figura No. 12. Gráfica de regresión lineal Densidad – Tiempo	70
Figura No. 13. Gráfica de regresión lineal °Bx % Alcohol	73
Figura No. 14. Gráfica de regresión lineal °Bx – Tiempo	74
Figura No. 15-. Gráfica de regresión lineal °GL % Alcohol	76
Figura No. 16. Gráfica de regresión lineal °GL- Tiempo	78

Figura No. 17. Gráfica de regresión lineal Color b* - % Alcohol	81
Figura No. 18. Gráfica de regresión lineal Color b* - Tiempo	82
Figura No. 19. Gráfica de regresión lineal Color c* - % Alcohol	84
Figura No. 20. Gráfica de regresión lineal Color c* - Tiempo	85
Figura No. 21. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 10% (T-1) a 30, 60 y 90 días	86
Figura No. 22. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 20% (T-2) a 30, 60 y 90 días	88
Figura No. 23. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 30% (T-3) a 30, 60 y 90 días	89
Figura No. 24. Cuestionario de Evaluación Sensorial	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1. Inventarios florísticos llevados a cabo en el territorio que comprende el proyecto Flora del Bajío y de regiones adyacentes	6
Cuadro No. 2. Clasificación general de Bebidas Alcohólicas	8
Cuadro No. 3. Clasificación de los licores según °Bx y °GL	9
Cuadro No. 4. Niveles máximos de contaminantes en agua potable	12
Cuadro No. 5. Análisis para el control de calidad de las materias en la elaboración de licores	17
Cuadro No. 6. Principales contaminantes de las materias prima	18
Cuadro No. 7. Métodos de limpieza de las materias primas	19
Cuadro No. 8. Métodos de selección de la materia prima	20
Cuadro No. 9. Tipos de maceración y características	22
Cuadro No. 10. Clasificación de los filtros de acuerdo a su fuerza impulsora y medios filtrantes	24
Cuadro No. 11. Materias primas para la formulación	27
Cuadro No. 12. Sistemas de producción	28
Cuadro No. 13. Instrumentos de medición de densidad	34
Cuadro No. 14. Instrumentos de medición de °Bx	36
Cuadro No. 15. Instrumentos para la medición °GL	38
Cuadro No. 16. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 10%	53
Cuadro No. 17. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 20 %	54
Cuadro No. 18. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 30 %	55
Cuadro No. 19. Análisis de Correlación de Pearson para variables fisicoquímicas	61
Cuadro No. 20. Resultados de Correlación de las variables fisicoquímicas	62

Cuadro No. 21. Regresión Múltiple del % de Alcohol sobre los variables pH, °Bx, °GL, Densidad y Color (L*, a*, b*, c* y h*)	63
Cuadro No. 22. Análisis de varianza para la variable pH	64
Cuadro No. 23. Comparación de medias de Tukey para la variable pH	64
Cuadro No. 24. Análisis de varianza para la variable Densidad	67
Cuadro No. 25. Comparación de medias de Tukey para la variable densidad.....	68
Cuadro No. 26. Análisis de varianza para la variable °Bx	71
Cuadro No. 27. Comparación de medias de Tukey para la variable °Bx	72
Cuadro No. 28. Análisis de varianza para la variable °GL	75
Cuadro No. 29. Comparación de medias de Tukey para la variable °GL	75
Cuadro No. 30. Análisis de varianza para la variable b*	79
Cuadro No. 31. Comparación de medias de Tukey para la variable b*	80
Cuadro No. 32. Análisis de varianza para la variable c.....	83
Cuadro No. 33. Comparación de medias de Tukey para la variable c*	83
Cuadro No. 34. Mediciones de color para T-1	87
Cuadro No. 35. Mediciones de color para T-2	88
Cuadro No. 36. Mediciones de color para T-3	90
Cuadro No 37. Resultados de las medias para los tres tratamientos en concentraciones alcohólicas al 10% 20% y 30% a 30, 60 y 90 días para °GL, °Bx, pH, Densidad, y Color (L*, a*, b*, c* y h*)	91
Cuadro No. 38. Prueba de X ² para la Evaluación Sensorial de los tratamientos T-1, T-2 y T-3	94
Cuadro No. 39. Prueba Kruskal – Wallish para variables Sensoriales	96

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de las plantas para el hombre radica en su utilidad, proporcionan madera, combustible, fibras, producen el oxígeno que se respira; también conservan el suelo, controlan la humedad y ayudan a mantener la estabilidad del clima. El ámbito de mayor interés es el consumo humano, el 40% de los medicamentos se producen a partir de plantas y el 50% de los alimentos provienen de tres especies: maíz, arroz, y trigo (FAO, 2013).

Existen plantas ignoradas y con potencial para ser explotadas en la industria agroalimentaria, la FAO (Organización Para la Alimentación y la Agricultura) promueve el uso sostenible y la propagación de dichas especies. Los estudios realizados acerca de plantas silvestres de este tipo, se apoyan en el conocimiento empírico que algunos grupos indígenas y/o campesinos han heredado por generaciones, debido a las diversas necesidades que los llevaron a utilizarlas. Así, encontraron en el “guaco” (*Mikania glomerata*) con propiedades curativas; debido a su poder analgésico, expectorante y bactericida que se utiliza para combatir enfermedades del sistema respiratorio y digestivo (Del Vitto y Petenatti, 2015).

Las características organolépticas de esta especie vegetal provienen de su raíz. El sabor y aroma herbáceo - amaderado del guaco son características deseadas en la producción de licores (Thönges, 1994).

Los licores son bebidas hidroalcoholizadas perfumadas resultado de una infusión, destilación o maceración de distintos componentes vegetales en alcoholes aromatizados o no, o por adición de extractos aromáticos o por la combinación de ambos procedimientos.

Deben ser edulcorados con azúcar, glucosa o miel y tener un rango de contenido alcohólico entre 15% - 55% (Aleixandre, 1999).

Derivado del análisis anterior, este trabajo propone aprovechar la raíz de “guaco” para desarrollar un licor sensorialmente agradable para el consumidor.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del “guaco”

El “guaco” (*Mikania glomerata*) es una especie vegetal guiadora, trepadora y leñosa. Tiene una raíz muy ramificada y de crecimiento profundo, sus tallos elongados desarrollan raíces grampiformes cuya función es fijar el tallo a otra planta convirtiéndola en una severa competidora (Strasburger *et al.*, 1994).

Si se le encuentra dentro de áreas cultivadas, las plantaciones se ven sometidas a un alto nivel de disputa por el espacio, sol, agua y nutrientes, además quedan expuestas a plagas y enfermedades de los que ésta planta es hospedera (Brenes y Agüero, 2007). Especies vegetales de estas características, reducen la producción de cultivos como el cafeto (*Coffea arabica*) y la piña (*Ananas comosus*) adhiriéndose a los frutos y causándoles daño, complicando las diferentes labores que deben ejecutarse durante el desarrollo del mismo, tales como el manejo de plagas y enfermedades, fertilización y podas (López, 2004). Por su capacidad de reproducción y adaptación se le considera una importante maleza (Rodríguez y Agüero, 2000).

En contraste, la raíz de “guaco” (*Mikania glomerata*) tiene un propósito, es empleada en la medicina tradicional, por sus propiedades expectorantes se utiliza para el cuidado de enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio (Bastos de Mello y Braga de Mello, 2005). Por su comprobada actividad bacteriostática y bactericida puede hacer frente a enfermedades relacionadas con el sistema digestivo (Abreu *et al.*, 2012). La extraordinaria cantidad y la toxicidad de los metabolitos secundarios que sintetiza y acumula esta planta ha

permitido utilizarla en la experimentación médica y validarlo científicamente (Del Vitto y Petenatti, 2015).

2.2 Clasificación taxonómica del “guaco” (*Mikania glomerata*)

De acuerdo con Castner (2004), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Eupatorieae

Subtribu: Mikania

Género: *Mikania Willd*

Especie: *Mikania glomerata*

2.3 Descripción Botánica del “guaco” (*Mikania glomerata*)

El “guaco” (*Mikania glomerata*) es una planta trepadora escandente con ramas elongadas, lineales y claviformes, con potentes raíces adventicias. Posee hojas opuestas, palmatinervias y márgenes enteros a dentados. Las capitulescencias son paniculadas a espigadas ocorimbosas, capítulos discoides con 4 flósculos, corolas tubulares, blancas, con un limbo acampado o turbinado, 5-dentado y anteras con apéndices ovados. Los aquenios son pentagonales, prismáticos a claviformes, el carpopodio discreto pero pequeño y el vilano de 30–50 cerdas ciliadas o ancistrosas (Strasburger *et al.*, 1994).

2.4 Distribución en México del “guaco” (*Mikania glomerata*)

De las diversas investigaciones llevadas a cabo en México se ha reportado la presencia de la especie vegetal *Mikania micrantha*, que pertenece al mismo género, en el estado de Campeche, en la sabana X’ pujil y en X’ kahi (Vázquez *et al.*, 2012). Villaseñor y Ortiz (2012), han registrado la existencia de 681 especies de *Mikania glomerata* ordenada en 182 géneros; de ellas 17 son especies no nativas, es decir, exóticas o introducidas. El estado que más especies registra es Querétaro con 504, seguido por Michoacán (490) y Guanajuato (389). El Cuadro No. 1 resalta el número de muestras recolectadas por especie y su origen de procedencia.

Cuadro No. 1. Inventarios florísticos llevados a cabo en el territorio que comprende el proyecto Flora del Bajío y de regiones adyacentes.

Flora	Estado	Total de especies	Asteraceae especies	Referencia
161b	Guanajuato	440	95	Martínez-Cruz y Téllez-Valdés, 2004.
176b	Guanajuato	271	46	Gómez y Sánchez, 1999.
191b	Michoacán	706	149	Pérez-Calix, 1996.
191d	Michoacán	1313	270	Espinosa y Rodríguez-Jiménez, 1995. 1996; Rodríguez-Jiménez y Espinosa, 1995; 1996a; 1996b.
192b	Michoacán	197	137	Espejo <i>et al.</i> 1992; Cornejo-Tenorio <i>et al.</i> , 2003.
163b	Querétaro	710	70	Cartujano <i>et al.</i> , 2002.
163c	Querétaro	1361	156	Arreguín-Sánchez y Fernández, 2004.
176c	Querétaro	164	13	Baltazar <i>et al.</i> , 2004.
176d	Querétaro	229	28	Cabrera y Gómez, 2005.

Nota: El número en la columna Flora refiere a un código de archivo de la información del inventario respectivo en una base de datos.

Fuente: Villaseñor y Ortíz, 2012.

2.5 Producción de licores

2.5.1 Antecedentes

Es probable que hombres prehistóricos que habitaban territorios no apropiados para almacenar y conservar los alimentos pudieran experimentar una nueva forma de beber el jugo de los frutos que recaudaban, ingerir el resultado de la fermentación de un zumo añejo que por su concentración alcohólica alta pudo conservarse a la vez que guardaba una apariencia atractiva, un aroma frutal y sabor fuerte (Thönges, 1994).

La edad media y el renacimiento son periodos donde pueden datar los primeros tratados sobre las técnicas de destilación, mediante el empleo del alambique los árabes consiguieron destilar el vino y a este líquido espirituoso, le llamaron “*alkohol*” (Vargas, 2001). Estas bebidas se convirtieron en el privilegio de las farmacias durante algunos siglos puesto que se pensaba que el espíritu del vino y de los licores eran “el elixir de la vida” y se utilizaban como medicina (Thönges, 1994).

Thönges (1994) y Herbert (1989) coincidieron en que la elaboración de licores se ideó en Italia en el siglo XVIII, descrita como extracciones alcohólicas de partes de plantas con virtudes curativas, endulzadas con miel para que su sabor fuera más agradable y así poder esconder su intenso gusto alcohólico.

2.5.2 Definición de licor

Un licor es una bebida hidroalcoholizada que se produce por infusión, destilación o maceración de diversos componentes vegetales; pueden ser frutos o pulpa, se pueden utilizar hojas, raíces o semillas y en ocasiones, se les puede adicionar extractos o esencias aromáticas (Thönges, 1994).

La NOM-199-SCFI-2017, “Bebidas alcohólicas, denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba”, define a los licores como productos elaborados a base de bebidas alcohólicas destiladas, de espíritu neutro, con alcohol de calidad o común, o mezcla de ellos, con un contenido no menor de 1,0 % (m/v) de azúcares o azúcares reductores totales y agua, aromatizados y saborizados con procedimientos

específicos y a los cuales, pueden agregarse aditivos y coadyuvantes permitidos en el Acuerdo correspondiente de la Secretaría de Salud. Por otro lado, la misma NOM-199-SCFI-2017 define a una bebida alcohólica como aquella que contenga alcohol etílico en una proporción de 2,0 % y hasta 55,0 % en volumen. El Cuadro No. 2 muestra la clasificación de las bebidas alcohólicas de acuerdo a su contenido alcohólico.

Cuadro No. 2. Clasificación general de Bebidas Alcohólicas.

Clasificación	Contenido Alcohólico
Bebidas Alcohólicas Fermentadas	2% a 20% Alc. Vol.
Bebidas Alcohólicas Destiladas	32% a 55% Alc. Vol.
Licores o Cremas	13,5% a 55% Alc. Vol.
Cocteles	12% a 32% Alc. Vol.
Bebidas Alcohólicas Preparadas	2% a 12% Alc. Vol.

Fuente: NOM-199-SCFI-2017.

2.5.3 Clasificación de los licores

Los licores se clasifican de acuerdo a la concentración de sus ingredientes, las variaciones de sus componentes cambian significativamente la percepción sensorial del consumidor. Una alta proporción de alcohol resulta en una sensación seca en la boca y una elevada cantidad de edulcorantes, puede dar una consistencia cremosa (Herbert, 1989).

El Cuadro No. 3 explica la clasificación de los licores según el contenido de Grados Brix (°Bx) y Grados Gay Lussac (°GL).

Cuadro No. 3. Clasificación de los licores según °Bx y °GL.

Clasificación	Sólidos Solubles (°Bx)	Concentración Alcohólica (°GL)
	Mínimo - Máximo	Mínimo - Máximo
Licor extra seco	5 – 12	20 – 25
Licor seco	12 – 20	20 – 25
Licor dulce	22 – 30	25 – 30
Licor fino	40 – 60	30 - 35
Licor crema	40 – 60	35 - 40

Fuente: Herbert, 1989.

2.6 Principales componentes en la elaboración de licores

Aunque pueden contener aditivos, sustancias aromáticas y en ocasiones colorantes. Los cuatro ingredientes fundamentales en la producción de licores son: agua, azúcar, alcohol y el componente vegetal del cual, se extraen los sabores (frutos, hierbas o raíces). Variar las concentraciones de los componentes da como resultado las innumerables mezclas que se ubican en las diferentes clasificaciones (Herbert, 1989).

2.6.1 Alcohol

El alcohol es un líquido incoloro, de sabor fuerte, inflamable y más ligero que el agua, se obtiene por fermentación de azúcares provenientes de productos como la uva o la caña de azúcar, pero también puede obtenerse a partir de otras materias primas ricas en almidón y celulosa (Herbert, 1989).

La transformación de azúcar en alcohol es realizada por levaduras fermentadoras del género *Saccharomyces*. El cambio que ocurre es descrito por Desrosier (2007), mediante la siguiente ecuación:



Citando a la NOM-199-SCFI-2017, el alcohol etílico o etanol es el producto obtenido por fermentación, principalmente alcohólica ya sea de los mostos o jugos de aquellas materias primas que contengan azúcares o almidones sacarificables como lo pueden ser la caña de azúcar, mieles, jarabes de glucosa, jarabes de fructosa, cereales, frutas, tubérculos, entre otras, y que dichos mostos o jugos fermentados son sometidos a destilación.

El alcohol puro se congela a $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ y hierve a $78,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. La densidad del alcohol es de 0.79 g/cm^3 . En la elaboración de licores se presenta un fenómeno resultado de la mezcla de agua con alcohol, este proceso es denominado contracción. Herbert, (1989) lo explica como una reducción del volumen final al mezclar estas dos sustancias. Ejemplificando este fenómeno, el producto de una mezcla de 500 ml de alcohol de $96\text{ }^{\circ}\text{GL}$, sumado a 500 ml de agua da como resultado un volumen de 964 ml, la que a su vez no tiene una concentración alcohólica

de 48,0 % si no de 49,5 %. Esta mezcla se calienta por el desprendimiento de energía a nivel molecular, causado por el ensamble de los puentes de hidrógeno, dicho ensamble explica la contracción alcohólica.

En la producción de licores, el alcohol es una sustancia completamente neutra, no contiene algún aditivo que le comunique sabor, actúa como conservador y mantiene inalterable durante años el aroma de la fruta (Thönges, 1994).

2.6.2 Agua

El agua es un compuesto formado por dos gases: hidrógeno y oxígeno, su molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). En su estado puro es incolora, inodora e insípida, tiene una densidad de 1g/ cm³ y su temperatura de ebullición es de 100 °C al nivel del mar (Badui, 2010).

Los puentes de hidrógeno que se forman entre las moléculas del agua, proteínas e hidratos de carbono son responsables de la retención del líquido en los alimentos. Los cuales, reflejan en los mismos la frescura de los vegetales y frutas. El agua disponible en los productos vegetales para la actividad bioquímica, enzimática o microbiana es la que determina en gran medida su vida útil y se define como actividad de agua (Aw) (Badui, 2010).

Cuando no intervienen medios de conservación en los alimentos, el crecimiento de los microorganismos se relaciona directamente con la cantidad de agua que tienen disponible, debido particularmente, a la influencia de la presión osmótica sobre los intercambios entre membranas celulares. La reproducción de la mayoría de los organismos microscópicos se

observa con A_w elevadas; entre 0,92 y 0,99. Los valores mínimos para el crecimiento de las bacterias, levaduras y mohos son 0,91, 0,88 y 0,80 respectivamente (Aleixandre, 1997).

El agua para la elaboración de licores debe ser destilada, hervida, embotellada, filtrada y/o potable, se considera adecuada para el consumo humano siempre que cumpla con lo siguiente: debe ser inocua, inodora, insípida e incolora (DGETA, 2013).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010), la falta de alguna de las características anteriores deriva diversas enfermedades gastrointestinales. El Cuadro No. 4 muestra los niveles máximos de contaminantes que pueden existir en el agua empleada para la elaboración de licores.

Cuadro No. 4. Niveles máximos de contaminantes en agua potable.

Contaminante	Máximos permitidos
Cuenta total microbiana	Máximo 100 gérmenes por mL
Gérmenes patógenos	Ausentes en 1 mL
Colibacterias	Ausentes en 50 mL
Residuos de evaporación	Máximo 500 mg por Litro
Nitratos	Máximo 30 mg por Litro
Compuestos amónicos	Vestigios
Sulfatos	Máximo 60 mg por Litro
Cloruros	Máximo 30 mg por Litro
Hierro	Máximo 0.5 mg por Litro
Manganeso	Máximo 0.1 mg por Litro
pH	De 6.0 – 8.0

Fuente: DGETA, 2013.

2.6.3 Azúcar

La sacarosa más comúnmente conocida como azúcar, es un disacárido conformado por una molécula de glucosa y una de fructosa. Se encuentra mayormente en la caña de azúcar, aportando el 73,0 % de la producción mundial. Su fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Desrosier, 2007).

Para la fabricación de estas bebidas, el azúcar se emplea en forma de solución usando agua como solvente, a esta mezcla se le define como almíbar o jarabe. También son utilizados como líquidos de cobertura en algunos procesos alimenticios (Badui, 2010).

La proporción entre el agua y azúcar es de suma importancia; de ambos depende el sabor y la consistencia del licor. Los almíbares se elaboran a partir de diferentes tipos de azúcares, como sacarosa de remolacha o de caña, azúcar morena o líquida, o por algún jarabe con elevado contenido de fructuosa (Bosquez, 2012).

La industria de los alimentos emplea glucosa, un jarabe utilizado para otorgarle cierta densidad al licor, debido a que los carbohidratos con un elevado peso molecular le otorgan mayor viscosidad. Se puede lograr un resultado similar incrementando la cantidad de azúcar utilizado, pero de este modo, el licor es demasiado dulce. Una proporción inexacta de la concentración de azúcar puede actuar negativamente en el sabor final de un licor (Herbert, 1989).

En la producción de licores, el azúcar tiene como misión esconder la intensidad de la sensación alcohólica, realzar el sabor y mejorar el aroma de la fruta o de los productos empleados (López, 2004).

2.6.4 Frutas

La fruta ha de estar totalmente fresca y sana para que tenga disponible la mayor cantidad de sustancias aromáticas y azúcar pues son los principales componentes en la elaboración del licor, además de aportar pectinas y algunas veces colorantes naturales (Herbert, 1989). Badui (2012), afirma que el sabor de las frutas obedece a la relación entre el azúcar y la acidez que presente. El azúcar proviene de la fructosa y glucosa, y la acidez proviene de los ácidos cítrico, ascórbico, fumárico y málico.

Tratándose de licores; se pueden utilizar tanto el fruto, cascar y semillas. Ejemplo: Frutos (fresas, nanches, zarzamoras guayabas), cáscara (limón, lima, naranja y mandarina) y semillas (nuez, pistache y café), así como órganos de la planta (tallos, hojas y raíces) o la parte del material vegetal, que contenga el sabor y esencia que le caracteriza (Badui, 2012).

Un aspecto a tomar en cuenta durante la producción de licores es la maduración que presenta la fruta que va a ser empleada para el producto final, las transformaciones que se presentan en la maduración de las frutas son colores, texturas, aromas y sabores atractivos; pero si sobrepasan el límite de la maduración presentarán características indeseables (Reyes *et al.*, 2011).

En el caso particular de licores elaborados a partir de cítricos; diversos autores recomiendan macerar únicamente la cáscara o exocarpio durante un periodo menor a 36 horas, después de este lapso se presentarán matices amargos en el licor resultante. Si se utilizan hojas, deben recolectarse de plantas jóvenes y sanas evitando aquellas que sufran un daño mecánico o biológico (Badui, 2012).

2.7 Proceso de elaboración del licor

Los licores se producen mediante infusión, destilación y/o maceración de sus ingredientes.

La fabricación a gran escala se lleva a cabo mediante la disolución en frío de aceites esenciales, puros o mezclas de ellos en alcohol. La calidad de los licores está directamente relacionada a las propiedades de las materias primas que se utilizan en su elaboración (Reyes *et al.*, 2011).

El proceso de elaboración de los licores se lleva a cabo mediante las etapas demostradas en la Figura No. 1.

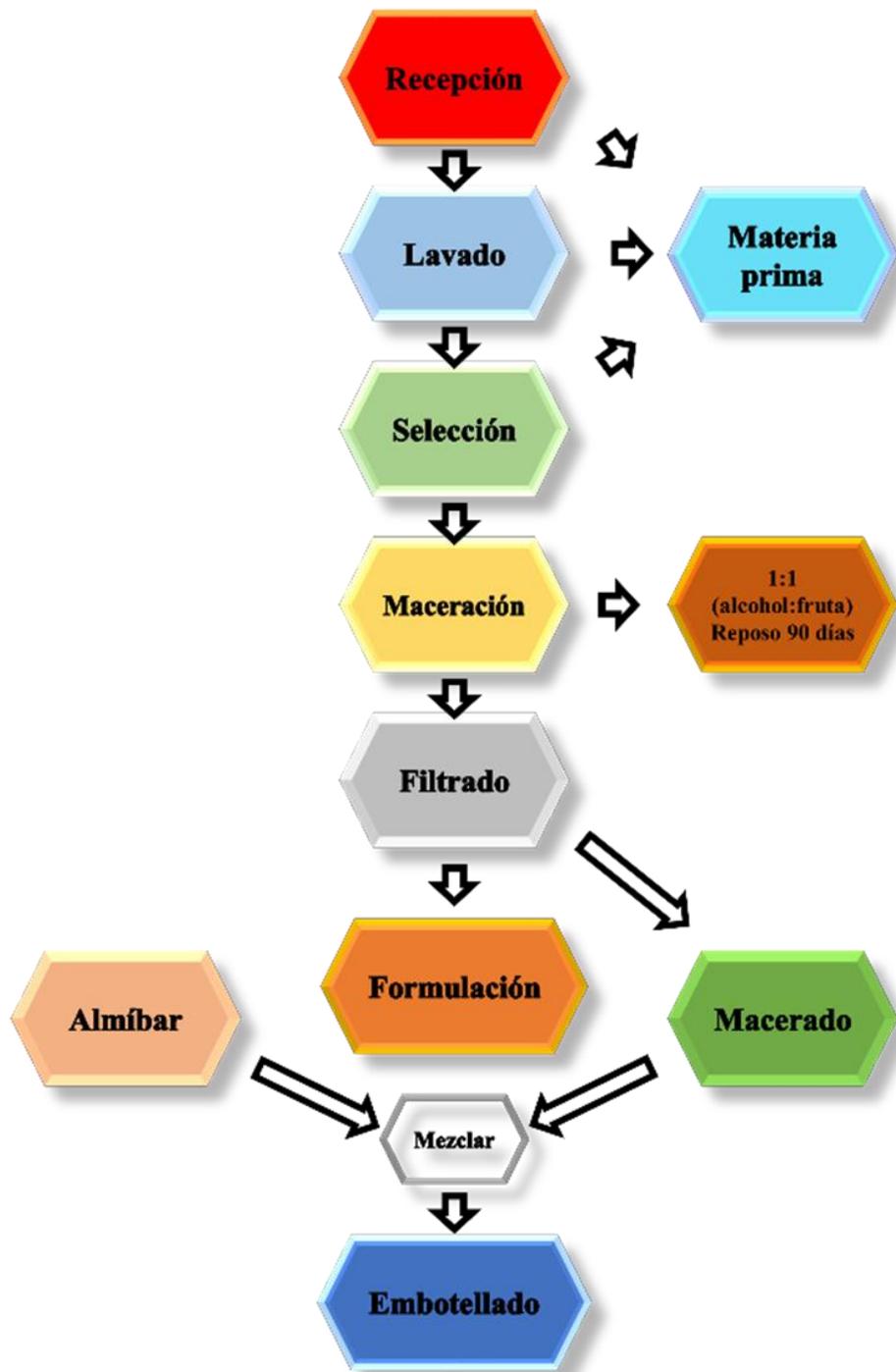


Figura No. 1. Diagrama de flujo de la elaboración de licores (Thonges, 1994).

2.7.1 Recepción de materia prima

La recepción de la materia prima es el paso inicial para la elaboración de licores. Es de fundamental importancia verificar que las características de los elementos que se utilizarán en el proceso, cumplan con los estándares de calidad requeridos. Dentro de estos parámetros de control de calidad de las materias primas, se incluye la evaluación sensorial, análisis físicos, químicos y microbiológicos. Debe tomarse en cuenta si la materia prima ha recibido un tratamiento previo, que como consecuencia puede distorsionar los resultados de estas observaciones (DGETA, 2013). En el Cuadro No. 5 se muestran los tipos de análisis que se deben realizar a las materias primas durante su recepción.

Cuadro No. 5. Análisis para el control de calidad de las materias en la elaboración de licores.

Tipo de Análisis	Determinación
Análisis físicos	Peso Índice de refracción Contenido de sólidos solubles Materia seca humedad y cenizas Densidad Determinación de pH
Análisis químicos	Determinación de azúcar invertido Determinación de pectina
Análisis microbiológicos	Cuenta total de mohos y levaduras Determinación de colibacterias Determinación de estreptococos Determinación de <i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>
Evaluación organoléptica	Color, olor, sabor, textura y consistencia

Fuente: DGETA, 2013.

En función del tipo de materia prima que se ingrese se realizan los análisis pertinentes; ha de tomarse una muestra representativa. Cuando se trata de un suministro continuo se recomienda

un muestreo al azar a determinados intervalos, y si se trata de un suministro discontinuo el muestreo se realiza por lote. Los análisis se realizan en orden de prioridad, primermente los análisis físicos y posteriormente, los químicos, microbiológicos y sensoriales (DGETA, 2013).

2.7.2 Lavado de materia prima

La limpieza de las materias primas es el procedimiento de separación de los diferentes agentes contaminantes con potencial destructivo que representan un riesgo para la salud del consumidor, que son estéticamente desagradables, con carga microbiana, que pueden causar reacciones químicas o bioquímicas y así, desfavorecer el proceso de fabricación. (Badui, 2012). El Cuadro No. 6 muestra los contaminantes encontrados comúnmente en materias primas.

Cuadro No. 6. Principales contaminantes de las materias primas.

Origen	Ejemplos
Químico	Pesticidas, fertilizantes, metales pesados
Microbiano	Levaduras, bacterias, mohos
Metal	Tornillos, virutas de metal
Mineral	Tierra, piedras
Plantas	Cortezas, semillas, hojas, tallos
Animal	Huesos, excremento, pelo, insectos

Fuente: Badui, 2012.

Esta etapa busca la máxima eficacia anteponiendo la pérdida mínima y/o mermas del material útil. Los contaminantes deben separarse en el menor tiempo posible para evitar la re-

contaminación del producto limpio y evitar lesiones con el resto de las materias primas. El procedimiento tiene que ser flexible a la variabilidad del tipo de contaminantes que se encuentran en los productos naturales, por lo que se emplean distintos métodos en función de la materia prima a tratar (Badui, 2012). El Cuadro No. 7 muestra métodos de limpieza que se deben aplicar a las materias primas destinadas a la elaboración de licores.

Cuadro No. 7. Métodos de limpieza de las materias primas para la elaboración de licores.

Métodos de limpieza en seco	Métodos de limpieza en húmedo
<p>Tamizado: Para remover contaminantes de tamaño diferente a la materia prima; se utilizan el tambor rotatorio, tamices centrífugos, entre otros.</p>	<p>Inmersión: Sumergir en agua la materia prima con movimientos respecto a los productos por medio de agitadores reblandeciendo los contaminantes adheridos. Se usa generalmente, como un paso preparatorio a otro proceso.</p>
<p>Abrasión: Ablandar y remover los contaminantes adheridos a la materia prima; se utilizan tambores rotatorios, vibradores, discos abrasivos y cepillos rotatorios.</p>	<p>Aspersión: Se exponen las superficies de las materias primas a duchas de agua a presión. Pueden llegar a causar daños.</p>
<p>Aspiración: Succionar las partículas de menor densidad a la materia prima por medio de colectores aspirados.</p>	<p>Flotación: El método tiene como fundamento la diferencia de densidad o flotación entre las partes valiosas e indeseables de los alimentos a limpiar. Se basa en el principio de humectación diferencial de los alimentos.</p>
<p>Magnético: Se lleva a cabo haciendo pasar la materia prima por tambores magnéticos o cintas magnetizadas para eliminar los contaminantes metálicos.</p>	<p>Ultrasónico: Ondas ultrasónicas de alta frecuencia desde los 20 hasta 100 kHz producen una presión rápidamente alternante en la parte del fluido por donde pasan las ondas, dando lugar a la formación y colapso rápido de burbujas que propician la separación de los contaminantes.</p>
<p>Fuente: Badui, 2012.</p>	

2.7.3 Selección de materia prima

Para conseguir un producto final de calidad se deben seleccionar las materias primas minuciosamente. Las deficiencias en la calidad de las materias primas son inevitables, aunque tengan el mismo origen. Implementar métodos para detectar y controlar la variabilidad es necesario con el fin de escoger las materias primas adecuadas. La selección de los ingredientes se debe apoyar tanto en el aspecto, variedad, tamaño, peso y las propiedades internas. Se usan estándares de comparación permanentes como tiras de plástico coloreadas, fotografías en color y moldes del tamaño promedio aceptado entre otros (Badui, 2012). El Cuadro No. 8 explica las metodologías para selección de materias primas de acuerdo a las características de calidad que se requieren para la elaboración de licores.

Cuadro No. 8. Métodos de selección de la materia prima para la elaboración de licores.

Criterio	Metodología
Peso	Se emplea una báscula controlada por computadora que selecciona los productos para conseguir el peso requerido y los agrupa.
Tamaño	Se hace pasar la materia prima por tamices de selección con aperturas variables seleccionadoras escalonadas.
Color	Mediciones fotométricas a base del barrido de la superficie de cada unidad alimentaria. Pueden detectar deterioro por pudrición.
Forma	Seleccionadoras de disco: Capturan partículas de tamaño deseado en muescas impresas en ambos lados del disco rotatorio Seleccionadoras de cilindro: La superficie esta estampada con la forma adecuado del producto
Transmitancia	Es un método no destructivo para examinar internamente los alimentos sólidos y líquidos opacos mediante la transmisión de radiaciones electromagnéticas.

Fuente: Badui, 2012.

El proceso de selección se realiza preferentemente después del lavado para evitar que las imperfecciones de la materia prima se escondan en la suciedad. Al examinar los resultados de los análisis de recepción correspondientes, se obtienen los argumentos para separar las materias primas en las categorías necesarias. En el caso de que la materia prima no cumpla con las características mínimas establecidas para su transformación, deberá ser descartada (Badui, 2012).

2.7.4 Maceración

La maceración es proceso de extracción de sustancias activas que se encuentran en un material sólido saturándolo en un medio extractante en estado líquido. Esta fase líquida puede ser agua, vinagre, aceites o alcoholes (Herbert, 1989).

La Figura No. 2 ilustra la alta polaridad de los alcoholes, que se debe al grupo funcional OH⁻ que forma puentes de hidrógeno y gracias a sus ramificaciones, aumenta la solubilidad en agua, además de esto los alcoholes que tienen más de 4 átomos de carbono no son solubles en agua (Vargas, 2001).

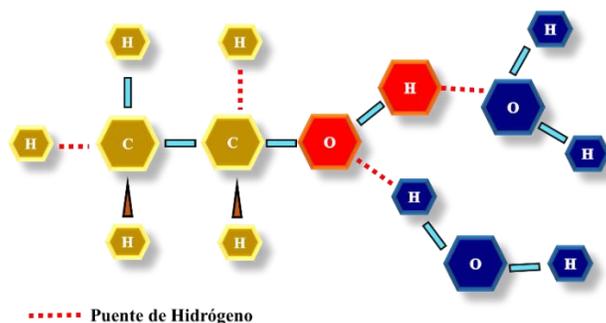


Figura No. 2. Molécula de alcohol metílico unida a dos moléculas de agua.

(Vargas, 2001).

La maceración es un proceso complejo donde se extraen los compuestos más volátiles que sean solubles en el medio extractante. Los solventes orgánicos de alta polaridad como el alcohol logran extraer fenoles de las frutas que destacan por su alto contenido principalmente, de flavonoles. Entre los compuestos fenólicos del ron y el whisky se han identificado: 3-metilguayacol, eugenol, 4-etilfenol, guayacol, 1, 4-etilguayacol, isoeugenol, o- y p- cresol, vainillina, y otros que son de gran importancia para el aroma y sabor de una bebida (Martínez, 2002).

El tiempo de maceración dependerá de la fruta utilizada. En este proceso existe un intercambio continuo entre las células vegetales y el alcohol. En el cual, las células aportan componentes como sabores y aromas, y el alcohol obtiene así, la mayor parte de las sustancias solubles, además de que el alcohol destruirá las bacterias o algún otro tipo de microorganismo presente (Vargas, 2001). El Cuadro No. 9 explica las diferencias entre la maceración en frío, la maceración con calor y los agentes extractantes utilizados para cada tipo de proceso.

Cuadro No. 9. Tipos de maceración y características.

	Características	Agente extractante
Frío	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor tiempo • Utilización de quipos simples • Extraen la mayoría de las propiedades deseadas sin ser alteradas 	Agua Vinagre Alcohol Aceites vegetales Vino
Calor	<ul style="list-style-type: none"> • Menor tiempo • No consigue una esencia integral de la materia • Se alteran los compuestos termolábiles 	Agua Aceites vegetales

Fuente: Vargas, 2001.

2.7.5 Filtración

Es el proceso de separación de partículas coloidales suspendidas en un fluido, pasándolo a través de un medio poroso sobre el que se depositan los sólidos mediante la aplicación de una fuerza impulsora durante un periodo de tiempo determinado, las partículas pueden ser gruesas o finas, rígidas o flexibles, redondas o alargadas, separadas o agregados (Ocón y Tojo,1998). Entre los principales objetivos de la filtración se encuentran:

- Clarificación de líquidos
- Recuperación de sólidos
- Recuperación de líquidos

De acuerdo a los autores (Ocón y Tojo, 1998) dentro del procedimiento existen algunas variables que deben de tomarse en cuenta para seleccionar una metodología de filtrado, éstas pueden ser:

- Temperatura
- Tamaño mínimo de partículas
- Viscosidad y Densidad
- Concentración de sólidos

En función de las partículas suspendidas en los solutos se muestran en el Cuadro No. 10 junto con los materiales que pueden ser utilizados en el proceso de filtración.

Cuadro No. 10. Clasificación de los filtros de acuerdo a su fuerza impulsora y medios filtrantes.

Filtros	Fuerza impulsora	Medio filtrante
Gravedad	Presión de la columna de líquido sobre medio filtrante	Telas metálicas Telas naturales
Vacío	Succión ejecutada en la salida del contenedor del líquido	Telas sintéticas Placas de celulosa
Presión	Fuerza motriz de empuje dada a través del medio filtrante	Placas de asbesto Hojas de papel
Centrífugo	Fuerza motriz giratoria	Fibra de vidrio Sólidos sueltos

Fuente: Ocón y Tojo, 1998.

2.7.6 Almíbar

Los jarabes también llamados almíbares de glucosa son el resultado de la acción de varias amilasas microbianas sobre el almidón de maíz donde la hidrólisis no es llevada al 100% y además de glucosa, los almíbares contienen residuos de polisacáridos llamados dextrinas.

Los almíbares se utilizan para dar consistencia y dulzor, como materia prima para hacer almibares en la actualidad se sugiere la fructuosa, siendo más dulce ésta que la glucosa. Comercialmente, en la industria alimentaria existen almíbares. Tanto la glucosa como la fructosa tienen un poder edulcorante mayor al de la sacarosa. El primero con un 42% más y el segundo con 55.0% ambos utilizados en bebidas gasificadas, jugos, mermeladas y para repostería. Estos mismos contienen un menor índice glucémico que cualquier otro monosacárido produciendo la misma cantidad de energía 4 kcal/g (Desrosier, 2007).

Otro jarabe que se utiliza en la elaboración de confitería es el azúcar invertido que puede provenir de tres tipos de hidrólisis:

- Por intervención enzimática de enzima (disacáridos y polisacáridos) invertasa.
- Por acción de un ácido a temperatura elevada.
- Por el paso de la solución de sacarosa por resinas sulfónicas.

En la elaboración de licores se emplea la hidrólisis ácida. Se formula un almíbar de sacarosa buscando acidificar empleando ácido cítrico, dando como resultado la eliminación de un enlace de oxígeno; transformando la solución acuosa de sacarosa en otra solución más densa de glucosa y fructuosa (Badui, 2012).

Las características de esta solución acuosa son:

- Mayor poder endulzante que el azúcar común (30,0 % más)
- Dificulta la cristalización del azúcar.
- Acelera la fermentación.

2.7.7 Formulación

Las formulaciones son la combinación de varios componentes en relaciones o estructuras adecuadas para la elaboración de un producto. Se crea una fórmula de acuerdo con un procedimiento específico (Brennan *et al.*, 1998).

Para la obtención de un producto formulado, las mezclas o las asociaciones entre materiales y/o ingredientes deben ser las correctas, agregados en el momento adecuado y con las concentraciones exactas. Errores en la formulación pueden dar un mal resultado en el producto terminado (Herbert, 1989).

2.7.7.1 Materias primas para la formulación

Las materias primas que son el componente principal y los auxiliares de formulación (aditivos, coadyuvantes, excipientes) desempeñan papeles distintos. Las primeras son las de mayor importancia en las formulaciones y las de uso secundario o auxiliares, aseguran la calidad realzando las características de las materias primas, favoreciendo la preparación y utilización del producto mejorando su presentación y su conservación (Ocón y Tojo 1998).

El Cuadro No.11 explica en la parte superior las características entre las materias primas y los auxiliares en la formulación; y en la parte inferior se presentan las funciones de éstos auxiliares.

Cuadro No. 11. Materias primas para la formulación.

Materias primas	Son los componentes más importantes, cumplen con la función principal de una fórmula.	
Auxiliares de formulación	Son los componentes que coadyuvan a las materias primas a cumplir su función.	
	Función	Ejemplos
Activadores	Exaltar el efecto de los activos	Azúcar, sal.
Modificadores de aspecto	Actúan sobre el sentido de la vista compuestos capaces de interactuar con la luz tales como los pigmentos.	Colorantes
Aditivos de proceso	Facilitan las operaciones de preparación del producto.	Grasas
Diluyentes	Disminuir concentraciones sin alterar producto.	Agua
Cargas o relleno	Introducidos en la fórmula para bajar su costo y aumentar su volumen o su peso	Sustitutos
Compatibilizantes	Mezclar los ingredientes que son en mayoría inmiscibles.	Emulsionantes
Agentes reológicos	Actuar sobre el comportamiento fluido mecánico.	Pectina

Fuente: Ocón y Tojo, 1998.

2.7.7.2 Balance de materiales

Un sistema de producción agroalimentario es una serie de elementos organizados, relacionados para que interactúen entre ellos; las máquinas, los procesos, las materias primas y la información que intervenga son transformados en un producto terminado. Para calcular el balance de materias primas es necesario determinar dicho balance antes el sistema de

producción que se empleará durante el proceso (Ibarz, 2011). En el Cuadro No.12 puede diferenciarse los sistemas de acuerdo a las características de la producción.

Cuadro No. 12. Sistemas de producción.

Sistema	Características
Sistema con circulación	Es un proceso continuo con entrada y salida
Sistema con recirculación	Tienen una reacción incompleta sus reactivos son valiosos y desean mantener las condiciones de operación como la temperatura
Sistema en estado estacionario	No hay acumulación y no hay variación en función del tiempo
Sistema de régimen transitorio	No estacionario Por lotes o intermitente

Fuente: Ibarz, 2011.

El balance de materiales es una metodología matemática empleada en la industria alimentaria para la formulación de productos basada en la ley de conservación de la materia “la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma” (Albert Einstein). Misma que establece que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante, es decir que la masa que entra en un sistema debe salir del sistema o acumularse dentro de él (Ibarz, 2011). La siguiente fórmula explica el principio del balance de materia.

Ecuación general

$$Acumulación = entrada - salidas + generación - consumo$$

Donde:

Acumulación: Es el contenido de masa dentro del sistema que incrementa o disminuye con el tiempo.

Entradas y salidas: Flujos de masa que entran o salen del sistema por superficies con áreas definidas.

Generación: Conformación o consumo de un material y/o una reacción química o bioquímica.

Consumo: Se refiere a la utilización de material a través de superficies de interface. En la industria de los licores se aplica un sistema en estado estacionario debido a que:

- No hay acumulación
- No hay ninguna variable en función del tiempo

Matemáticamente resulta en una sola ecuación o en un sistema de ecuaciones. La fórmula empleada para la resolución de sistemas en estado estacionario es la siguiente

$$0 = \text{entrada} - \text{salida} + \text{generación} - \text{consumo}$$

O

$$\text{Entrada} = \text{salida}$$

Para la resolución de este tipo de sistemas lineales los métodos que se aplican son los siguientes:

- Gauss Jordan
- Choleski
- Reducción triangular
- Descomposición LU

En los métodos de resolución de sistemas no lineales, se aplican los siguientes métodos:

- Newton multivariable
- Punto fijo multivariable
- Newton Raphson
- Newton modificados
- Máxima pendiente Estrategias de solución:
- Método modular secuencial
- Método modular simultaneo
- Método orientado de ecuaciones (Ibarz, 2011).

2.8 Embotellado

Los alimentos, elaborados de manera industrial se almacenan, se transforman y se conservan en diversos empaques; si estos son deficientes se facilitan contaminaciones microbiológicas y/o reacciones químicas que causan deterioro en los productos y en casos graves las ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos). Los empaques pueden ser de metal, vidrio, papel, cartón laminado o plástico y cada uno de ellos debe tener propiedades específicas que lo hacen el más óptimo para el fin que se persigue. Entre las características deseadas de estos materiales se destacan las siguientes:

- Permeabilidad a gases como el oxígeno y el bióxido de carbono.
- Permeabilidad al agua.
- Resistencias mecánica, térmica y química.
- Permeabilidad a la luz y a los rayos UV (Badui, 2012).

2.8.1 Embotellado en vidrio

El vidrio es un material impermeable al agua y a los gases, pero no a los rayos UV; además de ser sanitario y reutilizable. Es un material inerte a muchos compuestos, pero no a los álcalis fuertes, su composición va del 70,0 al 75,0 % de silicatos de sodio y de calcio, de 6,0 a 12,0 % de óxidos de calcio y sodio. El embotellado en vidrio consiste de tres pasos: esterilización, llenado y cierre. La Figura No. 3, ilustra el proceso que se lleva a cabo al embotellar en vidrio (Badui, 2012).

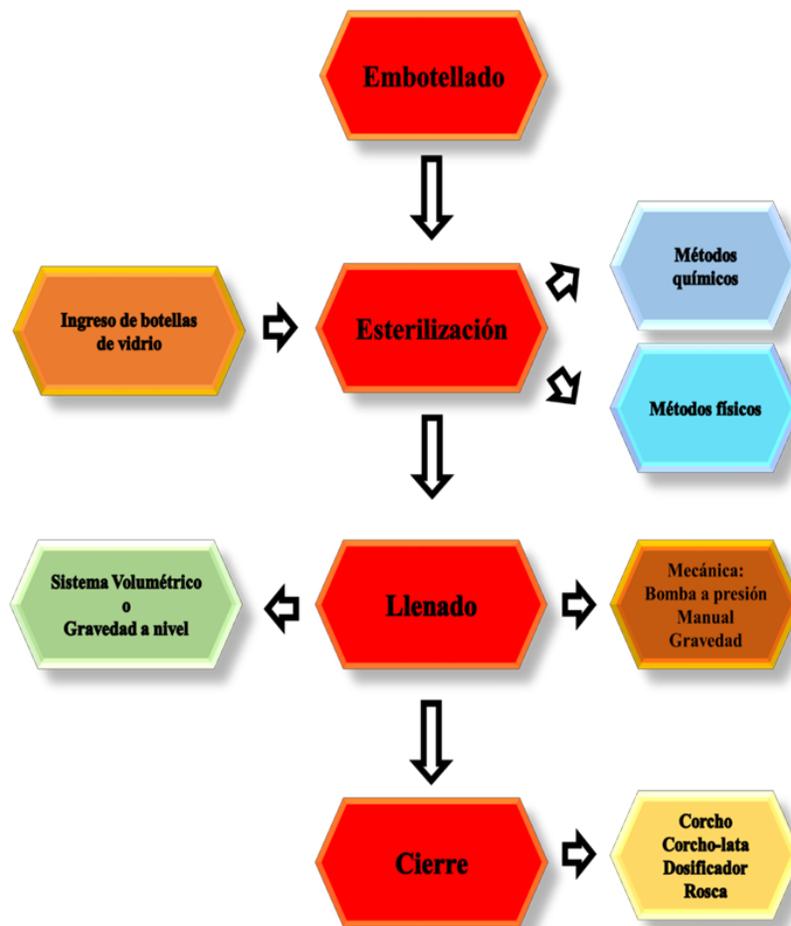


Figura No. 3. Diagrama de flujo del sistema de embotellado (Badui, 2012).

De acuerdo a la NOM-142-SSA1-2014, “Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial”, el envasado para bebidas alcohólicas no permite la distribución de botellas en envase flexible, se debe utilizar un material resistente que ofrezca la protección adecuada para impedir su deterioro exterior.

2.9 Análisis fisicoquímicos de las bebidas

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas tienen como objetivo el aseguramiento de la calidad de los alimentos, estas pruebas deben demostrar que los alimentos cumplen con los parámetros exigidos por los organismos de salud pública (Badui, 2012).

Para lograr determinar resultados sobre su composición y/o concentración, los alimentos deben someterse a diferentes pruebas de evaluación. En la industria de los alimentos los exámenes son aplicados de acuerdo al objetivo buscado y entre algunos análisis se encuentran el resultado de pH, °Bx, densidad, pH, color y °GL especialmente, en la industria de las bebidas alcohólicas.

La continua realización de análisis fisicoquímicos previene en los alimentos diferentes irregularidades como pueden ser adulteraciones o falsificaciones; además de que aseguran la vida útil de los alimentos y contribuyen en la estandarización de procesos de producción (Badui, 2012).

2.9.1 pH

Por definición matemática el pH es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno. El potencial de hidrógeno expresa el grado de acidez o alcalinidad en soluciones acuosas diluidas. Debido a que es una expresión logarítmica, un incremento de una unidad

en el pH significa un incremento diez veces mayor en la concentración de un ion de hidrógeno (Campbell y Farrel, 2009).

El pH óptimo se debe determinar experimentalmente, además de que hay que considerar variables dentro de la operación como la temperatura, el sustrato y la capacidad amortiguadora de la solución y que se utiliza. Para la determinación de pH se utilizan instrumentos como potenciómetro, papel de medición de pH, entre otros (Campbell y Farrel, 2009).

2.9.2 Densidad

La densidad es una propiedad básica de los fluidos y la cantidad de masa que ocupa un determinado volumen, este a su vez es la medida fundamental de una sustancia líquida, además de que es una propiedad intensiva de la materia, por lo que no varía su valor a pesar del tamaño del objeto o cantidad de sustancia (Lea y Burke, 1999).

Fórmula:

$$d = \frac{m}{V}$$

Donde:

- d = densidad
- m = masa
- V = volumen

Cálculo de la densidad: La densidad de una sustancia se obtiene de forma indirecta o directa.

Para la obtención indirecta o estimación de la densidad, se miden la masa y el volumen por

separado y posteriormente, se calcula la densidad. La masa se mide con una balanza, y el volumen mediante el desplazamiento de un líquido (Osorio, 2009).

Para la medición de forma directa se emplean equipos de precisión y se diferencian por el estado de agregación de la materia (sólido, líquido o gaseoso) a medir (Osorio, 2009).

El Cuadro No. 13 explica los equipos que se emplean para la obtención de densidad en diferentes tipos de muestras.

Cuadro No. 13. Instrumentos de medición de densidad.

Equipo	Estado de agregación de la materia a medir
Densímetro	Permite la medida directa de la densidad de un líquido
Picnómetro	Permite la medida precisa de la densidad de sólidos, líquidos y gases picnómetro de gas.
Balanza hidrostática	Permite calcular densidades de sólidos
Balanza de Mohr	Permite la medida precisa de la densidad de líquidos (Variante de balanza hidrostática).

Fuente: Osorio, 2009.

En la industria de las bebidas azucaradas incluyendo los licores, la densidad se modifica principalmente por efecto de la sacarosa diluida y a su vez aumenta o disminuye la resistencia al flujo, otorgándole a los licores una mayor o menor viscosidad. El consumidor percibe estas propiedades como “consistencia” (Osorio, 2009).

2.9.3 Grados Brix (°Bx)

La NMX-F-274-1984; define un grado Brix como un sistema de medición específica, en el que el grado Brix representa el porcentaje en peso de sacarosa químicamente pura en una solución de agua destilada a 293K (20 °C).

En la industria alimentaria se utiliza este análisis para medir la cantidad de azúcares presentes en jarabes, ácidos y jugos (Bosquez, 2012).

Por otro lado, la NMX-F-103-1982, “Alimentos frutas y derivados. Determinación de Grados Brix” establece el método refractométrico para la determinación de los °Bx en productos derivados de frutas y líquidos azucarados.

El refractómetro es un instrumento óptico compuesto por un espejo, que determina el contenido de azúcares en una solución haciendo uso del principio de refracción de la luz (inclinando las ondas de la luz) al pasar de un haz de luz de una sustancia a otra (aire a la solución problema) En el Cuadro No. 14 se muestran algunos instrumentos para la medición de °Bx.

Cuadro No. 14. Instrumentos de medición de °Bx.

Instrumento	Descripción
Hidrómetro	Mide la gravedad específica de los líquidos, cuando se trata de la determinación del azúcar (°Bx), cuanto más denso sea el líquido, más azúcar contiene y más alto flotará el hidrómetro.
Picnómetro	Se emplea para medir la densidad de un líquido.
Refractómetro óptico (portátil y ABBE)	Se coloca el líquido que se va a medir en el prisma. El índice de refracción se puede leer directamente desde la escala incorporada.
Refractómetros digitales (portátiles y de sobremesa)	Sensor óptico de alta resolución mide la reflexión total de un rayo de luz que emite una fuente de luz LED especial después de impactar contra la muestra, esta reflexión total se convierte en un índice de refracción.
Densímetro digital	Tubo de vidrio hueco que vibra a una cierta frecuencia. Esta frecuencia cambia cuando el tubo se llena con la muestra: cuanto mayor sea la masa de la muestra, menor será la frecuencia. Dicha frecuencia se mide y se convierte en densidad.

Fuente: (Osorio, 2009).

2.9.4 Grados Gay Lussac (°GL)

El grado alcohólico volumétrico es la relación entre el volumen de alcohol en estado puro y el contenido en el producto de que se trate. Se trata de una medida de concentración porcentual; a cada unidad de porcentaje de alcohol en el volumen total le corresponde un grado en la escala alcohólica. En su estimación es común el uso de las iniciales GL, en honor.

a Joseph Gay- Lussac (1778-1850) (Osorio, 2009). La fórmula para su determinación es la siguiente:

Fórmula

$$\frac{(Volumen)(Gay Lussac)}{100}$$

100

Donde:

Volumen: volumen de a solución

Gay Lussac: % de alcohol

100: cc (porcentaje de alcohol que tiene una bebida)

La NOM-199-SCFI-2017 exige que las bebidas alcohólicas se presente la graduación alcohólica de etanol en la etiqueta de las botellas expresada en un valor porcentual: Vol. 27,0 %; Vol.42,0 %. Aunque en la práctica el volumen y °GL significan lo mismo.

El Cuadro No. 15 muestra cuatro instrumentos de medición para la obtención de °GL y se explica el modo de empleo de acuerdo a cada instrumento.

Cuadro No. 15. Instrumentos para la medición de °GL.

Instrumento	Método de empleo
Densímetro (hidrómetro)	Basa su acción en la variación de flotabilidad que sufre un cuerpo cuando es sumergido en soluciones de diferente densidad. Su interpretación depende del uso de tablas que relacionan la densidad con el contenido de alcohol.
Alcoholímetro o alcoholómetro	Su escala expresa directamente el contenido de alcohol.
Picnómetro	Bulbo de vidrio de volumen perfectamente calibrado que, permite obtener la masa o peso por unidad de volumen de la solución hidroalcohólica. Requiere el empleo de tablas de equivalencia densidad-alcohol.
Ebullómetro	Mide el descenso que sufre el punto de ebullición de la solución hidroalcohólica en proporción con la cantidad de alcohol que contiene

Fuente: Osorio, 2009.

2.9.5 Color

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto. Es un atributo de apariencia de los productos y mediante la observación de los colores, se pueden detectar algunas anomalías y defectos en los alimentos. El sistema visual humano tiene una gran habilidad para discriminar entre colores, pero posee una pobre memoria visual. La medición del color en los alimentos mejora las valoraciones visuales (Delmoro *et al.*, 2010).

La retina del ojo genera impulsos eléctricos que llegan al cerebro a través del nervio óptico. En el espectro electromagnético la luz visible se encuentra entre las longitudes de 380 y 780

nm y está formada, por siete diferentes radiaciones o colores. Así, una manzana es de color rojo ya que refleja la luz roja absorbiendo las demás radiaciones. La influencia de este parámetro de aceptación en los alimentos se ha comprobado, personas evaluadas rechazan productos que han sido intencionalmente modificados en cuanto a su color, aun cuando las demás propiedades sensoriales como sabor o textura permanezcan inalteradas (Badui, 2012).

En la industria alimentaria, el color es el parámetro base en el cual se realizan clasificaciones de productos y se evalúan materias primas como parte del control de calidad de los procesos (Abdullah *et al.*, 2004).

El método para la medición del color se puede llevar a cabo por medio de instrumentos que determinen la reflectancia o transmitancia de la muestra. Ejemplo de estos instrumentos es el espectrofotómetro o colorímetro triestímulos, pero tienen las desventajas de que la superficie del material cuyo color se va a medir deba ser homogénea y que la prueba se realiza sobre un área muy pequeña (2 cm^2), lo que hace poco representativo el resultado (Mendoza y Aguilera, 2004).

2.9.6 Colorimetría CIELab

La CIE (Comisión Internacional de Iluminación) L^*a^* y b^* es el modelo cromático comúnmente utilizado para la descripción de los colores que son percibidos por el ojo humano. Cada letra está seguida de un asterisco (*) debido a que forma parte del nombre que representan L^*a^* y b^* , de L, a y b (Molina, 2010). La Figura No. 4 ilustra los puntos que son explicados a continuación:

La luminosidad o brillo representado por L^* permite clasificar los colores como claros u oscuros, esto se define como la característica de una sensación que la hace equivalente a la producida por algún elemento en la escala de grises, que van desde el blanco (máxima luminosidad, igual a 100) hasta el negro (mínima luminosidad, igual a 0) haciendo un elemento más claro o más oscuro. Es una medida relativa de la luz reflejada ante la absorbida, no se considera participe de la cromaticidad. La a^* es una coordenada cromática que va de $+a^*$ (positivo) que indica rojo, hasta $-a^*$ (negativo) que indica el color verde.

Los valores que puede obtener a^* son de 60 positivo (rojo), pasando por 0, hasta 60 negativo (verde). La coordenada cromática b^* va desde $+b^*$ (positivo) que indica amarillo, a $-b^*$ (negativo), que indica azul; igualmente obteniendo valores entre 60 y -60 (González 2010).

La saturación o pureza, descritas por los valores c^* (croma) y h (tono o hue), detallan el grado o la intensidad con la que un color se separa del gris neutro y se acercan a un color puro en el espectro, describiendo la reflexión o transmisión de una determinada longitud de onda; es considerado el atributo cuantitativo de la cromacidad. El croma va de 0 a 100 y hue de 0° a 360° . El valor de h es el ángulo del tono y se expresa en grados (Molina 2010).

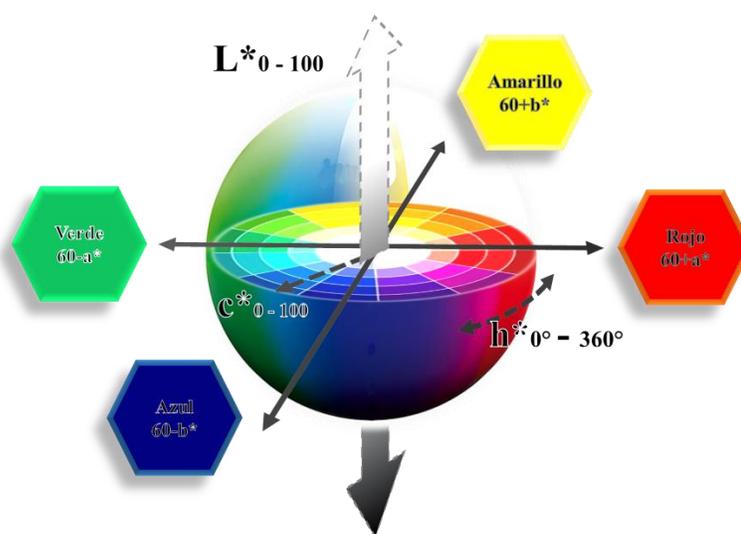


Figura No. 4. Esfera Cromática. CIELab.

2.9.7 Evaluación Sensorial

Se define como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de los atributos de un producto que se pueden percibir a través de los sentidos humanos; vista, olfato, gusto, tacto y oído (Carpenter *et al.*, 2000).

En la industria de los alimentos los análisis sensoriales permiten evaluar las características organolépticas de los productos. El análisis sensorial proporciona información en el desarrollo del diseño de nuevos productos y/o recopila datos de los ya existentes entre distintas marcas comerciales (Anzaldúa, 1994).

A diferencia de los métodos instrumentales, este tipo de análisis se realiza con personas, para ello es importante elegir adecuadamente un grupo y facilitar los medios y las instrucciones que reduzcan errores y que garanticen la fidelidad de los resultados (Anzaldúa, 1994).

2.9.7.1 Pruebas afectivas

Este tipo de pruebas también llamadas estudios de consumidores son aplicadas a jueces no entrenados, se les permite expresar su opinión acerca del producto evaluado. A su vez estos indican si aceptan o rechazan el producto traduciéndose a si les agrada o no. Al ser las personas el instrumento de medición se requieren grupos numerosos de mínimo 80 personas para asegurar la veracidad del análisis (Anzaldúa, 1994).

En algunas ocasiones este tipo de pruebas van acompañadas de agentes enjuagantes o diluyentes, con el objetivo de eliminar regustos causados por las distintas muestras antes de continuar con la siguiente. Generalmente la saliva y el agua potables son los más comunes, en algunos casos se requiere de borradores determinados como pan o galletas entre algunos otros (Anzaldúa, 1994).

Dentro de las pruebas afectivas se encuentra un tipo de prueba denominada hedónica, estas evaluaciones son aplicadas a consumidores cuyo objetivo es evaluar el grado de preferencia perceptible entre dos o varias muestras, además de determinar la aceptabilidad de los consumidores hacia los productos (Anzaldúa, 1994).

III. HIPÓTESIS

A partir de la raíz de la maleza “guaco” (*Mikania glomerata*) es posible elaborar un licor agradable para el consumidor.

IV. JUSTIFICACIÓN

Las malezas son especies vegetales que muchas veces afectan los intereses de los agricultores disminuyendo la producción y la calidad de los cultivos, debido a su gran capacidad competitiva.

El “guaco” (*Mikania glomerata*) que pertenece a la familia de las asteráceas, es una maleza invasora, rústica y vigorosa, ecológicamente plástica y con gran capacidad de diseminación. Probablemente sea la familia de plantas que aporta el mayor número de malas hierbas que afectan la producción agrícola. Sus semillas anuales tienen gran poder germinativo, y poseen eficaces órganos subterráneos (rizomas, raíces gemíferas) o aéreos (tallos radicales, estolones) de gran capacidad invasora, también son malezas aquellas asteráceas ruderales, propias de baldíos, orillas de caminos y vías férreas, capaces de invadir cultivos cercanos (Del Vitto y Petenatti, 2015).

Es reportada en la literatura como maleza de piña, de esta se estudia el manejo de *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora), *Asystasia gangetica* (violeta china) y *Mikania cordifolia* (hoja de guaco).

En el caso del banano, la proliferación de la maleza de *Mikania glomerata* pone en riesgo la producción del mismo, además de minimizar su rendimiento y producción.

Por lo tanto, este trabajo sugiere el aprovechamiento de la planta de “guaco” a través de la elaboración de un licor que agrade sensorialmente al consumidor.

V. OBJETIVOS

5.1 General

Desarrollar un licor sensorialmente agradable para el consumidor aprovechando la raíz de la maleza conocida como “guaco” (*Mikania glomerata*).

5.2 Específicos

- Determinar los cambios fisicoquímicos de los Tratamientos T-1, T-2 y T-3 en vida de anaquel durante 90 días.
- Evaluar los licores sensorialmente desde el punto de vista de color, olor, sabor y sensación alcohólica mediante una prueba de nivel de agrado.
- Determinar la concentración alcohólica en los licores más aceptada por los consumidores.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental del trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Calidad de Productos Agropecuarios dentro de la Facultad de Ciencias Agrícolas perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México, Campus Universitario “El Cerrillo”, El Cerrillo Piedras Blancas, Estado de México.

6.1 Material vegetativo

- Raíz de “guaco” (*Mikania glomerata*)

6.2 Materias primas

- Alcohol de caña
- Azúcar refinada
- Ácido cítrico

6.3 Material de empaque

- Botellas de vidrio con tapa con capacidad de 750 ml

6.4 Equipo

- Filtradora Buon Vino (Mini Jet Wine Filter)

6.5 Utensilios

- Ollas de acero inoxidable
- Frascos de vidrio con tapa con capacidad de 4 l
- Placas de celulosa
- Embudo
- Palas de madera
- Marcador permanente
- Vasos para evaluación sensorial

6.6 Instrumentos de laboratorio

- Matraz Erlenmeyer 1000 ml
- Probeta de 100 ml, 250 ml y 1000 ml
- Vaso de precipitado 50 ml

6.7 Instrumentos de medición

- Potenciómetro Thermo Scientific Orion Star A 215
- Refractómetro Atago de escala 0.0 – 93.0° Brix
- Picnómetro
- Balanza electrónica de precisión Rhino (BAPRE - 3)
- Colorímetro C-R 400 Konica Minolta
- Alcoholímetro Cat. No. 0100 G.C T.D.M. ROBSAN
- Balanza analítica HOUS

6.8 Metodología

En la actualidad no se ha desarrollado una metodología específica para la elaboración de licor de la maleza de “guaco”. Por lo tanto, se tomó como referencia la metodología de macerado para la elaboración de licores propuesta por Thönges (1994). La cual se describe en la Figura No. 5 ejemplificando el diagrama de flujo del proceso.



Figura No. 5. Diagrama de flujo de elaboración de licor (Thönges (1994)).

6.9 Recepción

Se llevó a cabo la recolección de la raíz de “guaco” (*Mikania glomerata*). El material vegetativo se obtuvo de plantas jóvenes y sanas del municipio de San Joaquín en la localidad de Camposanto Querétaro; procurando evitar la presencia de daños mecánicos y biológicos en las raíces recolectadas y verificando que no existieran daños físicos visibles.

Se comprobó que las raíces llegaron en buenas condiciones (sin exceso de tierra, daños mecánicos o con mohos). Se determinó el peso mediante una balanza electrónica de precisión Rhino (BAPRE-3) (DGETA, 2013). Puesto que no se han determinado los estándares de aceptación en la recepción de materia prima de este producto se siguió la metodología de Brennan, (1998). La cual, se apoya en la selección de materia prima de acuerdo al peso y a características físicas visibles como imperfecciones palpables.

6.10 Lavado del material vegetativo

El lavado se realizó primero por inmersión en agua para eliminar materiales contaminantes de origen mineral como tierra o piedras y después, por aspersion para asegurar que la materia prima estuviera libre de residuos. Se tomó el ejemplo de materiales contaminantes según Badui, (2012).

6.11 Selección

Brennan (1998), sugiere que la selección se debe basar tanto en el aspecto, la variedad, el tamaño y el peso de las materias primas. Sin embargo, al ser la raíz de “guaco” un producto que fue sometido a maceración, sin objeto de demostrar sus cualidades físicas, se aprovechó el 100% de las muestras recolectadas.

6.12 Maceración

El proceso de maceración de la raíz de “guaco” se realizó en frascos de vidrio con tapa, con capacidad de 4 L, dejando reposar 90 días sumergida en alcohol de 96 °GL, como lo establece la NOM-142-SSA1-1995.

6.13 Filtrado

Se llevó a cabo por medio de la Filtradora Buon Vino (Mini Jet Wine Filter) que trabajó con placas de celulosa, con el propósito de eliminar restos de partículas de la raíz de “guaco”.

6.14 Formulación

Se utilizó la mezcla entre el almíbar y el macerado que dio como resultante el licor de “guaco”. Antes de realizar la mezcla se determinaron los °GL del macerado previamente filtrado.

Se formuló un jarabe a 70 °Bx, adicionando 0,05% de ácido cítrico, permitido por la NMX-F-274-1984, esto con el fin de causar una reacción de hidrólisis por adición de un ácido en altas temperaturas, evitando así la cristalización de la sacarosa en el licor impidiendo en el producto final un mal aspecto.

Una vez obtenidos estos dos valores se procedió a hacer un balance general para determinar la cantidad de los ingredientes y formular los tratamientos.

Persiguiendo el segundo objetivo específico de este trabajo de investigación “determinar la concentración alcohólica más aceptada por los consumidores”, se formularon tres diferentes licores variando el porcentaje de alcohol sin modificar la cantidad de azúcar utilizada. Los cuales se plantean como se describe a continuación:

Tratamiento 1 (T-1): 10% alcohol

Tratamiento 2 (T-2): 20% alcohol

Tratamiento 3 (T-3): 30% alcohol

Se estableció que por sus características el sistema de producción para un licor pertenece a los sistemas estacionarios debido a que no hay acumulación de materias primas y no hay ninguna variable en función del tiempo. Después se realizó el balance de materias primas, obteniendo como resultado un sistema de ecuaciones lineales, que se resolvió por el método de Gauss Jordan.

6.14.1 Formulación de licor al 10% (T-1)

La Figura No. 6 ilustra el ejemplo de un mezclador con tres entradas y una salida; en donde A-Macerado es la primera entrada compuesta por alcohol y agua destilada, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor siendo la única salida, arrojando como producto resultante el licor de “guaco”.

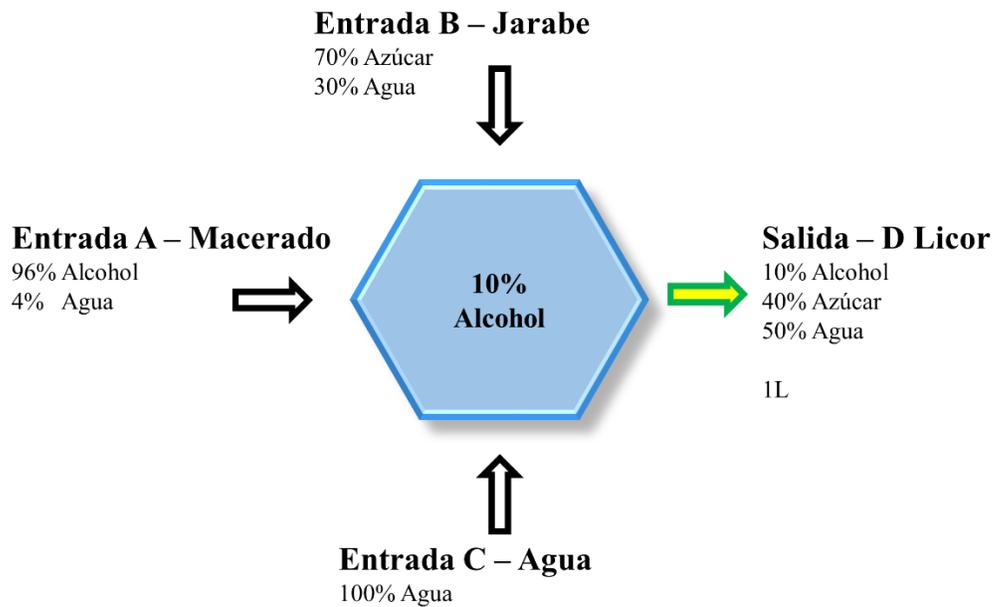


Figura No. 6. Mezclador T-1 a 10% de Alcohol.

El Cuadro No. 16 explica la formulación de licor de “guaco” por medio del sistema de ecuaciones lineales para el Tratamiento T1 resuelto por el método de Gauss Jordan.

Cuadro No. 16. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 10%.

	A	+	B	+	C	=	D
Alcohol	0.96	+	0	+	0	=	100
Azúcar	0	+	0.7	+	0	=	400
Agua	0.04	+	0.3	+	1	=	500
	1		1		1		1000
	104.1		571.42		324.40	=	999.9

Nota: A-Macerado, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor.

6.14.2 Formulación de licor al 20% (T-2)

La Figura No. 7 ilustra el ejemplo de un mezclador con tres entradas y una salida. En donde A-Macerado es la primera entrada compuesta por alcohol y agua destilada, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor siendo la única salida arrojando como producto resultante el licor de “guaco”.

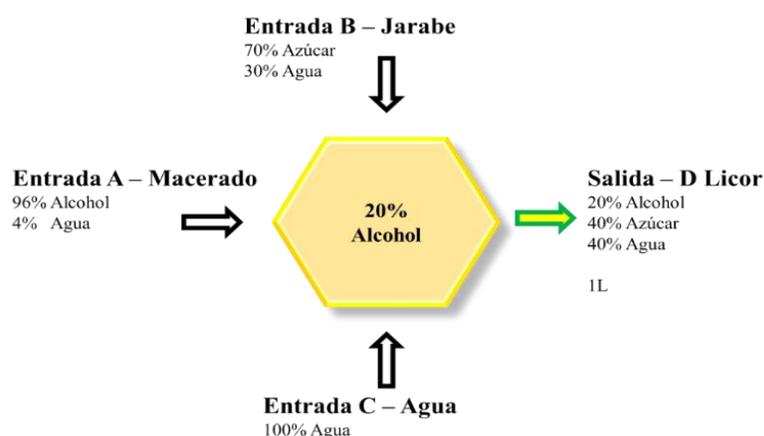


Figura No. 7. Mezclador T-2 a 20% de alcohol.

El Cuadro No. 17 explica la formulación de licor de “guaco” por medio de un sistema de ecuaciones lineales para el Tratamiento T-2 resuelto por el método de Gauss Jordan.

Cuadro No. 17. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 20 %.

	A	+	B	+	C	=	D
Alcohol	0.96	+	0	+	0	=	200
Azúcar	0	+	0.7	+	0	=	400
Agua	0.04	+	0.3	+	1	=	400
	1		1		1		1000
	208.3		571.4		220.2	=	999.9

Nota: A-Macerado, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor.

6.14.3 Formulación de licor al 30% (T-3)

La Figura No. 8 ilustra el ejemplo de un mezclador con tres entradas y una salida; en donde A-Macerado es la primera entrada compuesta por alcohol y agua destilada, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor siendo la única salida arrojando como producto resultante el licor de “guaco”.

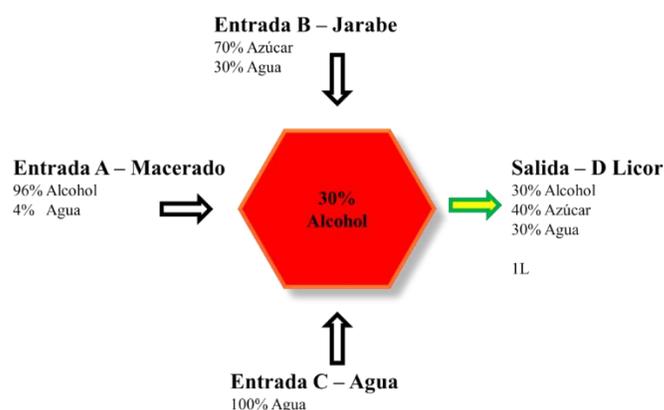


Figura No. 8. Mezclador T-3 a 30% de alcohol.

El Cuadro No. 18 explica la formulación de licor de “guaco” por medio de un sistema de ecuaciones lineales para el Tratamiento T-3 resuelto por el método de Gauss Jordan.

Cuadro No. 18. Balance General resuelto por el método de Gauss Jordan para la formulación de licor de guaco a 30 %.

	A	+	B	+	C	=	D
Alcohol	0.96	+	0	+	0	=	300
Azúcar	0	+	0.7	+	0	=	400
Agua	0.04	+	0.3	+	1	=	300
	1		1		1		1000
	312.5		571.4		116	=	999.9

Nota: A-Macerado, B- Jarabe compuesta por azúcar y agua destilada, C-Agua compuesta de agua destilada y D- Licor.

6.15 Embotellado

Se embotelló el licor resultante de “guaco” en botellas de vidrio con tapa con capacidad de 750 ml, se utilizó material de vidrio resistente como lo establece la NOM-199-SCFI- 2017 para bebidas alcohólicas.

Para la esterilización de botellas se utilizó un medio húmedo, en donde se sometieron las botellas a una temperatura de ebullición (100 °C). Así la temperatura se eleva para eliminar los microorganismos que puedan dañar al producto final de acuerdo a Badui, (2012).

Se procedió a llenar las botellas con el licor de “guaco” de forma manual con la ayuda de un embudo dentro de las botellas. El sellado de las botellas ya llenas se realizó con taparrosca.

6.16 Análisis fisicoquímicos

6.16.1 Determinación de pH

La determinación de pH se basó en la técnica de Campbell y Farrel, (2009). Para lo cual, se calibró el potenciómetro Thermo Scientific Orion Star A 215 con soluciones buffer a pH 4 y

10. En vasos de precipitado de 50 ml se depositó licor de “guaco”, colocando el electrodo dentro de las diferentes muestras del licor registrando por separado las lecturas de pH, para todos los tratamientos.

Las mediciones se realizaron a los 30, 60 y a los 90 días. Cada muestra se analizó por triplicado.

6.16.2 Determinación de Densidad

Se determinó la masa del picnómetro con ayuda de la balanza analítica House, de acuerdo a la metodología de Osorio, (2009). Se procedió a retirar el tapón perforado del picnómetro, después de llenar el picnómetro con el líquido problema con una pipeta de 15 ml. Se tapó el picnómetro hasta cubrir la perforación del capilar. Se procedió a medir nuevamente la masa del picnómetro conteniendo el líquido problema.

Para finalizar se restó la medición original para obtener la masa del líquido; siguiendo la aplicación de la fórmula:

$$D = V/m$$

Se realizaron mediciones para cada muestra de licor de todos los tratamientos (T-1, T-2 y T-3) por triplicado a los 30, 60 y 90 días.

6.16.3 Determinación de °Bx

Se determinaron los °Bx empleando un refractómetro Atago de escala 0– 93 °Bx. Para la utilización del refractómetro se procedió a calibrarlo con agua destilada para comprobar que

la medición fuese de 0 °Bx. Entre cada medición se utilizó el mismo método de calibración, evitando así la contaminación entre las diferentes muestras. Se obtuvieron mediciones por triplicado para cada tratamiento (T-1, T-2 y T-3), durante 30, 60 y 90 días.

6.15.4 Determinación de °GL

Se utilizó el instrumento de medición densímetro Cat. No. 0100 G.C T.D.M. ROBSAN. Se vertieron 200 ml de licor de “guaco” en una probeta de 250 ml para después introducir el densímetro cuidadosamente, permitiendo que el instrumento se equilibró sin tocar las paredes de la probeta, posteriormente se determinó la lectura en la base del menisco. De acuerdo a la metodología de Osorio, (2009).

Se realizaron determinaciones para cada muestra de licor de los tratamientos T-1, T-2 y T-3 por triplicado a los 30, 60 y 90 días.

6.16.5 Determinación de color

Se aplicó la metodología de Salinas *et al.* (2012). Se utilizó un colorímetro C-R 400 KONICA Minolta. Se calibró con un fondo blanco y se colocaron en el colorímetro 15 ml de la muestra licor y se realizaron determinaciones para cada muestra de licor de los tratamientos T-1, T-2 y T-3 por triplicado a 30, 60 y 90 días.

6.16.6 Evaluación Sensorial

De acuerdo con Anzaldúa, (1994), para las pruebas afectivas que miden características sensoriales en los alimentos se debe de contar con un grupo de personas representativo que puedan expresar su opinión sobre la muestra. Así, las pruebas sensoriales se llevaron a cabo

en la Facultad de Ciencias Agrícolas, en el laboratorio de Calidad de los Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Se realizaron 100 encuestas a panelistas no entrenados, por medio de un cuestionario calificaron tres atributos; color, olor y sabor en el licor de “guaco”, además de que expresaron si les parecía agradable la intensidad alcohólica. La técnica que se utilizó para trabajar análisis sensorial con personas no entrenadas fue basada en la de Pedrero y Pangborn, 1997, la cual, consiste en la aplicación de un cuestionario cuyas respuestas sólo se enfocan en la aceptación o el rechazo del producto a evaluar.

Se utilizó una escala hedónica, donde se definieron los extremos de la escala de 0 a 100. En donde 0, se demostró si hubo disgusto y 100, demostró la afabilidad (Anzaldúa, 1994). Como borrador entre una muestra y otra (T-1, T-2 y T-3) se utilizó galleta salada.

6.16.7 Diseño Experimental

Análisis fisicoquímicos

Se realizó un diseño completamente al azar en donde las variables de estudio fueron los tres tratamientos a diferentes concentraciones de alcohol (T-1/10%, T-2/20%, T-3/30%), cada uno con tres repeticiones. Las variables respuesta fueron las propiedades fisicoquímicas, entendidas como pH, Densidad, °Bx, °GL y Color (L^* , a^* , b^* , c^* y h^*). Los resultados de dichos análisis fueron acomodados en un hoja de Excel, misma que fue organizada por tratamientos con sus respectivas variables respuesta. Dicha página se exportó al programa Statgraphics Centurión, los resultados se analizaron mediante un ANOVA ($P \leq 0,05$). Al presentar diferencias significativas ($P \leq 0,05$), se aplicó una prueba de comparación de mediana

de DMS al 95%. Aunado a lo anterior, se aplicó una prueba de regresión múltiple y una correlación de Pearson ($P \leq 0,05$).

Análisis Sensoriales

Se realizó un diseño completamente al azar en donde las variables de estudio fueron los tres tratamientos a diferentes concentraciones de alcohol (T-1/10%, T-2/20%, T-3/30%), cada uno con tres repeticiones. Las variables respuesta fueron las propiedades sensoriales, de color, sabor y aroma. Los resultados de la evaluación sensorial se obtuvieron de la aplicación de un cuestionario realizado a 100 personas. Los datos obtenidos del instrumento fueron acomodados en una hoja de Excel, misma que fue organizada por tratamientos con su respectiva variable respuesta. De dicha página se exportó la información al programa Statgraphics Centurión. Se realizó entonces un ANOVA para datos no paramétricos Kruskal-Wallis ($P \leq 0,05$), al encontrar diferencias significativas se aplicó una X^2 ($P \leq 0,05$).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizadas las pruebas fisicoquímicas en laboratorio, se analizaron los resultados para las variables respuesta, pH por el método de potenciometría, °Bx por refractor, °GL por alcoholimetría, densidad por picnometría y color por colorimetría, mediante un análisis estadístico multivariado ($P \leq 0,05$) que resultó muy difícil de explicar estadísticamente por lo que se decidió cambiar la metodología de análisis como se describe a continuación:

Se procedió a realizar un Análisis de Correlación de Pearson entre todas las variables, una Regresión Múltiple para determinar el efecto del porcentaje de alcohol (10 , 20 y 30%) en las variables respuesta (pH, °Bx, °GL, Densidad y Color) un ANOVA ($P \leq 0,05$) que ayudó a seleccionar la variable de estudio que influyó en las variables respuesta y en su caso la detección de interacciones entre variables independientes que afectaron la variable respuesta. Al encontrar diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos se procedió a realizar una prueba de comparación de medias de Tukey al 95% de confianza para las variables que así lo necesitaron.

En cuanto a la Vida de Anaquel para los diferentes tratamientos, se realizó un Análisis de Regresión Múltiple ($P \leq 0,05$) tomando como variable de estudio al tiempo (mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días), y como variables respuesta pH, °Bx, °GL, Densidad y Color (L^* , a^* , b^* , c^* y h^*).

Después de realizar los análisis fisicoquímicos se aplicó una Evaluación Sensorial a los tres tratamientos de licores, en ella se analizaron las respuestas (olor, color, sabor e intensidad

alcohólica) por medio de un test de pruebas para consumidores con base a las reacciones de jueces no entrenados.

7.1 Análisis de Correlación de Pearson para variables fisicoquímicas

El Cuadro No. 19 muestra el análisis de correlación de Pearson que se utilizó para determinar la intensidad de relación entre variables. Las variables analizadas en la presente investigación fueron pH, °Bx, °GL, Color (L* a* b* c* y h*) y % de Alcohol.

Cuadro No. 19. Análisis de Correlación de Pearson para variables fisicoquímicas.

	% Alc	pH	°Bx	°GL	Densidad	L*	a*	b*	c*	h*
% Alc		0.9917**	0.9346**	0.9927**	-0.9534**	0.2996*	-0.2850*	0.9491**	0.9463**	0.5529*
pH			0.9235**	0.9864**	-0.9448**	0.2965*	-0.2877*	0.9409**	0.9362**	0.5378*
°Bx				-0.9117**	0.9517**	-0.5722*	0.5406*	-0.9805**	-0.9877**	-0.7622*
°GL					-0.9297**	0.2563*	-0.2298*	0.9272**	0.9224**	0.5191*
Densidad						-0.4627*	0.4559*	-0.9635**	-0.9649**	-0.6765*
L*							-0.9332**	0.5530*	0.5708*	0.9209**
a*								-0.5460*	-0.5569*	-0.8862*
b*									0.9975**	0.7424*
c*										0.7610*
h*										

Nota: pH= Potencial de Hidrogeno, °Bx= Grados Brix, °GL= Grados Gay Lussac, L*= Luminosidad, que va de 0 a 100 siendo 0 negro y 100 blanco, a* que va de 0 a 60 que va de verde a rojo, b*= de -60 a 60 que va de azul a amarillo, c*= croma, h*= hue,** $P \leq 0.05$ y * $P \leq 0.0001$.

Con los resultados del Cuadro No.19 fueron detectadas y consideradas para su discusión las correlaciones más fuertes, es decir, en donde la respuesta era cercana a 1 y por encima de 0,9, ya sea positiva o negativa. Se consideró correlación positiva si al disminuir o aumentar los valores de una variable también aumentaron los de otra como respuesta; y se consideró negativa cuando los valores de una variable subieron causando que los de otra variable bajaron.

Las correlaciones fuertes positivas y negativas de las variables fisicoquímicas se demuestran a continuación en el Cuadro No. 20.

Cuadro No. 20. Correlaciones de Pearson significativas para las variables fisicoquímicas.

Correlaciones positivas		Correlaciones negativas	
pH	°GL, b*, c*	% Alc	°Bx, Densidad
°Bx	Densidad	pH	°Bx, Densidad
°GL	b*, c*	°Bx	Densidad, b*,
b*	c*	°GL	Densidad
		Densidad	b*, c*
		L*	a*
		b*	c*

Nota: pH= Potencial de Hidrogeno, °Bx= Grados Brix, °GL= Grados Gay Lussac, L*= Luminosidad, que va de 0 a 100 siendo 0 negro y 100 blanco, a* que va de 0 a 60 que va de verde a rojo, b*= de -60 a 60 que va de azul a amarillo, c*= croma y h*= hue.

En el presente estudio, a pesar de obtener las correlaciones descritas en el Cuadro No. 20, no se encontró una explicación razonable o de irrelevante excepto en el caso de la variable % de alcohol. Por lo dicho, para esta variable, se aplicó un análisis de regresión múltiple, que se describe a continuación

7.2 Análisis de Regresión Múltiple

Para determinar el efecto de % de alcohol (tratamientos) sobre la variable respuesta, los resultados se analizaron mediante una Regresión Múltiple, resultados que se presentan en el Cuadro No. 21.

Cuadro No. 21. Regresión Múltiple del porcentaje de Alcohol sobre los variables pH, °Bx, °GL, Densidad y Color (L*, a*, b*, c* y h*).

Fuente	SC	CME	F -Tablas	Valor de <i>p</i>
pH	1770.26	1770.26	5096.95	0.0000
°Bx	4.27056	4.27056	12.30	0.0027
°GL	13.8835	13.8835	39.97	0.0000
Densidad	1.68368	1.68368	4.85	0.0418
L*	1.50101	1.50101	4.32	0.0531
a*	0.10595	0.10595	0.31	0.5879
b*	0.873143	0.873143	2.51	0.1313
c*	1.45225	1.45225	4.18	0.0567
h*	0.0631717	0.0631717	0.18	0.6751
Modelo	1794.1			

Nota: L*, a*, b*, c* y h* son variables de color: L* Luminosidad, que va de 0 a 100 siendo 0 negro y 100 blanco, a* que va de 0 a 60 que va de verde a rojo. b* = de -60 a 60 que va de azul a amarillo. C* = Cromo, h* = hue, SC = Suma de Cuadrados, GL = Grados de Libertad, CME = Cuadrado Medio de Error, pH = Potencial de Hidrogeno, °Bx = Grados Brix, °GL = Grados Gay Lussac.

En el Cuadro No. 21 se observó en la última columna el valor de la probabilidad (*p*).

Cuando el valor de *p* es igual o menor a 0,05, indica que la variable es influenciada por el % de Alcohol. Como se ve en dicho cuadro todas las variables son influenciadas por la variable alcohol excepto b*, c* y h*.

7.3. pH

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable pH, tal como se muestra en el Cuadro No. 22, en donde se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la variable % de Alcohol, y no existieron para tiempo (Vida de anaquel) ni para la interacción.

Cuadro No. 22. Análisis de varianza para la variable pH.

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor <i>p</i>
Efectos Principales					
A: % Alcohol	0.728052	2	0.364026	1023.82	0.0000
B: Tiempo	0.00191852	2	0.000959259	2.70	0.0945
Interacciones					
A x B	0.00388148	4	0.00097037	2.73	0.0617
Residual	0.0064	18	0.000355556		
Total	0.740252	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CME= Cuadrado Medio de Error.

Al encontrarse diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la variable % de Alcohol se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$), y los resultados se muestran en el Cuadro No. 23.

Cuadro No. 23. Comparación de medias de Tukey para la variable pH.

% Alcohol	$\bar{x} \pm DS$	Tukey
10%	2.12 \pm 0.41	a
20%	2.32 \pm 0.42	a
30%	2.52 \pm 0.41	a

Nota: \bar{x} = Media y DS= Desviación Estándar.

Como se observa en el Cuadro No. 23, los resultados indicaron que no hay diferencias significativas ($P \geq 0,05$), es decir los tres tratamientos fueron iguales en relación al pH. Sin embargo vale la pena indicar que el pH mas bajo fue para el 10% de concentración alcohólica con un valor de 2.12y el pH más alto de 2.52 para el 30%

Además de lo anterior, por un lado, se aplicó una prueba de regresión lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre pH, el resultado indicó que el Coeficiente de Correlación fue de $R^2 = 0.98$. Lo que indicó, que la correlación fue alta porque estuvo cercana a 1. Esto se expresó con una línea ascendente que indicó que a mayor concentración de alcohol el pH aumentó, lo que se ve en la Figura No. 9.

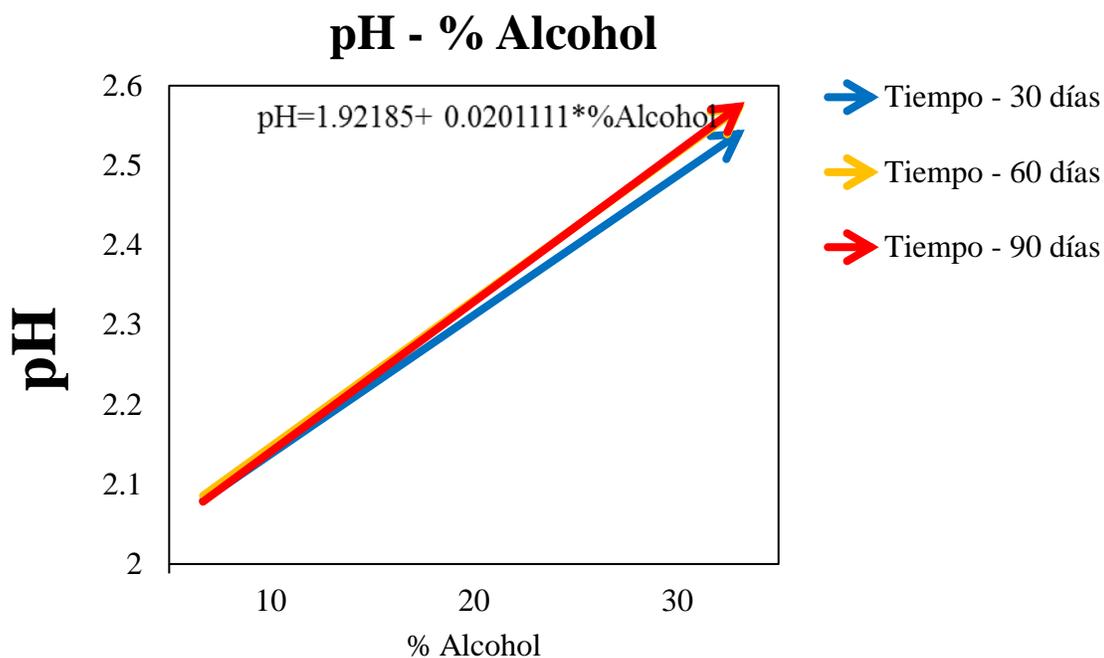


Figura No. 9. Regresión lineal pH-% Alcohol.

En la Figura No. 9, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue pH, y que tomó valores en un rango de 2.12 a 2.52 y en el eje de las abscisas, se encontró la concentración de 10% a 30 %. Las líneas ascendentes representan las mediciones tomadas

durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30%, de alcohol, como se ve, a mayor concentración alcohólica aumentó el valor de pH.

Por otro lado, en la Figura No. 10, se representa una gráfica que relaciona al pH con el tiempo (Vida de anaquel), para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos) y lo que se logra observa ahora es que el valor de pH no tuvo modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días.

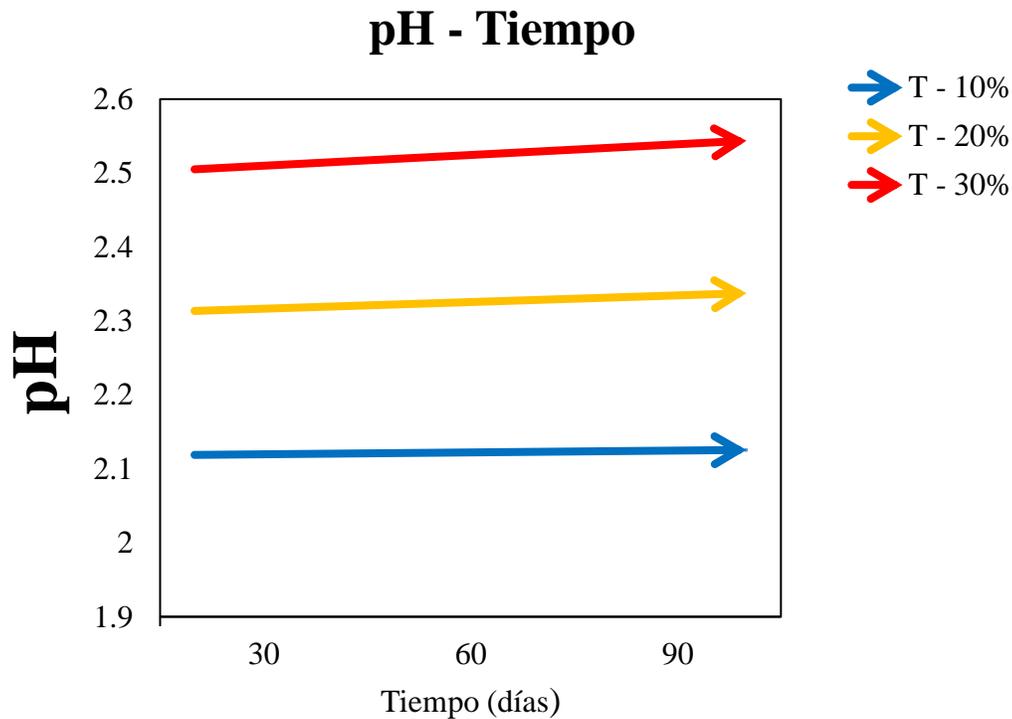


Figura No. 10. Gráfica de pH en vida de anaquel.

En la Figura No. 10, se observa, en el eje de las ordenadas la variable estudiada, que fue pH, misma que tomo valores de 2.12 a 2.54 y en el eje de las abscisas se encontró la variable tiempo que muestra las mediciones que se tomaron a los 30, 60 y 90 días. Las líneas

horizontales representan los tratamientos evaluados, donde se observó que el valor de pH fue estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

La NOM-199-SCFI-2017 establece que el nivel de pH para bebidas alcohólicas debe encontrarse entre los valores 2,5 como mínimo y 5,0 como máximo, ya que la medición del pH en las bebidas alcohólicas determina la sensación de frescor, además de incidir en el equilibrio de la misma. El valor del pH en las bebidas alcohólicas advierte un deterioro del producto y que puede esconder defectos en su calidad. Como ya se indicó algunos valores obtenidos en la presente investigación se encontraron por debajo del valor de 2.5, es decir el único tratamiento que entró en el rango mencionado fue el que correspondió al tratamiento tres con 30% de alcohol, este resultado se acota se delimita para el licor de guaco. Ya que con otro licor podría ver diferencias de pH, y teniendo en cuenta la materia prima de la cual, se realizó el licor.

7.4 Densidad

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable densidad, tal como se muestra en el Cuadro No. 24, se observaron que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la variable % de Alcohol y no existieron para tiempo (Vida de anaquel). Y, ni para la interacción

Cuadro No. 24. Análisis de varianza para la variable Densidad.

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor de p
Efecto Principal					
A: tiempo	0.00001918 52	2	0.00000959259	0.15	0.8658
B: % alcohol	0.0222805	2	0.0111403	168.70	0.0000
Interacciones					

A x B	0.00008259 26	4	0.0000206481	0.31	0.8657
Residual	0.00118867	18	0.000066037		
Total	0.023571	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CME= Cuadrado Medio de Error.

Al encontrarse diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la variable % de Alcohol se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) como se demuestra en el Cuadro No. 25.

Cuadro No. 25. Comparación de medias de Tukey para la variable densidad.

% Alcohol	$\bar{x} \pm DS$	Grupos homogéneos
10%	1.13 \pm 0.07	a
20%	1.11 \pm 0.07	a
30%	1.06 \pm 0.07	a

Nota: \bar{x} = Media y DS= Desviación Estándar

Como se observa en el Cuadro No 25, los resultados indicaron no hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$), por ello se formó solo un grupo es decir los tres tratamientos son iguales en cuanto a densidad. Sin embargo, cabe hacer notar que el valor para densidad mas bajo fue para el 30% de concentración alcohólica con un valor de 1.06 y la densidad mas alta es de 1.13 para el 10%

Además de lo anterior, se aplicó una prueba de Regresión Lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre °GL, el resultado indicó un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.90$. Lo que indicó que la correlación fue alta porque es cercana a 1. Esto se expresa con una

línea descendente que indicó que a mayor concentración de alcohol, la densidad disminuyó, lo que se ve en la Figura No. 11.

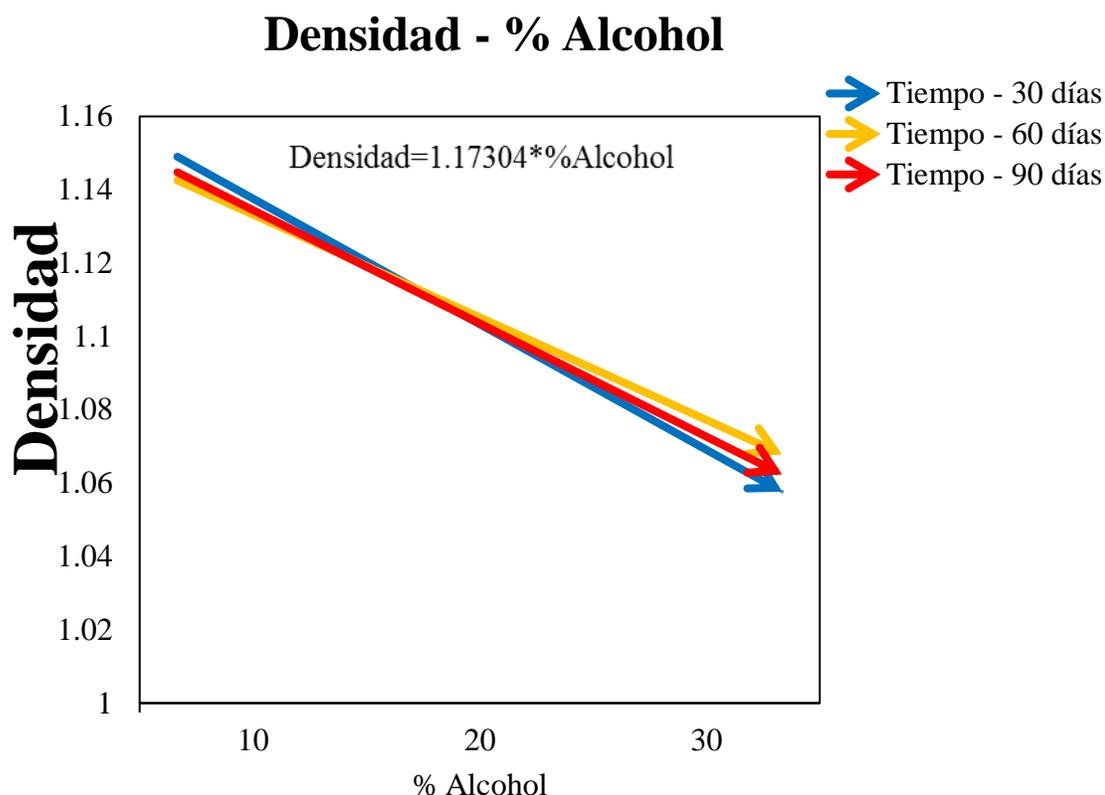


Figura No. 11. Gráfica de regresión lineal Densidad-% Alcohol.

En la Figura No. 11, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue densidad, y que tomó valores en un rango de 1.5 a 1.15 y en el eje de las abscisas, se encuentra la concentración de alcohol que va de 10% a 30%. Las líneas ascendentes representan las mediciones tomadas durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30%, de alcohol, como se pudo apreciar que a mayor concentración alcohólica disminuye el valor de Densidad.

Por otro lado en la Figura No. 12, se presenta una gráfica que representa el comportamiento de la densidad a través del tiempo (Vida de anaquel), para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos). En la que se observa que el valor de Densidad no tuvo modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días.

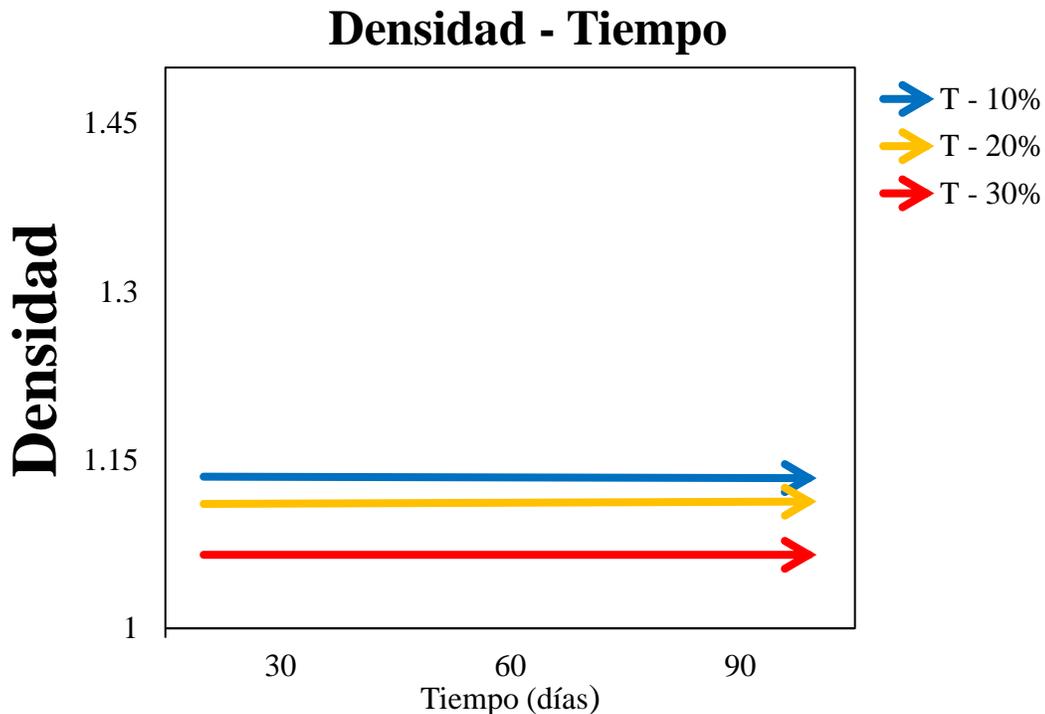


Figura No. 12. Gráfica de Densidad en vida de anaquel.

En la Figura No. 12, se observa, en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue densidad, misma que tomó valores de 1.5 a 1.15 y en el eje de las abscisas se encuentra la variable de tiempo, que mostró las mediciones que se tomaron a los 30, 60 y 90 días. Las líneas horizontales representaron los tratamientos evaluados, donde se observó que el valor de densidad fue estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

La NOM-199-SCFI-2017 establece que las bebidas alcohólicas denominadas como licores deben poseer un contenido no menor a 1.0% m/v (masa sobre volumen) desde 13.5 a 55.

7.5 Grados Brix

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable °Bx, tal como se muestra en el Cuadro No. 26, se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la variable alcohol (10%, 20% y 30%), mas no hubo para el efecto del tiempo, ni de la interacción.

Cuadro No. 26. Análisis de varianza para la variable °Bx.

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor de p
Efecto principal					
A: tiempo	0.0585185	2	0.0292593	3.16	0.0666
B: % alcohol	8.4363	2	4.21815	455.56	0.0499
Interacciones					
A x B	0.0459259	4	0.0114815	1.24	0.3294
Residual	0.166667	18	0.00925926		
Total	8.70741	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados GL=Grados de Libertad CME= Cuadrado Medio de Error

Al encontrar una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la variable % de Alcohol se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) como se ve en el Cuadro No. 27.

Cuadro No. 27. Comparación de medias de Tukey para la variable °Bx.

% Alcohol	$\bar{x} \pm DS$	Grupos homogéneos
10%	37.7±1.31	a
20%	37.5±1.33	a
30%	36.4±1.30	a

Nota: \bar{x} = Media y DS= Desviación Estándar.

No obstante lo anterior, al aplicar la prueba de comparaciones de medias de Tukey ($P \geq 0.05$) el resultado de la P que fue de 0.0499, muy cercana a 0.05 no refleja grupos diferentes estadísticamente, por lo que se formó un solo grupo, es decir los tres tratamientos, como se observa en el cuadro No.27, son iguales en relación a los °Bx. De tal manera que el valor para °Bx más bajo fue para el 30% de concentración alcohólica con un valor de 36.4 y los °Bx más alto 37.7 para el 10%.

Además de lo anterior, por un lado, se aplicó una prueba de Regresión Lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre °GL. El resultado indicó que el coeficiente de correlación fue de $R^2 = 0.87$. Lo que indicó que la correlación es alta porque es cercana a 1. Esto se expresa con una línea descendente que indica que, a mayor concentración de alcohol, los ° Bx disminuyeron, como se ve en la Figura No.13.

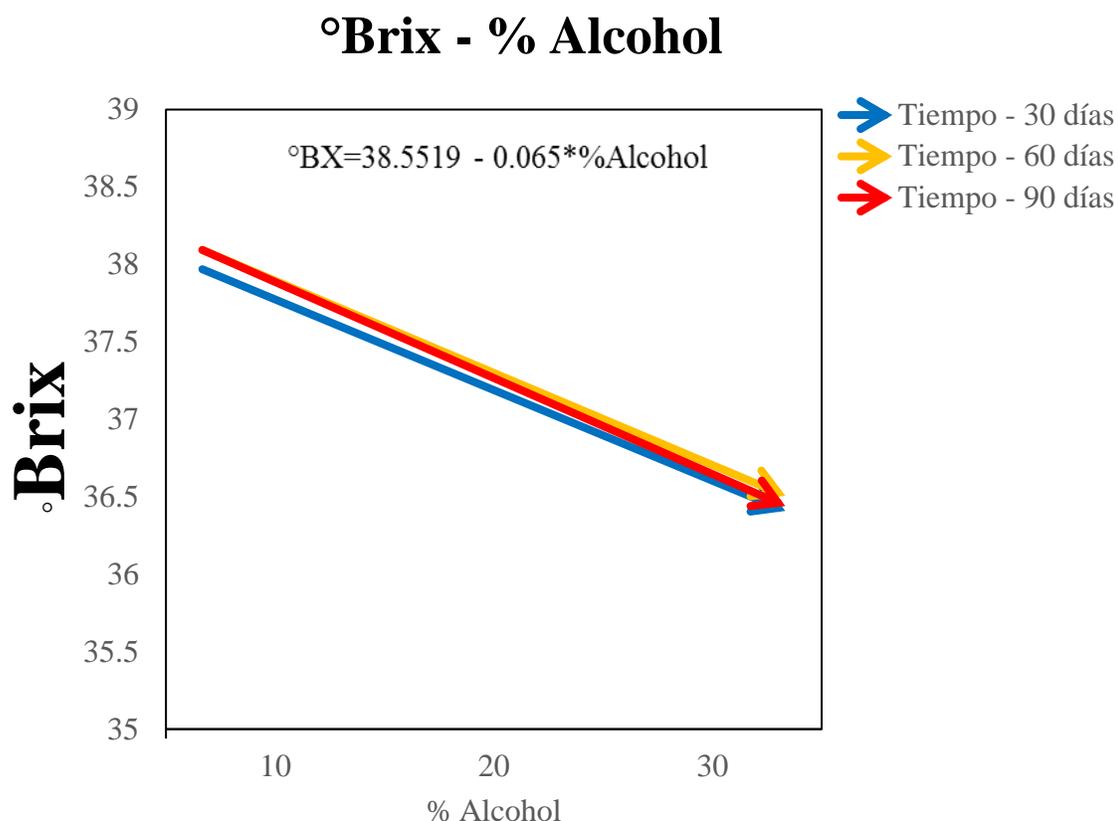


Figura No. 13. Gráfica de regresión lineal °Brix - %Alcohol.

En la Figura No. 13, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue °Bx que tomó valores de 37.2 a 37.9 y en el eje de las abscisas, se encuentra la concentración de alcohol que va de 10% a 30%. Las líneas descendentes representan las mediciones tomadas durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30% como se logra apreciar, a mayor concentración de alcohol, disminuyeron los °Bx.

Por otro lado, en la Figura No. 14, se presenta una gráfica que relaciona los °Bx con el tiempo (Vida de Anaquel) para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos), y lo que

se observa ahora es que el valor de °Bx no tuvo modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días.

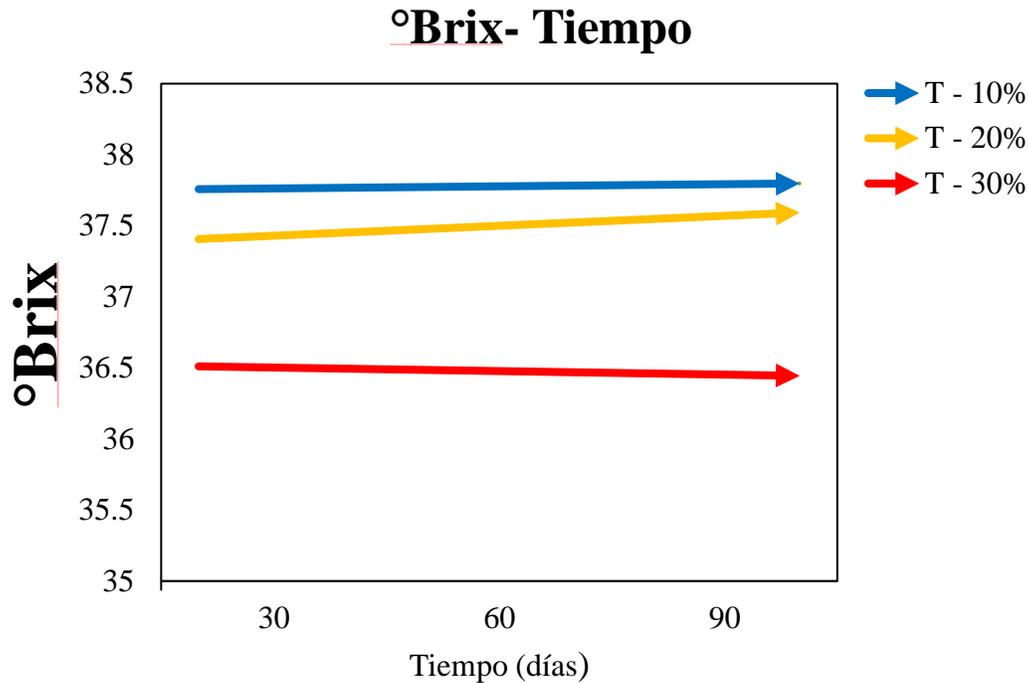


Figura No. 14. Gráfica de regresión lineal °Brix - Tiempo.

En la Figura No. 14, se observa, en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue °Bx, misma que tomó valores de 36.5 a 37.9 y en el eje de las abscisas, se encuentra la variable tiempo que muestra las mediciones que se tomaron a los 30, 60 y 90 días. Las líneas horizontales representan los tratamientos evaluados, donde se observó que el valor de °Bx fue estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

La NOM-199-SCFI-2017 establece que las bebidas alcohólicas denominadas como licores deben poseer un contenido no menor a 1.0% m/v (masa sobre volumen) de azúcares totales.

En el caso de las bebidas alcohólicas los sólidos solubles sirven para identificar en algunas ocasiones restos de la materia prima que se utilizó para la elaboración del producto.

7.6 Grados Gay Lussac

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable °GL, como se muestra en el Cuadro 28, en donde se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la variable °GL por efecto del % de alcohol, y no existieron, para el tiempo (Vida de Anaquel), ni para la interacción (tiempo por % alcohol).

Cuadro No. 28. Análisis de varianza para la variable °GL.

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor <i>p</i>
Efectos Principales					
A: Tiempo	1.40741	2	0.703704	1.06	0.3686
B: % Alcohol	1884.52	2	942.259	1413.39	0.0000
Interacciones					
A x B	10.5926	4	2.64815	3.97	0.176
Residual	12.0	18	0.666667		
Total	1908.52	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CME= Cuadrado Medio de error

Al haberse encontrar diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la variable % de Alcohol se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) como se demuestra en el Cuadro No. 29.

Cuadro No. 29. Comparación de medias de Tukey para la variable °GL.

% Alcohol	$\bar{X} \pm DS$	Grupos homogéneos
10%	11.11±0.92	a
20%	22.11±1.05	b
30%	31.55±1.06	c

Nota: \bar{x} = Media y DS= Desviación Estándar.

Como se observa en el cuadro, los resultados indicaron que se formaron tres grupos estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$), es decir los tres tratamientos fueron diferentes. Así pues los °GL más bajo fueron en 10% de concentración alcohólica con un valor de 11.11 y el valor más alto, fue de 31.55 para el 30% de concentración alcohólica.

Además de lo anterior, por un lado, se aplicó una prueba de regresión lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre °GL, el resultado indicó que el coeficiente de correlación fue de $R^2 = 0.98$, lo que indicó que la correlación fue alta porque fue cercana a 1. Esto expresó con una línea ascendente que indica que a mayor concentración de alcohol el °GL se aumentó (Figura No. 15).

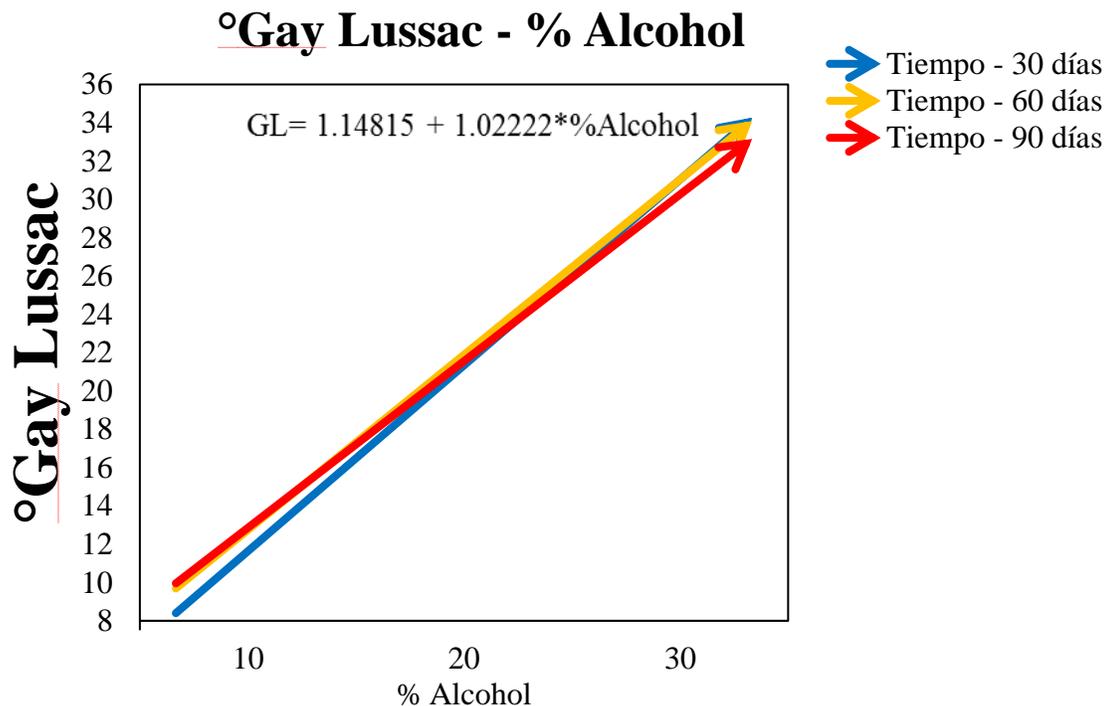


Figura No. 15-. Gráfica de regresión lineal °Gay Lussac - %Alcohol.

En la Figura No. 15, se observa en el eje de las ordenas la variable estudiada que fue °GL, y que tomó valores en un rango de 9 a 35 y en el eje de las abscisas, se encuentra la concentración de alcohol que fue de 10% a 30 %. Las líneas ascendentes representan las mediciones tomadas durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30%, de alcohol, como se logra apreciar, a mayor concentración alcohólica se aumentó el valor de °GL.

Por otro lado, en la Figura No. 16, se presenta una gráfica que relaciona a los °GL con el tiempo (Vida de anaquel), para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos), y lo que se observó fue que el valor de °GL no tuvo modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días.

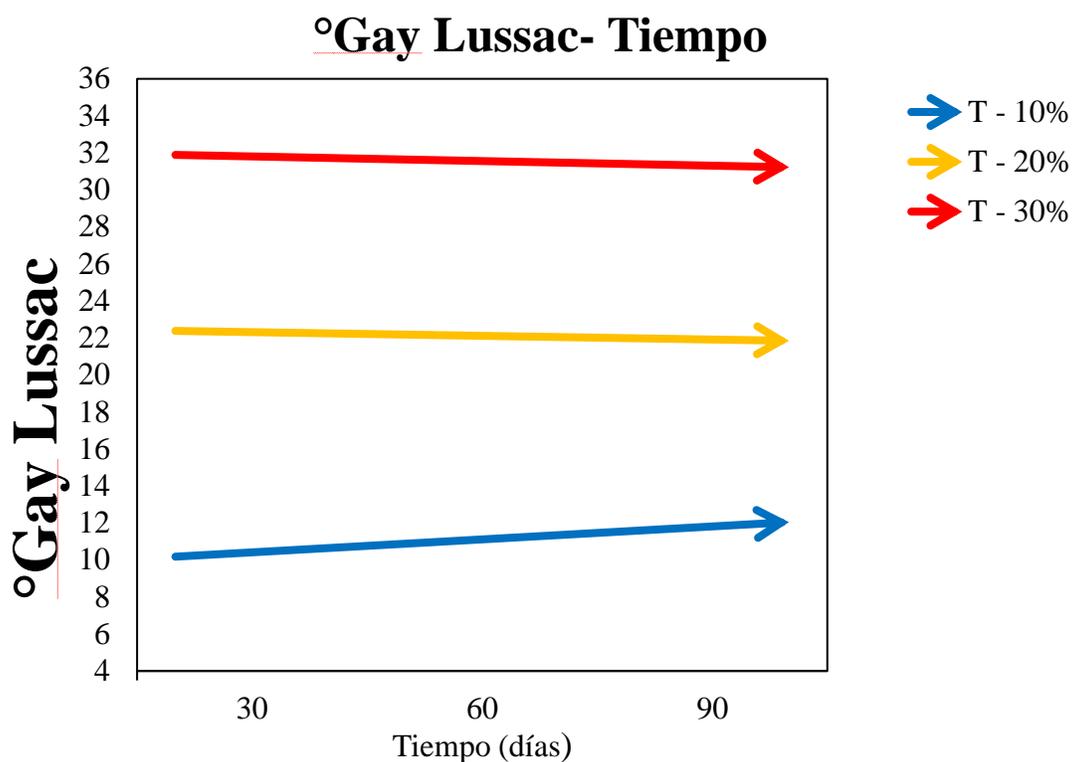


Figura No. 16. Gráfica de regresión lineal °Gay Lussac - Tiempo

En la Figura No. 16, se observó, en el eje de las ordenas la variable estudiada que fue °GL, misma que tomo valores de 9 a 35 y en el eje de las abscisas, se encontró la variable tiempo que muestran las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días. Las líneas horizontales representaron los tratamientos evaluados, donde se observó que el valor de °GL fue estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

La NOM-199-SCFI-2017 establece que las bebidas alcohólicas denominadas como licores deben poseer un contenido °GL desde 13.5 a 55. Por lo tanto, los tres tratamientos analizados en el presente trabajo cumplieron con dichos valores.

7.7 Color

En el análisis de correlación Pearson para los análisis fisicoquímicos correspondientes a las variables de color, se observó que se obtuvo una más alta intensidad de relación b^* , tomando un valor de 0.9491 y c^* con un valor de 0.9463, respuestas cercanas a 1 y por encima de 0.9 de tal modo, que fueron consideradas para su discusión.

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable b^* , tal como se muestra en el Cuadro No. 30, se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la variable de b^* por efecto del % de Alcohol, y no existieron para el efecto del tiempo (Vida de Anaquel), ni para la interacción de tiempo y % de alcohol.

Cuadro No. 30. Análisis de varianza para la variable b^* .

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor p
Efectos Principales					
A: Tiempo	0.41765	2	0.208826	3.02	0.0739
B: %Alcohol	117.053	2	58.5263	1846.53	0.0000
Interacciones					
A x B	0.31801	4	0.079503	1.15	0.3652
Residual	1.24477	18	0.069137		
Total	119.033	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CME= Cuadrado Medio de error.

Al encontrarse diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el % de Alcohol sobre la variable de b^* se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) como se demuestra en el Cuadro No.31.

Cuadro No. 31 Comparación de medias de Tukey para la variable b*.

% Alcohol	$\bar{X} \pm DS$	Grupos homogéneos
10%	11.8311 \pm 0.04	a
20%	12.9911 \pm 0.20	b
30%	16.7122 \pm 0.13	c

Nota: \bar{X} = Media y DS= Desviación Estándar.

Como se observa en el cuadro, los resultados indicaron que se formaron tres grupos estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Es decir los tres tratamientos fueron diferentes. Así pues, el color b* más bajo fue para el tratamiento de 10% de concentración alcohólica con un valor de 11.83 y el valor más alto fue de 16.71 para el de 30% de concentración alcohólica.

Además de lo anterior, por un lado, se aplicó una prueba de regresión lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre el color b*. El resultado indicó un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.90$, que indicó que la correlación fue alta porque es cercana a 1. Esto se expresa con una línea ascendente que indico que a mayor concentración de alcohol, el color b* aumentó (Figura No. 17).

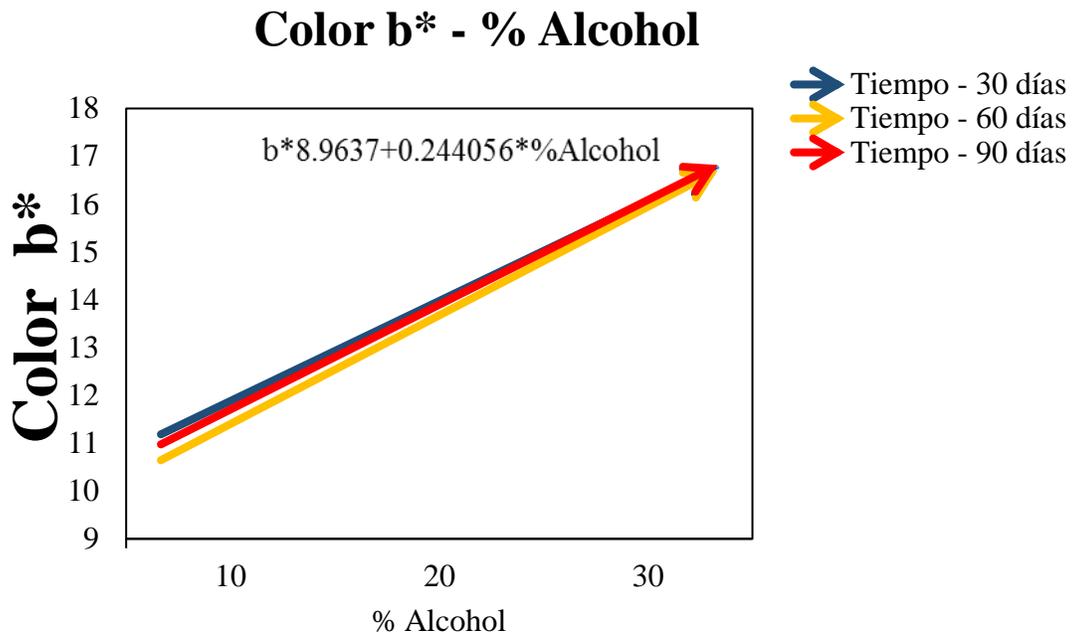


Figura No. 17. Gráfica de regresión lineal Color b* - %Alcohol.

En la Figura No. 17, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue b*, y que tomó valores en un rango de 9 a 18 y en el eje de las abscisas, se encontró la concentración de alcohol de 10% a 30 %. Las líneas ascendentes representaron las mediciones tomadas durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30%, de alcohol, como se logra apreciar, a mayor concentración alcohólica se aumentó el valor de b*.

Por otro lado, en la Figura No. 18, se presenta una gráfica que relaciona a el color b* con el tiempo (Vida de anaquel), para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos), y lo que se observó fue que este valor no mostró modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días. Con los análisis de laboratorio realizados no es

posible sugerir una explicación de dicho comportamiento, para ello se propone en una próxima investigación realizar un análisis de componentes más profundo que permita identificar la composición del “guaco” para explicar con ello la coloración de los tratamientos y su comportamiento en vida de anaquel.

El tratamiento con mayor porcentaje de alcohol (30) que fue para el T-3 presenta como se vio en el cuadro No. 31 con un valor de 16.71 que fue mayor que el resto, es decir entre más alcohol hay en la muestra o tratamiento más amarillo es el licor. Lo anterior hace pensar que mientras más alcohol hay se extraen más metabolitos de la raíz del “guaco” que seguramente son los que desarrollan dicha coloración

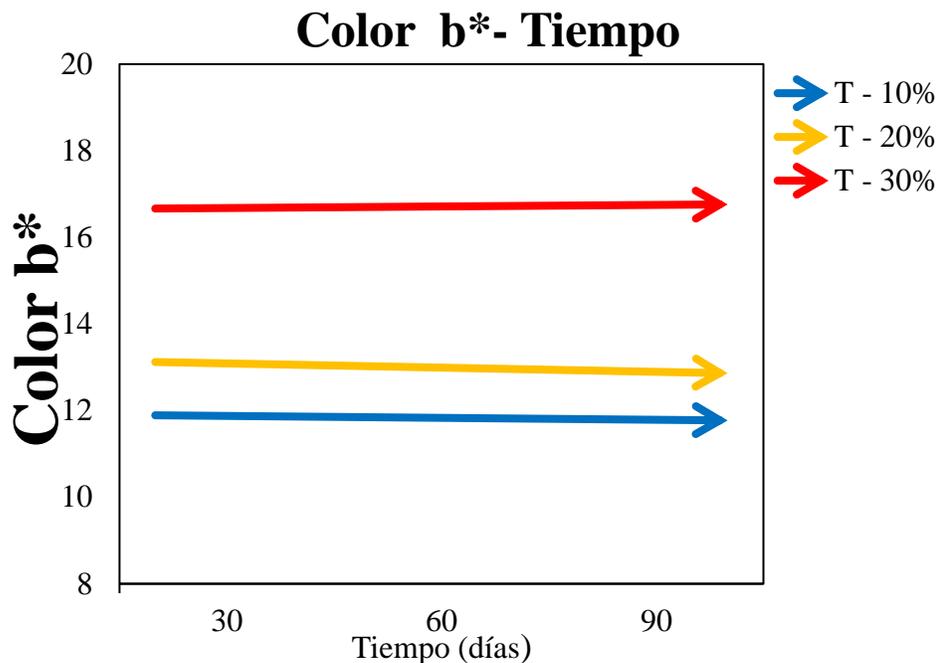


Figura No. 18. Gráfica de regresión lineal Color b* - Tiempo.

En la Figura No. 18, se observa, en el eje de las ordenadas la variable estudiada que fue color b*, misma que tomó valores de 11 a 16 y en el eje de las abscisas, se encontró la variable

tiempo, que mostró las mediciones a los 30, 60 y 90 días. Las líneas horizontales representaron los tratamientos evaluados, donde se observó que el valor de *b se mostró estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

En el ANOVA ($P \leq 0,05$) para la variable c^* , tal como se muestra en el Cuadro No. 32, se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para el efecto de la variable % de Alcohol, y no existieron para el tiempo (Vida de Anaquel) ni para la interacción por el tiempo.

Cuadro No. 32. Análisis de varianza para la variable c^* .

Fuente	SC	GL	CME	F-Tablas	Valor p
Efectos Principales					
A: Tiempo	0.31002	2	0.155011	3.17	0.0664
B: %Alcohol	114.699	2	57.3497	1171.02	0.0000
Interacciones					
A x B	0.11428	4	0.028572	0.58	0.6786
Residual	0.88153	18	0.048974		
Total	116.005	26			

Nota: SC= Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CME= Cuadrado Medio de error

Al encontrar diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el efecto de la variable % de Alcohol sobre c^* se procedió a aplicar una prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) (Cuadro No. 33).

Cuadro No. 33. Comparación de medias de Tukey para la variable c^* .

% Alcohol	$\bar{X} \pm DS$	Grupos homogéneos
10%	11.9256 \pm 0.2	a
20%	12.9844 \pm 0.20	b
30%	16.7300 \pm 0.13	c

Nota: \bar{X} = Media y DS= Desviación Estándar.

Como se observa en el cuadro, los resultados indicaron que se formaron tres grupos estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Es decir, los tres tratamientos fueron diferentes. Así el color c^* más bajo fue para el 10% de concentración alcohólica, con un valor de 11.96 y el valor más alto, resultado de 16.73 para el 30% de concentración alcohólica.

Además de lo anterior se aplicó una prueba de regresión lineal para ver el efecto de la variable % Alcohol sobre el color c^* . El resultado indicó un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.89$. Lo que indicó que la correlación fue alta porque estaba cercana a 1. Esto se expresó con una línea ascendente que indicó que a mayor concentración de alcohol el, color c^* aumentó, lo que se ve en la Figura No. 19.

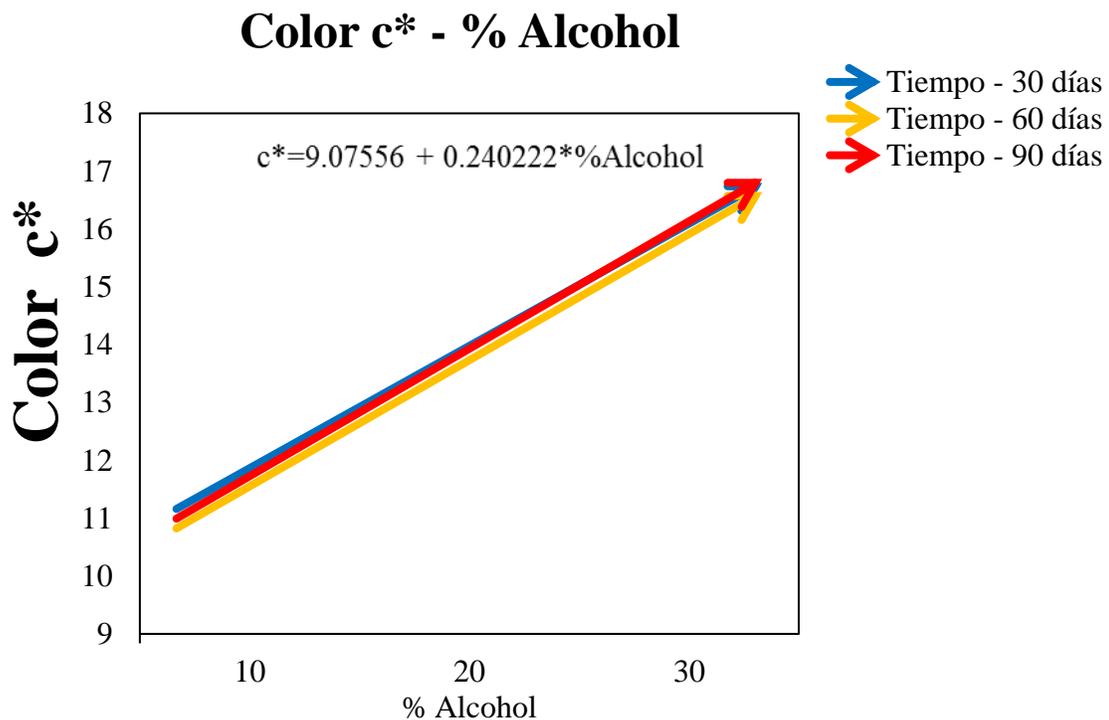


Figura No. 19. Gráfica de regresión lineal Color c^* - %Alcohol.

En la Figura No. 19, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada c^* , y con valores en un rango de 11 a 16. En el eje de las abscisas, se encuentra la concentración de alcohol de 10% a 30 %. Las líneas ascendentes representan las mediciones tomadas durante los 30, 60 y 90 días para las concentraciones de 10, 20 y 30%, de alcohol, como se ve, a mayor concentración alcohólica aumento el valor de color c^* .

Por otro lado, en la Figura No. 20, se presenta una gráfica que relaciona a el color c^* con el tiempo (Vida de anaquel), para cada una de las concentraciones de alcohol, (Tratamientos). En la cual, se observa que el valor de c^* no tuvo modificaciones relevantes durante las mediciones tomadas a los 30, 60 y 90 días, permaneciendo estable.

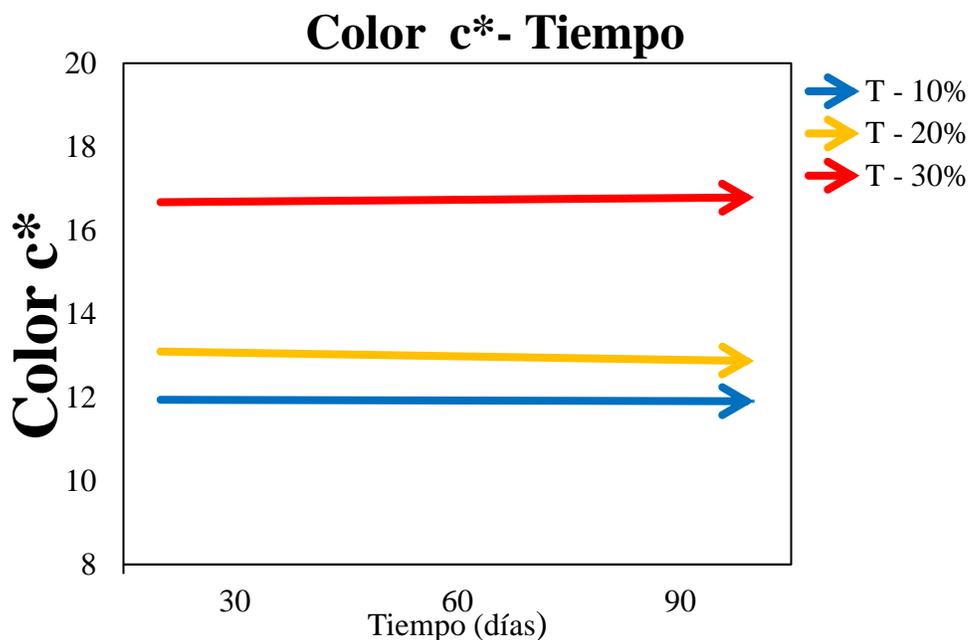


Figura No. 20. Gráfica de regresión lineal Color c^* - Tiempo.

En la Figura No. 20, se observa en el eje de las ordenadas la variable estudiada Color c^* , misma que tomó valores de 8 a 20 y en el eje de las abscisas se encuentra la variable tiempo (días) que mostró las mediciones que se tomaron a los 30, 60 y 90 días. Las líneas

horizontales representaron los tratamientos evaluados, donde se observa que el valor del color c^* se mantuvo estable durante las mediciones tomadas en vida de anaquel.

Finalmente, en la Figura No. 21 para el T-1 (10% de Alcohol) se observó la ubicación en el círculo cromático CieLab de las lecturas obtenidas por colorimetría durante 30 días (rosa), 60 días (naranja) y 90 días (morado), mediante puntos de colores en el plano cartesiano. Del lado derecho de la Figura No. 21, se observan los puntos encontrados en ese tratamiento por colorimetría en la escala de luminosidad de 0 a 100 representados por L^* .

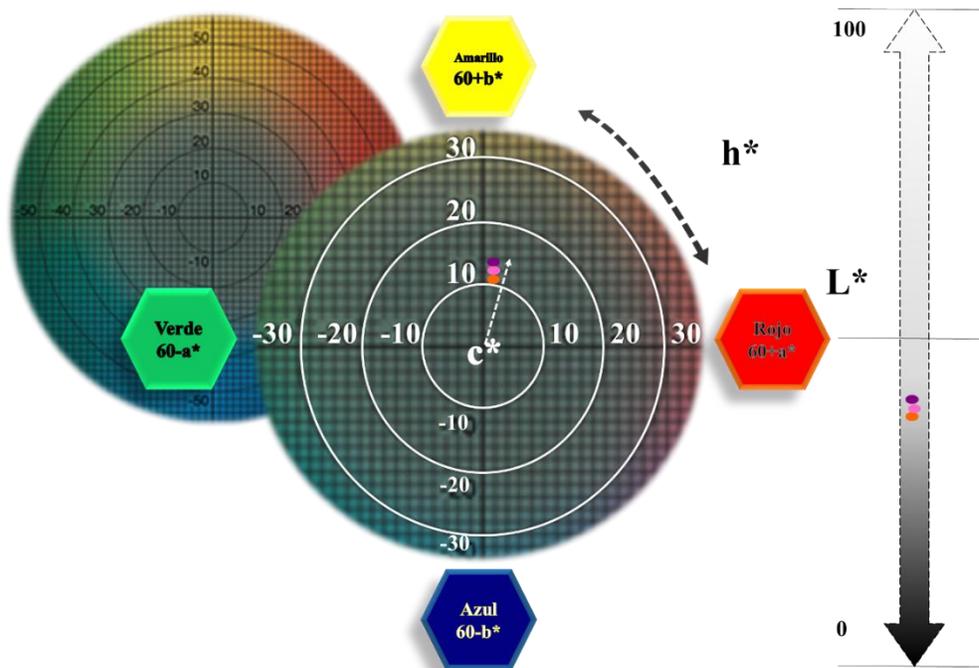


Figura No. 21. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 10% (T1) a 30, 60 y 90 días.

Los resultados de las mediciones de las variables L^* , a^* , b^* , c^* y h^* , para el T-1 representados por colores mencionados con respecto a los días en los que se realizó la prueba, se muestran en el Cuadro No 34.

Cuadro No. 34. Mediciones de color para T-1.

Tiempo (días)	Lecturas obtenidas				
	L*	a*	b*	c*	h*
30	29,7	0,5	12,0	12,0	88,2
60	29,5	0,4	11,5	11,8	88,9
90	29,8	0,4	12,0	12,0	88,7

Nota: L*Luminosidad, a*= De verde a rojo. b*= De azul a amarillo. c*= Croma y h*= hue. Los colores de cada uno de los renglones representan el color del punto que está en el círculo cromático.

En el Cuadro No. 34 se muestran las medias de los resultados de las mediciones de color (L*, a, b*, c* y h*). Los cuales arrojaron una predisposición hacia la ordenada (y), en donde se encuentra el valor de b*, indicando disposición hacia color amarillo. En cuanto a luminosidad (L*), los valores de acuerdo la Colorimetría CIELab permitimos ubicar a los valores con inclinación hacia claros.

Posteriormente, en la Figura No. 22 para el T-2 (20% de Alcohol) se observa la ubicación en el círculo cromático CieLab de las lecturas obtenidas por colorimetría durante 30 días (rosa), 60 días (naranja) y 90 días (morado), mediante puntos de colores en el plano cartesiano (rosa). Del lado derecho de la Figura No. 22, se observan los puntos encontrados por colorimetría en la escala de luminosidad de 0 a 100 representados por L*.

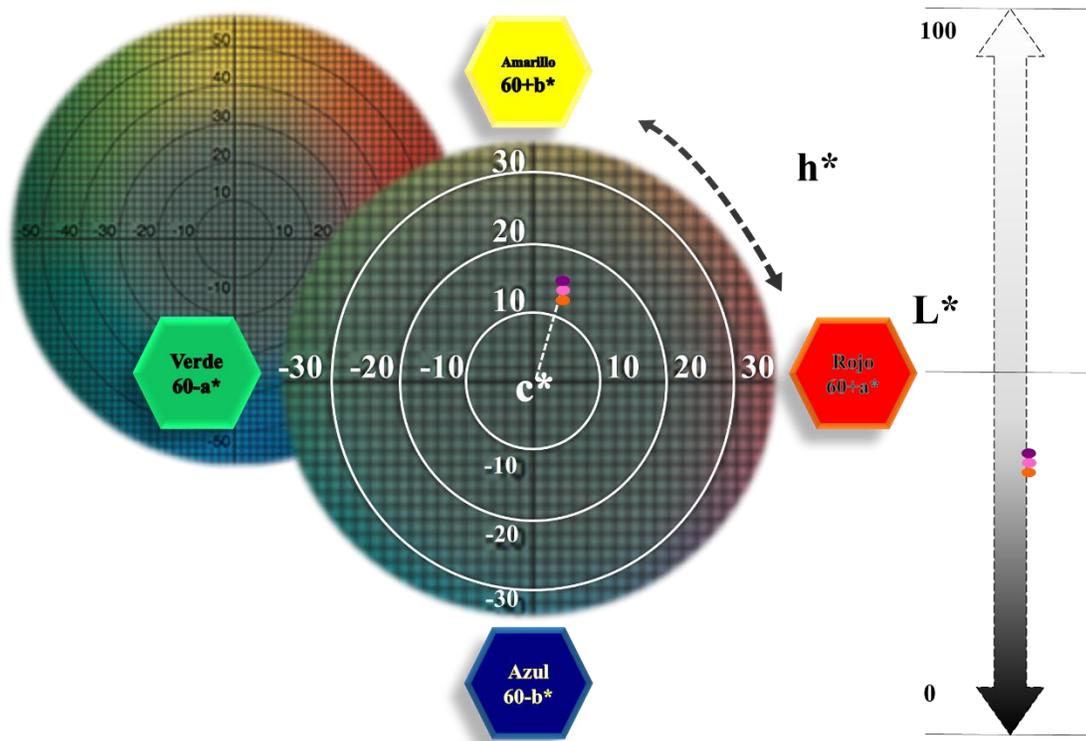


Figura No. 22. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 20% (T-2) a 30, 60 y 90 días.

Los resultados de las mediciones de las variables L^* , a^* , b^* , c^* y h^* , para el T-2 y están representados por colores respecto a los días en los que se realizó la prueba, se muestran en el Cuadro No. 35.

Cuadro No. 35. Mediciones de color para T-2.

Tiempo (días)	Lecturas obtenidas				
	L^*	a^*	b^*	c^*	h^*
30	27,8	0,7	13,2	13,2	86,7
60	27,8	0,7	12,9	12,8	86,7
90	27,9	0,7	12,9	12,9	86,6

Nota: L^* Luminosidad, a^* = De verde a rojo. b^* = De azul a amarillo. c^* = Croma y h^* = hue. Los colores de cada uno de los renglones representan el color del punto que está en el círculo cromático.

En el Cuadro No. 35 se muestran las medias de los resultados de las mediciones de color (L^* , a , b^* , c^* y h^*), los cuales arrojaron una predisposición hacia la ordenada (y), en donde se encontró el valor de b^* , indicando disposición hacia color amarillo. En cuanto a luminosidad (L^*), los valores de acuerdo la Colorimetría CIELab permitieron ubicar los valores con inclinación hacia tonos claros.

En la Figura No. 23, se observa la ubicación en el círculo cromático de las lecturas obtenidas por colorimetría del T-3 a una concentración alcohólica del 30% durante 30, 60 y 90 días.

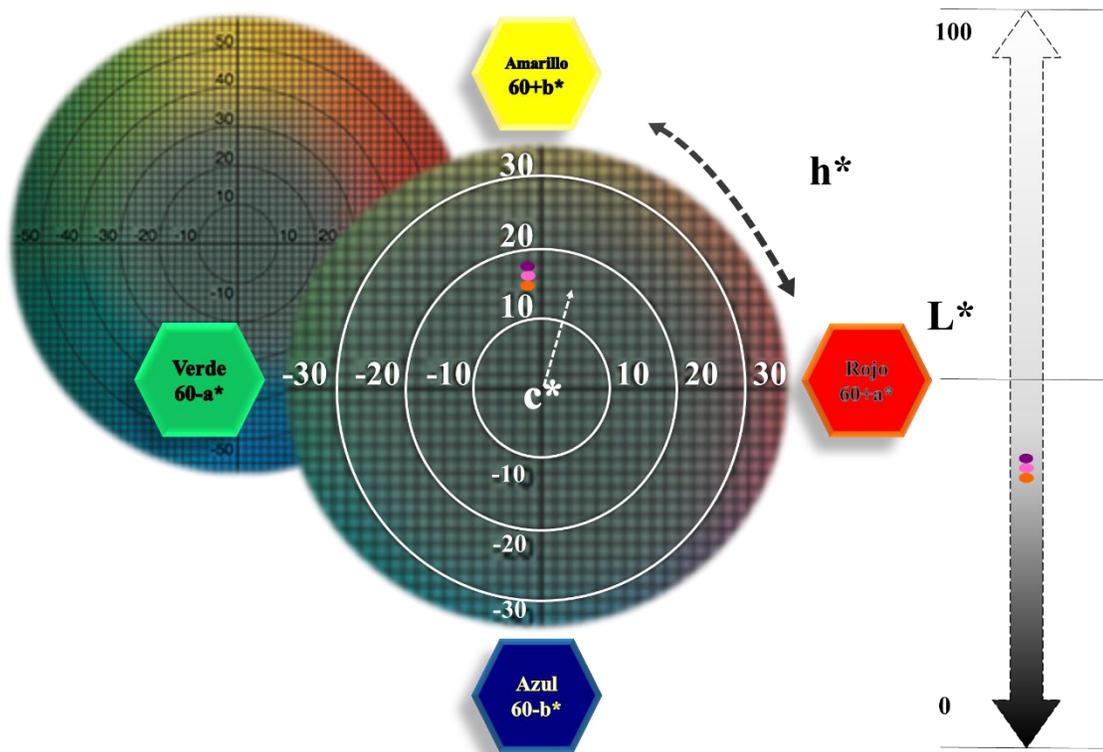


Figura No. 23. Lecturas ubicadas de acuerdo a concentración alcohólica de 30% (T-3) a 30, 60 y 90 días.

El Cuadro No. 36 indica los resultados de las mediciones L*, a*, b*, c* y h* representados por un color diferente respecto a los días es los que se realizó la prueba para el T-3.

Cuadro No. 36. Mediciones de color para T-3

Tiempo (días)	Lecturas obtenidas				
	L*	a*	b*	c*	h*
30	30,6	-0,4	16,7	16,7	91,0
60	30,4	-0,3	16,6	16,6	91,2
90	30,6	-0,3	16,8	16,8	90,9

Nota: L*Luminosidad, a*= De verde a rojo. b*= De azul a amarillo. c*= Croma y h*= hue. Los colores de cada uno de los renglones representan el color del punto que está en el círculo cromático.

Esta vez las mediciones de color mostraron cambios en el valor de a* en negativo lo cual se refleja en el círculo cromático con tendencia hacia el color verde durante el periodo de experimentación (30, 60 y 90 días) posterior a la elaboración del licor de “guaco” como se demuestra en el Cuadro No. 36. En cuanto a luminosidad (L*) los valores aumentaron, aunque no de modo significativo.

Resumen del resultado de las medias de los tratamientos para las variables pH, Densidad, °Bx, °GL y Color (L, a*, b*, c* y h*)

En el Cuadro No. 37 en muestran en conjunto todos los análisis ANOVA para todas las variables de estudio con la vida de anaquel en el cual se muestra cuáles son los mejores tratamientos en referencia a la vida de anaquel.

Cuadro No 37. Resultados de las medias para los tres tratamientos en concentraciones alcohólicas al 10% 20% y 30% a 30, 60 y 90 días para °GL, °Bx, pH, Densidad, y Color (L*, a*, b*, c*, y h*).

Tratamientos	10%			20%			30%		
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Variables	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$	$\bar{X} \pm DS$
pH	2.12±0.02	2.12±0.02a	2.13±0.01a	2.31±0.01	2.35±0.04a	2.32±0.06a	2.51±0.01a	2.52±0.02a	2.54±0.01a
Densidad	1.14±0.00a	1.13±0.00a	1.13±0.00a	1.11±0.00a	1.11±0.00a	1.11±0.00a	1.06±0.02	1.07±0.01a	1.06±0.02a
°Bx	37.73±0.06a	37.8±0.10 ^a	37.8±0.10a	37.37±0.15a	37.57±0.15	37.57±0.06 ^a	36.37±0.06 ^a	36.53±0.06 ^a	36.43±0.06 ^a
°GL	10.33 \bar{x} 0.58	11±1.00	12±0.00	21.66±0.58	23.33±0.58a	21.33±0.58a	32±1.53a	31.33±1.53a	31.33±0.58a
Color									
L*	29.73±0.16 ^a	29.53±0.53 ^a	29.79±0.06a	27.77±0.28 ^a	27.80±0.17 ^a	27.87±0.19 ^a	30.58±0.13 ^a	30.43±0.19a	30.59±0.05 ^a
a*	0.47±0.02a	0.44±0.06 ^a	0.42±0.02 ^a	0.7±0.07 ^a	0.71±0.03q	0.72±0.08 ^a	0.35±0.06 ^a	0.33±0.08 ^a	0.29±0.03a
b*	12.01±0.31a	11.48±0.53 ^a	12.00±0.32 ^a	13.16±0.16b	12.93±0.31 ^a	12.88±0.32 ^a	16.73±0.15 ^a	16.61±0.15a	16.8±0.03a
c*	12.01±0.31 ^a	11.75±0.25a	12.02±0.30 ^a	13.19±0.09a	12.83±0.20 ^a	12.93±0.32 ^a	16.74±0.08a	16.61±0.15 ^a	16.84±0.12a
h*	88.25±0.27 ^a	88.25±0.63 ^a	88.69±0.72a ^a	86.70±0.18 ^a	86.66±0.29 ^a	86.62±0.23 ^a	90.99±0.12 ^a	91.17±0.34 ^a	90.92±0.08a

Nota: Las letras diferentes a y b en el mismo renglón indican que hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre medias (DMS 5%). Las letras iguales en el mismo renglón indican que no hay diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre Tukey

Nota: pH= Potencial de Hidrogeno, °Bx= Grados Brix, °GL= Grados Gay Lussac, L*=Luminosidad, que va de 0 100 siendo 0 negro y 100 blanco, a*= que va de 0 a 60 que va de verde a rojo. b*= de -60 a 60 que va de azul a amarillo. C*= Croma y h*= hue

7.8 Evaluación Sensorial

Se realizó una evaluación Sensorial con un panel no entrenado (de consumidores). En el cual, participaron 100 estudiantes y académicos de la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma del Estado de México. Quienes realizaron un tipo de prueba afectiva, señalando su nivel de agrado de acuerdo a una escala hedónica con valores del 0 al 100 para evaluar los tratamientos T-1/10%, T-2/20%, T-3/30%. El valor de 0 indicó “Me disgusta mucho” y en contraposición, el valor de 100 indicó “Me agrada mucho”.

Los resultados obtenidos del instrumento fueron acomodados en una hoja de Excel, misma que fue organizada por tratamientos con su respectiva variable respuesta. De dicha página se exporto la información al programa Statgraphics Centurión. Se realizo entonces un ANOVA para datos no paramétricos Kruskal- Wallis ($P \leq 0,05$), al encontrar diferencias significativas se aplicó una X^2 ($P \leq 0,05$).

La Figura No. 24 muestra el ejemplo de un cuestionario que se aplicó durante la Evaluación Sensorial para evaluar atributos del licor de “guaco”.

JUEZ CONSUMIDOR



Evaluación Sensorial “Licor”

La siguiente Evaluación Sensorial forma parte del estudio para un trabajo de tesis de licenciatura, por favor conteste de manera responsable.

Nombre:		Fecha:	
Edad:		Género:	
Instrucciones: Prueba de licor y considerando una escala de 0 a 10; donde 0 representa desagrado y 10 gusto por licor, marca con una “x” sobre la línea para responder a las siguientes cuestiones.			
Fase visual		¿Cuánto te gusta el color del licor?	
Licor Σ	0-----	-----100	
Licor ϖ	0-----	-----100	
Licor π	0-----	-----100	
Instrucciones: Neutraliza tu sentido del olfato oliendo granos de café después de cada prueba.			
Fase olfativa		¿Cuánto te gusta el olor del licor?	
Licor Σ	0-----	-----100	
Licor ϖ	0-----	-----100	
Licor π	0-----	-----100	
Instrucciones: Limpia tu paladar con una galleta salada después de cada prueba.			
Fase gustativa		¿Cuánto te gusta el sabor del licor?	
Licor Σ	0-----	-----100	
Licor ϖ	0-----	-----100	
Licor π	0-----	-----100	
Instrucciones: Limpia tu paladar con una galleta salada después de cada prueba.			
Intensidad de alcohol		¿Cuánto te gusta la intensidad de alcohol?	
Licor Σ	0-----	-----100	
Licor ϖ	0-----	-----100	
Licor π	0-----	-----100	
Marca con una “x” el licor que más te gusta		Licor Σ	Licor ϖ
		Licor π	

Observaciones: _____

Figura No. 24. Cuestionario de Evaluación Sensorial.

Los datos obtenidos de las variables respuesta (color, olor, sabor e intensidad alcohólica) fueron analizados mediante la prueba de

$$X^2 = \frac{(OBSERVADOS - ESPERADOS)^2}{ESPERADOS}$$

Revelaron que las características más aceptadas por los 100 panelistas no entrenados fueron la percepción visual de T-3, el aroma de T-2, el sabor de T-1 y la sensación alcohólica de T-1. Así mismo, la prueba de Kruskal-Wallis indicó que la sensación alcohólica de T-2 y T-3 fueron las que más les agradó a los jueces y en cuanto al sabor, T-2 fue el más aceptado.

Los resultados de la Evaluación Sensorial indicaron que no existieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos a lo largo de los 30, 60 y 90 días, ya que la X^2 calculada fue de 12.72 y en tablas fue de 12.59, indicando que la calculada fue superior a la de las tablas, por lo que se rechaza la H_0 (nula) que indicaba que si existen diferencias significativas entre tratamientos.

El Cuadro No. 38, muestra la tendencia de los consumidores hacia las variables que fueron medidas (visual, olfativa, gustativa y percepción alcohólica), con los números de mayor valor se indica el nivel de agrado.

Cuadro No. 38. Prueba de X^2 para la Evaluación Sensorial de los tratamientos T1, T2 y T3.

	Visual	Olfativa	Gustativa	Percepción Alcohólica	Total
Σ (T-3)	72	60.5	48.4625	57.375	238.3375
Π (T-2)	58.2	54.275	83.8625	73.1	269.4375
Φ (T-1)	67.1875	66.5375	60.4875	70.425	264.6375
TOTAL	197.3875	181.3125	192.8125	200.9	772.4125

Nota: Σ = Correspondiente al T-3, Π = Correspondiente al T-2, Φ = Correspondiente al T-1.

A pesar de que la X^2 indicó que no existieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), en el Cuadro No. 38 puede verse que existe una tendencia indicando que la prueba visual se inclino por

una preferencia por el tratamiento Σ (T-3) con 30% de concentración alcohólica. En la olfativa fue por el tratamiento Π (T-2) con 20% de concentración alcohólica y la gustativa, el Φ (T-1) con una concentración alcohólica al 10%. Los valores más altos encontrados fueron 72.0, 66.5375, 83.8625 y 73.1, respectivamente.

Adicional a lo descrito se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, la cual expresa;

$$\frac{(OBSERVADOS - ESPERADOS)^2}{ESPERADOS}$$

Esto con la finalidad de probar cuales de las características visuales, gustativas, olfativas y de percepción alcohólica fueron las más representativas y con mayor influencia entre sí a través del tiempo (30, 60 y 90 días) misma que puede apreciarse en el Cuadro No. 39.

Cuadro No. 39. Prueba Kruskal – Wallish para variables Sensoriales.

	Fase Visual			Fase Olfativa			Fase Gustativa			Percepción Alcohólica		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
T1		0.006819	0.1473	0.01726	0.001162	0.2395	1.4E-05	0.0131	0.03418	0.01319	0.6217	0.6412
T2	0.45		0.04969	0.6364	0.4185	0.1116	0.07093	8.052E-07	0.5322	0.909	0.004225	0.01359
T3	1	1		0.1871	0.01392	0.9144	0.000392	3.058E05	0.3366	0.09921	0.0699	0.3453
T1	1	1	1		0.2079	0.2528	0.02413	1.98E06	0.8484	0.623	0.007635	0.03876
T2	0.07568	1	0.9189	1		0.01743	0.2815	4.463E08	0.2861	0.5446	0.0006211	0.003224
T3	1	1	1	1	1		0.0007401	0.0004082	0.2869	0.1208	0.1535	0.4798
T1	0.0009237	1	0.25587	1	1	0.04885		1.036E-10	0.02647	0.1187	6.499E-06	4.896E-05
T2	0.9645	5.314E-05	0.0002018	0.000137	2.946E-06	0.02694	6.838E-09		7.28E-06	5.069E-06	0.06748	0.00159
T3	1	1	1	1	1	1	1	0.0004805		0.6796	0.01031	0.08694
T1	0.8703	1	1	1	1	1	1	0.00033	1		0.0006541	0.03072
T2	1	0.2788	1	0.5039	0.04099	1	0.0004289	1	0.6802	0.4317		0.309
T3	1	0.8971	1	1	0.2128	1	0.003232	0.1051	1	1	1	

El cuadro No. 39, indica que hay una correlación importante entre la mayoría de las variables. Sin embargo, las variables relacionadas que indicaron preferencia fueron las siguientes: Fase Gustativa que determinó que el sabor del T-2, fue el más aceptado entre los evaluadores. Para percepción Alcohólica se determinó que T-2 y T-3 fueron mejor calificados por los consumidores.

XVIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos únicamente el tratamiento T-3 cumplió con las especificaciones de la NOM-199-SCFI-2017.

En relación a pH solo el T-3 cumple las especificaciones como lo especifica de la NOM-199-SCFI-2017.

En cuanto a los °Bx todos los tratamientos cumplen con las especificaciones de la NOM-199-SCFI-2017 El valor de Densidad todos los tratamientos cumplen con las especificaciones de la NOM-199-SCFI-2017.

Para los °GL solo los Tratamientos (T-2 y T-3) cumplen con las especificaciones NOM-199-SCFI-2017.

En relación a los análisis fisicoquímicos se concluye que el mejor tratamiento es el T-3

En relación a la evaluación sensorial el licor con mayor nivel de agrado de aceptación fue el correspondiente al tratamiento T-2. Sin embargo, no cumple con la normatividad para el valor de pH.

De acuerdo a la evaluación de olor, tuvo mayor aceptación el tratamiento T-2.

el variante color tuvo mayor aceptación en el T-3, la variable sabor tuvo mayor aceptación para el T-1.

En relación a la evaluación sensorial se concluye que el mejor tratamiento es el T-2.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, M.Z., Guan, L.C., Lim, K.C. y Karim, A.A. (2004). The applications of computer vision and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*, 61:125-135.

Abreu P.M., Brindeiro de Araújo Brito D., Dantas de Almeida L.F., Wanderley C.Y. y Nascimento P.W.W. 2012. Efeito Antimicrobiano de Tinturas de Productos Naturais sobre Bacaterias de Carie Dentária. *Revista Brasileira em Promocao da Saúde* (25):198.

Aleixandre B. J. L. 1997. Conservación de alimentos. Departamento de Tecnología de Alimentos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, España. p.507.

Aleixandre B, J. L. 1999. Vinos y bebidas alcohólicas. Departamento de Tecnología de Alimentos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones. España. p. 498.

Anzaldúa, A. 1994. La Evaluación Sensorial de Los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. p.214.

Badui, S. D. 2010. Química de los alimentos. Cuarta edición. PEARSON Educación. México. p.703.

Badui, S. D. 2012. La ciencia de los alimentos en la práctica. PEARSON Educación. México. p. 693.

Bastos de Mello, F., y Braga de Mello, J. 2005. Efeitos antitussígenos e expectorantes de dois fitoterápicos comercializados no mercado brasileiro. *Acta Scientiae Veterinariae*. 33 (2), p.p, 161-167.

Bósquez, E. 2012. Procesamiento térmico de frutas y hortalizas. Trillas. México. p.240.

Brenes P, S., y Agüero A.R., 2007. Reconocimiento taxonómico de arvenses y descripción de su manejo, en cuatro fincas productoras de piña (*Ananas comosus* L.) en Costa Rica. *Revista Agronomía Mesoamericana* 18:240.

Brennan J.G., Lilley A.E.V., Butters J.R. y Cowell N.D. 1998. Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos. Zaragoza España: Editorial Acribia, S.A. p.730.

Campbell K., M. y Farrell O., S. 2009. Bioquímica. 6ta. Ed. Cengage Learning. México. p. 473.

Carpenter, R. P. Lyon, D. H. y Hasdell, T. A. 2000. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. p.323.

Castner L. James, 2004. Photographic Atlas of Botany and to Guide Plant Identification, Published by Feline Press P.O. Box 357219 Gainesville, FL 32635 USA Department of Biology Pittsburg State University Pittsburg, Kansas p. 245 – 249d.

Delmoro, J; Muñoz, D; Nadal, V; Clementz, A; Pranzetti, V. 2010. El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio*, 13:145-152.

Del Vitto, L., & Petenatti, E. 2015. Asteráceas de importancia económica y ambiental Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. *Revista Multequina*, (24), p.p, 47-74.

- Desrosier, N.W.** 2007. Conservación de alimentos. p-p 319-332
- DGETA.** 2013. Control de calidad de productos agropecuarios. Trillas. México. p.p, 10-25
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura).** 2013.
- González, A.** 2010. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba colombiana (*Psidium guajava L.*). Universidad Nacional de Colombia. Sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2815/1/197449.2010.pdf>. Junio 20, 2018.
- Herbert, G.** 1989. Elaboración artesanal de licores. Editorial Acribia, S.A. España. 117 pp.
- Ibarz A. y Barbosa-Cánovas G.V.** (2005). Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos. México. Ediciones Mundi-Prensa. p.865.
- Lea, S.M & Burke, J.R.** 1999. Física Vol.1 La naturaleza de las cosas. International Thomson Editores. p.754
- López, N.** 2004. Flora adventicia en una granja integral cafetalera de guantánamo. Revista Fitosanidad, 8 (2), 13-16.
- Manzanero Medina G. I., A. Flores Martínez, E. Sandoval Zapotitla & R. Bye Boettler.** 2009. Etnobotánica de Siete Raíces Medicinales en el Mercado de Sonora de la Ciudad De México Polibotánica. (27), 200.p.p, 12-19.
- Martínez F.** 2002. Viticultura de calidad: factores que afectan al contenido de compuestos fenólicos. de ACE Sitio web: http://www.acenología.com/ciencia59_1.htm. Febrero 7, 2018.

Mendoza, F. & Aguilera, J.M. 2004. Application of image analysis for classification of ripening bananas. *Journal of Food Science* (69), p.p, 471-477.

Molina, L. 2010. Modo de color Lab. de SobreColores Sitio web: <https://sobrecolores.blogspot.com/2010/03/modo-de-color-lab.html>. Marzo 18, 2018.

NMX-F-103-1982. Alimentos. frutas y derivados. determinación de grados brix <http://www.normex.com.mx/index.php/servicios/normalizacion/catalogo-de-normas>

NMX-F-274-1984. Determinación del grado brix en muestras de meladura; masas cocidas; mieles “a” y “b” de refinería y miel final. por método hidrométrico.

NOM-142-SSA1-2014. Bebidas alcohólicas. especificaciones sanitarias. etiquetado sanitario y comercial.

NOM- 199- SCFI- 2017. Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.

Ocón J. y Tojo G. Problemas de Ingeniería Química Operaciones Básicas.1998. Aguilar S.A. de Ediciones. p. 413.

OMS (Organización mundial de la salud) 2010.

Osorio, R. 2009. Manual de técnicas de laboratorio químico. Editorial Universidad de Antioquía. Colombia. p.177.

Pedrero, D. Pangborn, R. 1997. Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Analíticos. Alambra. México. p. 251.

Rodríguez, A., & Agüero, R. 2000. Identificación de malezas trepadoras del banano (*musa sp.*) en la zona caribe de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 11 (1), p.p, 123-125.

Reyes-Linares, A. Pino-Alea, J. y Moreira-Ocanto, V. 2011. Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar sp) en la zona caribe de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 11 (1), p.p, 123-125.

Salinas, Y., Zúñiga, A., Jiménez, L., Serrano, V. & Sánchez. C. 2012. Color en cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) y su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, (18), pp. 395-407.

Strasburger E., F. Noll, H. Schenck, F. W. Schimper Strasburger. 1994. Tratado de botánica 8° edición castellana. Ediciones Omega, Barcelona. p.p, 4-14.

Thönges, H. 1994. Zumos, vinos y licores. Preparación, conservación y almacenamiento. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp.59

Vargas C., A. 2001. Elaboración de licor del fruto de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* y su análisis sensorial descriptivo. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Texcoco, México. 62 p.

Vázquez Vázquez, C., J. J. Ortiz Díaz, J. Tun Garrido Y G. García Gil. 2012. Flora y su análisis sensorial descriptivo. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Texcoco, México. 62 p.

Villaseñor, J. L. Y Ortiz, E. 2012. La Familia Asteraceae en la Flora Del Bajío Y De Regiones Adyacentes Acta Botánica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, México. (100) p.p, 259-291.