



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 26 de Julio 2017

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Bravo Fierro Erika, con C.C. No.1.075.284.150,

Trujillo Quiza Alex Fabián, con C.C. No. 1.075.275.625,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado ANÁLISIS DE ALCOHOLES SUPERIORES, ALDEHIDOS Y CETONAS EN ALGUNOS LICORES DISTRIBUIDOS EN LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA DE GASES presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Análisis de Alcoholes Superiores, Aldehídos y Cetonas en Algunos Licores Distribuidos en la Ciudad de Neiva-Huila, Mediante Cromatografía de Gases

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bravo Fierro	Erika
Trujillo Quiza	Alex Fabián

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Castañeda Gómez	Jhon Fredy

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

FACULTAD: Educación

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología



CIUDAD: Neiva
231

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2017

NÚMERO DE PÁGINAS:

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas__x_ Fotografías__x_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___
Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___
Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros__x_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): LAUREADA

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Bebidas Alcohólicas | Alcoholic beverages |
| 2. Cromatografía de Gases | Gas chromatography |
| 3. Espectrometría de Masas | Mass spectrometry |
| 4. Compuestos Volátiles | Chemical compounds. |
| 5. Métodos Cromatográficos | Chromatographic Methods |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Se exponen los resultados obtenidos del análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas para la identificación y cuantificación de algunos compuestos como alcoholes, aldehídos y cetonas presentes en los dos tipos de bebidas alcohólicas de mayor distribución y consumo en la ciudad de Neiva-Huila (Cervazas artesanales y Aguardiente "Doble Anís").

Estas bebidas fueron seleccionadas a partir de las encuestas aplicadas a diferentes establecimientos de expendio, y a los estudiantes de diversas edades del programa de



Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología,

Para la identificación y cuantificación de los compuestos volátiles, se trabajó con el Cromatógrafo de gases marca SHIDMAZU – 2014 con detector FID de la Universidad Surcolombiana, Cromatógrafo de Gases acoplado a masas SHIDMAZU - QP2010 ultra del laboratorio de análisis instrumental de la universidad del Quindío, el cromatógrafo de gases con detector FID y automuestreador de volátiles head Space de Thermo Scientific y el cromatógrafo de gases acoplado a masas marca Hewlett Packart del laboratorio de medicina legal regional norte Ibagué, para la obtención de los cromatogramas, con el uso del programa crhomeleon 7 versión 1.2.1478, utilizando las mejores condiciones cromatográficas para la obtención de los perfiles cromatográficos de los estándares y así la caracterización de los compuestos.

Se demostró la presencia de etanol, en todas las muestras de las bebidas analizadas, así como la presencia de 1-butanol y anetol en la muestra de aguardiente, siendo pertinentes los métodos de análisis para los compuestos volátiles nombrados pero no para los compuestos cetónicos y aldehídos.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

presents the results obtained from the analysis by gas chromatography and mass spectrometry for the identification and quantification of some compounds such as alcohols, aldehydes, and ketones present in alcoholic beverages of greater distribution and consumption in the city of Neiva Huila (craft beer and “hard liquor double anise”).

These drinks were selected from the surveys applied to staquils and students of this academic program in order to meet their degree of commercialization and human consumption.

For the identification and quantification of the compounds was carried out with the technique of gas chromatography coupled with mass detector SHIDMAZU - QP2010 ultra of the Chemistry Laboratory of the University of Quindío, the gas chromatograph with FID detector and sampler of volatile head Space from Thermo Scientific and the gas chromatograph coupled with mass Ibague mark Hewlett Packart of Northern regional forensic medicine laboratory and employed the program crhomeleon 7 version 1.2.1478, using the best conditions chromatographic to obtain standards chromatographic profiles and thus the characterization of the compounds.

After the analytical work, as well as the analysis of results, showed the presence of ethanol, in different proportion, in all samples analyzed, as well as the presence of 1-butanol and anethole. the methods of analysis for the volatile compounds named but not ketone and aldehyde compounds being relevant.



APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Juan Manuel Perea Espitia

Firma:

Nombre Jurado: Luis Javier Narváez Zamora

Firma:

Nombre

Jurado: Paula Andrea Charry Sanchez

Firma:



Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

**Análisis de Alcoholes Superiores, Aldehídos y Cetonas en Algunos Licores
Distribuidos en la Ciudad de Neiva-Huila, Mediante Cromatografía de Gases**

Presentado por:

Erika Bravo Fierro 20121110026

Alex Fabián Trujillo Quiza 20112104678

Neiva Huila, Colombia

Julio de 2017



Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

**Análisis de Alcoholes Superiores, Aldehídos y Cetonas en Algunos
Licores Distribuidos en la Ciudad de Neiva-Huila, Mediante Cromatografía
de Gases**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología**

Presentado por:

Erika Bravo Fierro 20121110026

Alex Fabián Trujillo Quiza 20112104678

Asesor

Jhon Fredy Castañeda Gómez, Ph. D.

Neiva Huila, Colombia

Julio de 2017

**Análisis de Alcoholes Superiores, Aldehídos y Cetonas en Algunos
Licores Distribuidos en la Ciudad de Neiva-Huila, Mediante
Cromatografía de Gases**

Por

Bravo Fierro Erika

Trujillo Quiza Alex Fabián

Aprobado por los jurados:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Julio de 2017

Dedicado A:

A mi madre, el más grande ejemplo
de lucha y dedicación por alcanzar un sueño.

A.F.T.Q

Dedicado especialmente a mí
magnífica madre, por cada uno de sus esfuerzos,
por sus palabras de aliento, sus enseñanzas
y el apoyo concedido durante esta larga pero
satisfactoria trayectoria.

A mis seres queridos por su apoyo incondicional.

E.B.F

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses- Dirección Regional Sur (Ibagué), por prestarnos sus instalaciones y equipos de trabajo, de igual forma a los doctores Julio Raúl Sanabria coordinador de los laboratorios, Saúl Montoya, Jackson Aristides Jiménez León y Felipe Rico Urrego por su colaboración, instrucción y dedicación en el desarrollo de la práctica experimental, a la Licenciada Yeimis Montealegre por su interés y colaboración, al Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez, profesor y tutor de este trabajo y a cada uno de nuestros familiares que con su apoyo nos animaron a seguir adelante para alcanzar este logro.

Tabla de Contenido

Introducción	20
Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivos Específicos.....	22
Planteamiento del Problema	23
Justificación	24
Marco teórico.....	27
Contexto Histórico	27
Composición Química las Bebidas Alcohólicas	29
Propiedades Químicas y Físicas de los Alcoholes	30
Oxidación de los alcoholes a aldehídos y cetonas	33
Producción de Alcoholes Mediante Síntesis y Fermentación.....	34
Propiedades químicas y físicas de los aldehídos y cetonas.....	36
Reactividad de los Aldehídos y las Cetonas	37
La Técnica de Cromatografía para el Análisis Químico de Bebidas Alcohólica.....	39
Antecedentes	43
Metodología.....	55
Recopilación de Información Sobre el Consumo de Bebidas Alcohólicas en Neiva ...	55
Selección para la Toma de Muestras de Bebidas Alcohólicas.....	56
Procedimientos Cromatográficos.....	56
Construcción de una Unidad Didáctica sobre las Bebidas Alcohólicas para la Divulgación de los Resultados	64
Resultados y análisis	65
Encuesta Realizada a Algunos Establecimientos Expendedores de Bebidas Alcohólicas en la Ciudad de Neiva Huila	65
Encuesta de Reconocimiento de Consumo de Bebidas Alcohólicas en Estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana.....	73

Selección de Muestras Alcohólicas Para el Análisis de Componentes Volátiles por Cromatografía de Gases	120
Identificación de Muestras Estándar por Cromatografía de Gases para el Análisis Cualitativo.....	122
Cuantificación de Muestras Estándar por Cromatografía de Gases.....	124
Identificación y Cuantificación de Componentes Volátiles en Muestras de Cerveza Artesanal por Cromatografía de Gases (CG-FID)	134
Identificación y Cuantificación de Compuestos volátiles de las Muestras de Cerveza Artesanal por Cromatografía de Gases Acoplado a Masas.....	155
Identificación y Cuantificación de Compuestos Volátiles de la Muestra de Aguardiente "doble añís"	159
Unidad Didáctica	164
Conclusiones	197
Anexos	199
Recomendaciones	228
Bibliografía	229

Lista de Tablas

Tabla No. 1. Composición química de algunas bebidas alcohólicas	29
Tabla No. 2. Antecedentes internacionales.....	43
Tabla No. 3. Antecedentes nacionales	51
Tabla No. 4. Concentraciones de las sustancias para la curva de calibración secundaria	59
Tabla No. 5. Verificación de reactivos para dilución de 100mL. (Ver Anexo).....	60
Tabla No. 6. Datos de cervezas analizadas	121
Tabla No. 7. Valores promedio de la inyección de la cetona	125
Tabla No. 8. Valores promedio de la inyección del etanol.....	126
Tabla No. 9 Valores promedio de la inyección del isopropanol.....	127
Tabla No. 10 Valores promedio de la inyección del metanol.....	129
Tabla No. 11. Parámetros cromatográficos de la muestra estándar de acetaldehído.....	130
Tabla No. 12. Valores promedio de la inyección de <i>n</i> -propanol	131
Tabla No. 13. Secuencia de inyección de las cervezas artesanales	135
Tabla No. 14. Estadística de la inyección de cerveza Negra Joshua.	138
Tabla No. 15. Estadística de la inyección de cerveza Roja Joshua.	140
Tabla No. 16. Estadística de la inyección cerveza Rubia Joshua	141
Tabla No. 17. Estadística de la inyección cerveza Calima Roja.....	143
Tabla No. 18. Estadística de la inyección cerveza Tumaco Negra.....	145
Tabla No. 19. Estadística de la inyección cerveza Tairona Roja.....	147
Tabla No. 20. Estadística de la inyección cerveza Quimbaya Light	148
Tabla No. 21. Estadística de la inyección cerveza Negra Copenhague	150
Tabla No. 22. Estadística de la inyección cerveza Roja Copenhague	151
Tabla No. 23. Estadística de la inyección cerveza Dorada Copenhague	153
Tabla No. 24. Valores promedios de Etanol en cervezas artesanales	153

Lista de gráficas

Gráfica 1. Primer producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	66
Gráfica 2. Segundo producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	67
Gráfica 3. Tercer producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	68
Gráfica 4. Cuarto producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	69
Gráfica 5. Quinto producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	70
Gráfica 6. Sexto producto más vendido en los establecimientos encuestados.....	71
Gráfica 7. Clasificación de las bebidas alcohólicas de mayor distribución de acuerdo a los establecimientos de expendio.....	72
Gráfica 8. Número de estudiantes encuestados de acuerdo al genero.....	73
Gráfica 9. Estudiantes que presentan 16 años.....	74
Gráfica 10. Estudiantes que presentan 17 años.....	74
Gráfica 11. Estudiantes que presentan 18 años.....	75
Gráfica 12. Estudiantes que presentan 19 años.....	75
Gráfica 13. Estudiantes que presentan 20 años.....	75
Gráfica 14. Estudiantes que presentan 21 años.....	76
Gráfica 15. Estudiantes que presentan 22 años.....	76
Gráfica 16. Estudiantes que presentan 23 años.....	76
Gráfica 17. Estudiantes que presentan 24 años.....	77
Gráfica 18. Estudiantes que presentan 25 años.....	77
Gráfica 19. Consumo de licor en estudiantes con edad de 16 años.....	78
Gráfica 20. Consumo de licor en estudiantes con edad de 17 años.....	78
Gráfica 21. Consumo de licor en estudiantes con edad de 18 años.....	79
Gráfica 22. Consumo de licor en estudiantes con edad de 19 años.....	79
Gráfica 23. Consumo de licor en estudiantes con edad de 20 años.....	80
Gráfica 24. Consumo de licor en estudiantes con edad de 21 años.....	80
Gráfica 25. Consumo de licor en estudiantes con edad de 22 años.....	81

Gráfica 26. Consumo de licor en estudiantes con edad de 23 años.....	81
Gráfica 27. Consumo de licor en estudiantes con edad de 24 años.....	82
Gráfica 28. Consumo de licor en estudiantes con edad de 25 años.....	82
Gráfica 29. Frecuencia de consumo en la edad de 16 años.....	83
Gráfica 30. Frecuencia de consumo en la edad de 17 años.....	84
Gráfica 31. Frecuencia de consumo en la edad de 18 años.....	85
Gráfica 32. Frecuencia de consumo en la edad de 19 años.....	85
Gráfica 33. Frecuencia de consumo en la edad de 20 años.....	86
Gráfica 34. Frecuencia de consumo en la edad de 21 años.....	87
Gráfica 35. Frecuencia de consumo en la edad de 22 años.....	87
Gráfica 36. Frecuencia de consumo en la edad de 23 años.....	88
Gráfica 37. Frecuencia de consumo en la edad de 24 años.....	89
Gráfica 38. Frecuencia de consumo en la edad de 25 años.....	89
Gráfica 39. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 16 años.....	90
Gráfica 40. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 17 años.....	91
Gráfica 41. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 18 años.....	92
Gráfica 42. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 19 años.....	93
Gráfica 43. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 20 años.....	94
Gráfica 44. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 21 años.....	94
Gráfica 45. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 22 años.....	95
Gráfica 46. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 23 años.....	96
Gráfica 47. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 24 años.....	96
Gráfica 48. Conocimiento de la procedencia de los licores en la edad de 25 años.....	97
Gráfica 49. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 16 años.....	98
Gráfica 50. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 17 años.....	99
Gráfica 51. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 18 años.....	100
Gráfica 52. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 19 años.....	101
Gráfica 53. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 20 años.....	102
Gráfica 54. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 21 años.....	102

Gráfica 55. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 22 años.....	103
Gráfica 56. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 23 años.....	104
Gráfica 57. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 24 años.....	105
Gráfica 58. Conocimiento de la elaboración de los licores en la edad de 25 años.....	106
Gráfica 59. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 16 años..	107
Gráfica 60. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 17 años..	108
Gráfica 61. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 18 años..	109
Gráfica 62. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 19 años..	110
Gráfica 63. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 20 años..	111
Gráfica 64. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 21 años..	112
Gráfica 65. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 22 años..	113
Gráfica 66. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 23 años..	114
Gráfica 67. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 24 años..	115
Gráfica 68. Conocimiento sobre la composición de los licores en la edad de 25 años..	116
Gráfica 69. Primer licor más consumido por los estudiantes.....	117
Gráfica 70. Segundo licor más consumido por los estudiantes.....	118
Gráfica 71. Tercer licor más consumido por los estudiantes.....	119
Gráfica 72. Licores más consumidos por los estudiantes.....	120
Gráfica 73. Curva de calibración para la acetona.....	125
Gráfica 74. Curva de calibración para el etanol.....	126
Gráfica 75. Curva de calibración para el isopropanol.....	128
Gráfica 76. Curva de calibración para el metanol.....	129

Lista de imágenes

Imagen 1. Estructura química de un alcohol primario.....	31
Imagen 2. Estructura química de un alcohol secundario.....	31
Imagen 3. Estructura química de un alcohol terciario.....	32
Imagen 4. Formación de puentes de hidrogeno entre alcoholes.....	32
Imagen 5. Oxidación de un alcohol primario a aldehído.....	33
Imagen 6. Oxidación de un alcohol primario con cromato.....	33
Imagen 7. Oxidación de un alcohol primario con permanganato.....	34
Imagen 8. Oxidación de un alcohol secundario a cetona.....	34
Imagen 9. Hidratación de alquenos.....	35
Imagen 10. Fermentación de carbohidratos.....	35
Imagen 11. Estructura química de un aldehído.....	36
Imagen 12. Estructura química de una cetona.....	36
Imagen 13. Reducción de un aldehído a alcohol.....	37
Imagen 14. Reducción de la cetona a alcohol.....	38
Imagen 15. Esquema de un cromatógrafo de gases.....	40
Imagen 16. Esquema de un cromatógrafo HPLC.....	40
Imagen 17. Cromatógrafo de gases del laboratorio de medicina legal.....	57
Imagen 18. Cromatógrafo de gases acoplado a masas del laboratorio de medicina legal.....	57
Imagen 19. Cromatograma de la mezcla de sustancias stock.....	123
Imagen 20. Estructura estándar de metanol.....	132
Imagen 21. Estructura estándar de etanol.....	133
Imagen 22. Estructura estándar de isopropanol.....	133
Imagen 23. Estructura estándar de <i>n</i> -propanol.....	133
Imagen 24. Estructura estándar de acetona.....	134
Imagen 25. Estructura estándar de acetaldehído.....	134

Imagen 26. Cromatograma cerveza Negra Joshua primera replica.....	138
Imagen 27. Cromatograma cerveza Roja Joshua primera réplica.....	139
Imagen 28. Cromatograma cerveza Rubia Joshua primera réplica.....	141
Imagen 29. Cromatograma cerveza Calima Roja primera réplica.....	142
Imagen 30. Cromatograma cerveza Tumaco Negra primera replica.....	144
Imagen 31. Cromatograma cerveza Tairona Roja primera replica.....	146
Imagen 32. Cromatograma cerveza Quimbaya Light primera réplica.....	148
Imagen 33. Cromatograma cerveza Negra Copenhague primera réplica.....	149
Imagen 34. Cromatograma cerveza Roja Copenhague primera réplica.....	150
Imagen 35. Cromatograma cerveza Dorada Copenhague primera réplica.....	152
Imagen 36. Espectro de masas cerveza Tairona Rubia.....	155
Imagen 37. Espectro de masas del etanol presente en la cerveza Tairona Rubia.....	156
Imagen 38. Cromatograma de la muestra de cerveza Quimbaya Light por CG-MS....	158
Imagen 39. Cromatograma de la inyección de aguardiente doble anís.....	160
Imagen 40. Espectro de masas del 1-butanol.....	161
Imagen 41. Identificación de anetol en la muestra de aguardiente “doble anis” por CG-MS.....	162
Imagen 42. Espectro de masas del anetol presente en una muestra de aguardiente “doble anís”.....	162
Imagen 43. Formación del Ión ciclopentadienilo a partir del ión tropilio.....	163

Lista de anexos

Anexo A. Encuesta aplicada a los establecimientos vendedores de licores.....	199
Anexo B. Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Surcolombiana.....	200
Anexo C. Cromatograma cerveza Negra Joshua segunda réplica.....	201
Anexo D. Cromatograma cerveza Negra Joshua tercera réplica.....	202
Anexo E. Cromatograma cerveza Roja Joshua segunda réplica.....	203
Anexo F. Cromatograma cerveza Roja Joshua tercera réplica.....	204
Anexo G. Cromatograma cerveza Rubia Joshua segunda réplica.....	205
Anexo H. Cromatograma cerveza Rubia Joshua tercera réplica	206
Anexo I. Cromatograma cerveza Calima Roja segunda réplica.....	207
Anexo J. Cromatograma cerveza Calima Roja tercera réplica.....	208
Anexo K. Cromatograma cerveza Tumaco Negra segunda réplica.....	209
Anexo L. Cromatograma cerveza Tumaco Negra tercera réplica.....	210
Anexo M. Cromatograma cerveza Tairona Rubia segunda réplica.....	211
Anexo N. Cromatograma cerveza Tairona Rubia tercera réplica.....	212
Anexo O. Cromatograma cerveza Quimbaya Light segunda réplica.....	213
Anexo P. Cromatograma cerveza Quimbaya Light tercera réplica.....	214
Anexo Q. Cromatograma cerveza Negra Copenhague segunda réplica.....	215
Anexo R. Cromatograma cerveza Negra Copenhague tercera réplica.....	216
Anexo S. Cromatograma cerveza Roja Copenhague segunda réplica.....	217
Anexo T. Cromatograma cerveza Roja Copenhague tercera réplica.....	218
Anexo U. Cromatograma cerveza Dorada Copenhague segunda réplica.....	219
Anexo V. Cromatograma cerveza Dorada Copenhague tercera réplica.....	220
Anexo W. Cromatograma de la muestra de cerveza Tairona Rubia por CG-MS.....	221
Anexo X. Cromatograma de la muestra de cerveza Tairona Rubia por CG-MS en HCl.....	222
Anexo Y. Cromatograma de la muestra de cerveza Quimbaya Light por CG-MS.....	223

Anexo Z. Cromatograma de la muestra de cerveza Quimbaya Light por CG-MS.....	224
Anexo AA. Cromatograma de la muestra de aguardiente por CG-MS.....	225
Anexo BB. Cromatograma de la muestra de aguardiente por CG-MS.....	226
Anexo CC. Cromatograma de la muestra de aguardiente por CG-MS.....	227

Resumen

En el presente documento, se exponen los resultados obtenidos del análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas para la identificación y cuantificación de algunos compuestos como alcoholes, aldehídos y cetonas presentes en los dos tipos de bebidas alcohólicas de mayor distribución y consumo en la ciudad de Neiva-Huila. Para esta investigación se usó la bebida emblemática de la región, aguardiente “Doble Anís” y las cervezas artesanales comercializadas en diferentes establecimientos de la ciudad. Estas bebidas fueron seleccionadas a partir de las encuestas que se aplicaron a establecimientos de expendio, con el fin de conocer su grado de comercialización y a los estudiantes de diversas edades del programa de licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, para estimar el tipo de bebida alcohólica de su mayor consumo, la frecuencia de consumo y el conocimiento sobre la producción, composición y distribución de licores por parte de la población estudiantil de nuestro programa académico.

Los resultados de las encuestas no sólo permitieron determinar el orden de las bebidas alcohólicas de acuerdo a su consumo, sino también el escaso conocimiento que tienen los estudiantes de nuestro programa sobre este tema, así que se ve la necesidad de diseñar una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje sobre las bebidas alcohólicas.

Para la identificación y cuantificación de los compuestos volátiles, se trabajó con el Cromatógrafo de gases marca SHIDMAZU – 2014 con detector FID de la Universidad Surcolombiana, Cromatógrafo de Gases acoplado a masas SHIDMAZU - QP2010 ultra del laboratorio de análisis instrumental de la universidad del Quindío, el cromatógrafo de gases con detector FID y automuestreador de volátiles head Space de Thermo Scientific y el cromatógrafo de gases acoplado a masas marca Hewlett Packart del laboratorio de medicina legal regional norte Ibagué para la obtención de los cromatogramas, con el uso del programa crhomeleon 7 versión 1.2.1478, utilizando las mejores condiciones cromatográficas para la obtención de los perfiles cromatográficos de los estándares y así la caracterización de los compuestos.

Luego de llevar a cabo el trabajo analítico, así como el análisis de resultados, se demostró la presencia de etanol, en diferente proporción, en todas las muestras de las bebidas analizadas, así como la presencia de 1-butanol y anetol en la muestra de aguardiente. Para su cuantificación se contrastó la similitud del tiempo de retención del estándar con los tiempos de retención mostrados por las muestras, relacionándose luego las áreas de dicho tiempo de retención del estándar con la de cada muestra, para encontrar la concentración de dicho alcohol en cada una de las bebidas. La cantidad de etanol encontrada en todas las bebidas de análisis es mínima, variando de 3,9% V/V a 6,0% V/V, concentraciones que se encuentran entre los límites aceptados de 2.5 a 12 grados de alcohol, según el decreto 1686 del 2012. Adicionalmente, se determinó la ausencia de compuestos cetónicos y aldehídos en las muestras, que

según la norma técnica colombiana NTC 4118 pueden encontrarse con un valor por debajo del 10% V/V, por lo que no se considera un riesgo para los consumidores.

Palabras Claves

Bebidas alcohólicas, cromatografía de gases, espectrometría de masas, compuestos químicos.

Abstract

This document, presents the results obtained from the analysis by gas chromatography and mass spectrometry for the identification and quantification of some compounds such as alcohols, aldehydes, and ketones present in alcoholic beverages of greater distribution and consumption in the city of Neiva Huila. The emblematic drink of the region, “hard liquor double anise” and craft beers marketed in four stores of the city, were used for the chromatographic analysis. These drinks were selected from the surveys applied to staquils and students of this academic program in order to meet their degree of commercialization and human consumption.

For the identification and quantification of the compounds was carried out with the technique of gas chromatography coupled with mass detector SHIDMAZU - QP2010 ultra of the Chemistry Laboratory of the University of Quindío, the gas chromatograph with FID detector and sampler of volatile head Space from Thermo Scientific and the gas chromatograph coupled with mass Ibague mark Hewlett

Packart of Northern regional forensic medicine laboratory and employed the program crhomeleon 7 version 1.2.1478, using the best conditions chromatographic to obtain standards chromatographic profiles and thus the characterization of the compounds. After the analytical work, as well as the analysis of results, showed the presence of ethanol, in different proportion, in all samples analyzed, as well as the presence of 1-butanol and anethole. For the quantification was necessary to see the similarity of the retention time of the standard with the retention times shown by samples, relating then the retention time of the standard areas of each sample, to find that alcohol concentration in each one of the drinks.

The amount of ethanol found in all beverages is minimal, ranging from 3.9% v/v to 6.0% v/v, concentrations that are between 2.5 to 12 degrees accepted limits, according to decree 1686 of 2012. Additionally, was not possible the detection of compounds like ketones and aldehydes in these beverages, that according with colombian technical standard NTC 4118 those compounds can be found with a value below 10% v/v that is not considered a risk for consumers.

Key words. Alcoholic beverages, gas chromatography, mass spectrometry, chemical compounds.

Introducción

El impacto de la industria licorera al pasar del tiempo, la demanda de nuevos licores y el surgimiento de nuevas marcas, crecen con el consumo de las bebidas alcohólicas tanto destiladas como el aguardiente y las no destiladas como la cerveza a nivel mundial. En el departamento del Huila el desarrollo de esta industria se evidencia desde la producción de aguardiente en alambiques por gente del común manteniéndose hoy en día como monopolio de renta con la producción ya tecnificada de la marca de aguardiente doble anís, destacando que Neiva la ciudad capital del departamento, es también conocida como la capital bambuquera de Colombia, sede para el desarrollo de las festividades más emblemáticas y representativas de la región opita.

La producción y comercialización de bebidas alcohólicas en Colombia, están reglamentadas mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 4118 que expone los valores de concentración de compuestos diferentes al etanol y metanol presentes en las bebidas y el Decreto 1686 de 2012 que plantea las definiciones y los grados alcoholimétricos de licores, dados por la presencia de etanol.

En Colombia las bebidas alcohólicas son definidas como sustancias que se obtienen de la destilación de productos o mostos fermentados; para la gente del común, se reconoce como aquella bebida que contiene etanol, producida por procesos de fermentación y destilación, desconociéndose así la presencia de otros compuestos derivados de la producción del licor, más aun desconociéndose los parámetros permitidos para la comercialización y consumo de estas bebidas, así como los riesgos a

los que la comunidad está expuesta por su consumo y sus efectos en el organismo del ser humano. Juntos con la tecnificación para la producción de los Licores, surgen técnicas de análisis como la cromatografía de gases y la espectrometría de masas, para la verificación de cumplimiento de las normas que permiten que esta industria cumpla con la demanda de consumo en la comunidad colombiana.

Debido al poco conocimiento de la población neivana sobre la producción, composición y distribución de las bebidas alcohólicas, se hace necesario el análisis químico para determinar la calidad de las bebidas más consumidas en la ciudad. Por tal motivo, el presente trabajo describe el análisis cromatográfico de los componentes volátiles de las dos bebidas alcohólicas más consumidas por la población, de acuerdo a los resultados de las estadísticas realizadas a los establecimientos de expendio y a los estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar algunos compuestos químicos como alcoholes, aldehídos y cetonas, presentes en algunos licores de distribución y más consumidos en la ciudad de Neiva (Huila) mediante Cromatografía de Gases.

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre el conocimiento general y el consumo de bebidas alcohólicas mediante encuestas a algunos establecimientos públicos y a algunos estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales.
- Seleccionar algunas bebidas alcohólicas de mayor consumo en la ciudad de Neiva de acuerdo a los resultados de las encuestas para el análisis químico.
- Analizar por Cromatografía de Gases con detector de ionización de flama (FID) los compuestos volátiles de las dos bebidas alcohólicas más consumidas.
- Identificar los compuestos volátiles presentes en las dos bebidas alcohólicas más consumidas mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.
- Cuantificar el contenido de alcoholes superiores, aldehídos y cetonas presentes en los licores mediante la técnica de cromatografía de gases.
- Sistematizar los resultados obtenidos en una librería o base de datos para su uso como referente bibliográfico, mediante la creación de una unidad didáctica.

Planteamiento del Problema

La industria de las bebidas alcohólicas es sin duda una de las que mayor crecimiento ha tenido durante la historia de la humanidad, la producción de licores se lleva a cabo con etanol o alcohol etílico, sin embargo, dentro de su producción se encuentran algunos compuestos orgánicos adicionales, tales como alcoholes superiores e inferiores, aldehídos, cetonas, entre otros.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4118 establece la presencia de 19 compuestos químicos en las bebidas alcohólicas entre las que se encuentran, aldehídos, cetonas, alcoholes superiores, ácidos y esterres; además establece la concentración de estos compuestos, para que pueda ser distribuido el producto a nivel comercial, teniendo en cuenta que, un cambio en su composición química y porcentual afectaría el aroma, el sabor y la calidad de las bebidas. Según el Observatorio de Drogas de Colombia, el Huila es la catorceava ciudad más consumidora de bebidas alcohólicas y debido a que hay muy pocos estudios sobre la composición química de los licores que se expenden en los establecimientos públicos, surge la necesidad de llevar a cabo el estudio químico de compuestos volátiles en algunos licores de mayor consumo en la ciudad de Neiva en el departamento del Huila mediante Cromatografía de gases.

Por lo tanto, se plantea el siguiente interrogante:

¿Cuál es la composición química y porcentual en compuestos volátiles de las bebidas alcohólicas más consumidas en la ciudad de Neiva, Huila?

Justificación

Según la (Gobernación del Huila, 2015) “El departamento del Huila está localizado al suroccidente del país entre los 3° 55’ 12” y 1° 30’ 04” de latitud norte (entre el nacimiento del Rio Riachón, municipio de Colombia y el pico de la Fragua, municipio de Acevedo), y los 74° 25’ 24” y 76° 35’ 16” de longitud al oeste del meridiano de Greenwich (entre el Alto de Las Oseras, municipio de Colombia y el páramo de Las Papas, municipio de San Agustín)”.

Este departamento cuenta con gente hogareña y trabajadora, que busca el mejoramiento de su calidad de vida de muchas formas. En nuestro caso como habitantes, inmersos en su desarrollo, nos es importante el análisis de las causas y las consecuencias que dicho desarrollo genere a nivel socioeconómico, por lo que vemos pertinente acogernos a metodologías que nos permitan promover una actitud crítica frente a dicha problemática, mediante la implementación de prácticas enfocadas en la investigación que según Flórez & Zepeda (2007), “ es un proceso sistemático, organizado y objetivo, cuyo propósito es responder a una pregunta o hipótesis y así aumentar el conocimiento y la información sobre algo desconocido”.

Neiva es la capital del departamento del Huila y su centro administrativo, comercial y cultural; se encuentra a 312 Km al sur de Bogotá, está situada en el valle del Alto Magdalena, en una de las regiones más cálidas del departamento, donde se combinan zonas desérticas con fértiles terrenos.

Como suele suceder en la mayoría de zonas del país, debido a que es la capital del departamento, es el lugar donde se inicia el desarrollo, con la generación de industrias y comercio y con ellas la implementación de nuevas estrategias y tecnificación de prácticas que afectan de manera directa el estilo de vida de los habitantes del municipio, pero es también el lugar principal de desarrollo de centros educativos y entre estos universitarios, los cuales han surgido para el mejoramiento de la calidad de vida de los opitas y para brindar un respaldo a estas zonas, así que es importante rescatar las obras educativas que se han venido desarrollando en nuestra ciudad, creemos que la educación abre caminos que nuestras comunidades necesitan para un desarrollo integral y equitativo.

Teniendo en cuenta esto, y como uno de los objetivos de nuestra carrera el impartir al futuro educador en Ciencias Naturales y Educación Ambiental una formación investigativa que lo habilite para proponer, elaborar y desarrollar proyectos de investigación tanto en el campo disciplinario, así como también en los campos pedagógico y social, vemos que es importante fomentar actividades que fortalezcan dicho ejercicio y permitan aportar sus conocimientos para el desarrollo de la sociedad.

Este trabajo, desde nuestro punto de vista es muy importante para la universidad Surcolombiana, ya que al ser el centro de la educación del municipio y formadores de sociedad, se busca una formación integral que debe conocer las implicaciones y el contexto en el que se desarrolla el conocimiento y que en base a este se podrían implementar ciertas herramientas para la concienciación del estudiante y una actitud crítica frente a los problemas de cualquier índole que se presente en su marco laboral.

Este es realizado con el fin de identificar algunos alcoholes superiores, aldehídos y cetonas presentes en algunas bebidas alcohólicas de distribución y uso frecuente en la ciudad de Neiva, Huila. Teniendo en cuenta que el grado de consumo de estas bebidas por parte de los habitantes de la ciudad se encuentra en 34,18% según el observatorio de drogas de Colombia, y que sus efectos en el organismo, es necesario realizar una investigación que ayude a determinar el grado de concentración de diversos compuestos a la que se exponen los ciudadanos al consumir dichas bebidas y comparar los grados en que estos se encuentren con los establecidos por la norma ICONTEC. Es importante la realización de este trabajo ya que en la ciudad de Neiva no se ha realizado alguno similar, de esta manera se da a conocer a la comunidad no sólo la composición de las bebidas que consumen sino que también se da a conocer el consumo de estas por parte de la ciudadanía.

Marco teórico

Contexto Histórico

A partir de la modernización, la tecnificación de prácticas de producción y el avance de la tecnología, sumado a la ampliación del comercio, obligaron a la intervención del Estado en actividades empresariales e industriales. Las intervenciones estatales para el caso de Neiva se debieron a las exigencias de consumo en específico de mayores estándares de calidad en la producción de bebidas alcohólicas.

Desde la conformación del Huila como departamento en 1905, la actividad de producción de aguardiente que por mucho tiempo fue a través de alambiques realizada por campesinos y gente del común, se conserva como monopolio dentro de sus rentas, mediante el cobro de impuesto en producción y ventas. Según (Amezquita & Otros, 2013), pp. 149 “la actividad productiva y de distribución del anisado fue entregada a particulares” y se adjudicó el contrato a la sociedad Vélez Valencia en 1924 por el gobierno departamental.

Desde entonces la industria licorera ha sufrido muchos cambios, Así, en 1932, se prohíbe la contratación con el sector privado y se ordena que sea el departamento el encargado de la producción y comercialización de alcoholes y licores, medida adquirida por el departamento del Huila mediante la ordenanza N.º 006 de 1947 y es la Industria Licorera del Huila la encargada de llevar el licor hasta el lugar más apartado, “La empresa creció y llegó a tener una capacidad instalada de 4.000 litros por día” según (Amezquita & Otros, 2013), pp. 150

Los excesos por costos y regalías de la empresa Distrihuila encargada desde la década de los ochenta de la distribución, conllevan a su liquidación en el año 1995 y es entregada en concesión a la firma Licorsa S.A, que posteriormente y en la actualidad es la encargada de la distribución, ya que la producción fue entregada en contrato a la Fábrica de Licores de Antioquia.

Bavaria es otra empresa que con la fabricación de cerveza con tecnología nueva, modernizó las prácticas empresariales en Neiva, en este caso con el fin de beneficiar a los amantes de la chicha de maíz, bebida importante en celebraciones que hacen parte de la vida social de los Neivanos. Esta empresa funda a mediados del siglo XX, una de las más importantes instalaciones industriales para la producción de cerveza en Neiva, empresa que según (Amezquita & Otros, 2013), pp. 151, nace en el país en 1930 por iniciativa de empresas multinacionales, como la Koos Deutsche Brauerei fusionada con empresas regionales, y llega a la ciudad en 1953.

La planta funcionó hasta septiembre del año 2000 en que fue cerrada en medio de una huelga sindical, al encontrarse ventajas competitivas y comparativas de producción en una planta nueva ubicada en Tocancipá Cundinamarca, según (Amezquita & Otros, 2013), pp. 152.

Actualmente el departamento del Huila no cuenta con una licorera, tras la liquidación de la licorera del Huila por ordenanza 013 de 1996. Sin embargo, la ciudad de Neiva con una distribuidora y comercializadora de cerveza perteneciente al grupo empresarial Bavaria, igualmente la Fábrica de Licores de Antioquia, provee al departamento del Huila con el aguardiente doble anís.

Composición Química las Bebidas Alcohólicas

A continuación, en la tabla No. 1 se presenta la composición química de algunas bebidas alcohólicas de mayor consumo en Colombia. Decreto 365 de 1994.

Tabla No. 1. Composición química de algunas bebidas alcohólicas

Bebida Alcohólica	Composición
Vino	Agua Alcohol Etflico 12 – 18% Sustancias Volátiles (Alcoholes superiores, Éteres, Aldehídos, Furfural). Glicerina Anhídrido Sulfuroso Azucares (Propios de la fruta o mosto, y de la adición de sacarosa). Ácidos <ul style="list-style-type: none">• Ácidos orgánicos presentes en la uva• Proviene del mosto: Acido málico, ácido cítrico, ácido tartárico.• Taninos y terpenos derivados del añejamiento
Bebidas alcohólicas destiladas: Aguardiente, Ron, Whisky, Vodka, Ginebra.	Agua Alcohol etílico 35 – 55% Sustancias volátiles (alcoholes superiores, éteres, aldehídos, furfural).

Propiedades Químicas y Físicas de los Alcoholes

Los alcoholes son compuestos orgánicos constituidos por un grupo alquilo (R) y un grupo funcional hidroxilo (-OH) que determina las propiedades características de estos, cuya fórmula general es ROH. Estos se pueden clasificar en primarios, secundarios y terciarios, los cuales se encuentran en cadenas abiertas o cerradas (cíclicos), además se pueden categorizar en alcoholes inferiores (menos de cuatro carbonos) y alcoholes superiores (desde butanoles hasta decanoles), estos últimos son de contextura poco viscosa, y algunos isómeros ramificados llegan a ser sólidos a temperatura ambiente. Son utilizados por presentar olores más fuertes que los alcoholes inferiores, aunque conservan la característica de olores frutales. Al presentar un grupo hidroxilo, sus propiedades se asemejan a las del agua, ya que ambos pueden formar puentes de hidrógeno entre sí, aquellos alcoholes de bajo peso molecular son hidromiscibles, pero sólo para los alcoholes inferiores en los cuales el grupo hidrófilo constituye parte considerable de la molécula, la solubilidad en el agua disminuye al aumentar de tamaño el grupo lipófilo, tal como se muestra en las imágenes No. 1 a 3.

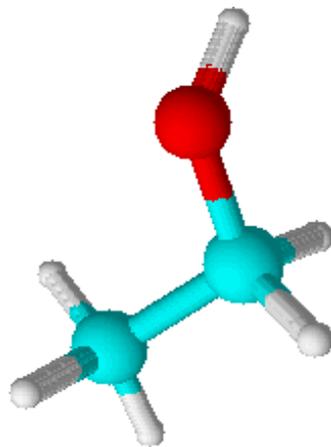


Imagen No. 1. Estructura química de un alcohol primario

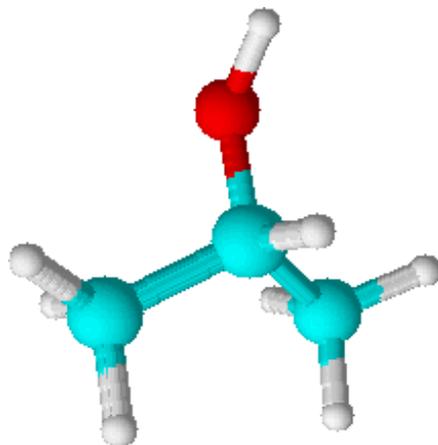


Imagen No. 2. Estructura química de un alcohol secundario

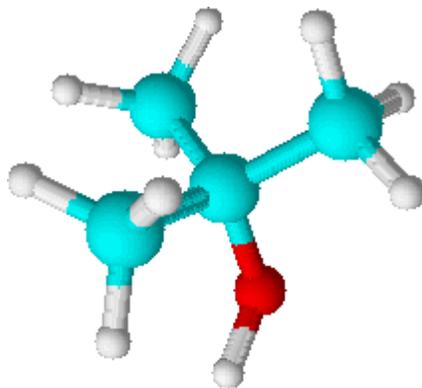


Imagen No. 3. Estructura química de un alcohol terciario

Los alcoholes presentan puntos de ebullición muy elevados debido a que requieren mayor energía para la ruptura de los enlaces de hidrógeno que mantienen unidas las moléculas, actuando como líquidos asociados. A partir del aumento de los átomos de carbono estos compuestos muestran una elevación en su punto de ebullición y por contrario una disminución del mismo con la ramificación.

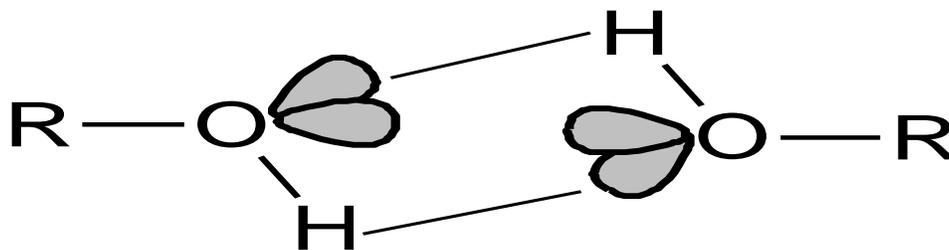


Imagen No. 4. Formación de puentes de hidrógeno entre alcoholes

Oxidación de los alcoholes a aldehídos y cetonas

Mediante la oxidación de alcoholes, es posible la obtención de aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. Según (Wade, 1998), “Se puede decir que se ha verificado la oxidación o reducción de un alcohol, cuando se considera el número de enlaces entre el átomo de carbono del carbinol (C –OH) y los átomos de oxígeno. La oxidación de un alcohol primario produce un aldehído, y una oxidación ulterior produce un ácido. Los alcoholes secundarios se oxidan dando cetonas. Los alcoholes terciarios no se pueden oxidar sin romper los enlaces carbono – carbono”.

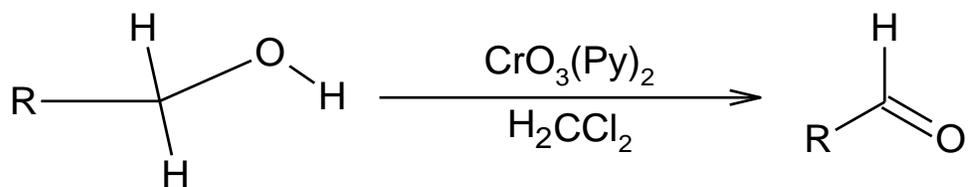


Imagen No. 5. Oxidación de un alcohol primario a aldehído

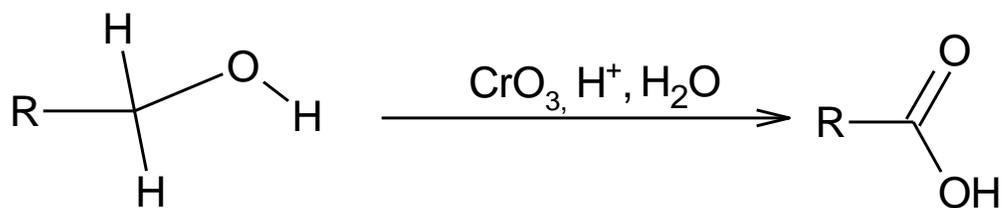


Imagen No. 6. Oxidación de un alcohol primario con cromato

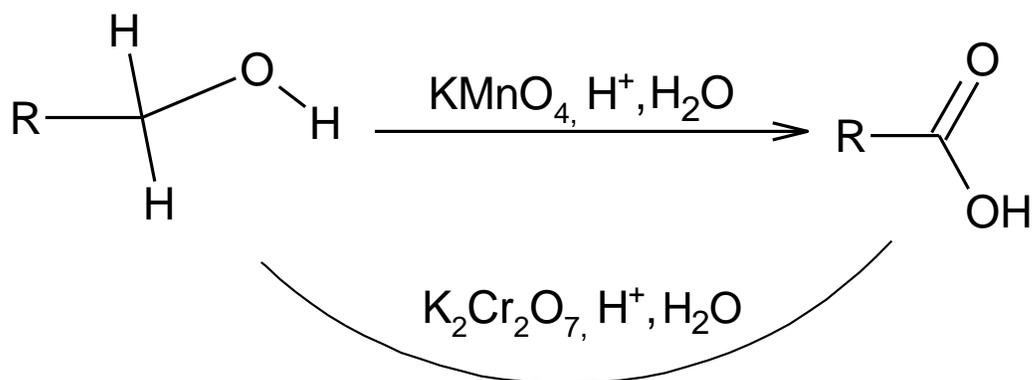


Imagen No. 7. Oxidación de un alcohol primario con permanganato

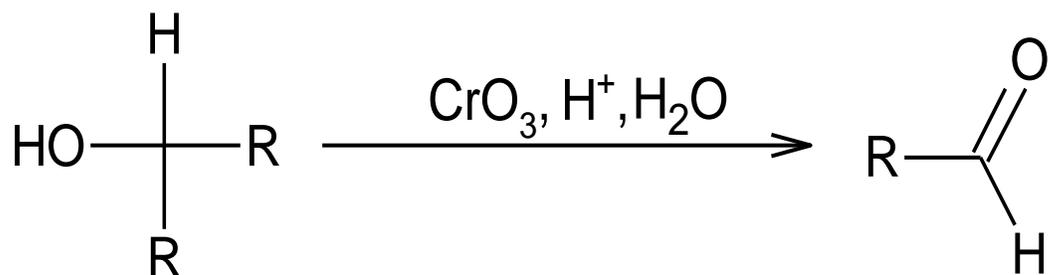


Imagen No. 8. Oxidación de un alcohol secundario a cetona

Producción de Alcoholes Mediante Síntesis y Fermentación

Los alcoholes son utilizados por la sociedad en diferentes prácticas tanto industriales como cotidianas, así, se relaciona con la producción de bebidas, cosméticos, preparaciones farmacéuticas, combustibles, solventes, etc.

La obtención de alcoholes simples, principales compuestos en la síntesis orgánica alifática se da mediante tres vías principales: I) Por hidratación de alquenos; II) Por el proceso oxo de alquenos, monóxido de carbono e hidrógeno, y III) Por fermentación de carbohidratos.

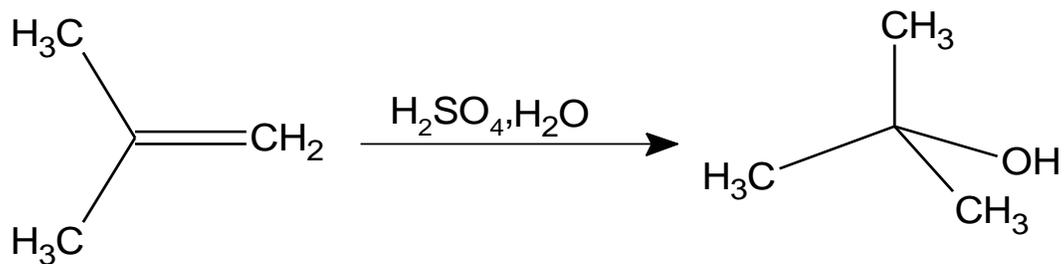


Imagen No. 9. Hidratación de alquenos



Imagen No. 10. Fermentación de carbohidratos

El alcohol etílico es el alcohol de las bebidas alcohólicas que se descubrió probablemente con el consumo de frutas podridas en la antigüedad, pues se observaba intoxicación cada vez que eran consumidas. Este se puede obtener mediante dos vías, la primera es por hidratación de alquenos y la segunda es mediante la fermentación de carbohidratos. La fermentación de azúcares con levaduras es considerado uno de los procesos más antiguos de síntesis química usado por el hombre y que en la actualidad tiene gran importancia en la obtención del alcohol etílico y otros alcoholes. Entre las diversas fuentes de procedencia de los azúcares se tienen las melazas de las cañas de azúcar o del almidón obtenido de diversos granos; en este caso cuando la materia prima es el almidón, “además del alcohol etílico se obtiene una cantidad menor de aceite de fusel (licor de mala calidad) que es una mezcla de alcoholes primarios: alcohol

isopentílico con cantidades menores de alcohol *n*-propílico, isobutílico y 2-metil-1-butanol, denominado alcohol amílico activo” según (Boyd & Morrison, 1998).

Propiedades químicas y físicas de los aldehídos y cetonas

Los aldehídos y las cetonas son denominados compuestos carbonílicos por el grupo funcional carbonilo que presentan; los primeros son sustancias cuya fórmula general es RCHO y los segundos compuestos de fórmula general RR'CO, donde los grupos R y R' pueden ser alifáticos o aromáticos.

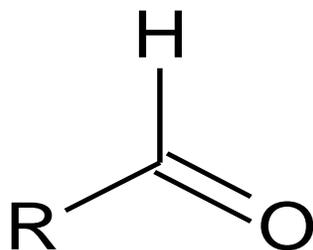


Imagen No. 11. Estructura de un Aldehído

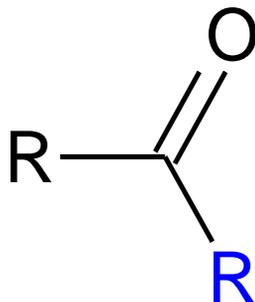


Imagen No. 12. Estructura de una Cetona

Aunque se asemejen en la mayoría de sus propiedades, los aldehídos tienen un átomo de hidrógeno unido a su grupo carbonílico, que no aparece en las cetonas que tiene dos grupos orgánicos; diferencia estructural que hace que los aldehídos se oxiden con facilidad mientras las cetonas lo hacen con dificultad y los aldehídos se hacen más reactivos que las cetonas en reacciones nucleofílicas. Son sustancias polares y por tanto presentan un punto de ebullición más elevado que compuestos no polares, pero inferiores a los de alcoholes con peso molecular comparable, ya que el hidrogeno unido al carbono carbonílico, les impide unirse por sí mismas intramolecularmente mediante enlaces de hidrógeno.

Reactividad de los Aldehídos y las Cetonas

Los aldehídos y las cetonas pueden reducirse a alcoholes mediante hidrogenación catalítica o bien por agentes químicos reductores como el hidruro de litio y el aluminio, LiAlH_4 ; los aldehídos a alcoholes primarios y las cetonas a alcoholes secundarios (Boyd & Morrison, 1998).

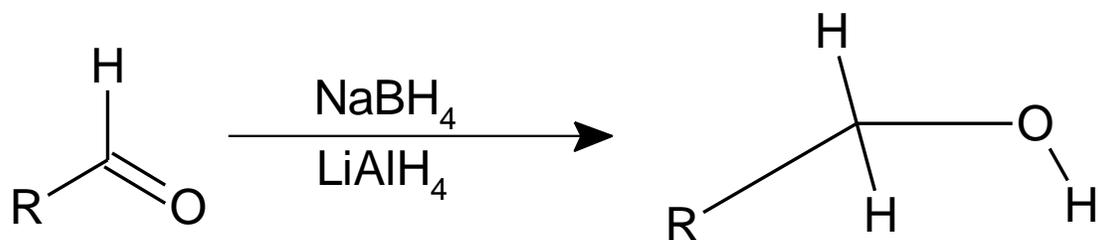


Imagen No. 13. Reducción de un aldehído a alcohol

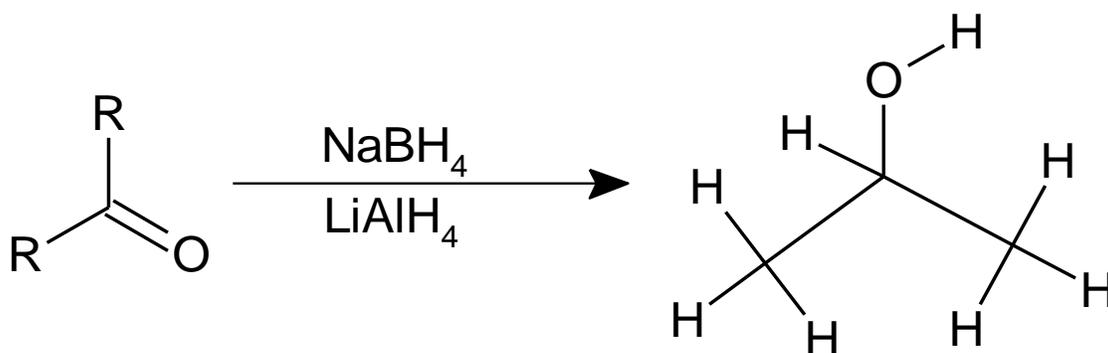


Imagen No. 14. Reducción de la cetona a alcohol

Estos compuestos orgánicos son utilizados como solventes y como materia prima para la síntesis de otros productos. El formaldehído es sin duda uno de los aldehídos de mayor uso en el mundo, pues aparte de usarse para la preservación de los especímenes biológicos, también se usa para la producción de productos poliméricos, al igual que el acetaldehído, el cual es utilizado además en la producción de medicinas. En cuanto a las cetonas, son utilizadas principalmente como solventes industriales, sin embargo, muchas de estas se utilizan como saborizantes y aditivos para alimentos, medicinas y aromatizantes.

Las bebidas alcohólicas, son sin duda, uno de los mayores productos consumidos a nivel mundial, estas, se encuentran hechas principalmente de zumos fermentados que contienen alcohol, entre las cuales se encuentra gran variedad como son: los vinos, las cervezas, el aguardiente, etc. y se dividen en dos grandes grupos, las bebidas fermentadas y las bebidas destiladas.

En el decreto 1686 del 2012 define las bebidas fermentadas, como aquellas que se obtienen al transformarse el azúcar contenido en frutas, granos o raíces en alcohol, cuyo

porcentaje de alcohol se encuentra entre los 17°. Por otro lado, las bebidas destiladas son aquellas cuya obtención se realiza por la destilación o maceración de las bebidas fermentadas, razón por la cual el porcentaje de alcohol en estas es mayor, encontrándose alrededor de los 40°.

La Técnica de Cromatografía para el Análisis Químico de Bebidas

Alcohólicas

El científico ruso Tswett, acuñó el término cromatografía por primera vez en el año 1906, cuando informó acerca de la separación de los componentes de diferentes colores, al hacer pasar un extracto de diferentes hojas a través de una columna de carbonato de calcio, alúmina y sacarosa. En la actualidad, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) propone como definición de cromatografía: “la cromatografía es un método físico de separación, en el que los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una estacionaria y otra fase que se mueve o fase móvil, en una dirección definida” [L. S. Ettre, “Nomenclature for Chromatography,” *Pure & Appl. Chem.*, 65(4) (1993) 819-872] citado por (Gary , 2009), pp.555. Las técnicas cromatográficas han sido valiosas en la separación y análisis de mezclas muy complejas. Los dos tipos principales de cromatografía son la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía de líquidos (LC).

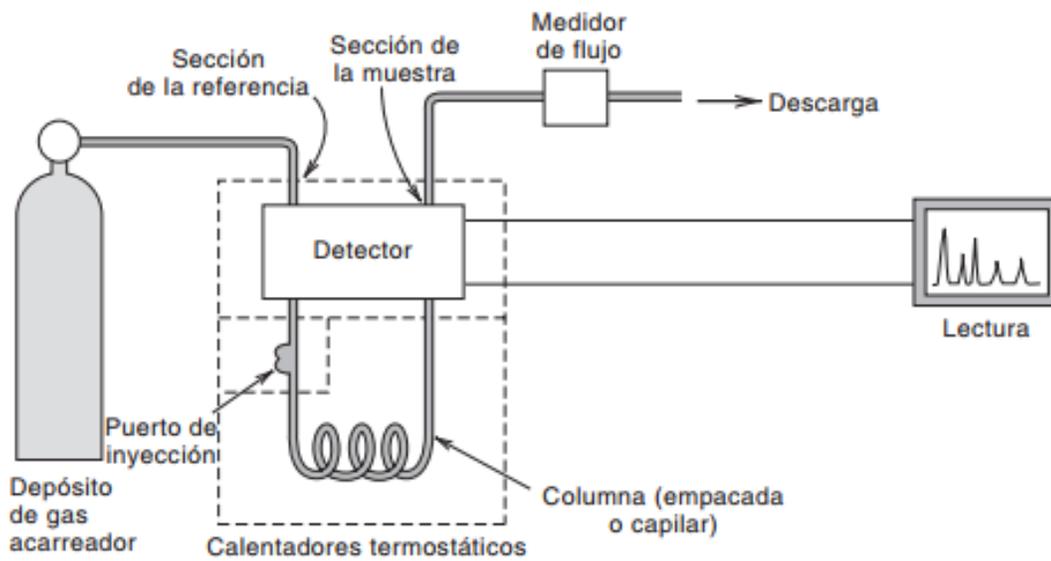


Imagen No. 15. Esquema de un Cromatógrafo de gases (Gary , 2009), pp. 575.

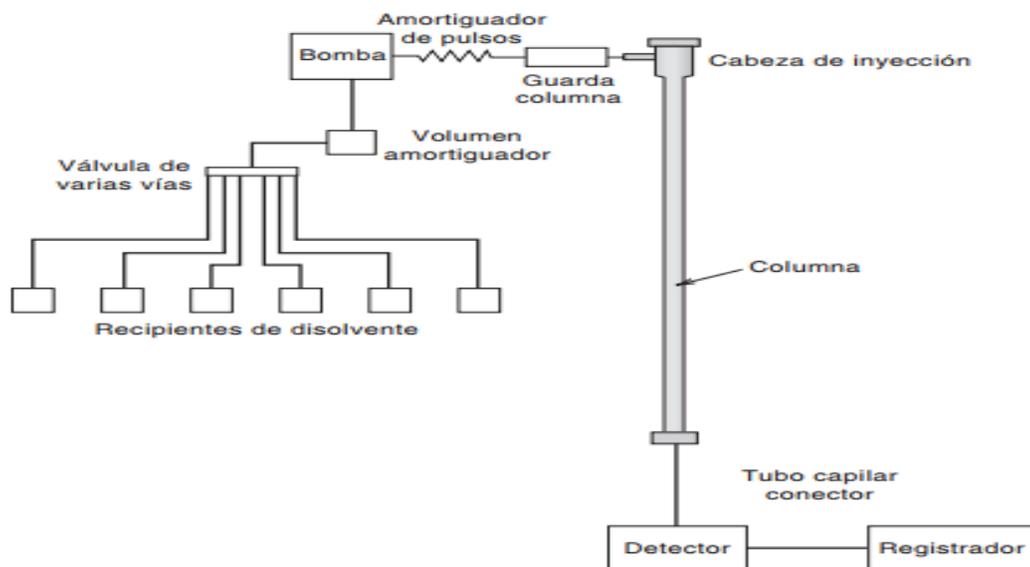


Imagen No. 16. Esquema de un Cromatógrafo HPLC (Gary , 2009), pp. 605.

La cromatografía de gases se usa además, en la determinación de compuestos orgánicos. Según (Gary , 2009), pp. 574, hay dos tipos de cromatografía de gases: la cromatografía de gas-sólido (de adsorción) y la cromatografía de gas- líquido (de partición), esta última es la más importante y se usa en la forma de una columna capilar. La cromatografía de gases permite la determinación de muchos compuestos, pero aun así tiene limitaciones. Los compuestos deben ser volátiles y estables a temperaturas entre los 50°C y 300°C, ser orgánicos no ionizados, sólidos o líquidos, hasta unos 25 carbonos y muchos compuestos organometálicos.

A partir de limitaciones tales como la aparición de un máximo cromatográfico en un tiempo de retención que indica, pero no garantiza la presencia de un determinado compuesto se es necesario recurrir a un método como lo es la combinación de la cromatografía de gases con la espectrometría de masas (gases-masa). Según (Gary , 2009), pp. 593. Estos sistemas costaban mucho dinero y ocupaban un gran espacio, pero hoy en día se cuentan con instrumentos de escritorio más pequeños y relativamente menos costosos.

La espectrometría de masas es una técnica instrumental, que permite la producción, separación y detección de iones en fase gaseosa. Para el análisis de una muestra por espectrometría de masas, según (Gary , 2009), pp. 593-594. La muestras, se introduce en un sistema de admisión, que trabaja a un vacío de 10^{-4} a 10^{-7} torr y temperaturas elevadas que van hasta los 300°C. La muestra se evapora y por una chispa u otra fuente sus compuestos no volátiles son evaporados, la muestra es arrastrada hasta la fuente de ionización ya que las moléculas del analito suelen ser neutras, se deben

ionizar con un bombardeo con electrones de alta energía en una fuente de impacto electrónico. Los iones son separados en el espectrómetro ya que son acelerados por un separador de masas electrónico; la separación se hace a partir de las relaciones masa carga (m/z) de cada ion. En la espectrometría de masas es importante el poder de diferenciación de dos masas que se conoce como la resolución.

En los primeros desarrollos de la técnica gases-masas el principal problema era la conexión de la salida de la columna con el espectrómetro de masas, el uso de columnas empacadas y grandes cantidades de muestra y gas acarreador no permitían la eficiencia del sistema de espectrometría de masas. Según (Gary , 2009), pp. 599. “el advenimiento de columnas capilares de sílice fusionada permitió eliminar la conexión gases-masa y el eluato de la columna se introdujo directamente a la fuente de iones”. Otro progreso de la tecnología como lo fue el desarrollo de computadoras permitió que la técnica de cromatografía de gases-masas fuera sistemática.

A partir de un multiplicador electrónico, los iones separados son detectados sumándose las corrientes de todos los fragmentos iónicos en un máximo de cromatografía de gases, que al ser detectado produce un cromatograma de gases convencional. A partir del monitoreo de la relación m/z específica, conocido como modo selectivo de ion, se detectan las moléculas que producen un ion o fragmento molecular con esta relación. El espectro de masas de cada molécula detectada, es guardado en la memoria de la computadora y así se puede leer el espectro que corresponde a cada máximo de un cromatograma de gases. (Gary , 2009), pp. 601.

Antecedentes

A continuación se presentan en la tabla No 2 los antecedentes internacionales, en la cual se tuvo en cuenta el título, el año de realización, los autores, la metodología y los resultados obtenidos.

Tabla No. 2. Antecedentes internacionales

Título	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES Y POPULARES DE MAYOR CONSUMO EN DOS REGIONES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	2014	Lidia Azucena Sánchez Paz	<p>Se empleó la técnica de cromatografía de gases para la identificación y cuantificación de este alcohol en bebidas fermentadas tradicionales de mayor consumo en Guatemala.</p> <p>El análisis se realizó por duplicado en cada muestra, empleándose la siguiente metodología:</p> <p>(a) Preparación de la muestra: Se tomaron 10 mililitros de la muestra a 40°C y se diluyó con agua destilada en un balón de 100 mililitros. Luego, se filtró la solución con papel Whatmann No.4.</p> <p>(b) Preparación del estándar: Se tomó 1 mL de metanol y 1 mL de etanol y se diluyó con agua destilada en dos balones de 100 mL, respectivamente.</p> <p>(c) Condiciones Cromatográficas. Gas portador nitrógeno 20 mL/min., temperatura de horno 85°C, temperatura inicial 50 °C, rampa de temperatura 10 °C/min hasta 80 °C, temperatura del inyector y del detector 250°C.</p>	<p>El metanol se encontró presente como contaminante en las cuatro bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares analizadas (cusha, caldo de frutas, boj y fresco de súchiles).</p> <p>Las bebidas alcohólicas tradicionales fermentadas que fueron analizadas cumplen con las especificaciones de calidad para bebidas de su tipo, sin embargo, no presentan calidad química debido a la presencia de metanol además de etanol dentro de su composición.</p> <p>La concentración de metanol que fue cuantificada en las cuatro bebidas analizadas no sobrepasa el límite aceptado para este tipo de bebidas de 3000 ppm, sin embargo su presencia es un indicador de malas prácticas de manufactura de bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de Guatemala.</p> <p>1-El HS- SPME acoplada con GC -IT/MS es un método rápido, simple y sin disolvente para determinar compuestos de carbonilo volátiles en cervezas.</p>

...Continuación de la Tabla No.2

Título	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
				<p>2- Las condiciones de extracción óptimas se obtuvieron utilizando 5 mL de cerveza con 700 mgL⁻¹ de PFBHA e incubadas durante 7 min y extraída durante 20 min a 45°C con una fibra de PDMS / DVB.</p> <p>3- La calibración y la validación se realizaron para todos los compuestos volátiles considerados como contribuyentes importantes de la aromatización de cervezas.</p> <p>4- Se demostró que los tiempos de extracción cortos y las bajas temperaturas de extracción fueron suficientes para permitir un análisis preciso, exacto y sensible de compuestos carbonilo en cervezas.</p>
<p>ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE UN GRUPO DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN MUESTRAS BIOLÓGICAS POR HS- GC / FID : APLICACIÓN EN CASOS PRÁCTICOS</p>	2014	<p>C.Monteiro, J.M.Franco, P. Proenca, A.Castañera, A. Claro, D.N. Vieira</p>	<p>Este método demostró dar una respuesta rápida para la determinación de un gran número de sustancias, ya que todos los compuestos estudiados, incluyendo <i>n</i>-propanol (patrón interno), se eluyeron en un intervalo de tiempo de 15 min. El método también demostró ser selectivo y sensible para pequeños volúmenes de muestra (100 µl), lo que constituye una ventaja obvia. Este tema tiene una relevancia especial en el contexto de la toxicología forense,</p>	

...Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>Se llevó a cabo inicialmente con la preparación de los calibradores, los controles y las soluciones estándar internas, en la cual se dividieron las sustancias en base a su solubilidad y su concentración. Así para sustancias con alta solubilidad en agua, se preparó una mezcla A, con concentraciones de 20000mg/L y 10,000mg/L. Para las sustancias restantes, que tenían baja solubilidad en agua, pero una buena solubilidad en metanol, se clasificaron según su rango de concentración de trabajo. La mezcla B contenía las sustancias entre los rangos de concentración de 5-1000mg/L y solución de cloroformo con una concentración de 14.700 mg /L diluido en metanol.</p> <p>Las concentraciones de los calibradores y los controles fueron: 2.000 mg/L, 1.500mg/L, 1.000 mg/L, 500 mg/L, 50mg/L y 1,500 mg/L, 250mg/L. Para la mezcla A: 1000 mg/L, 750 mg/L, 500 mg/L, 250 mg/L, 5mg/L y 800 mg/L, 100mg/L. Para la mezcla B: 1000 mg/L, 750 mg/L, 500 mg/L, 250 mg/L, 50 mg/L y 750mg/L.</p>	<p>dado el volumen de muestra generalmente pequeño recogido y la solicitud de diferentes tipos de análisis dentro de un solo caso forense. Además, no es necesario aplicar ningún procedimiento de extracción puesto que el método hace uso de una técnica de inyección de espacio de cabeza. El método se aplicó con éxito a las muestras forenses prácticas. Sin embargo, los resultados analíticos nunca deben ser considerados aisladamente, sino comparados y contrastados con información circunstancial y clínica como en todas las investigaciones forenses.</p>

... Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>Para el cloroformo fue de 100mg/L.</p> <p>Para la solución estándar interna fue de 100mg/L. todas las muestras fueron almacenadas a 2 y 8 °C hasta su uso.</p> <p>Para el procedimiento analítico, antes de realizar las pruebas por cromatografía de gases, se diluyeron todas las muestras, incluyendo los calibradores de la siguiente manera: 100 mL de orina, humor vítreo o sangre total en 1mL de solución acuosa de <i>n</i>-propanol, estas muestras alcanzaron la temperatura ambiente. Para llevar a cabo este procedimiento, se estimaron las condiciones del SA GC-FID, de la siguiente manera: temperatura inicial del horno fue de 40°C, la cual se mantuvo durante 5 min , se fue aumentando de manera lineal de 130°C hasta los 10°C / min . Al final de cada ejecución, la temperatura inicial se restableció a las condiciones iniciales y se mantuvo durante 3 min. El tiempo total de ejecución fue de 18 min.</p>	

...Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>La temperatura del inyector se mantuvo a 150°C con una relación de división de 4:1. Los detectores se llevaron a cabo a 250°C. El flujo de gas utilizado fue: hidrógeno 40,0 mL/min aire 450,0 mL/min y nitrógeno 45,0 mL/min. El flujo de helio se mantuvo constante (2,7 ml / min) y el volumen de inyección fue de 1 mL.</p>	
			<p>El inyector headspace se mantuvo a una temperatura de 80°C, el bucle de 1 mL a 85°C y la línea de transferencia a 90°C. Antes de la inyección de la muestra se incubaron los recipientes durante 20 min.</p>	
			<p>Los datos analíticos fueron procesados utilizando el programa Agilent ChemStation Rev. En el procedimiento de validación, se estudiaron Los siguientes parámetros: selectividad, límites de detección (LD), límite de cuantificación (LC), linealidad, repetitividad, precisión y robustez.</p>	
			<p>La selectividad / especificidad se ensayó mediante análisis de 10 grupos de diferentes muestras en blanco de cada matriz: sangre, orina y humor vítreo.</p>	

...Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>Se prepararon dos grupos (n = 10) para cada fluido corporal en viales de 10 mL. El primer grupo se preparó añadiendo 100 mL de la muestra con 1 mL de patrón interno, mientras que el segundo grupo de la misma muestra se complementó adicionalmente con las sustancias en estudio, a una concentración de 50 mg/L.</p>	
			<p>La linealidad se estudió mediante el análisis de 10 muestras de manera uniforme y fue analizada mediante el estudio de la regresión de las curvas de calibración obtenidas a partir de la relación de área de los picos entre el analito y el patrón interno frente a la concentración de analito.</p>	
			<p>El límite de cuantificación definió la concentración mínima del analito que podrían medirse con precisión y exactitud (CV < 20%). Para establecer el límite de detección y el límite de cuantificación, se prepararon las curvas de calibración cerca del límite de detección estimado. En el caso de la mezcla A, se prepararon los calibradores con concentraciones entre</p>	

...Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>los 10mg/L y los 200 mg/L. El cloroformo fue estudiado en una curva de calibración entre 25mg/L y 220 mg/L y la mezcla B entre 0,7mg/L y 30 mg/L.</p> <p>Después de obtener las curvas de calibración lineales con coeficientes de calibración mayor que 0,99 para cada sustancia, el límite de detección y el límite de cuantificación fueron calculados con la formula $LOD = (3.3 * \sigma)/S$ y $LOQ = (10 * \sigma)/S$, donde σ representa la desviación estándar residual y S la pendiente de la calibración lineal.</p> <p>La repetitividad se estimó en un único ensayo por análisis de muestras a dos niveles de concentración para cada rango de concentración (cinco réplicas para cada concentración), y fue caracterizada en términos de coeficiente de variación. La precisión se determinó usando un número limitado de experimentos.</p>	
			<p>La precisión y la exactitud intermedia fueron evaluadas utilizando muestras de control de calidad a dos concentraciones diferentes analizadas</p>	

...Continuación de la Tabla No. 2

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>por triplicado en cinco días diferentes. Las curvas de calibración diarios se utilizaron para medir las concentraciones de los controles.</p>	
			<p>El arrastre se evaluó junto con la precisión intermedia. Para ello, se prepararon tres muestras en blanco y se inyectaron inmediatamente después de los calibradores de concentración más altas.</p>	
			<p>Con el fin de comprobar la estabilidad de las sustancias en el estudio, se evaluaron las curvas de calibración inicialmente a temperatura ambiente y después de la refrigeración. La estabilidad de la muestra se evaluó mediante la aplicación de ciclos de congelación/descongelación en dos niveles de concentración (250 mg/L y 1500 mg/L para la mezcla A, 100 mg/L y 800 mg/ml para la mezcla B y 100 y 750 mg/L para el cloroformo). Las muestras se congelaron durante un día y ocho días a -15°C, a continuación, se descongelaron, y se analizaron de acuerdo con el procedimiento ya descrito.</p>	
			<p>Las concentraciones después de la fase de congelación/descongelación se compararon con las muestras de control preparadas y se analizaron inmediatamente.</p>	

A continuación se presenta en la tabla No 3 los antecedentes internacionales, en la cual se tuvo en cuenta el título, el año de realización, los autores, la metodología y los resultados obtenidos.

Tabla No. 3. Antecedentes nacionales

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
DETERMINACIÓN DE CONGÉNERES EN ALCOHOL EXTRA NEUTRO RECTIFICADO EMPLEADO EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS.	2015	Fernando José Hernández, Victoria Eugenia Recalde y Ayda Marcela Erazo	Para la identificación y cuantificación de congéneres en alcohol extra neutro se empleó la técnica de cromatografía de gases. Se prepararon 3 soluciones stock de 100 mg L ⁻¹ de congéneres en alcohol rectificado al 30%. A partir de cada una de éstas, se prepararon 9 estándares en un rango de 2 a 50 mg L ⁻¹ correspondientes a los niveles de concentración de la curva de calibración. En la estandarización y validación de los métodos analíticos, se implementaron y estandarizaron dos métodos para la cuantificación de 16 congéneres (método 1) y Metanol, Isopropanol (IPA), Acetato de Metilo (AM) (método 2), para los dos métodos se realizó la determinación del flujo óptimo, a través de la Curva de Golay y se establecieron los parámetros óptimos	1- Se implementó y estandarizó un método analítico para cuantificar e identificar congéneres en alcohol neutro rectificado pasando muestras reales a través de los métodos calibrados. Los datos de calibración dan normalizados y los métodos tienen precisión intermedia. 2- La herramienta estadística utilizada como el SPSS en la cual vienen involucradas pruebas paramétricas como Shapiro Wilk, Levene, Pearson, ANOVA (Análisis de Varianza) entre otras; sirvieron para comprobar la confiabilidad en los resultados obtenidos mediante el análisis de estas pruebas, concluyendo así que los datos arrojados con la utilización de este método son repetibles y reproducibles cuando se realizó la estandarización del método. Esto indicó un aumento en el grado de certeza del resultado. 3- La estandarización del método analítico incidió en el mejoramiento de la

...Continuación de la Tabla No. 3

Título	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
VALIDACIÓN DE LA “DETERMINACIÓN DE ALCOHOLEMIA Y METANOL POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON AUTOMUESTREADOR DE VOLÁTILES E IDENTIFICACIÓN DE ACETALDEHÍDO, ACETONA Y 2-PROPANOL”	2010	LINA MARCELA HENAO BETANCU R Y ELIANA MARCELA VACA DUQUE	<p>La metodología se establece con base en el procedimiento estandarizado de trabajo (PET) de la Determinación de Alcoholemia y metanol por cromatografía de gases con Automuestreador de volátiles e identificación de acetaldehído, acetona y 2-propanol, que se encuentra documentado en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses de la ciudad de Pereira.</p> <p>Para la preparación de la muestra, se deben tener dos implicaciones y son que cuando la muestra para análisis de alcoholemia es sangre debe ser recogida en un tubo tapa gris que contiene fluoruro de sodio como conservante y oxalato de potasio como anticoagulante, cuando se trata de humor vítreo se recolecta en un tubo de vidrio o de plástico.</p>	<p>técnica porque permitió cuantificar congéneres en concentraciones por debajo de las exigidas por la norma ICONTEC. Debido a esto se aprecia que la calidad del alcohol extra neutro rectificado empleado en la elaboración de las bebidas alcohólicas en la I.L.C. cumple con las normas que exige el ICONTEC para la comercialización de aguardiente.</p> <p>Se validó el método a las condiciones indicadas del Head Space y Cromatógrafo de Gases con detector de ionización de llama HS/GC/FID HP 6890 con la columna capilar HP Blood Alcohol Análisis 7.5 metros x 0.320 mm de diámetro interno.</p> <p>En el método se emplearon todos los parámetros de validación por que cumplió con la rigidez estadística de las metodologías de validación de ensayos cuantitativos de acuerdo a las exigencias de la comunidad internacional en este tipo de estudios.</p> <p>Mediante un análisis de varianza de un solo factor se determinó que no existen diferencias</p>

...Continuación de la Tabla No. 3

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			<p>A partir de esto, se colocó en un vial de 10 mL nuevo, 100 mg aproximadamente de cloruro de sodio R.A. se homogenizó la muestra de sangre total (que está en su envase primario) con agitación manual suave. Luego, se trasvasó 1 mL de sangre aproximadamente a una copilla de pasta o similar de 1 mL, si lo requiere. Se ubicaron los viales en una gradilla sobre hielo seco. Se dispensaron 100 µL de estándar interno (<i>n</i>-propanol) y luego 200 µL de sangre total en un vial de 10 mL. Posteriormente, se colocó el tapón de polipropileno y el agrafe (grafar perfectamente el vial verificando la hermeticidad manualmente. Luego, se agitó vigorosamente la muestra utilizando un vortex durante aproximadamente 5 seg. Finalmente, se almacenó bajo refrigeración (Nevera 2 a 10°C) hasta el momento de colocarlos en el carrusel del Head Space para el análisis.</p>	<p>significativas entre los resultados obtenidos para el sistema (Acuoso) y el método (Matriz sangre).</p> <p>Se realizaron corridas a muestras reales sobre el método creado, en ellas se examinó la confiabilidad en la respuesta a partir de la utilización de los controles de estándares certificados, obteniéndose buena repetibilidad y buena precisión en las concentraciones arrojadas, de esta forma se concluye que tanto el sistema como el método presentan resultados repetibles y reproducibles.</p>
			<p>La idoneidad del cromatógrafo de gases, se establece cuando la señal producida en la etapa de medición puede ser atribuida únicamente al analito y no a la presencia de algo similar o la coincidencia.</p>	

...Continuación de la Tabla No. 3

Titulo	Año	Autores	Metodología	Conclusiones
			Se establecen entonces el tiempo de retención del analito (t_R), el coeficiente de capacidad (k), simetría, y resolución (R_S). Estos parámetros se evalúan usando el nivel 3 de la curva de calibración secundaria el cual contiene la totalidad de los analitos estudiados.	

Metodología

Recopilación de Información Sobre el Consumo de Bebidas Alcohólicas en Neiva

Con el fin de seleccionar los licores a analizar en la presente investigación, se aplicaron dos encuestas, la primera a establecimientos expendedores de bebidas alcohólicas en la ciudad de Neiva, a los cuales se les interrogó sobre el orden de venta de los licores que expenden, de igual manera si distribuyen bebidas artesanales, dichos establecimientos fueron escogidos de manera aleatoria, estos establecimientos se encuentran ubicados a lo largo de la ciudad, en las diferentes comunas de la misma. La segunda encuesta fue aplicada a estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de primer semestre, cuarto semestre, octavo y noveno semestre en el primer semestre del año 2017, a los cuales se les indago sobre la frecuencia de consumo de los licores, por el licor de mayor consumo, de igual manera sobre los procesos de producción y obtención de los mismos, con la finalidad de estimar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la producción y la distribución de bebidas alcohólicas y para conocer que licores son más consumidos por los estudiantes, de manera que permitieran llevar a cabo la escogencia de los licores a analizar.

Selección para la Toma de Muestras de Bebidas Alcohólicas

Las muestras se obtuvieron de manera comercial en algunos de los establecimientos encuestados, tales como Beer Station, Joshua, almacenes de cadena como Exito, Copenhague y BBC. El estado de cada una de las muestras fue revisado, de manera que se encontraran debidamente selladas, rotuladas, y en un estado adecuado para su análisis cromatográfico.

Procedimientos Cromatográficos

Los equipos de cromatografía de gases usados para la identificación de los compuestos volátiles de las bebidas alcohólicas consistieron en un modelo marca SHIDMAZU – 2014 con detector FID de la Universidad Surcolombiana, un cromatógrafo marca SHIDMAZU - QP2010 ultra con espectrometría de masas del laboratorio de análisis instrumental del programa de química de la universidad del Quindío. Alternativamente, se llevó a cabo el análisis de muestras en el cromatógrafo de gases con detector FID y automuestreador de volátiles head Space de Thermo Scientific del laboratorio de medicina legal regional norte Ibagué, y de igual manera se trabajó con el cromatógrafo de gases marca Hewlett Packard acoplado a espectrometría de masas, se utilizó el programa crhomeleon 7 versión 1.2.1478, para la obtención de los cromatogramas.



Imagen No. 17. Cromatógrafo de gases del laboratorio de medicina legal.



Imagen No. 18. Cromatógrafo de gases acoplado a masas del laboratorio de medicina legal.

Inicialmente se llevaron a cabo pruebas preliminares en el Cromatógrafo de Gases Shimadzu 2014 con detector FID y automuestreador de volátiles con capacidad de ocho viales, el cual se encuentra ubicado en el Laboratorio de Química, adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Surcolombiana, el cual se utilizó para realizar un reconocimiento del equipo y cada una de sus partes, así como de su funcionamiento, de igual manera se llevó a cabo la inyección de muestras de etanol al 99%, con el fin de familiarizarse con cada uno de los procedimientos llevados a cabo por el equipo en conjunto con el software cromatográfico con el cual trabaja.

En los laboratorios del instituto de medicina legal sede Ibagué y en el Laboratorio de Análisis Instrumental, Programa de Química de la Universidad del Quindío, se realizó el trabajo de análisis de los compuestos volátiles de las muestras.

Inicialmente, se llevó a cabo la preparación de las sustancias Stock certificados por J.T.Baker y suministradas por el laboratorio de Medicina Legal, de metanol, etanol, acetona, acetaldehído, isopropanol y *n*- propanol el cual se utilizaron como estándares, a las concentraciones indicadas en la tabla No. 4. Estas soluciones se inyectaron de manera independiente en el cromatógrafo de gases con detección FID para el análisis cualitativo de los analitos en el siguiente orden: acetona, etanol, isopropanol, metanol, *n*-propanol y acetaldehído, empleándose las siguientes condiciones cromatográficas: una fase estacionaria de fenilpolisiloxano y como gas de arrastre He, con un flujo de 1.4mL/min y una rampa de calentamiento que inicia a 40°C/min aumentando de 5°C a 10°C/min hasta 250°C que se mantiene por 5min.

Posteriormente, se inyectaron soluciones diluidas de las sustancias stock para la obtención de las curvas de calibración. Por lo tanto, se obtuvieron curvas de calibración secundarias de seis niveles a concentraciones que van desde 20 mg/100mL hasta los 200 mg/100mL, y desde los 10 mg/100mL hasta los 400 mg/100mL, tal como se muestra en la tabla No. 4, estas curvas de calibración fueron validadas con base en una curva de calibración primaria tomada como referencia de la base de datos del Instituto de Medicina Legal, la cual fue desarrollada con estándares de referencia calificada.

Los volúmenes de cada uno de los niveles se tomaron con el microdilutor Hamilton Microlab 500, el cual fue calibrado el 2016-01-28 y verificado en 07-25 del mismo año, las condiciones ambientales a las que fueron preparadas las soluciones fueron: temperatura de 23.3°C y humedad de 50.4%.

Tabla No. 4. Concentraciones de las sustancias para la curva de calibración secundaria

Nivel	Metanol		Etanol		Isopropanol		Acetona		Acetaldehído	
	V μL	C mg/100mL	μL	C mg/100mL	μL	C mg/100mL	μL	C mg/100mL	μL	C mg/100mL
1	100	10	75	15	100	20	100	20	75	15
2	300	30	200	40	250	50	250	50	100	20
3	500	50	500	100	500	100	500	100	200	40
4	1000	100	1000	200	750	150	750	150	250	50
5	1500	150	1500	300	1500	300	1500	300	300	60
6	2000	200	2000	400	2000	400	2000	400	400	80

Se determinó la veracidad de los reactivos y la calibración de la balanza con la siguiente información consignada en la tabla No. 5:

Tabla No. 5. Verificación de reactivos para dilución de 100mL. (Ver Anexo)

Compuesto	Peso Estimado	Peso Total	Lote	Fecha de Vencimiento	Marca	Pureza
Etanol	10± 0,02g	10.0144	SZBD1190V	5-10-2017	Sigma.aldrich	≥99.8%
Metanol	5± 0,02g	10.0100	K25C75	5-10-2017	ST- Baker	≥99.3%
Isopropanol	10± 0,02g	10.0032	K02C56	5-10-2017	ST- Baker	≥99.8%
Acetona	10± 0,02g	10.0076	K42588114	5-10-2017	Merck	≥99.8%

Para la inyección de la curva de calibración en el cromatógrafo de gases con detector FID y automuestreador de volátiles head Space, se utilizaron las condiciones cromatográficas mencionadas anteriormente.

Al momento de la inyección las condiciones ambientales fueron: temperatura de 24.3°C y una humedad de 51.8% , para la inyección de cada nivel se implemento la siguiente secuencia: 1 blanco que corresponde a un vial con NaCl al 99%, 12 repeticiones de estándar interno de *n*-propanol, 5 repeticiones de cada nivel de la curva de calibración, los cuales contenían metanol, etanol, acetona, acetaldehído, isopropanol y *n*-propanol, por ultimo 5 repeticiones de cada uno de los tres controles, los cuales contenían metanol, etanol y *n*-propanol, cada control con diferentes concentraciones de estas sustancias.

La inyección de las sustancias Stock, de la curva de calibración y los cromatogramas obtenidos de estas, se tuvieron en cuenta para la identificación cualitativa y la cuantificación de las muestras de licores analizadas.

Se llevaron a cabo inicialmente dos corridas de muestras, la primera, consistió en la inyección de las muestras de algunas cervezas artesanales, las cuales fueron: Roja (R),

Tairona Negra (TN) y Quimbaya Light (QL), estas fueron diluidas en agua tomando 1000 μ L de cada una para un volumen total de 25000 μ L (25mL), de igual manera, se inyectó aguardiente doble anís en dilución de 1000 μ L de aguardiente aforado a un volumen total de 200000 μ L (200mL) en agua, la cantidad de muestra tomada de cada una dependió de la concentración de etanol en ellas, estas fueron medidas con el microdilutor Hamilton Microlab 500 y de cada una se inyectaron tres replicas.

La secuencia llevada a cabo fue el blanco (NaCl 99%), luego los tres controles (metanol, etanol y *n*-propanol a diferentes concentraciones), las tres replicas diluidas de aguardiente, las tres muestras de cerveza cada una con sus réplicas para un total de 9 muestras de cerveza, por último se inyectaron nuevamente los tres controles.

Seguidamente se llevó a cabo la inyección de las muestras de cerveza artesanal, las cuales fueron diluidas en agua tomando 2000 μ L de muestra (cerveza) para un volumen total de 50mL de muestra diluida, la cantidad de muestra tomada de cada una de las cervezas, fue medida con el microdilutor Hamilton Microlab 500. Se tomaron 10 muestras de cerveza diferentes, las cuales son: Negra Joshua(NJ), Roja Joshua(RJ), Rubia Joshua(RuJ), Calima Roja(CR), Tumaco Negra (TN), Tairona Roja (TR), Quimbaya Light (QL), Negra Copenhagen (NC), Roja Copenhagen (RC), Dorada Copenhagen (DC), con variaciones de los grados alcohólicos de etanol y cada una con tres repeticiones.

Al momento de la inyección de estas muestras, se llevó a cabo la siguiente secuencia: El blanco, seguidamente el estándar interno, el control 1, el control 2 y el control 3, a continuación 10 muestras de cervezas cada una con sus réplicas, nuevamente

control 1, control 2 y control 3, 10 muestras de cerveza y finalmente para dar por terminada la inyección se dispusieron los tres controles.

El tratamiento de las muestras para trabajar en el cromatógrafo de gases acoplado a masas del instituto de medicina legal, se llevó a cabo de la siguiente manera:

Inicialmente se realizaron dos pruebas preliminares para la extracción de agua de cada una de las muestras, las cuales consistieron en:

Método 1. Tomar 5mL de muestra en tres tubos de ensayo, agregar la misma cantidad de cloroformo cada uno.

Al tubo 1, adicionar 5 o 6 gotas de HCl concentrado.

Al tubo 2, agregar Na₂SO₄ aproximadamente 10 mg.

El tubo 3 queda únicamente con muestra y cloroformo.

Filtrar cada una de las mezclas de los tubos de ensayo.

El segundo método utilizado fue una microextracción líquido - líquido en fase dispersiva, a continuación se describe el procedimiento de esta, para la cual se usó 1-octanol como sustancia extractora, acetona y acetonitrilo como sustancias dispersoras:

Método 2. Tomar 500µL de 1-octanol en dos tubos de ensayo.

Al tubo 1, agregar 2mL de acetona.

Al tubo 2, adicionar 2mL de acetonitrilo.

A cada mezcla añadir 8mL de muestra.

Seguidamente agitar cada una de las muestras y centrifugar.

Extraer las burbujas suspendidas en el tubo de ensayo.

Seguidamente se llevó a cabo una corrida, utilizando el primer método de extracción y las siguientes condiciones cromatográficas:

T° puerto inyector: 250°C modo Splitless

Flujo del gas de arrastre (Helio): 1mL/min

Rampa de T°: 40°C/min – 250°C/min Aumentando de 5°C/min

T° detector: 280°C – 50°C – 180°C

Rango de Masas: 35 – 600 m/z con 6scan/s

Corriente de emisión: 50 μ A

Tiempo de Ionización: 25.000 μ s

Nivel de almacenamiento: 35m/z

Seguidamente se inyectaron dos muestras de cerveza con tres replicas, una de extracción únicamente con cloroformo, otra de extracción con cloroformo más HCl y el ultimo de extracción con cloroformo más Na₂SO₄ y tres réplicas de aguardiente en el mismo orden, la secuencia de inyección fue, las cervezas con cada una de sus réplicas y después de estas el aguardiente igualmente con sus réplicas.

Se ejecutó una segunda corrida, en la cual se trabajaron tres muestras de cerveza por triplicado, a las cuales se les realizó microextracción líquido – líquido en fase dispersiva con 1-octanol más acetonitrilo y tres muestras de las mismas cervezas por triplicado realizándose microextracción líquido – líquido en fase dispersiva con 1-octanol más acetona

Posteriormente, se realizó una corrida de aguardiente, la cual se trató con

microextracción líquido – líquido en fase dispersiva utilizándose ambos compuestos dispersores (acetonitrilo y acetona) por separado.

El tratamiento de las muestras para trabajar en el cromatógrafo SHIDMAZU - QP2010 ultra de la universidad del Quindío, fue extracción con cloroformo únicamente, tomando 15mL de muestra y 15mL de cloroformo (proporción 1:1), con agitación en plancha magnética, y extracción del sobrenadante. Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron:

Columna: 5% difenilpolisiloxano,

Temperatura Inicial: 150 °C

Temperatura Final: 250 °C

Temperatura interface: 280 °C

Temperatura detector: 230 °C

Flujo columna: 1 mL/min

Velocidad Lineal: 38 cm/s.

Construcción de una Unidad Didáctica sobre las Bebidas Alcohólicas para la Divulgación de los Resultados

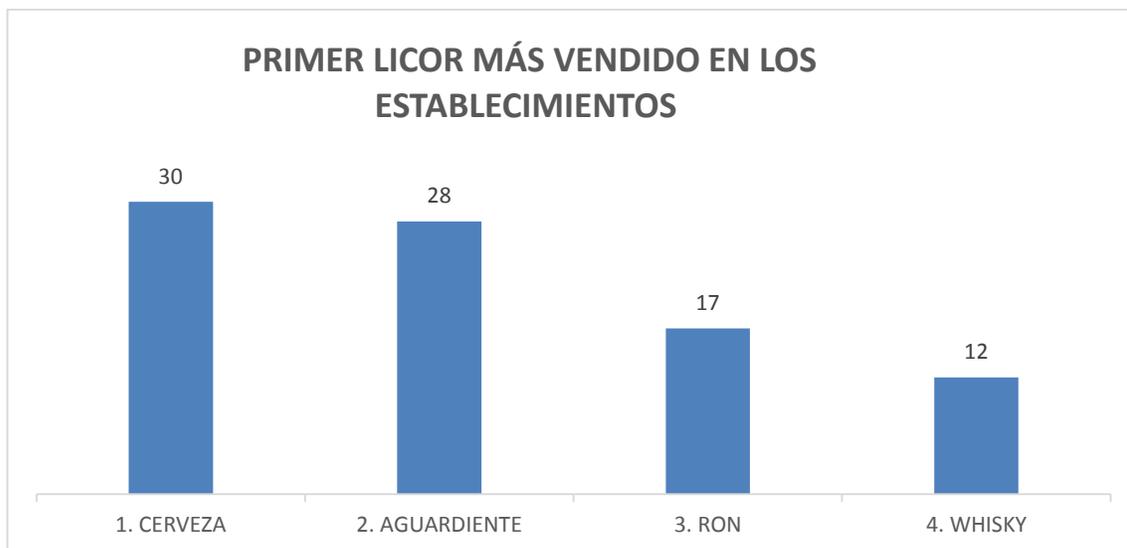
Para la realización de la unidad didáctica, se recopiló información sobre las características comunes de algunos licores, los procedimientos de preparación de los mismos y de igual manera de los resultados obtenidos, no sólo para plasmarlos, si no para proponer las actividades de la misma, teniendo en cuenta las encuestas realizadas a los estudiantes.

Resultados y análisis

Encuesta Realizada a Algunos Establecimientos Expendedores de Bebidas Alcohólicas en la Ciudad de Neiva Huila

Con el fin de seleccionar los licores a analizar en la presente investigación, se aplicó una encuesta (ver Anexo A) en treinta y cinco (35) establecimientos expendedores de bebidas alcohólicas en la ciudad de Neiva, los cuales fueron escogidos de manera aleatoria, estos establecimientos se encuentran ubicados a lo largo de la ciudad, en las diferentes comunas de la misma. A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos.

La localización de estos en las gráficas, se presenta en orden descendente, es decir, se muestra inicialmente el producto considerado por los establecimientos como el más vendido y se continúa en este orden hasta el producto menos vendido en la ciudad.



Gráfica No. 1. Primer producto más vendido en los establecimientos encuestados.

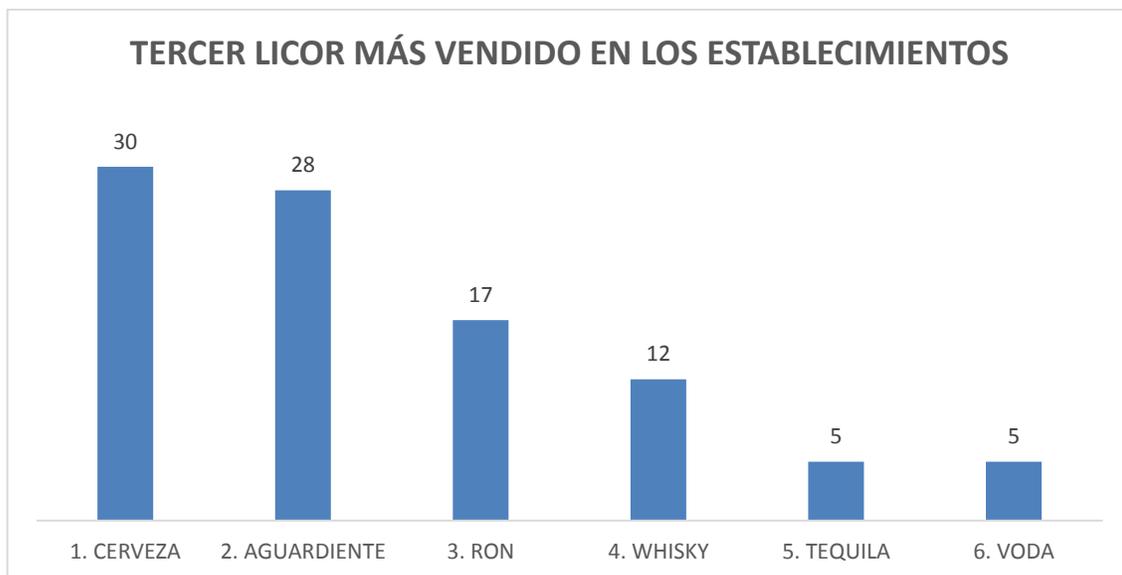
Tal como se observa en la gráfica No. 1, el licor más vendido en 30 de los 33 establecimientos encuestados, es la cerveza, la cual corresponde a una de las bebidas alcohólicas de menor costo en la ciudad, ajustándose al presupuesto de la mayor parte de la ciudadanía, razón por la cual prefieren esta bebida en lugar de las demás; sin embargo, uno de los establecimientos respondió que el licor más vendido por este, es el tequila, otro establecimiento respondió el aguardiente y otro el whisky.



Gráfica No. 2. Segundo producto más vendido en los establecimientos encuestados.

La segunda bebida alcohólica de mayor venta en la ciudad es el aguardiente, ya que de los 33 establecimientos encuestados, 28 respondieron ser esta bebida una de las que más se consume después de la cerveza. Posiblemente, la razón de que esta bebida sea una de las más consumidas, es por el bajo costo que se ajusta al presupuesto de la población de los Neivanos. Tan solo un establecimiento, consideró al vodka, como la segunda bebida de mayor venta en la ciudad, otro consideró al tequila, otro establecimiento a la ginebra, otro al whisky y otro a la cerveza, ya que a excepción de la cerveza, el costo de los demás es un poco más alto.

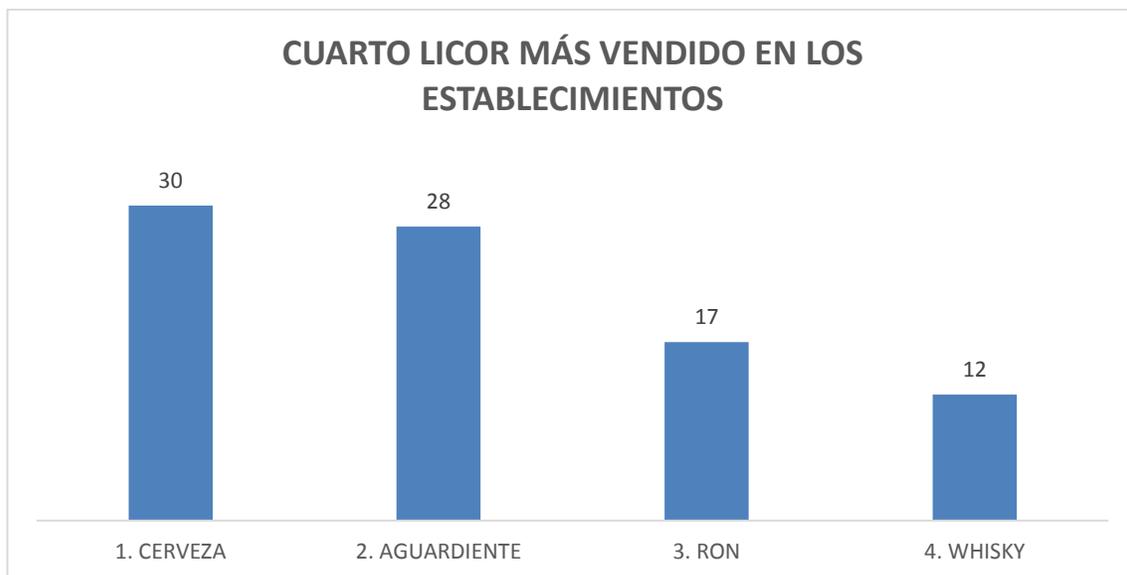
Es de aclarar, que de los 33 establecimientos encuestados, hay cuatro establecimientos que venden solo dos productos, cerveza y aguardiente, razón por la cual, se encontrará una disminución del total de establecimientos encuestados para el análisis del tercer producto más vendido en la ciudad.



Gráfica No. 3. Tercer producto más vendido en los establecimientos encuestados.

Como tercer licor más vendido, se tiene que el de mayor venta es el ron, puesto que el total de establecimientos que lo consideran como tal, es de 17. Sin embargo, 5 de los 29 establecimientos restantes, consideran al Whisky como el tercero con mayor índice de venta, de igual manera se encuentra que, la diferencia de este con el tequila es de solo un establecimiento, mientras que para el vodka, el aguardiente y el vino, únicamente un establecimiento por cada licor lo considera el tercero más distribuido.

Para el análisis de la cuarta bebida alcohólica en Neiva, hay que tener en cuenta que la cantidad de establecimientos encuestados que alcanzan esta valoración, disminuye de 29 establecimientos a 22, puesto que 7 establecimientos de los 29 anteriores, venden solo tres productos.



Gráfica No. 4. Cuarto producto más vendido en los establecimientos encuestados.

El whisky, tal como se observa en la gráfica No. 4, es el licor considerado por los establecimientos como la cuarta bebida alcohólica más vendida en la ciudad, con un total de 12 establecimientos de los 22 que quedaban, 5 de los establecimientos, expresaron que el cuarto producto más vendido en la ciudad es el tequila, seguido del vodka, con una diferencia de 1 establecimiento y el ron con una diferencia de 3 establecimientos respecto al vodka. De igual manera, para la gráfica No. 5, el total de establecimientos encuestados disminuye a 14, pues, 8 de los establecimientos que quedaban de los 22 anteriores, distribuyen solo cuatro productos totales.



Gráfica No. 5. Quinto producto más vendido en los establecimientos encuestados.

Tal como se observa en la gráfica No. 5, la heterogeneidad en los resultados, es mucho mayor, ya que el total de establecimientos que respondieron que el quinto producto más vendido en la ciudad de Neiva es el tequila, fue de tan solo cinco (5) de catorce (14), en comparación con los demás. Los establecimientos restantes respondieron que esta posición debía ser ocupada para: la crema de whisky (tres establecimientos) el ron y el vodka (dos establecimientos por licor) y para el vino y la ginebra de un establecimiento cada uno.



Gráfica No. 6. Sexto producto más vendido en los establecimientos encuestados.

Como se observa en la gráfica No. 6, para el análisis de la sexta bebida alcohólica más comercializada en Neiva para el consumo humano, se tuvieron en cuenta los 10 establecimientos que distribuyen una buena cantidad de diferentes bebidas alcohólicas. Así, cinco establecimientos consideran el vodka en sexto lugar, seguido de la ginebra para 3 establecimientos, mientras que para el whisky, el aguardiente y la crema de whiskey, un establecimiento por licor los consideran como el sexto producto más vendido.

A continuación, se muestra en la gráfica No. 7, el orden de las bebidas alcohólicas más vendidas a los consumidores de la Ciudad de Neiva, de acuerdo al número total de establecimientos encuestados.

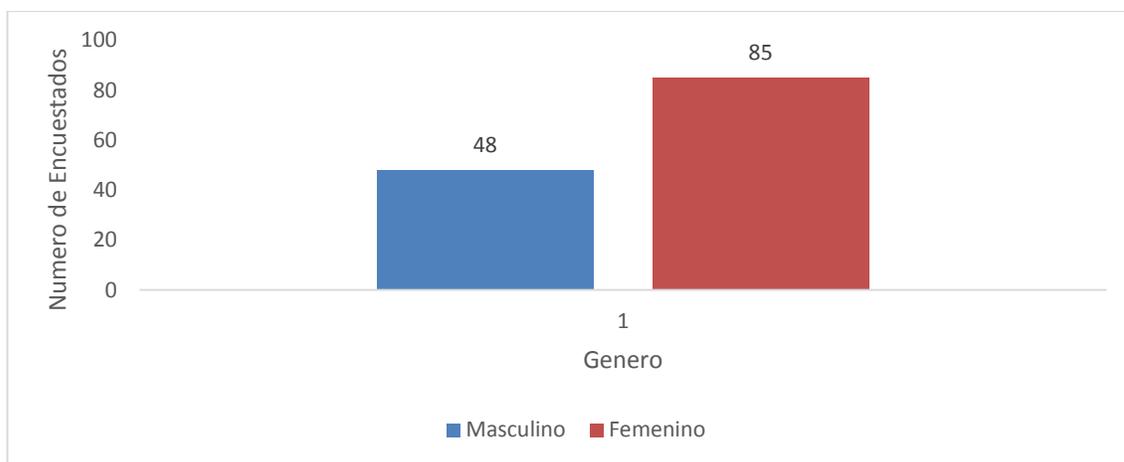


Gráfica No. 7. Clasificación de las bebidas alcohólicas de mayor distribución de acuerdo a los establecimientos de expendio

Como se puede observar en las gráficas y de acuerdo a las encuestas realizadas a los establecimientos que expenden bebidas alcohólicas en la ciudad de Neiva, se puede concluir lo siguiente: La cerveza es la bebida alcohólica de mayor venta por los establecimientos, mientras el vodka es el menos vendido, sin embargo entre ellos se encuentran el aguardiente, el ron, el whisky y el tequila respectivamente, así mismo es posible observar que el orden varía de acuerdo a su costo, lo que permitiría determinar su consumo de acuerdo al poder adquisitivo de la población.

Encuesta de Reconocimiento de Consumo de Bebidas Alcohólicas en Estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana

Se aplicó una encuesta (ver Anexo B) a ciento treinta y tres (133) estudiantes entre el primer, cuarto y último semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la universidad Surcolombiana, con el fin de establecer una relación del consumo de bebidas alcohólicas con la edad y el sexo de los jóvenes y poder estimar el conocimiento que tienen los estudiantes del programa sobre la producción, la composición y la distribución de bebidas alcohólicas. A continuación, en la gráfica No. 8 se presentan los resultados obtenidos.

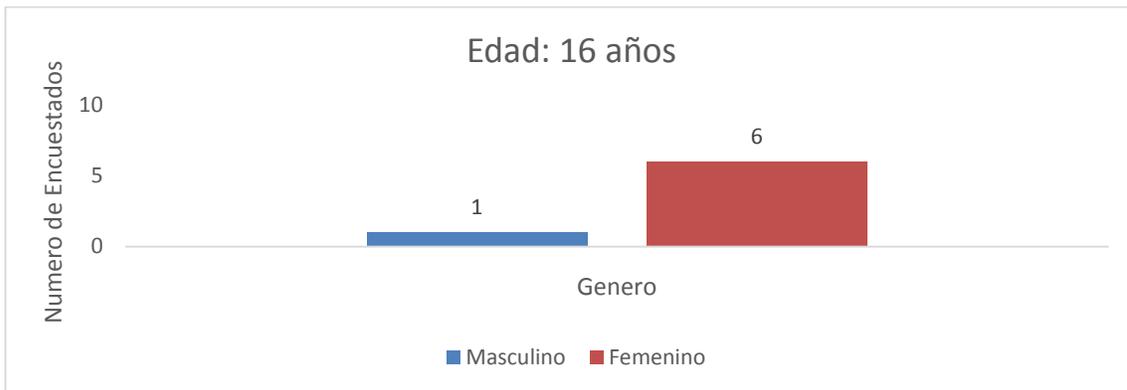


Gráfica No. 8. Número de estudiantes encuestados de acuerdo al género

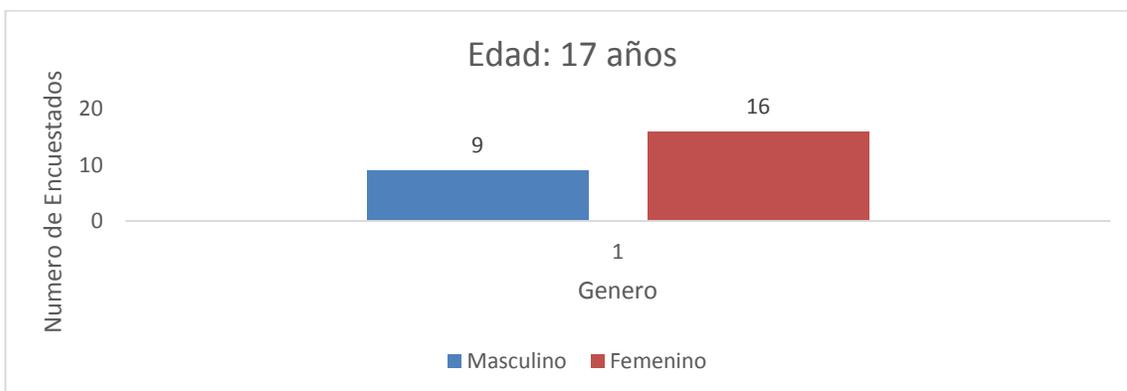
De los estudiantes encuestados tal como lo presenta la gráfica No. 8, 48 son hombres y 85 mujeres, que oscilan entre las edades de 16 a 25 años. Para los estudiantes

que tienen edad de 16 años, 6 correspondieron al sexo femenino y 1 al sexo masculino (Gráfica No. 9).

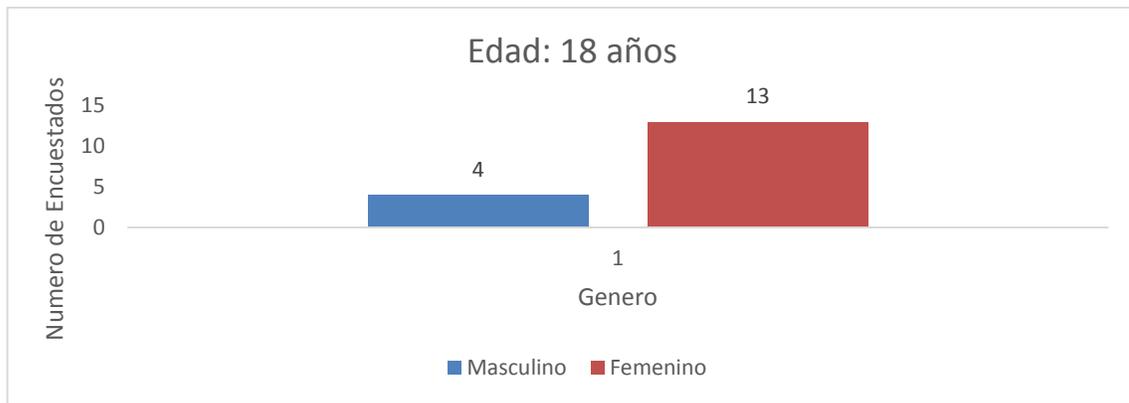
Del total de estudiantes encuestados, la edad más frecuente es de 17 años, con un total de veinticinco personas de las cuales 9 son hombres y 16 mujeres (Gráfica No. 10); y la edad menos frecuente es de 25 años, que además es la mayor edad presente en los estudiantes encuestados, con cuatro personas de las cuales 3 corresponden al sexo masculino y uno al sexo femenino (Gráfica No. 18).



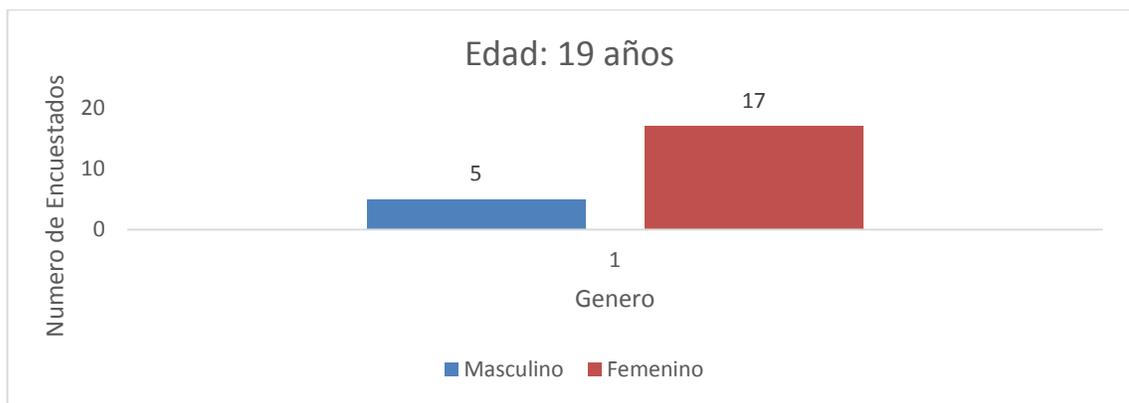
Gráfica No. 9. Estudiantes que presentan 16 años.



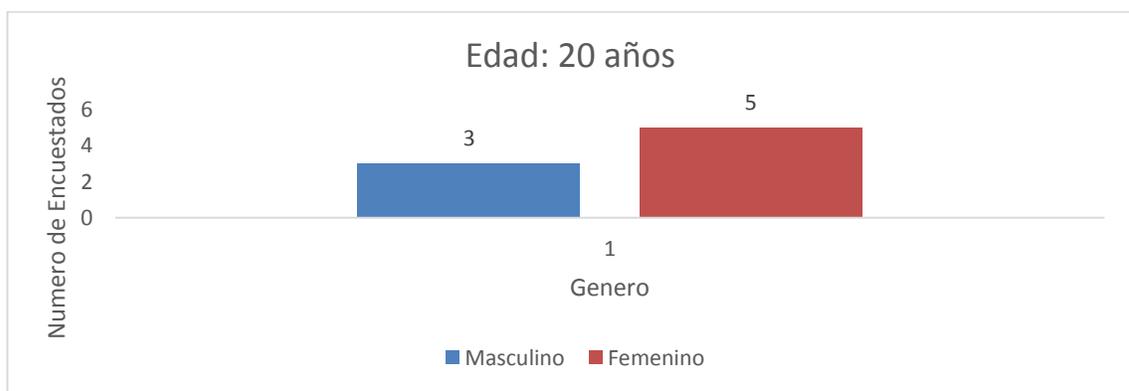
Gráfica No. 10. Estudiantes que presentan 17 años.



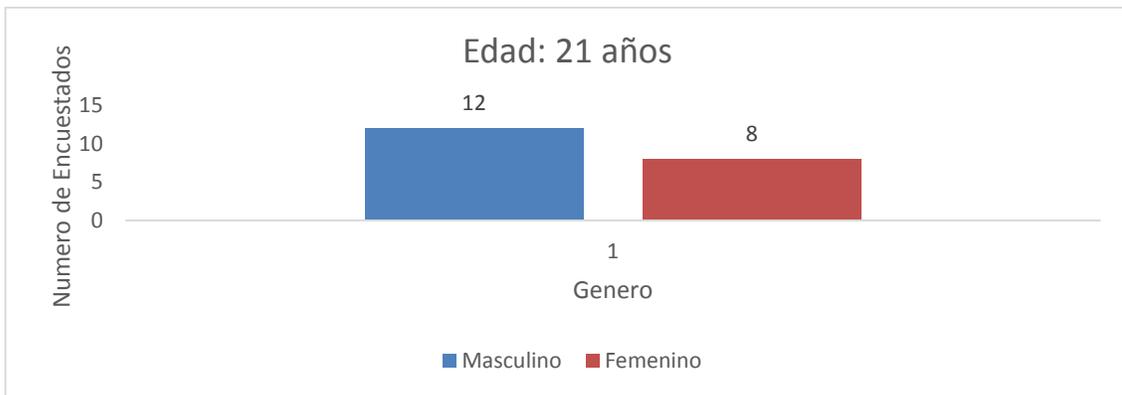
Gráfica No. 11. Estudiantes que presentan 18 años.



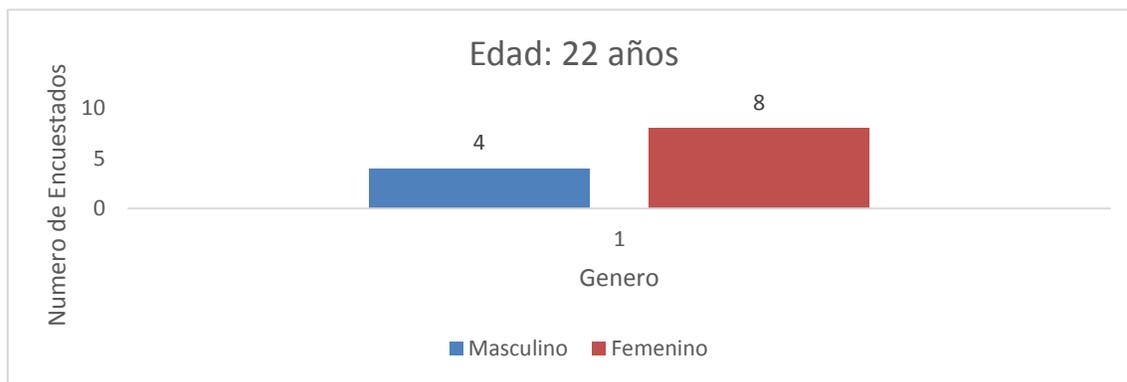
Gráfica No. 12. Estudiantes que presentan 19 años.



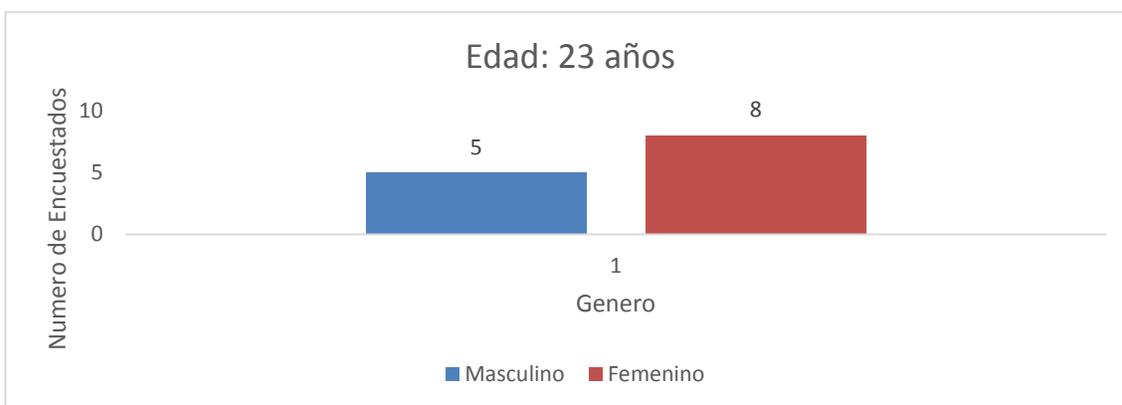
Gráfica No. 13. Estudiantes que presentan 20 años.



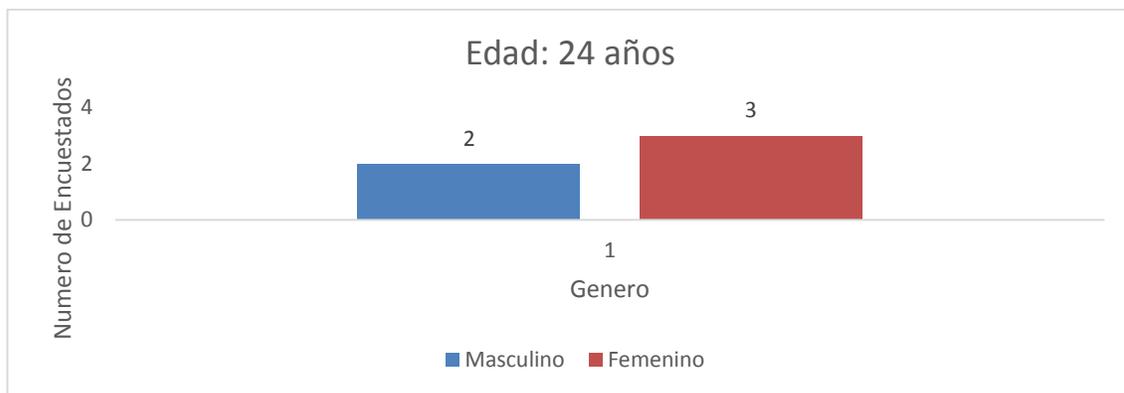
Gráfica No. 14. Estudiantes que presentan 21 años.



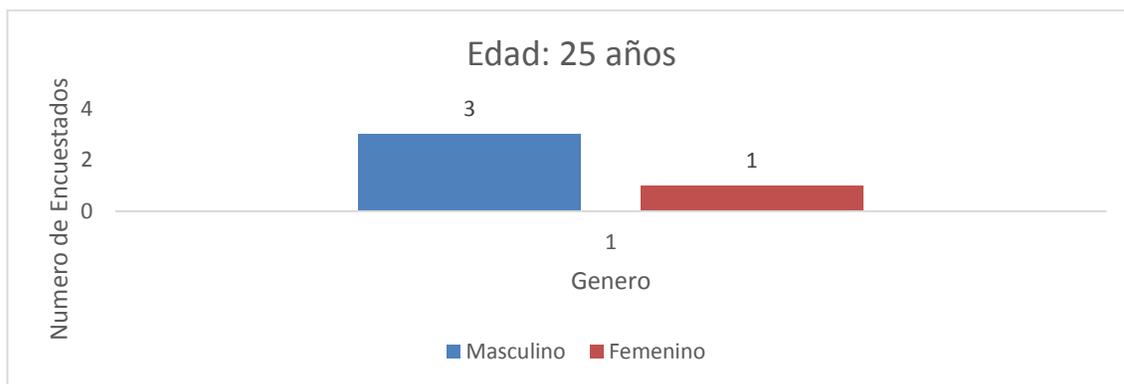
Gráfica No. 15. Estudiantes que presentan 22 años.



Gráfica No. 16. Estudiantes que presentan 23 años.

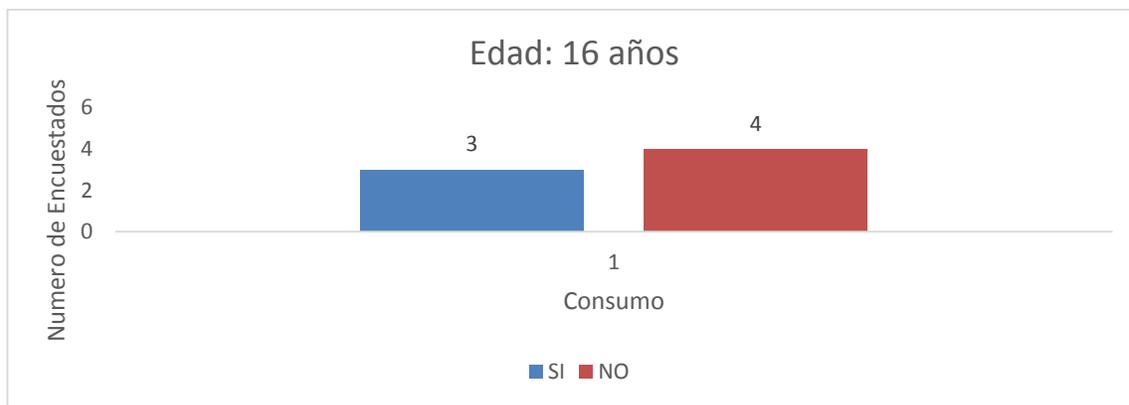


Gráfica No. 17. Estudiantes que presentan 24 años.



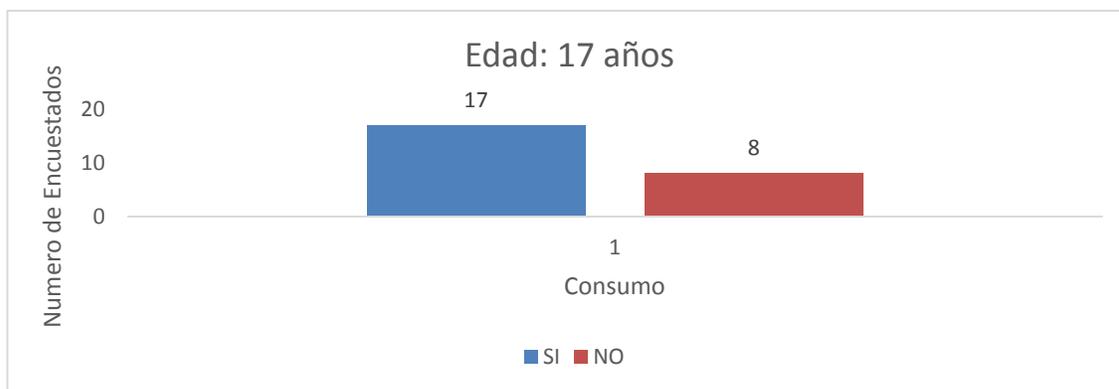
Gráfica No. 18. Estudiantes que presentan 25 años.

Del total de 133 estudiantes encuestados, 101 estudiantes son consumidores de bebidas alcohólicas y 32 no consumen licor. A continuación se muestran los resultados en gráficos del consumo de bebidas alcohólicas por edades de los estudiantes encuestados.



Gráfica No. 19. Consumo de licor en estudiantes con edad de 16 años

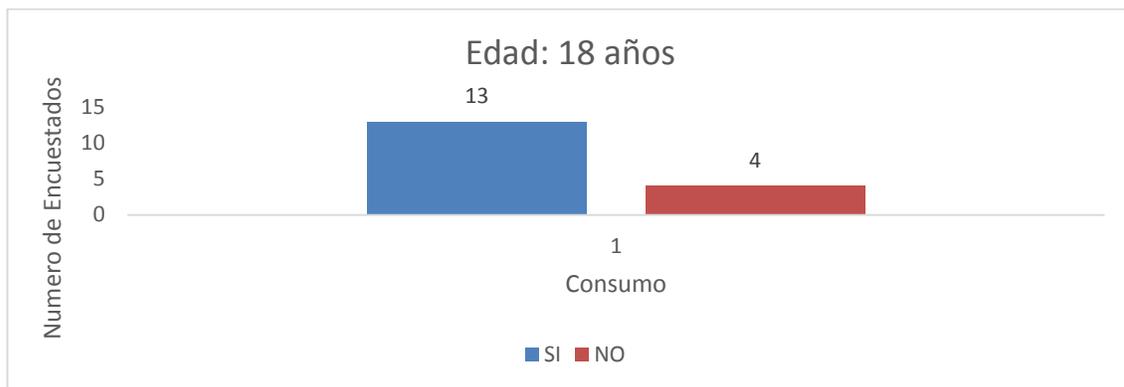
En la gráfica No.19, se presentan los resultados del consumo de bebidas alcohólicas de los encuestados que presentan 16 años, del total de siete personas que presentan esta edad, tres de ellas consumen licor y cuatro no.



Gráfica No. 20. Consumo de licor en estudiantes con edad de 17 años

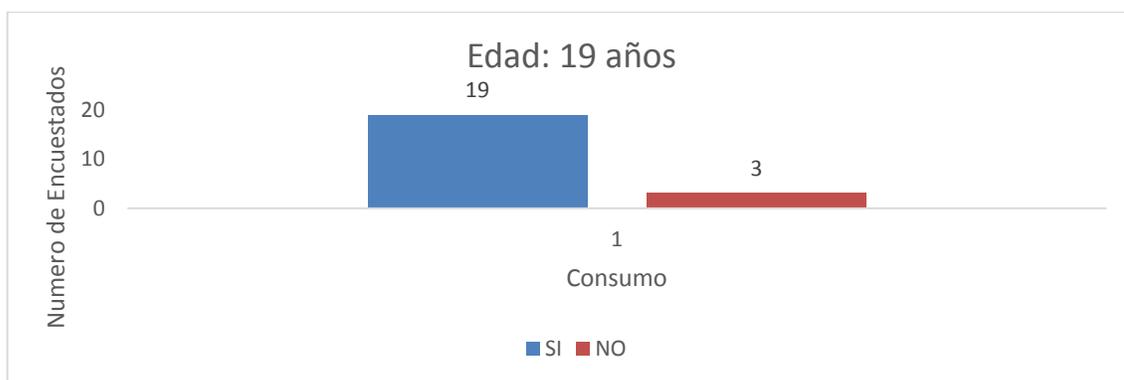
A partir de los resultados obtenidos que se presentan en la gráfica No. 20, se evidencia el consumo de bebidas alcohólicas de los encuestados que presentan 17 años,

del total de veinticinco personas que presentan esta edad, diecisiete de ellas consumen licor y ocho no.



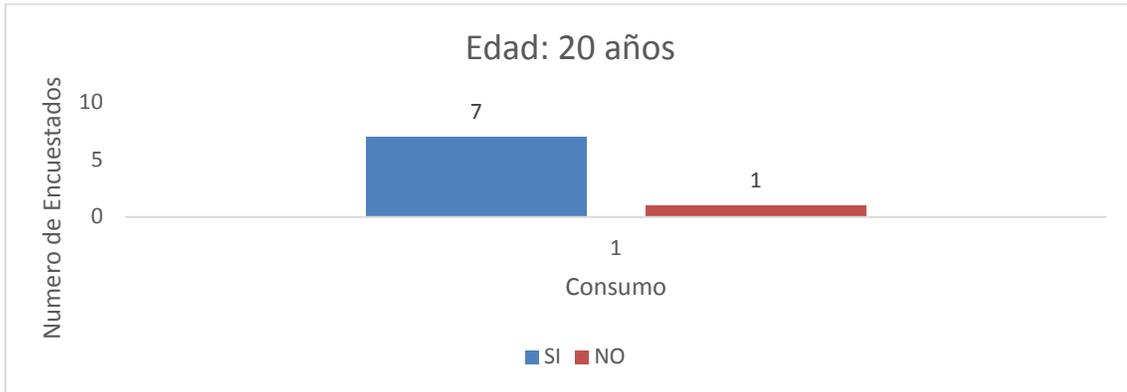
Gráfica No. 21. Consumo de licor en estudiantes con edad de 18 años

En la gráfica No. 21, se presentan los resultados del consumo de bebidas alcohólicas de los encuestados que presentan 18 años, del total de diecisiete personas que presentan esta edad, trece de ellas consumen licor y cuatro no.



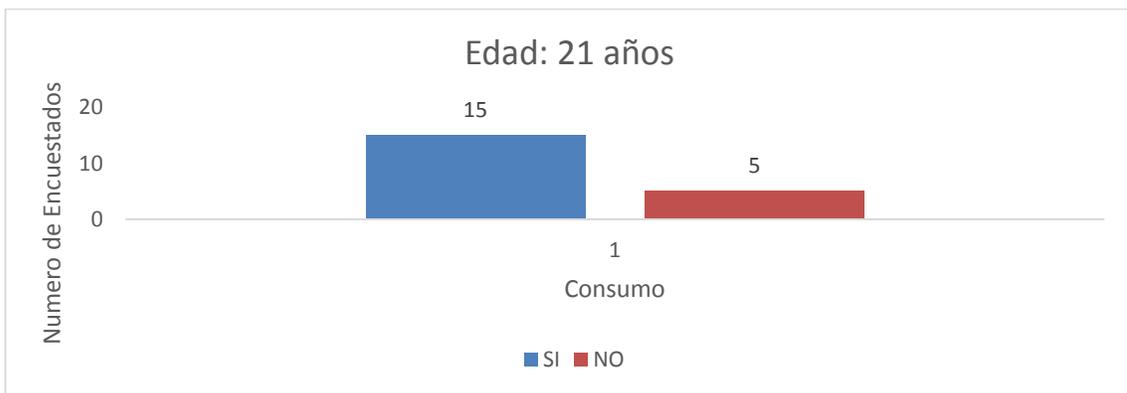
Gráfica No. 22. Consumo de licor en estudiantes con edad de 19 años

Como se puede observar en la gráfica No. 22, de un total de veintidós personas que presentan la edad de 19 años, diecinueve de ellas consumen licor y tres no.



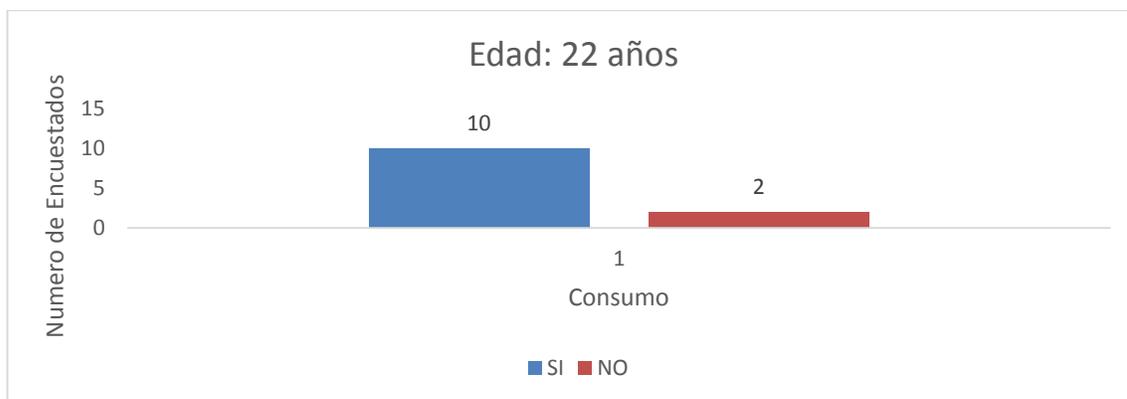
Gráfica No. 23. Consumo de licor en estudiantes con edad de 20 años

En la gráfica No. 23, se presentan los resultados del consumo de bebidas alcohólicas de los encuestados que presentan 20 años, del total de ocho personas que presentan esta edad, siete de ellas consumen licor y una no.



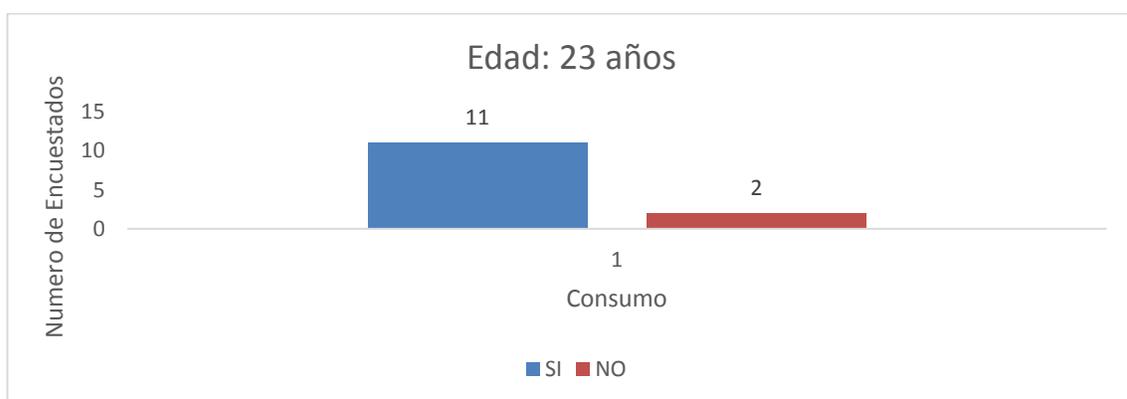
Gráfica No. 24. Consumo de licor en estudiantes con edad de 21 años

El consumo de licor en los estudiantes que presentan edad de 21 años, de un total de veinte personas, quince de ellas consumen bebidas alcohólicas y cinco no, tal como se evidencia en la gráfica No. 24.



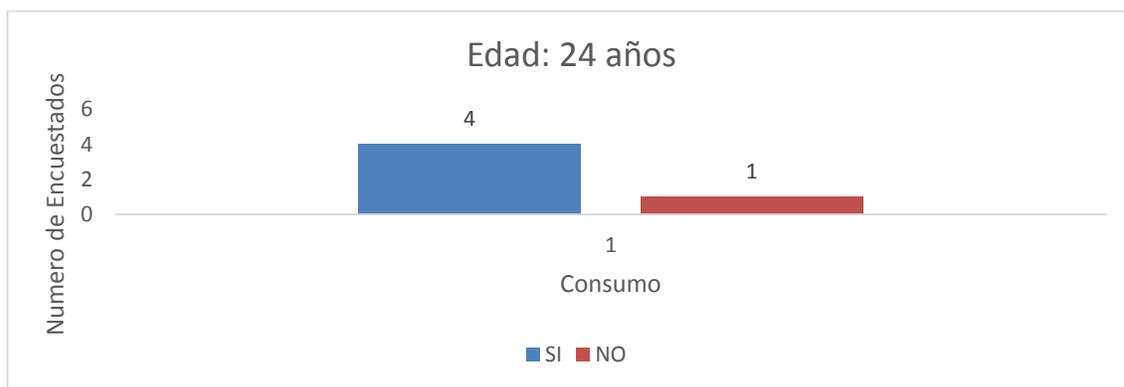
Gráfica No. 25. Consumo de licor en estudiantes con edad de 22 años

En la gráfica No. 25, se presentan los resultados del consumo de bebidas alcohólicas en los estudiantes encuestados que presentan una edad de 22 años, donde de un total de doce personas, diez de ellas consumen licor y dos no.



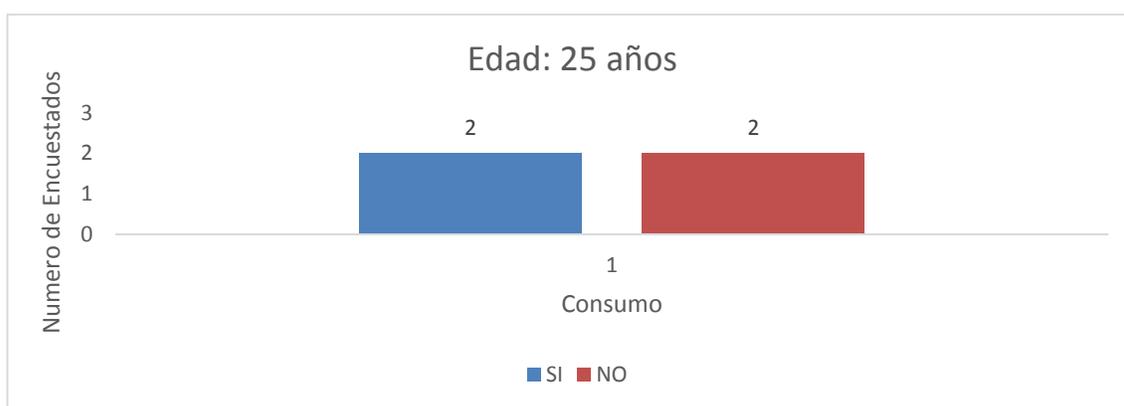
Gráfica No. 26. Consumo de licor en estudiantes con edad de 23 años

Como se puede observar en la gráfica No. 26, de un total de trece personas que presentan la edad de 23 años, once de ellas consumen licor y dos no.



Gráfica No. 27. Consumo de licor en estudiantes con edad de 24 años

En la gráfica No. 27, se presentan los resultados del consumo de bebidas alcohólicas en los estudiantes encuestados que presentan una edad de 24 años, donde de un total de cinco personas, cuatro de ellas consumen licor y una no.

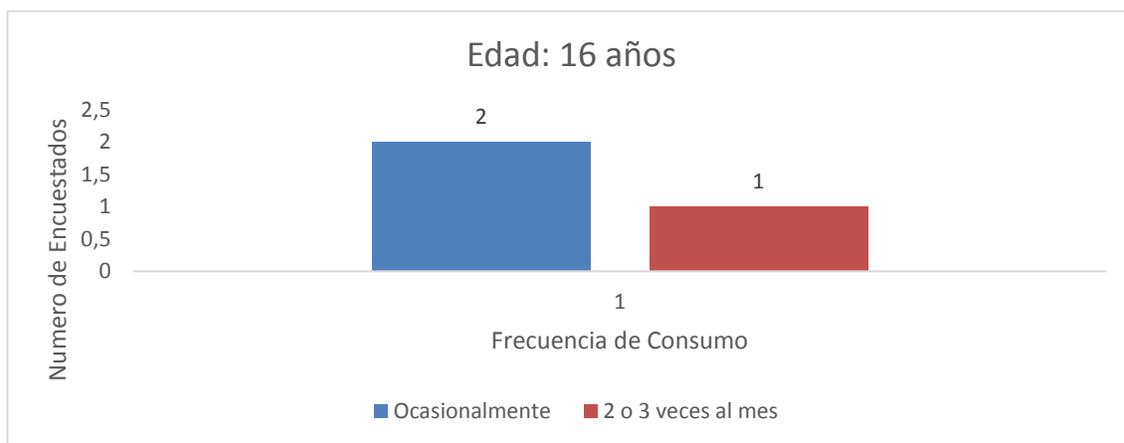


Gráfica No. 28. Consumo de licor en estudiantes con edad de 25 años

A partir de los resultados obtenidos que se presentan en la gráfica No. 28, se evidencia el consumo de bebidas alcohólicas de los encuestados que presentan 25 años, del total de cuatro personas que presentan esta edad, dos de ellas consumen licor y dos no.

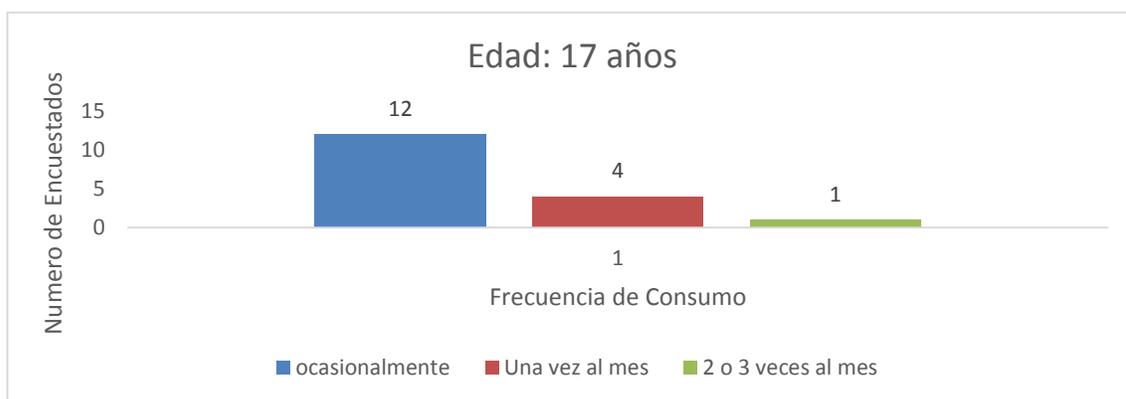
Como se puede observar a partir de los resultados obtenidos que comprenden los dos géneros en la población, se evidencia un alto consumo de licor en la población encuestada, donde el consumo es muy evidente en los estudiantes con edades entre los 17 y 23 años, siendo la edad de 19 años en que se presenta el mayor consumo de bebidas alcohólicas con un total de diecinueve personas, tal como se evidencia en la gráfica No. 22.

Además de los resultados obtenidos del consumo de licores en los estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de primero, cuarto y último semestre, se logró conocer la frecuencia por edades para el consumo de bebidas alcohólicas que se presentan a continuación en la gráfica No. 29.



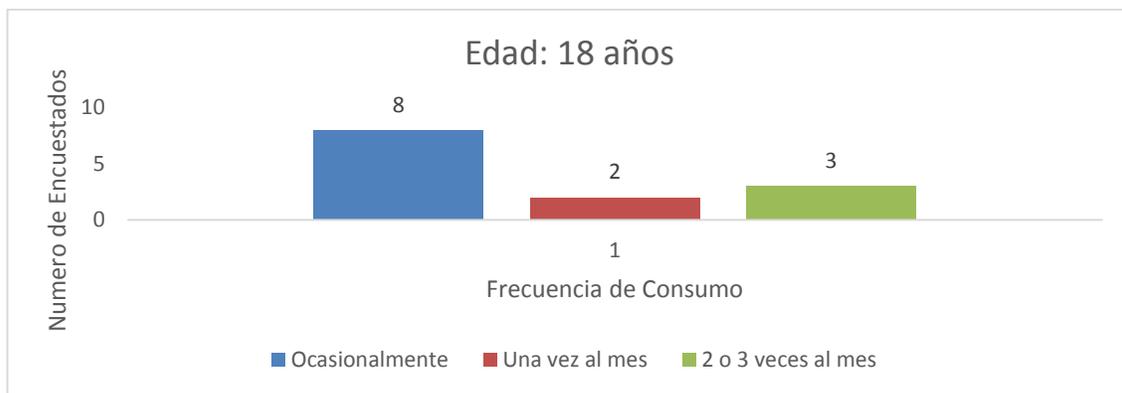
Gráfica No. 29. Frecuencia de consumo en la edad de 16 años

Partiendo de los resultados obtenidos de consumo de bebidas alcohólicas en estudiantes con edad de 16 años, según la gráfica No. 29, de tres estudiantes que afirman consumir licor dos de ellas lo hacen ocasionalmente y una lo hace dos o tres veces al mes.



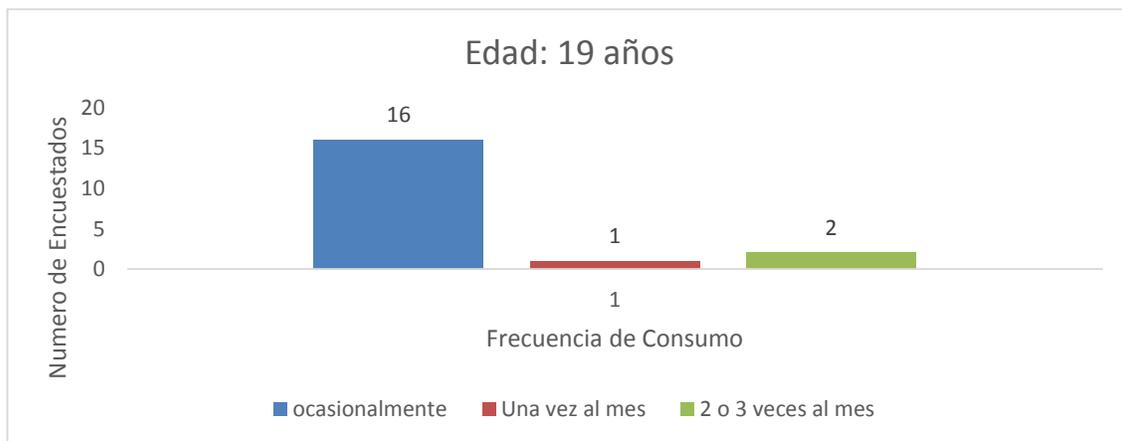
Gráfica No. 30. Frecuencia de consumo en la edad de 17 años

Dentro de los estudiantes que consumen bebidas alcohólicas y que presentan una edad de 17 años, se encuentra que 12 de 17 estudiantes consumen licor ocasionalmente, cuatro lo hacen una vez al mes y un estudiante lo hace dos o tres veces al mes.



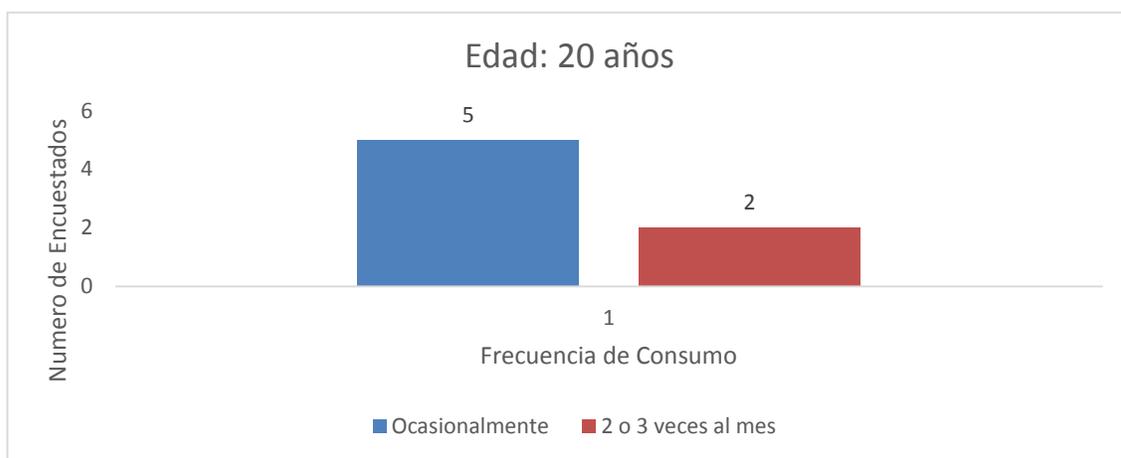
Gráfica No. 31. Frecuencia de consumo en la edad de 18 años

En la gráfica No. 31, se evidencian los resultados de la frecuencia de consumo de los estudiantes que presentan edad de 18 años, del total de consumidores de licor en esta edad que es de trece personas, ocho de ellas consumen bebidas alcohólicas ocasionalmente, tres de ellas dos o tres veces al mes y dos personas una vez al mes.



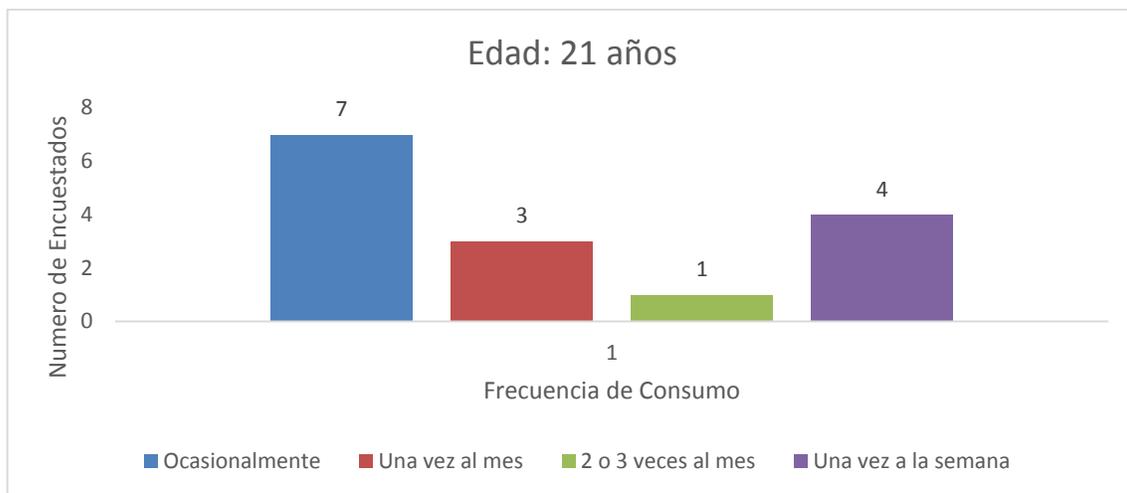
Gráfica No. 32. Frecuencia de consumo en la edad de 19 años

En la edad de 19 años, se presenta el más alto consumo de bebidas alcohólicas con un total de diecinueve personas, de las cuales su frecuencia de consumo es de dieciséis que lo hacen ocasionalmente, dos de ellas dos o tres veces al mes y una persona consume licor una vez al mes, tal como se muestra en la gráfica No. 32.



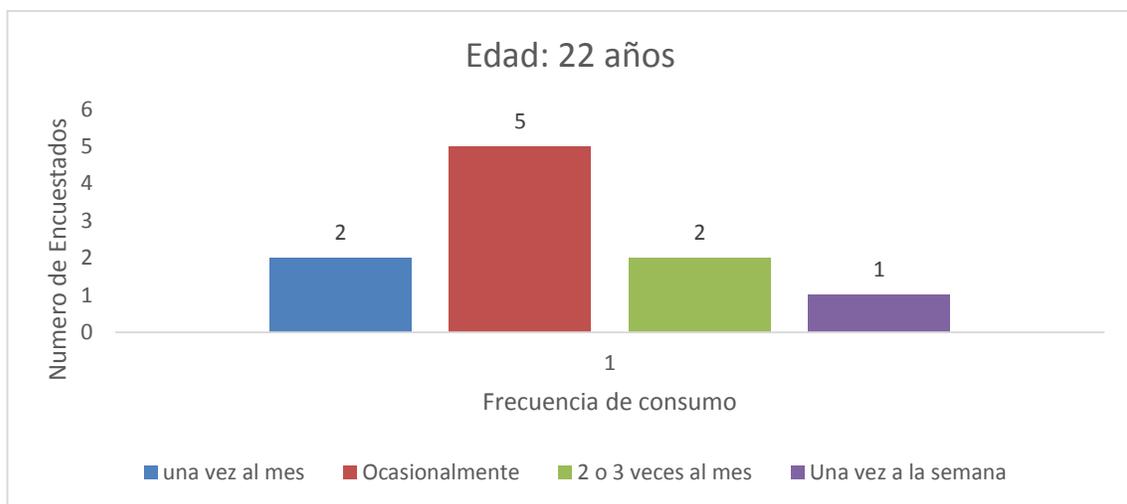
Gráfica No. 33. Frecuencia de consumo en la edad de 20 años

De un total de siete personas que consumen licor y presentan edad de 20 años, cinco de ellas lo hacen ocasionalmente y dos consumen bebidas alcohólicas dos o tres veces al mes, tal como se muestra en la gráfica No. 33.



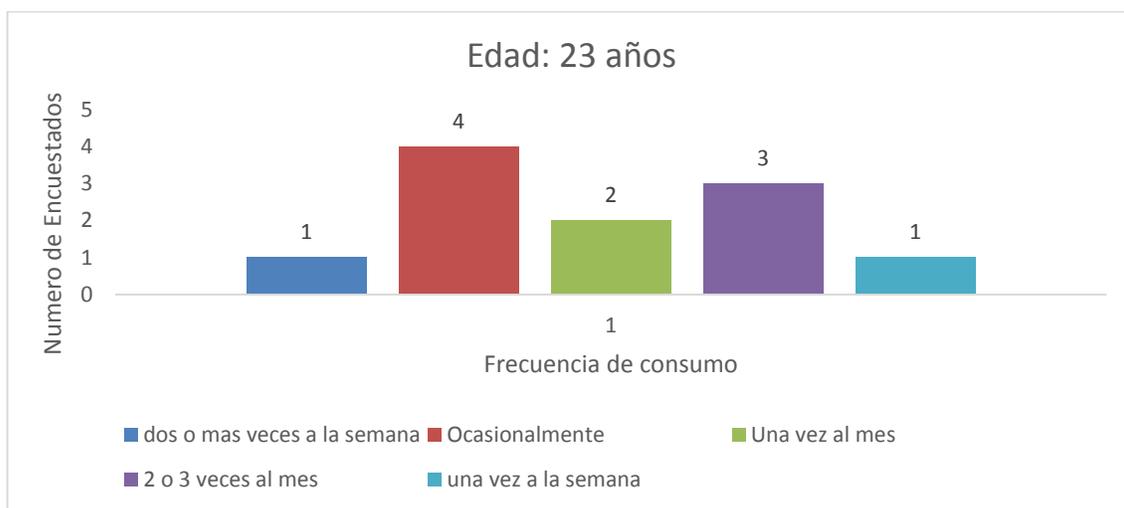
Gráfica No. 34. Frecuencia de consumo en la edad de 21 años

En la edad de 21 años, se presenta otro alto consumo de bebidas alcohólicas con un total de quince personas, de las cuales su frecuencia de consumo es de siete que lo hacen ocasionalmente, una de ellas dos o tres veces al mes, tres personas consume licor una vez al mes y cuatro lo hacen una vez a la semana, tal como se muestra en la gráfica 34.



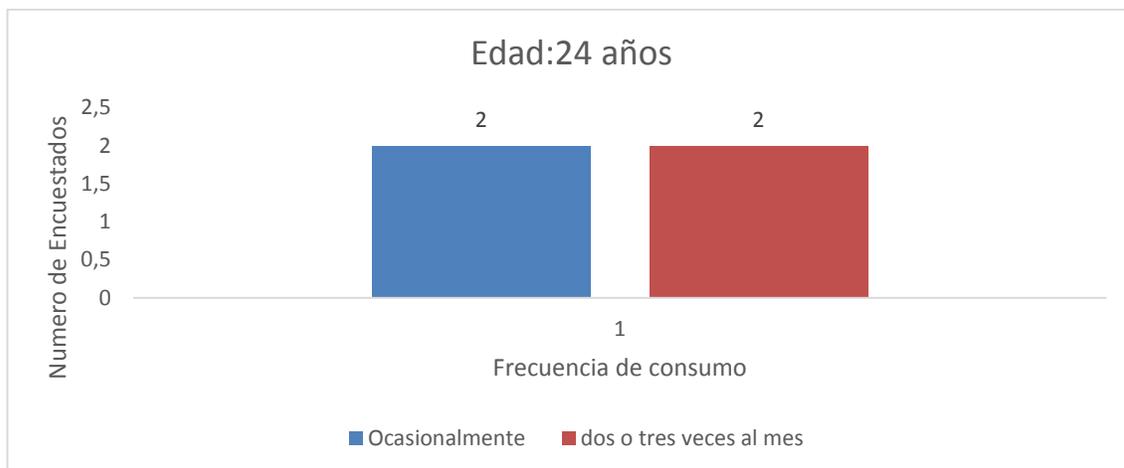
Gráfica No. 35. Frecuencia de consumo en la edad de 22 años

En la gráfica No. 35, se evidencian los resultados de la frecuencia de consumo de los estudiantes que presentan edad de 22 años, del total de consumidores de licor en esta edad que es de diez personas, cinco de ellas consumen bebidas alcohólicas ocasionalmente, dos lo hacen dos o tres veces al mes, dos personas consumen licor una vez al mes y una de ellas lo hace una vez a la semana.



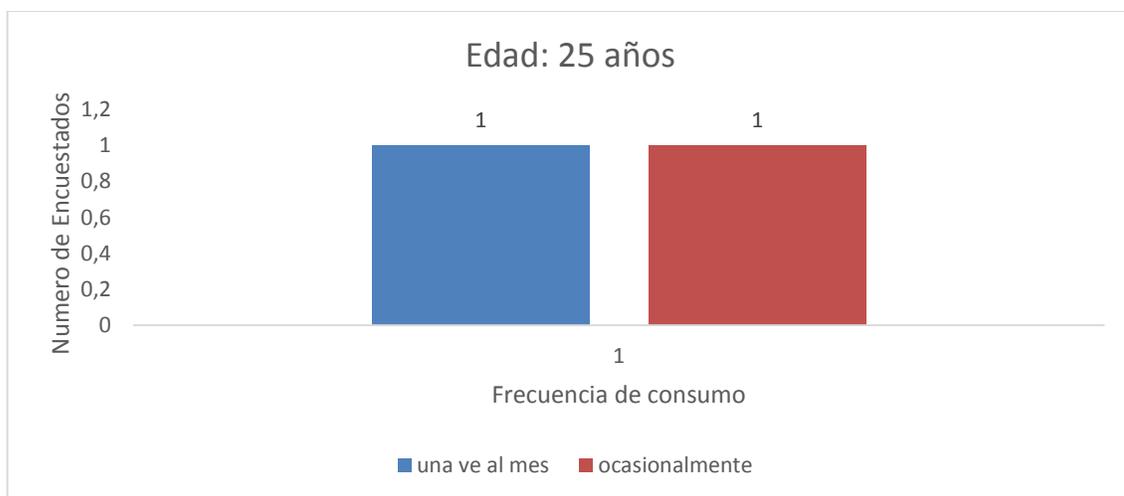
Gráfica No. 36. Frecuencia de consumo en la edad de 23 años

Para estudiantes con edad de 23 años, según la gráfica No. 36, de once estudiantes que afirman consumir bebidas alcohólicas, cuatro de ellas lo hacen de manera ocasional, tres lo hacen dos o tres veces al mes, una persona consumen licor dos o tres veces a la semana, dos lo consumen una vez al mes y una persona consume licor con frecuencia de una vez a la semana.



Gráfica No. 37. Frecuencia de consumo en la edad de 24 años

En la gráfica No. 37, se evidencian los resultados de la frecuencia de consumo de los estudiantes que presentan edad de 24 años, del total de consumidores de licor en esta edad que es de cuatro personas, dos de ellas consumen bebidas alcohólicas ocasionalmente y dos lo hacen dos o tres veces al mes.

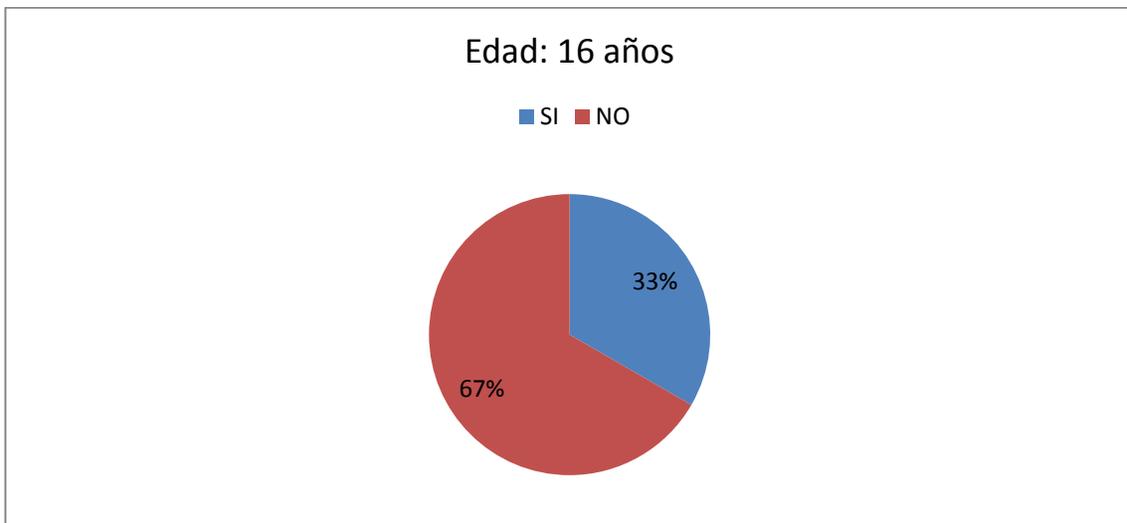


Gráfica No. 38. Frecuencia de consumo en la edad de 25 años

Para los dos estudiantes que consumen bebidas alcohólicas y que presentan una edad de 25 años, se encuentra que uno de estos estudiantes consume licor ocasionalmente y otro lo hace una vez al mes (Gráfica No. 38).

De acuerdo a los resultados con respecto a la frecuencia de consumo en los estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales, se puede concluir lo siguiente: En todas las edades se observa un consumo de manera ocasional y de dos a tres veces al mes. En las edades de 21, 22 y 23 años se evidencia una frecuencia de consumo de una vez a la semana. Como podemos notar, el consumo de bebidas alcohólicas en la población es reflejada desde los 16 años y aumenta a medida de la edad.

En cuanto a los conocimientos previos sobre la producción, composición y distribución de licores por parte de los estudiantes del programa, se encontró lo siguiente de acuerdo a las encuestas realizadas:



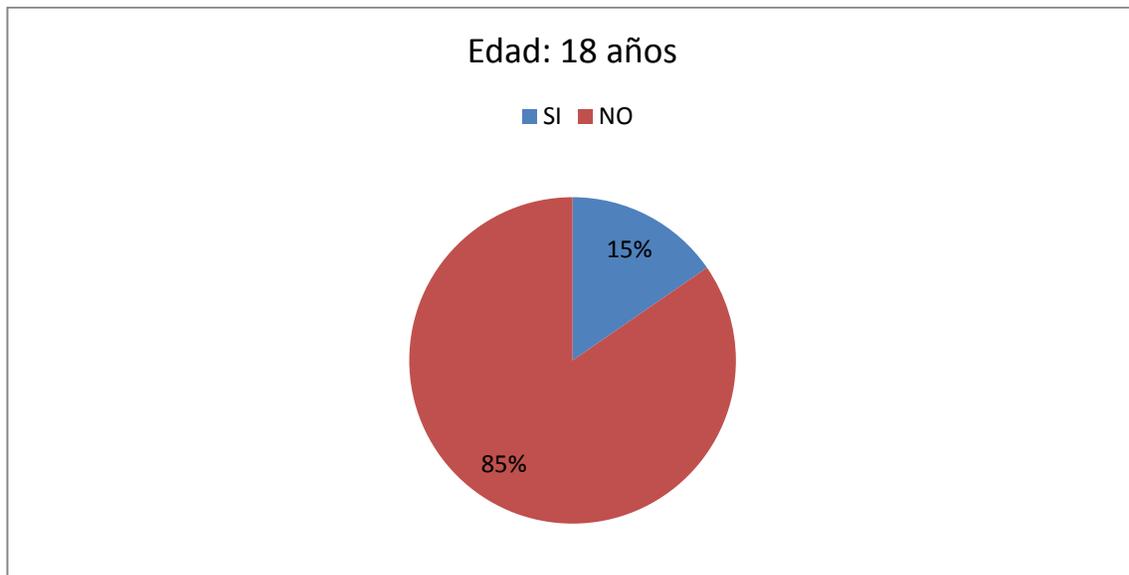
Gráfica No. 39. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 16 años

Según la gráfica No. 39, la mayoría de los estudiantes en edad de 16 años no conocen la procedencia del licor que consumen, ya que de los tres que consumen sólo uno respondió que si conoce dicha procedencia lo cual equivale al 33% de la población de 16 años encuestada, los otros dos (77%) estudiantes respondieron que no conocen la procedencia de estos licores.



Gráfica No. 40. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 17 años

De los 17 estudiantes en edad de 17 años que consumen bebidas alcohólicas, el 65% que corresponde a un total de 11 estudiantes, respondieron que no conocen la procedencia del licor que consumen, los otros 6 equivalentes al 35% respondieron que si conocen la procedencia del mismo.



Gráfica No. 41. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 18 años

La población total de estudiantes consumidores de licores de la edad de 18 años equivale a 13 estudiantes, de estos 13, un 15% que corresponde a dos estudiantes conoce la procedencia del licor que consume, y el 85% restante son 11 estudiantes que no conocen la procedencia de los licores consumidos.



Gráfica No. 42. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 19 años

En cuanto a los estudiantes en edad de 19 años, 5 de 19 estudiantes que consumen licor, y que corresponden al 26% de los encuestados, expresan conocer la procedencia de los licores que consumen. Entre tanto, el 74% de los encuestados, que corresponden a los 14 estudiantes restantes, dicen no conocer la procedencia de los mismos.



Gráfica No. 43. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 20 años

De los 7 estudiantes que se encuentran en una edad de 20 años, y que consumen licor, el 100% expresa no conocer la procedencia del licor que consumen, tal y como se puede observar en el diagrama circular.



Gráfica No. 44. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 21 años

Los estudiantes de la edad de 21 años (Gráfica No. 44), que consumen licor, expresaron lo siguiente: el 73% que equivale a 11 estudiantes, si conocen la procedencia de los licores consumidos, los 4 restantes, o sea el 27% expresaron que no conocen dicha procedencia, a pesar de que algunos de los estudiantes no conoce esta procedencia, es la edad donde menos ignoran este tipo de información.



Gráfica No. 45. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 22 años

En la edad de 22 años, 10 estudiantes expresaron que son consumidores de licor, sin embargo, el 60% de esta población, es decir 6 estudiantes, no conocen la procedencia de los mismos, el 40% restante, respondió afirmativamente a esta pregunta.



Gráfica No. 46. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 23 años

Ocho de los 11 estudiantes de 23 años, es decir el 73% de la población, que si consume licor respondió que no conoce la procedencia del mismo, y los tres restantes, 27% si conocen esta procedencia.



Gráfica No. 47. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 24 años

En la edad de 24 años, 4 estudiantes expresaron que son consumidores de licor, sin embargo, el 75% de esta población, es decir 3 estudiantes, no conocen la procedencia de los mismos, el 25% restante, que corresponde a 1 estudiante, contestó afirmativamente a esta pregunta.

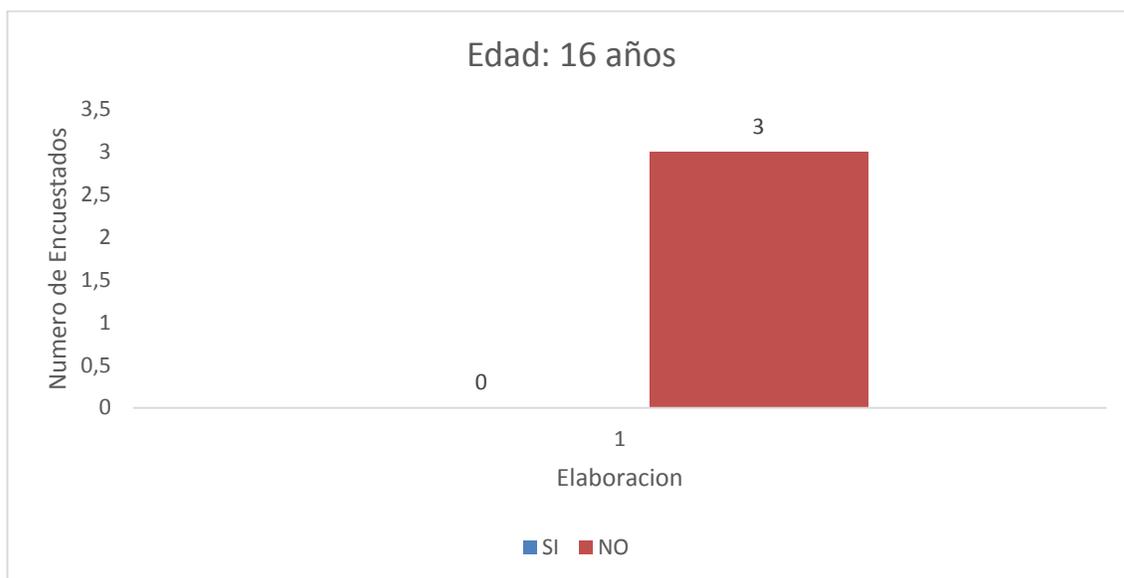


Gráfica No. 48. Conocimiento de la Procedencia de los licores en la edad de 25 años

El 100% de la población de 25 años que son 3 estudiantes, no conocen la procedencia de los licores que consumen.

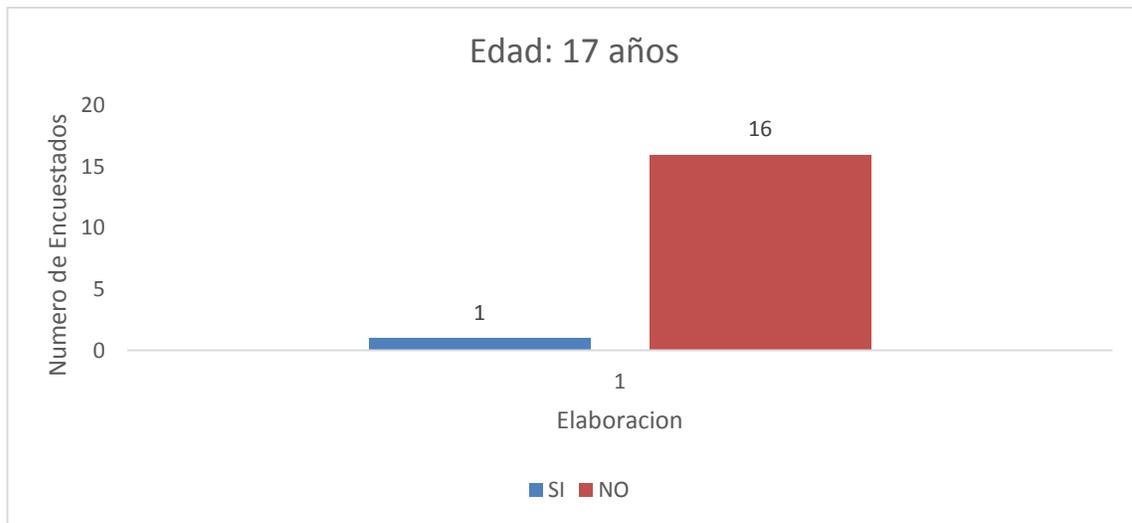
Un factor común al observar los resultados obtenidos para esta pregunta, es la desinformación de los estudiantes de todas las edades en cuanto a la procedencia de los licores que consumen, ya que como se puede observar en todas las edades predominó el NO a excepción de la edad de 21 años, en la cual son más los estudiantes que dicen

conocer la procedencia de estos licores que la cantidad de estudiantes que dice no conocer dicha procedencia.



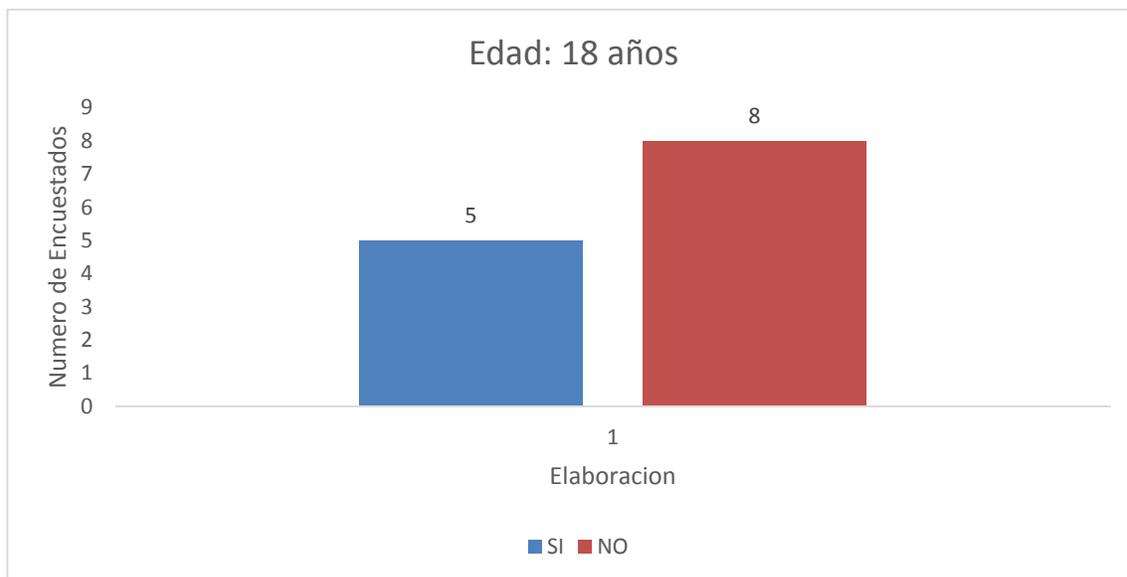
Gráfica No. 49. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 16 años

En la edad de 16 años, de los 3 estudiantes que expresaron ser consumidores de licor, ninguno conoce como se lleva a cabo la elaboración de los licores consumidos.



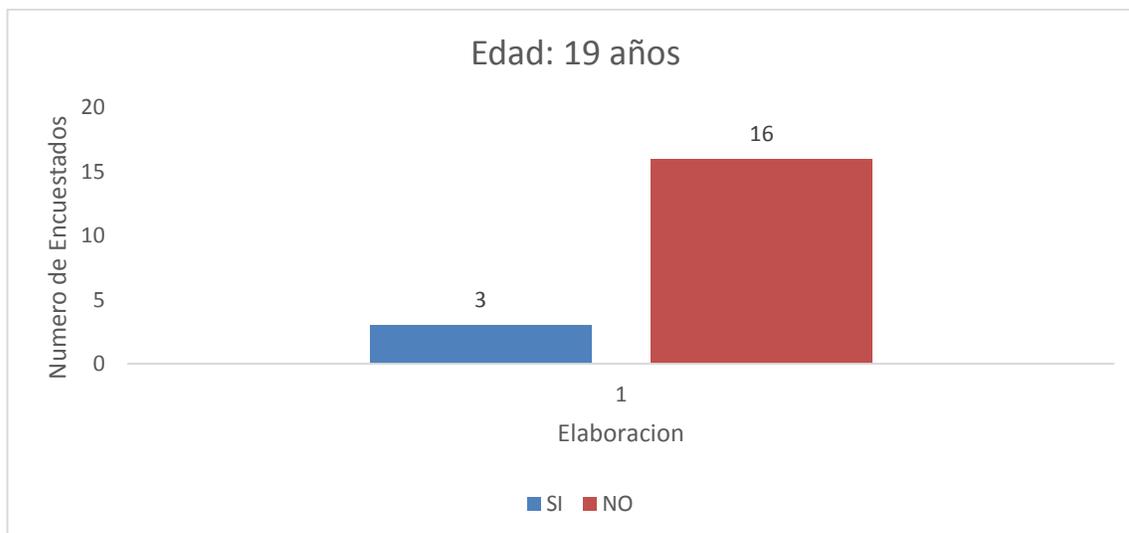
Gráfica No. 50. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 17 años

En cuanto a los estudiantes de 17 años de edad, de los 17 consumidores de licor, sólo uno expreso que conoce cómo se lleva a cabo la elaboración de los licores que consume, su respuesta de como se hace fue: “en una fábrica”, sin embargo no especifica el proceso completo que lleva a cabo cada licor hasta la unión total de todos sus componentes.



Gráfica No. 51. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 18 años

Según la gráfica No. 51, los estudiantes de 18 años de edad, de los 13 consumidores, cinco expresaron que conocen cómo se lleva a cabo la elaboración de los licores que consumen, algunas de sus respuestas fueron: “cebada”, “fermentación de la cebada – levadura, destilación de la caña de azúcar, destilación del roble”, “se fermenta el alcohol y se le agrega agua y la esencia de anís, también la cerveza lleva levadura” al realizar la comparación con las edades anteriores, estos estudiantes tienen un poco más de idea respecto a la elaboración de los licores, sin embargo, la información proporcionada por ellos no es la más completa y descriptiva.



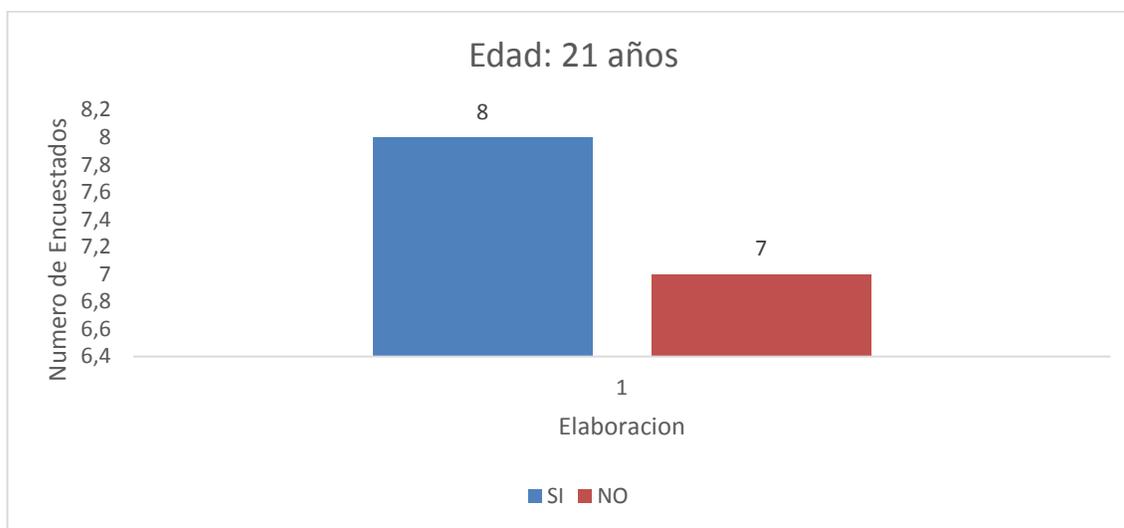
Gráfica No. 52. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 19 años

Con base en la gráfica No. 52, de los 19 estudiantes consumidores de licor de la edad de 19 años, sólo tres respondieron afirmativamente a la pregunta, los 16 restantes ignoran el proceso o los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de los licores, a continuación se presentan las respuestas de los estudiantes: “se fermenta”, “con cebada fermentada y unos componentes adicionales”, “fermentación”. Como es posible observar, los tres estudiantes coincidieron en que se llevan a cabo procesos de fermentación, sin embargo ignoran los demás procesos que requieren los licores para obtener el resultado final.



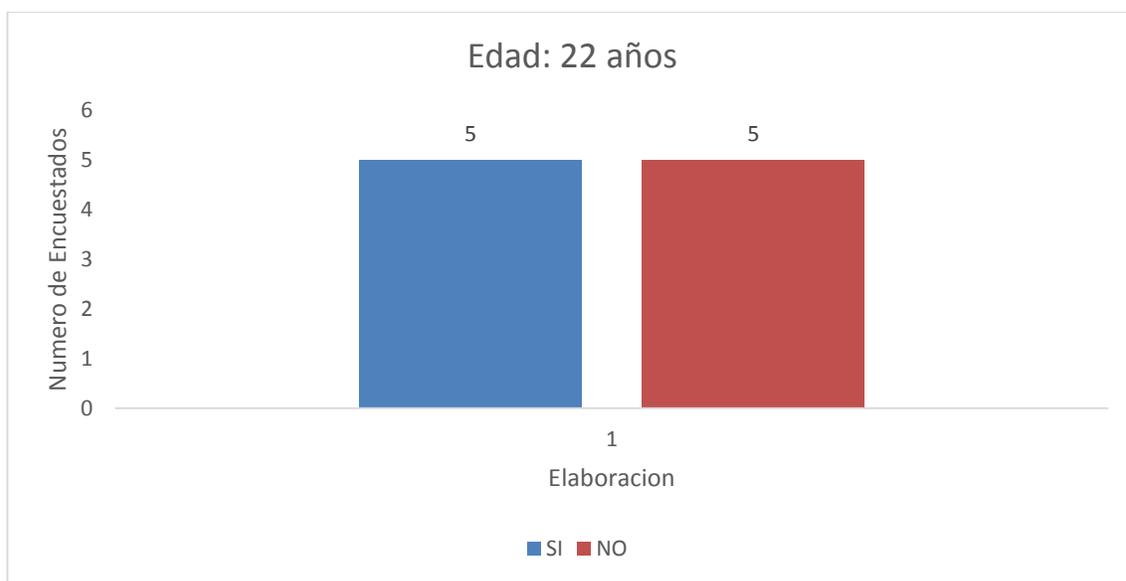
Gráfica No. 53. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 20 años

En cuanto a los estudiantes de 20 años de edad, de los 8 consumidores de licor, sólo uno expreso que conoce cómo se lleva a cabo la elaboración de los licores que consume, su respuesta de como se hace fue: “ por medio de fermentación”, este estudiante reduce el proceso de preparación de licores a solo el proceso de fermentación.



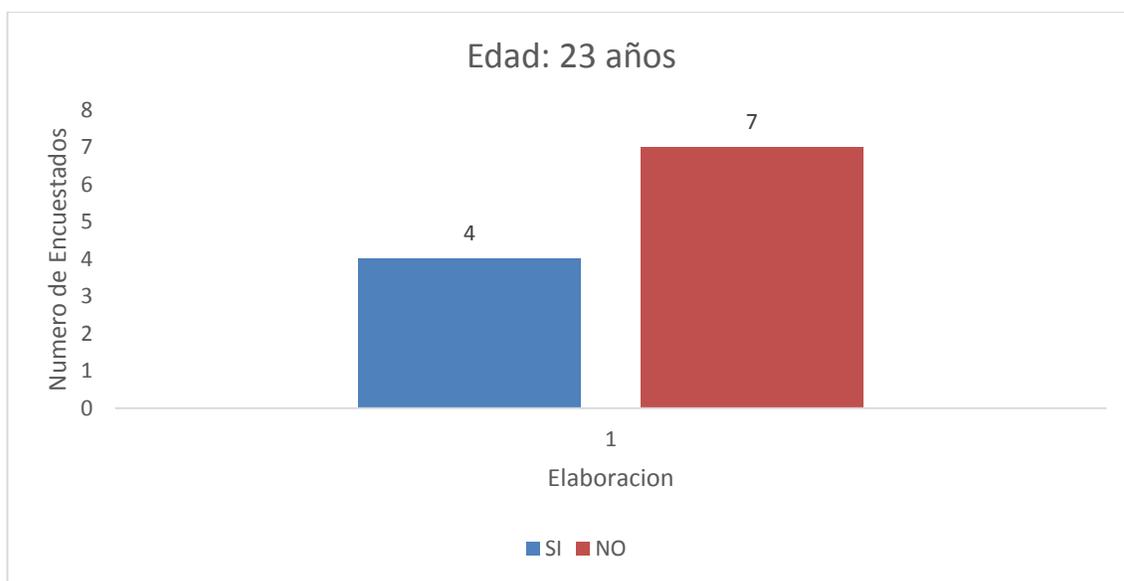
Gráfica No. 54. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 21 años

Con base en la gráfica No. 54, de los 13 estudiantes consumidores de licor de la edad de 21, ocho respondieron afirmativamente a la pregunta, los 7 restantes ignoran el proceso o los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de los licores, a continuación se presentan algunas de las respuestas de los estudiantes: “por fermentación”, “la mayor parte de las bebidas alcohólicas se realiza con el proceso de fermentación dependiendo de la bebida”, “maduración de levaduras”, “es un proceso de fermentación de la cebada, a la cual después de misma, se le agregan otros productos a los cuales se les aplica un proceso para obtener finalmente la cerveza”. Como es posible observar, los estudiantes coinciden en que se llevan a cabo procesos de fermentación y algunos nombran que se realizan otros procesos, sin embargo ignoran que tipos de procesos son.



Gráfica No. 55. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 22 años

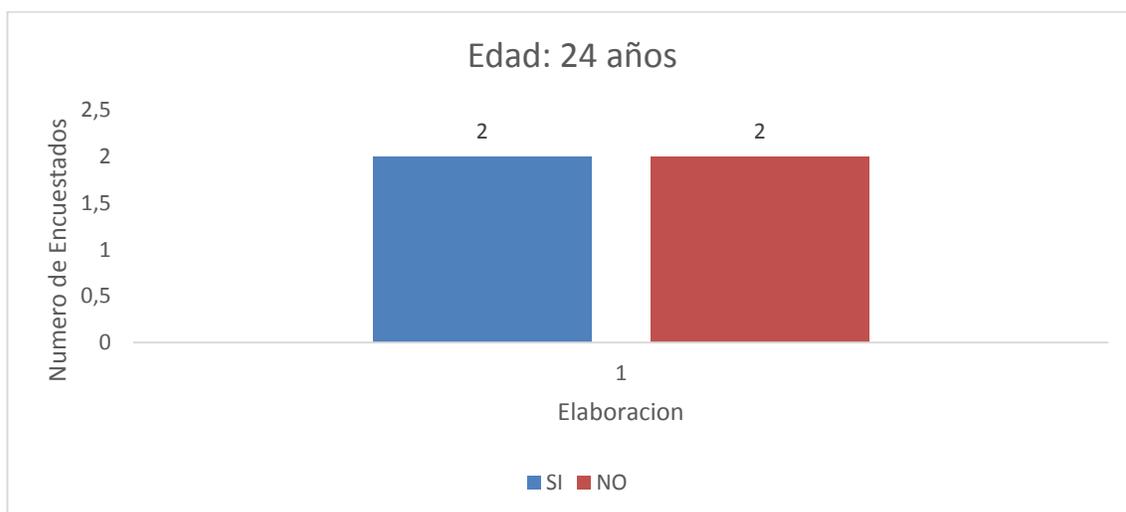
En los estudiantes consumidores de licor de la edad de 22 años, cinco respondieron afirmativamente a la pregunta y cinco ignoran el proceso o los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de los licores. Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron: “a través de la fermentación de cereales”, “mediante maltas tostadas, levaduras, trigo, se dejan fermentar”, “se toma un cereal, se pone a fermentar para que se produzca el alcohol, se destila y se le agregan los excipientes”, “se prepara un cereal, se fermenta, se destila se almacenan para su añejamiento”. Como es posible observar, los estudiantes coinciden en que se llevan a cabo procesos de fermentación y algunos nombran que se realizan otros procesos, tales como destilación y añejamiento, es posible observar que los estudiantes de 22 años al realizar una comparación con las edades anteriores tienen ideas mejores estructuradas sobre dicho proceso.



Gráfica No. 56. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 23 años

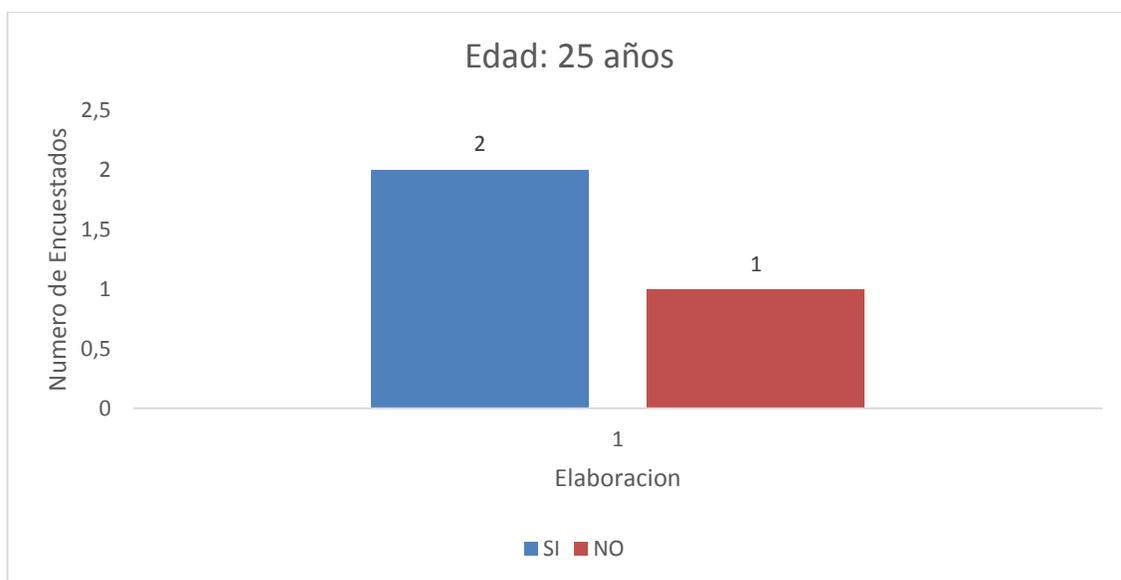
Al observar la gráfica No. 56, es posible resaltar que de los 11 estudiantes consumidores de licor de 23 años, cuatro respondieron afirmativamente a la pregunta y siete ignoran el proceso o los procesos que se llevan a cabo para la elaboración de los licores.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron: “por medio de la fermentación”, “por destilación”, “algunos por proceso de destilación y otros por fermentación”, “a partir de la fermentación, empleando la levadura y una bacteria llamada *Saccharomyces cerevisiae*”. Como es posible observar, los estudiantes coinciden en que se llevan a cabo procesos de fermentación y algunos nombran que se realizan otros procesos, tales como destilación y el uso de bacterias para la producción de estos, es posible observar que los estudiantes de 22 años y 23 años tiene mejores conocimientos de los procesos que se llevan a cabo que los de edades inferiores.



Gráfica No. 57. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 24 años

Dos de los cuatro estudiantes de 24 años que consumen bebidas alcohólicas respondieron que si conocen la elaboración de los licores, y los otros dos respondieron que no conocen el proceso, las respuestas dadas por los estudiantes fueron: “algunas fermentación, destilación”, “fermentación alcohólica”, como es posible analizar, los estudiantes de 24 años también reducen la producción de licores a procesos meramente fermentativos.

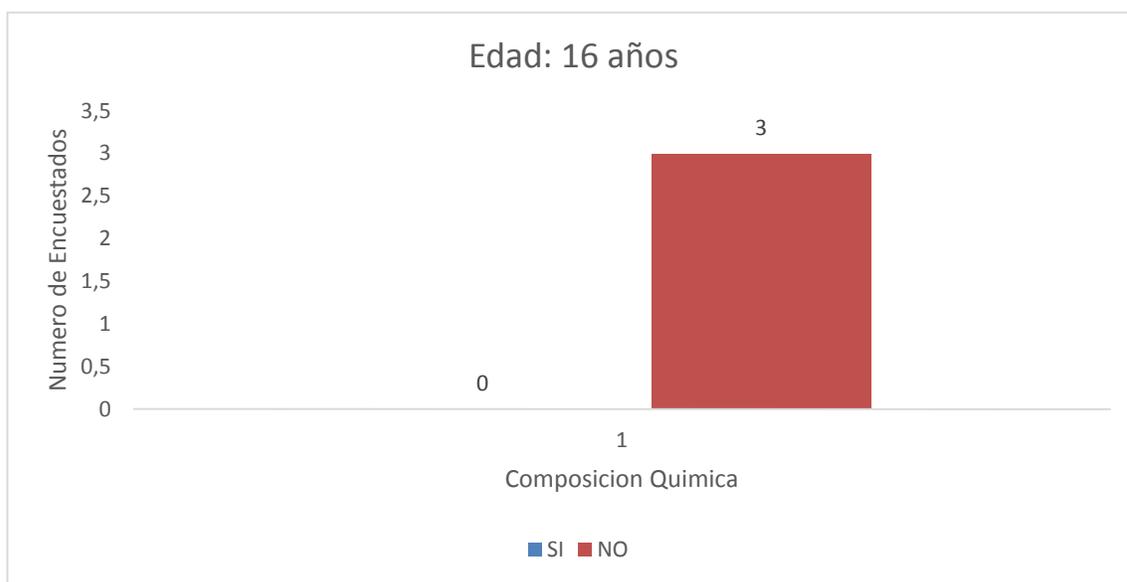


Gráfica No. 58. Conocimiento de la Elaboración de los licores en la edad de 25 años

Dos de los tres estudiantes encuestados, respondieron afirmativamente a la pregunta de la elaboración de bebidas alcohólicas, sus respuestas fueron: “por medio de procesos de fermentación y además se le añaden colorantes y saborizantes en el caso del aguardiente, también se elaboran por otros tipos de procesos: destilación, etc.”, “cebada de malta y levadura”. A pesar de que uno de los estudiantes resalta el uso de otros

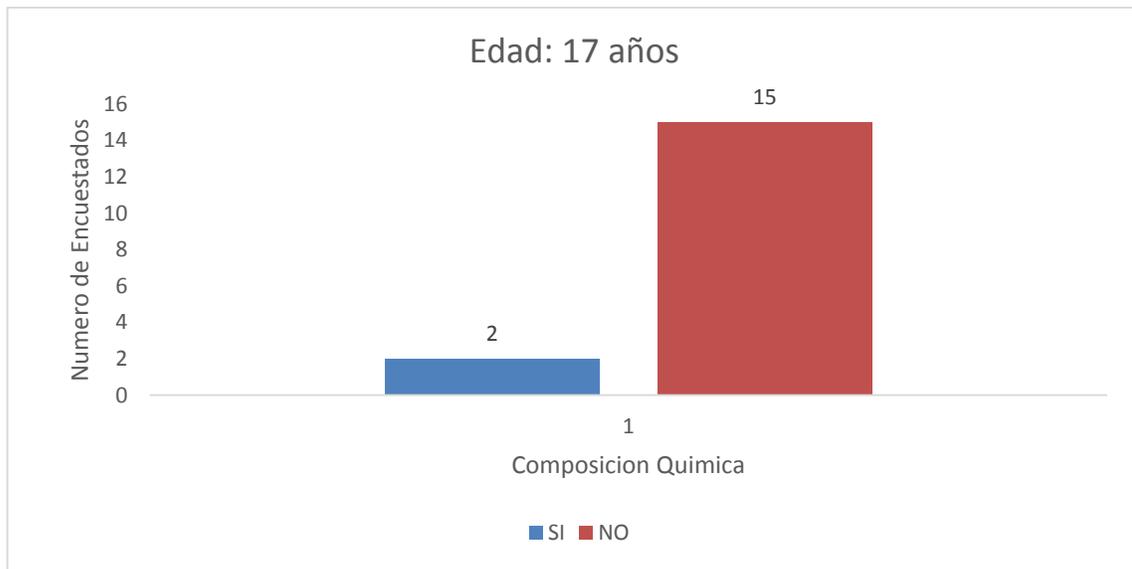
productos artificiales, ambos reducen la elaboración de bebidas alcohólicas a procesos de fermentación.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a la pregunta ¿Conoce la composición química de las bebidas alcohólicas que usted consume?



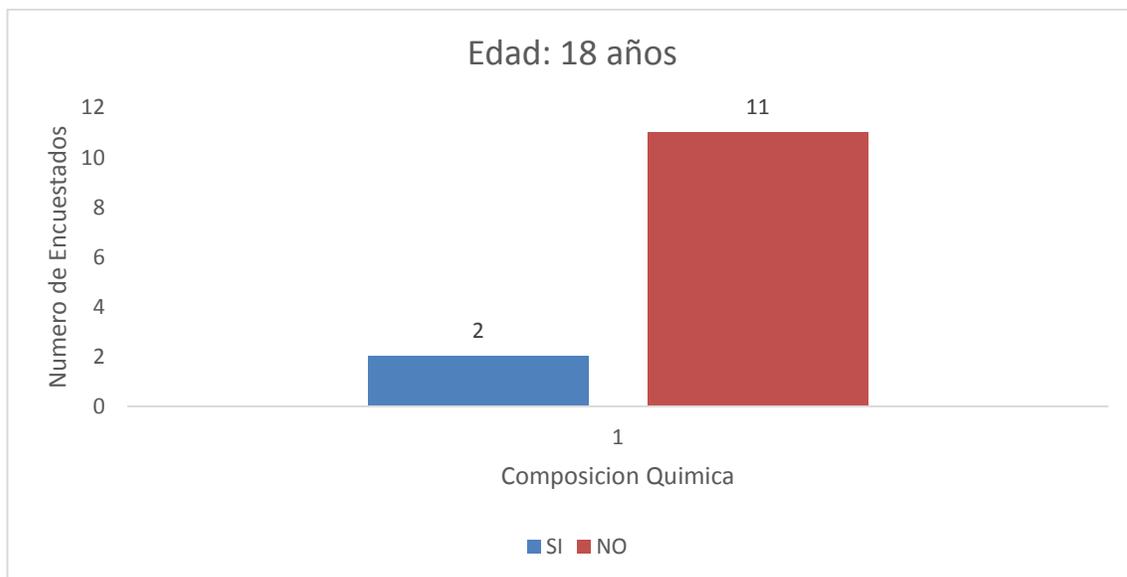
Gráfica 59. Composición de los licores en la edad de 16 años

Los 3 estudiantes de 16 años de edad que consumen licores, expresaron que a pesar de consumirlos no conocen cuál es su composición química.



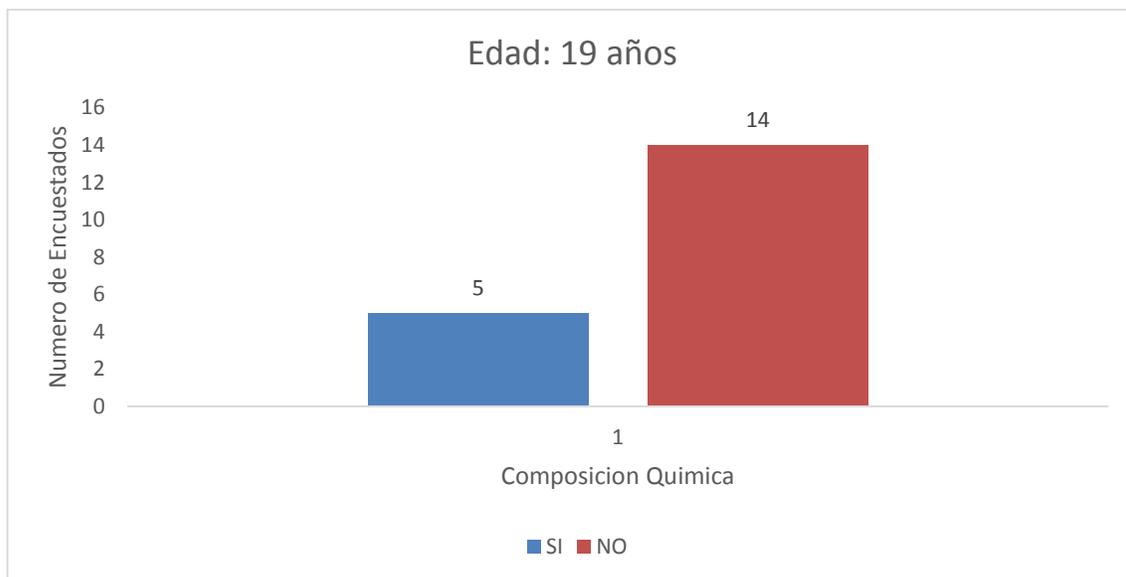
Gráfica No. 60. Composición de los licores en la edad de 17 años

En cuanto a los estudiantes de 17 años de edad, sólo dos del total de consumidores de licores expresaron conocer la composición química de los mismos, mientras que 15 de ellos respondieron que no conocen dicha composición. Las respuestas de los dos consumidores fueron: “alcohol”, “alcohol etílico y agua”, estos dos estudiantes reducen la composición química de los licores a alcohol principalmente, sin embargo uno de ellos incluye el agua en su respuesta.



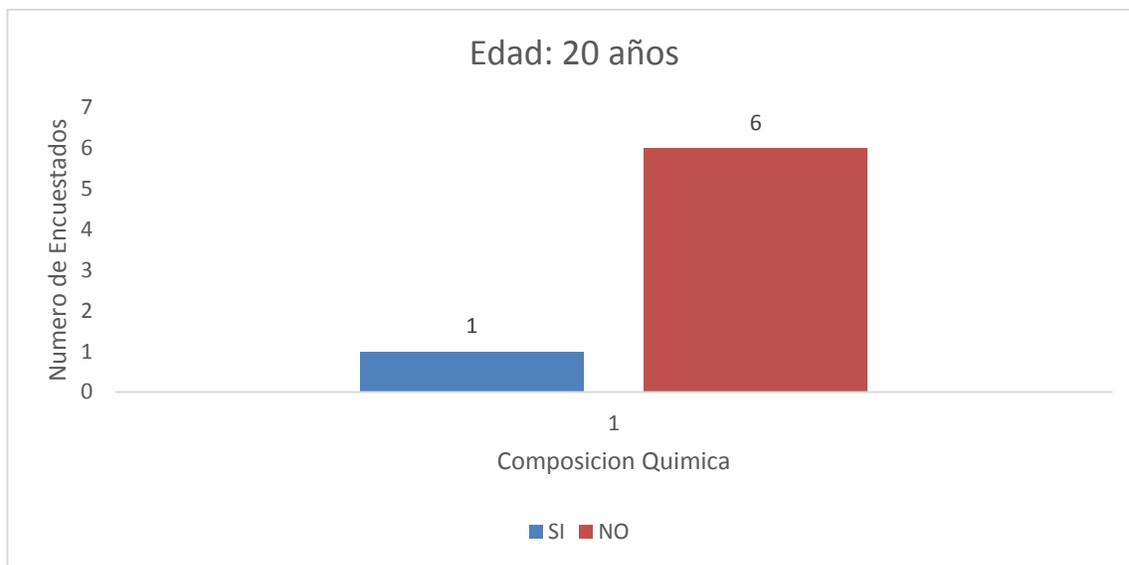
Gráfica 61. Composición de los licores en la edad de 18 años

Al observar la gráfica 61 de los estudiantes de 18 años de edad, es posible observar que de igual manera sólo dos del total de consumidores de licores dijeron conocer la composición química de los mismos, mientras que 11 de ellos respondieron negativamente a dicha pregunta. Las respuestas de los dos consumidores fueron: “etanol”, “etanol, agua, glicerina y anís”, el factor común de estos dos estudiantes es el alcohol, sin embargo uno de ellos conoce un poco mejor la composición química de los licores aunque no es su totalidad.



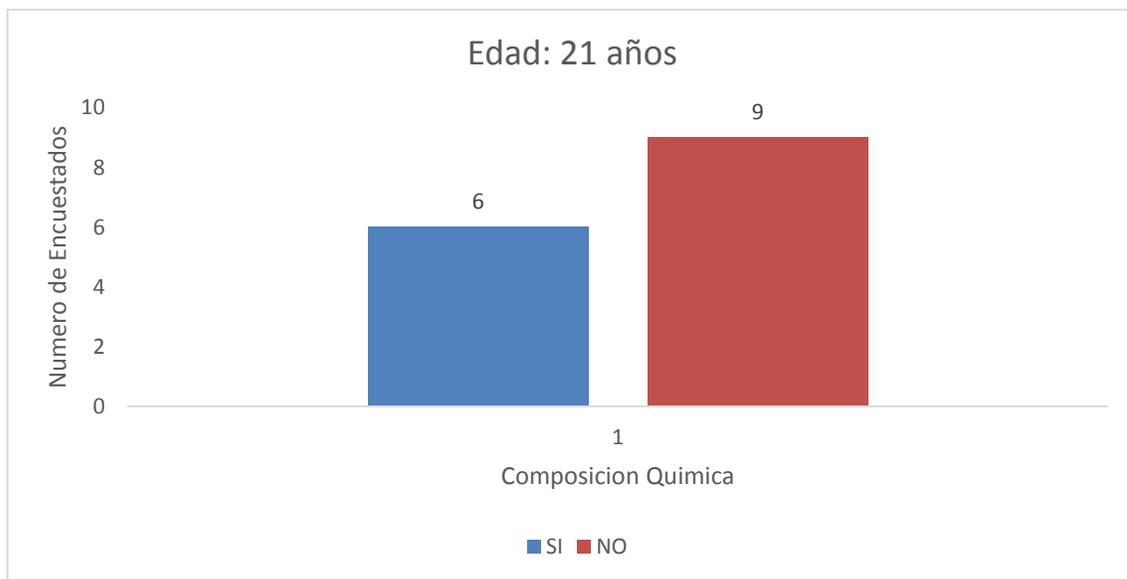
Gráfica 62. Composición de los licores en la edad de 19 años

Con base en la gráfica No. 62, es posible inferir que de los estudiantes de 18 años de edad, sólo cinco del total de consumidores de licores dijeron conocer la composición química de los mismos, mientras que los 14 restantes respondieron que no conocen los compuestos químicos presentes en los licores que consumen, algunas de las respuestas de los estudiantes que dicen conocer la composición fueron: “etanol, agua, levadura, anís”, “contiene etanol, anís, glicerina, agua”, “etanol, agua, azúcar”, al observar las respuestas de los estudiantes, es posible observar que los conocimientos de la composición química de las bebidas alcohólicas que ellos consumen, se ve reducida al alcohol, agua y el uso de levadura para su realización.



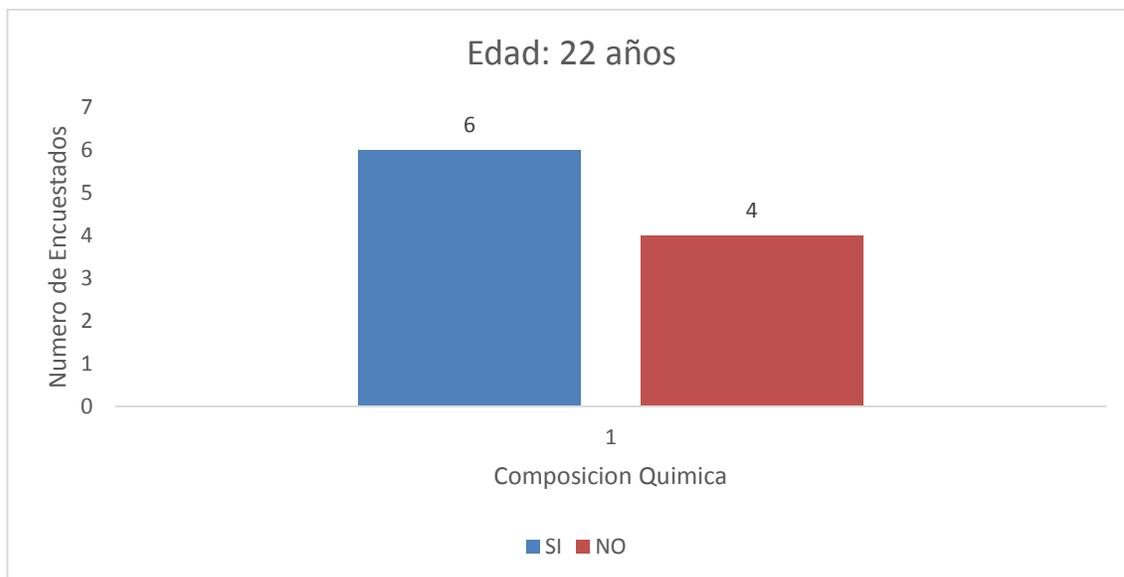
Gráfica No. 63. Composición de los licores en la edad de 20 años

De los estudiantes de 20 años de edad, seis indicaron que no conocen la composición de los licores que consumen y sólo uno expresó conocerla, su respuesta fue: “etanol + agua + anís + glicerina, para la formación de aguardiente”, este estudiante se centró únicamente en la composición química de un licor, el aguardiente, sin embargo, desconoce la procedencia del sabor y olor anisado del mismo, ya que el compuesto utilizado para dar esta característica al aguardiente se llama anetol.



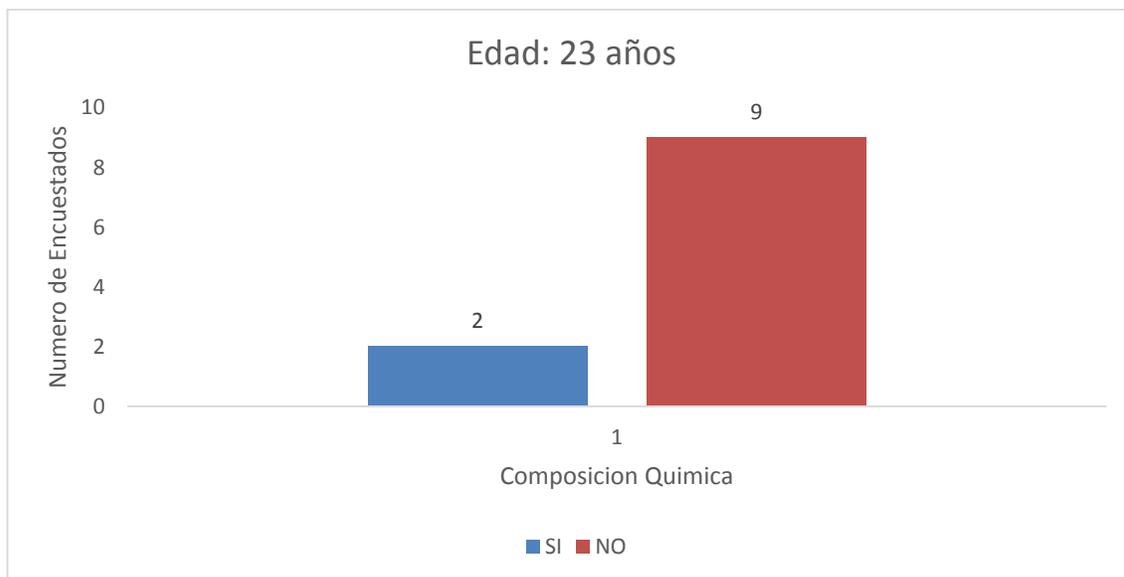
Gráfica No. 64. Composición de los licores en la edad de 21 años

De los 14 consumidores de licores de 21 años, es posible indicar, tal y como se muestra en la gráfica No. 64 que seis de ellos creen conocer la composición química de los licores que consumen, algunas de sus respuestas fueron:” cebada, alcohol”, “etanol”, “etanol, agua, cebada”, “etanol, agua, levadura, anís”, sin embargo, los estudiantes limitan la composición química de los licores a etanol y agua, los nueve estudiantes restantes expresaron no conocer dicha composición química.



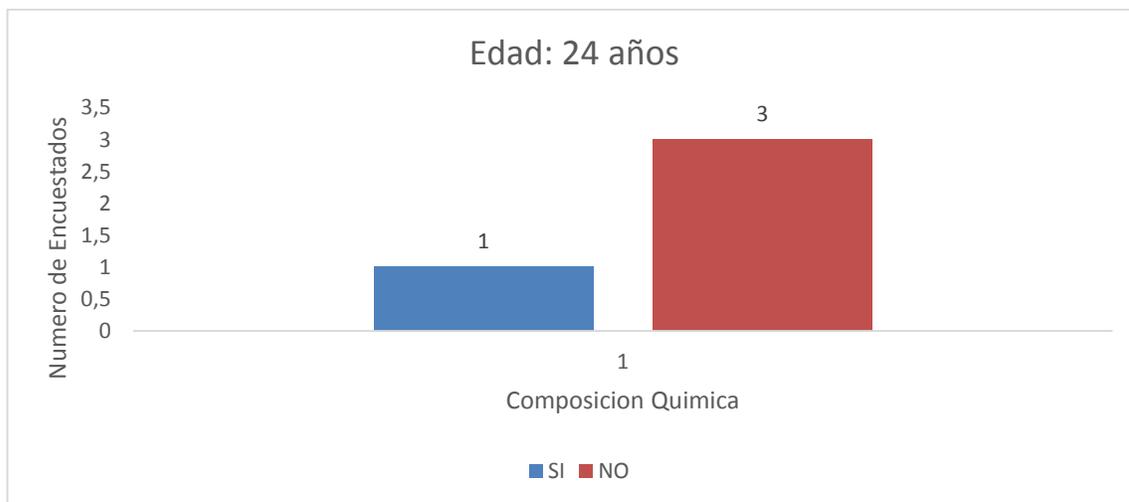
Gráfica No. 65. Composición de los licores en la edad de 22 años

Como es posible observar en la gráfica No. 65, los estudiantes de 22 años expresan en su mayoría que conocen la composición química de los licores, con un total de seis estudiantes, los cuatro restantes dicen no conocerla. Algunas de las respuestas de los estudiantes que creen conocer la composición de los licores fueron: “cereal, etanol”, “etanol y agua”, “alcohol etílico, glucosa”, “alcohol etílico”, “etanol + glicerina + anís”, al analizar las respuestas, los estudiantes presentan un factor común, y es el uso de alcohol en la elaboración de los licores, sin embargo, reducen la composición química de estos a solo etanol.



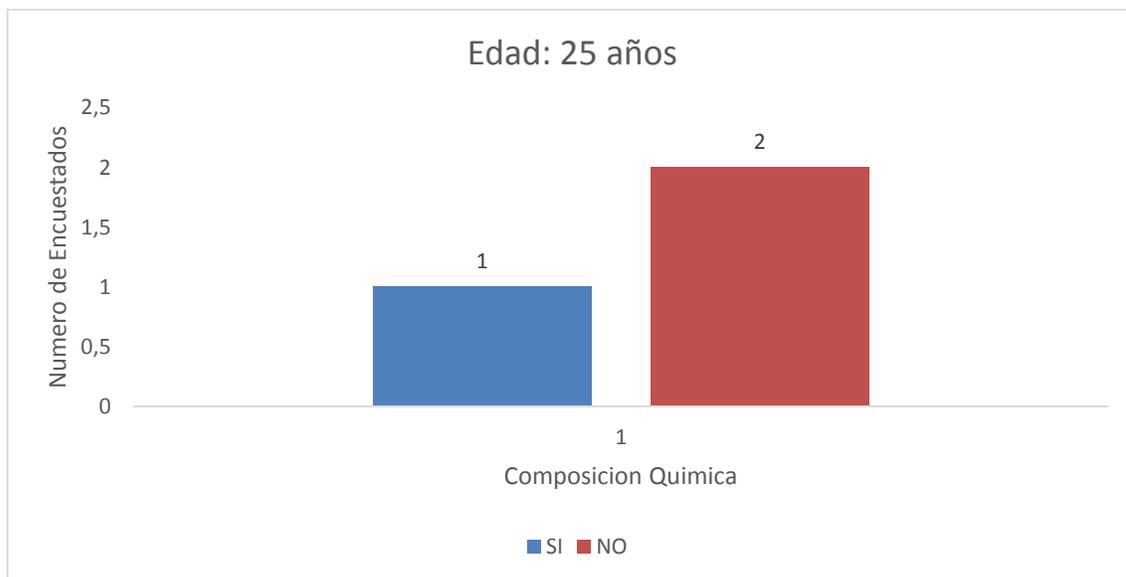
Gráfica No. 66. Composición de los licores en la edad de 23 años

Nueve (9) de los once (11) estudiantes de 23 años que consumen licores, expresaron no conocer la composición química de los licores, mientras que los otros dos respondieron afirmativamente a la pregunta, sus respuestas fueron:” cebada, agua, anís, limón”, “etanol, agua, glicerina, anís”, “etanol, agua, sacarosa, levadura”, como es posible observar con las respuestas de los estudiantes, se infiere que tiene ciertas confusiones a la hora de hablar de composición química de los licores, pues a pesar de que incluyen los componentes principales, algunas de las respuestas se encuentran fuera de contexto.



Gráfica No. 67. Composición de los licores en la edad de 24 años

De los cuatro estudiantes de 24 años que expresaron consumir licores, sólo uno respondió afirmativamente a esta pregunta, su respuesta fue: “agua, etanol, sacarosa”, este estudiante, conoce los componentes principales de los licores, sin embargo, no conoce a fondo la composición de los mismos, en cuanto a los otros tres estudiantes, estos dicen no conocer la composición química de estos licores.

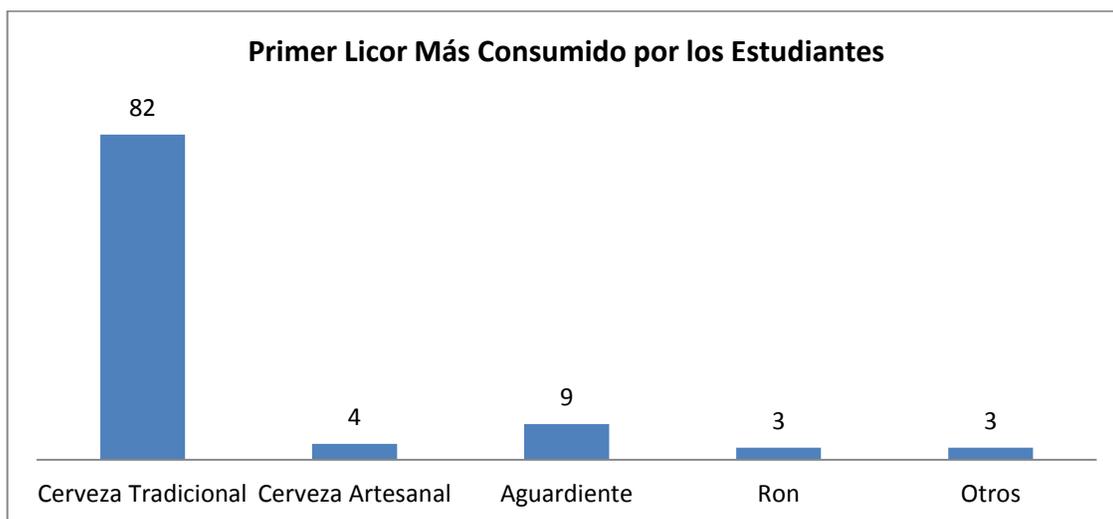


Gráfica No. 68. Composición de los licores en la edad de 25 años

Por último, de los tres estudiantes de 25 años que consumen bebidas alcohólicas, dos expresaron no conocer la composición química de los licores que consumen y uno dice si conocerla, su respuesta fue: "levadura, sacarosa, maltosa", a pesar de que el estudiante nombra algunos de los compuestos químicos de los licores, olvida nombrar los componentes principales tales como el alcohol etílico y el agua.

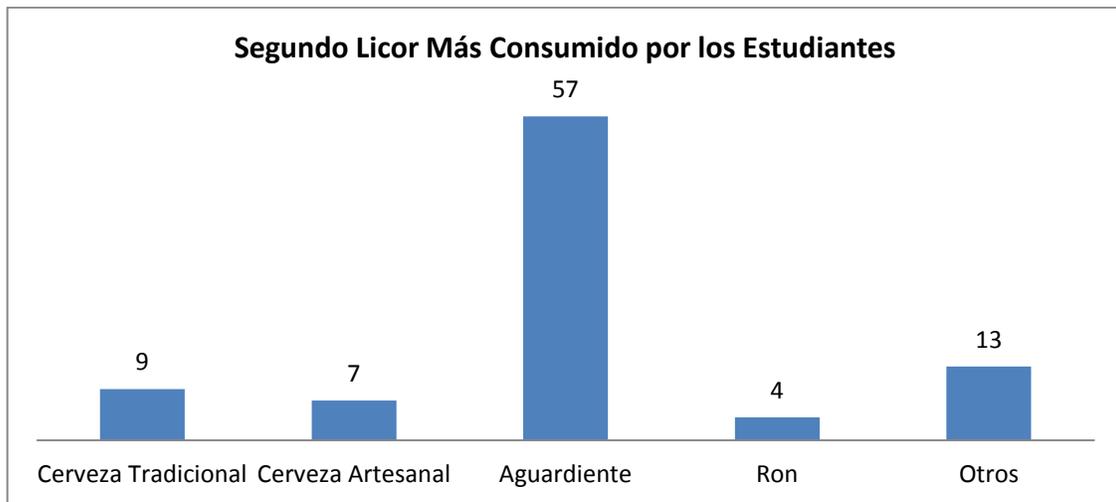
A pesar de que se esperaría que a medida que aumenta la edad y el semestre de estudio, los estudiantes conocieran más sobre la composición química de los compuestos, esto no sucedió, la mayor parte de la población encuestada dice no conocer la composición química de los licores y quienes dicen conocerla obvian el uso de algunos compuestos orgánicos como esteroides, aldehídos, entre otros, y reducen la composición química de los mismos a sus componentes principales, alcohol y agua.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la encuesta referente a los licores más consumidos por los estudiantes.



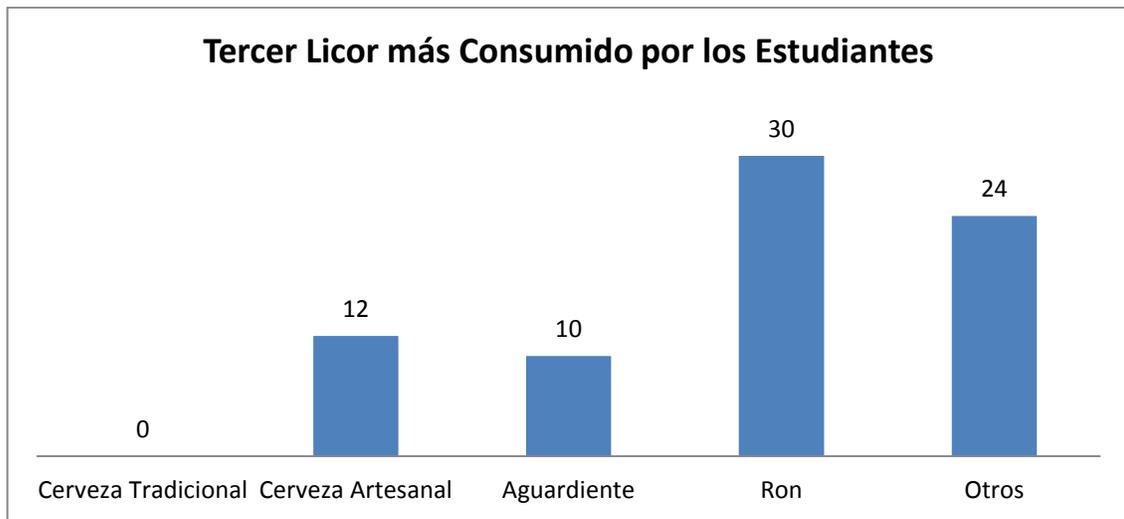
Gráfica No. 69. Primer licor más consumido por los estudiantes

De los 133 estudiantes encuestados 32 no consumen licores, de la población restante, es posible determinar que el primer licor de mayor consumo es la cerveza tradicional con un total de 82 consumidores, sin embargo para 9 estudiantes su bebida de preferencia es el aguardiente, para 4 es la cerveza artesanal, para 3 el ron y para 3 más, otros licores, los cuales incluyen el whisky, el vodka y el tequila, once de los estudiantes que ingieren estas bebidas sólo consumen una, razón por la cual se presenta una disminución de la población estimada para este apartado.



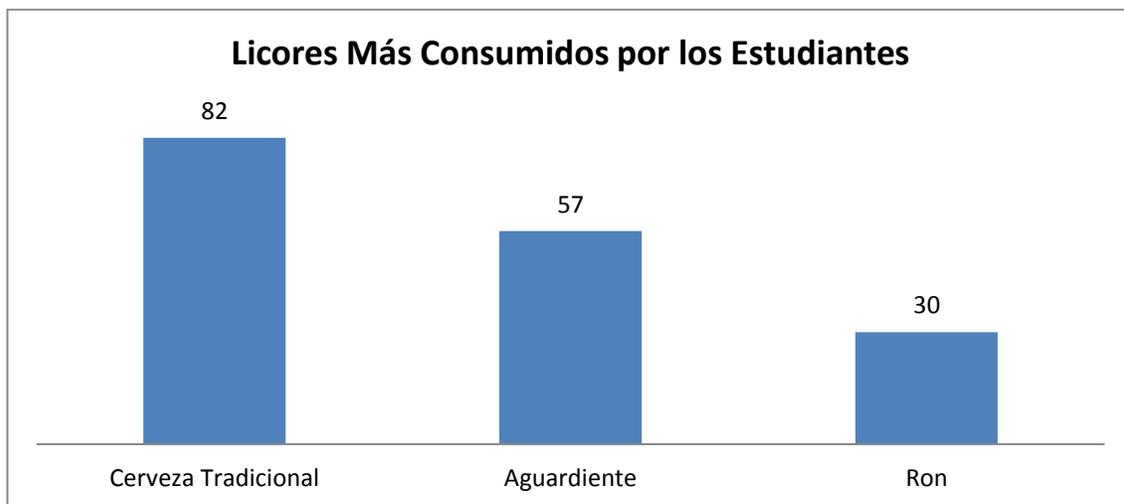
Gráfica No. 70. Segundo licor más consumido por los estudiantes

Con referencia al segundo licor de mayor consumo por los estudiantes, es posible estimar que para 57 estudiantes el aguardiente es el de preferencia, 13 estudiantes expresaron que otros licores tales como tequila, whisky y vodka. La cerveza tradicional es para 9 estudiantes el segundo licor de mayor preferencia, la cerveza artesanal para 7 estudiantes y el ron para 4.



Gráfica No. 71. Tercer licor más consumido por los estudiantes.

En relación al tercer licor de mayor consumo por los estudiantes, 30 de ellos expresaron que el ron es el tercero que más consumen, 24 de ellos, comentaron que otros licores, organizados así: 9 estudiantes prefieren tequila, 7 vodka y 8 whisky, seguidamente 12 estudiantes prefieren la cerveza artesanal y por último 10 de ellos escogieron el aguardiente. Ningún estudiante expresó que la cerveza tradicional se encuentre en esta posición.



Gráfica No. 72. Licores Más Consumidos por los Estudiantes

Los licores más consumidos por los estudiantes son la cerveza tradicional, el aguardiente y el ron, lo cual concuerda con los licores de mayor venta por los establecimientos expendedores de licores, lo cual permitió la escogencia de los licores a analizar, sin embargo, se tomó la cerveza artesanal para su análisis debido a las concentraciones de metanol que pueden llegar a tener por los procesos de fermentación, estimando el daño que puede causar esta sustancia al organismo.

Selección de Muestras Alcohólicas Para el Análisis de Componentes

Volátiles por Cromatografía de Gases

Las muestras de bebidas alcohólicas que se seleccionaron para el análisis de compuestos volátiles fueron: Cervezas artesanales (BBC y Cerveza Colón), aguardiente

(doble anís) y ron (viejo de Caldas) que fueron adquiridas de manera comercial, esta información se muestra en la tabla No. 6.

Tabla No. 6. Datos de cervezas analizadas

Cervezas	Propiedades	Fábrica	Casa Comercial
Tumaco Negra	De estilo Brown Ale, contiene 5% de alcohol y una densidad de 2.71.		
Calima Roja	De tipo Pale Ale, densidad de 2,79 y un 5% de alcohol.		
Tairona Rubia	De tipo Golden Ale, con un 5% de alcohol y una densidad de 2.31.		
Quimbaya Light	Presenta una densidad de 2.43 y un 5% de alcohol.	Cervecería Colón	Club Beer Station
Colón Roja	Contiene 5% de alcohol, de categoría Pale Ale.		
Colón Rubia	De tipo Golden Ale, contiene 5% de alcohol.		Joshua Café
Colón Negra	De tipo Brown Ale, contiene 5% de alcohol.	Cervecería Colón	Pub y Restaurante
Tatacoa Rubia	De estilo Golden Ale y contiene 5% de alcohol.		
Nevado Roja	5% de alcohol y es de estilo Pale Ale.		
San Agustín Negra	De estilo Brown Ale y contiene 5% de alcohol.	Cervecería Colón	Copenhague Pub

Las cervezas artesanales que se compraron son fabricadas por la misma cervecería en este caso la Cervecería Colón S.A. y cada Pub le otorga su nombre comercial característico de cada casa. Estas cervezas son de estilo Ale, es decir son cervezas de alta fermentación, se trata de cervezas oscuras, espesas y con poco gas, esta categoría se aplica a cervezas de tipo inglés. En cada establecimiento se compró la menor cantidad de cerveza que se ofrecía siendo de 350mL la medida que se adquirió de cada muestra de bebida.

Identificación de Muestras Estándar por Cromatografía de Gases para el Análisis Cualitativo

Las muestras estándar que fueron empleadas para el análisis de los licores por cromatografía de gases, fueron: acetona, etanol, isopropanol, metanol, *n*-propanol y acetaldehído que se inyectaron de manera independiente en el cromatógrafo de gases con detección FID para el análisis cualitativo y cuantitativo de los analitos, empleándose como fase estacionaria y como gas de arrastre He, con un flujo de 1.4mL/min y una rampa de calentamiento que inició a 40°C/min, y luego, aumentándose gradualmente la temperatura de 5°C a 10°C/min hasta 250°C, y manteniéndose esta temperatura por 5 minutos. Para la identificación cualitativa de las muestras estándar, se inyectaron las muestras de manera independiente para la detección del pico correspondiente de acuerdo a las condiciones cromatográficas. Así, para la acetona se observó un pico con un valor de t_R de 2.0 minutos, para el etanol un t_R de 1.59 minutos, para el metanol un t_R de 0.81 minutos, isopropanol un t_R de 2.38 minutos, *n*-propanol un t_R de 2.78 minutos y el acetaldehído un valor de t_R de 0.87 minutos.

De acuerdo a los resultados, se logra apreciar que el orden de elución de las muestras estándar fueron: metanol, acetaldehído, etanol, acetona, isopropanol y *n*-propanol. El orden de elución se debe a la masa molecular del compuesto y a su carácter polar lo que define sus propiedades físicas como el punto de ebullición, que está involucrado en el tiempo de interacción de las moléculas del analito entre las dos fases. Un compuesto con un mayor número de carbonos presenta un t_R mayor, es decir, el

tiempo en que tarda la muestra desde la inyección hasta el detector, depende en gran medida de su peso molecular.

Como se puede observar la elución del etanol se antepone a la elución de la acetona, de acuerdo con Gary D, (2009), en las fases líquidas polares se presentan diversas interacciones con los solutos, como interacciones entre dipolos, fuerzas de inducción, enlaces de hidrógeno, por tanto no hay la misma correlación entre la elución y la volatilidad.

Posteriormente, las muestras estándar se inyectaron como la mezcla siguiendo las mismas condiciones empleadas de manera independiente para determinar la forma en que se resolvían los picos correspondientes en el cromatograma mostrado en la imagen No. 19.

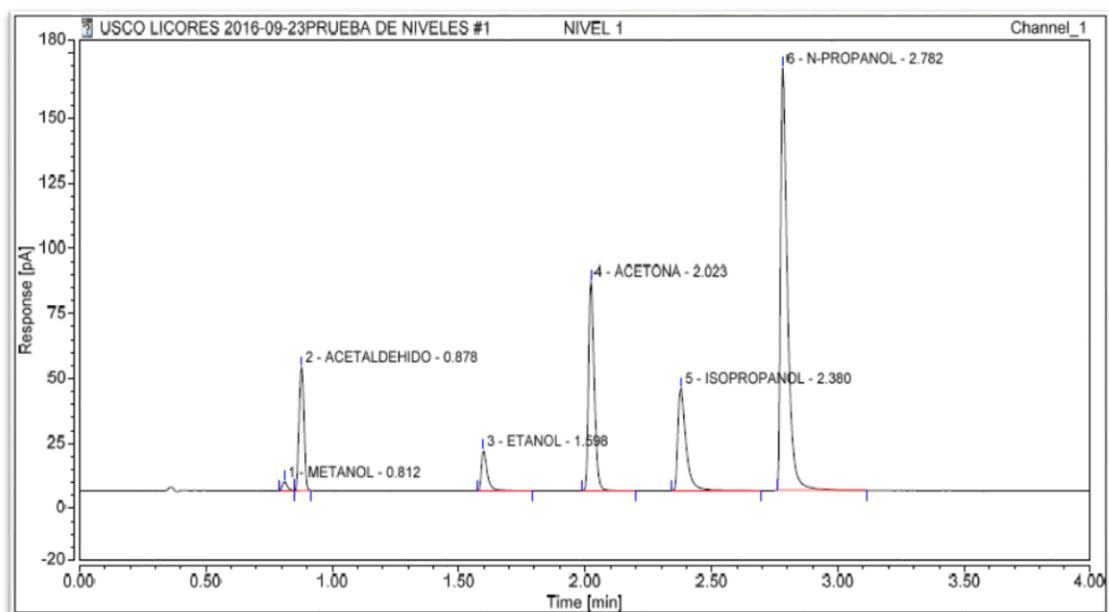


Imagen No. 19. Cromatograma mezcla de sustancias stock

En el cromatograma se pueden distinguir seis picos bien definidos correspondientes al orden de elución de cada una de las sustancias (metanol, acetaldehído, etanol, acetona, isopropanol y *n*-propanol), conservándose el orden dado a partir de los t_R de la inyección por separado de cada sustancia, observándose que los tiempos de retención se conservan. La resolución de los picos es muy buena ya que la separación entre estos es óptima para la distinción de cada uno; de acuerdo a la altura de los picos se puede encontrar una relación directamente proporcional con la concentración de cada compuesto, a mayor concentración la altura del pico es también mayor.

Cuantificación de Muestras Estándar por Cromatografía de Gases

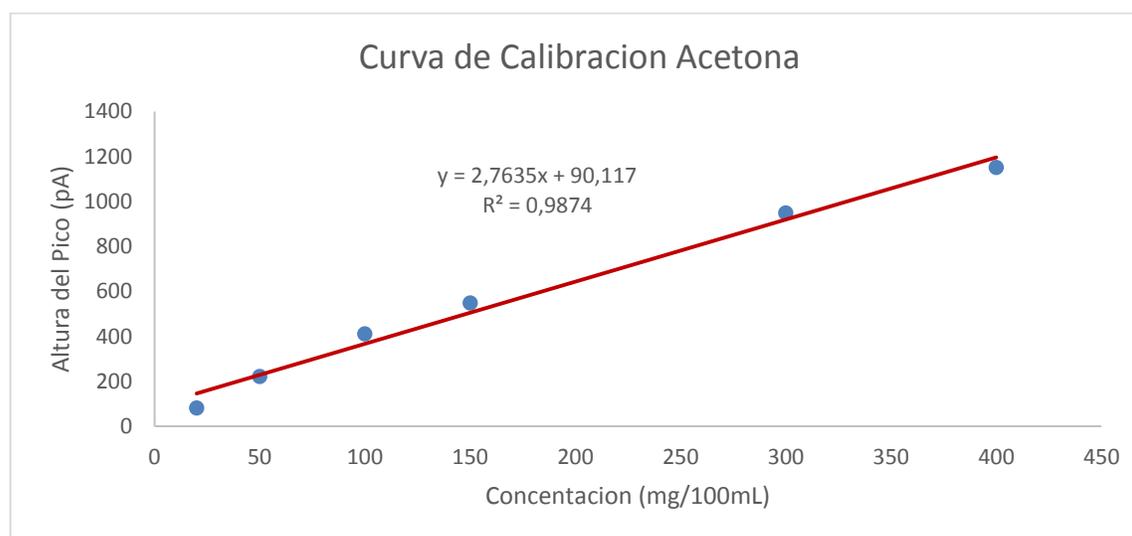
Para el análisis cuantitativo de los analitos, se hizo indispensable realizar curvas de calibración para cada uno de los estándares, empleándose seis concentraciones distintas (Ver tabla No. 4, metodología experimental). Las muestras se inyectaron siguiendo las mismas condiciones cromatográficas empleadas para el análisis cualitativo. A continuación se describen los parámetros que se emplearon para las curvas de calibración para cada muestra estándar, obtenidas a partir de la relación entre la concentración y la altura del pico.

Inicialmente, se obtuvo la curva de calibración para la acetona, con seis concentraciones distintas de la sustancia (seis niveles). En la curva de calibración se observa la relación lineal que hay entre la concentración de la muestra con la altura de pico. La altura máxima que se registró fue de 1150,75 pA que corresponde a una

concentración de 400 mg/100mL. El coeficiente de correlación (R^2) de la curva entre los seis puntos es igual a 0,9874 (Tabla No. 7, Gráfica No. 73)

Tabla No. 7. Valores promedio de la inyección de la cetona

Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	1.990	22.1408	83.40	2.2096
2	1.990	47.9966	214.12	5.9526
3	1.990	94.8146	404.36	12.4658
4	1.990	142.0349	553.14	18.6474
5	1.990	289.7080	956.80	38.6822
6	1.990	396.6362	1159.16	51.9353

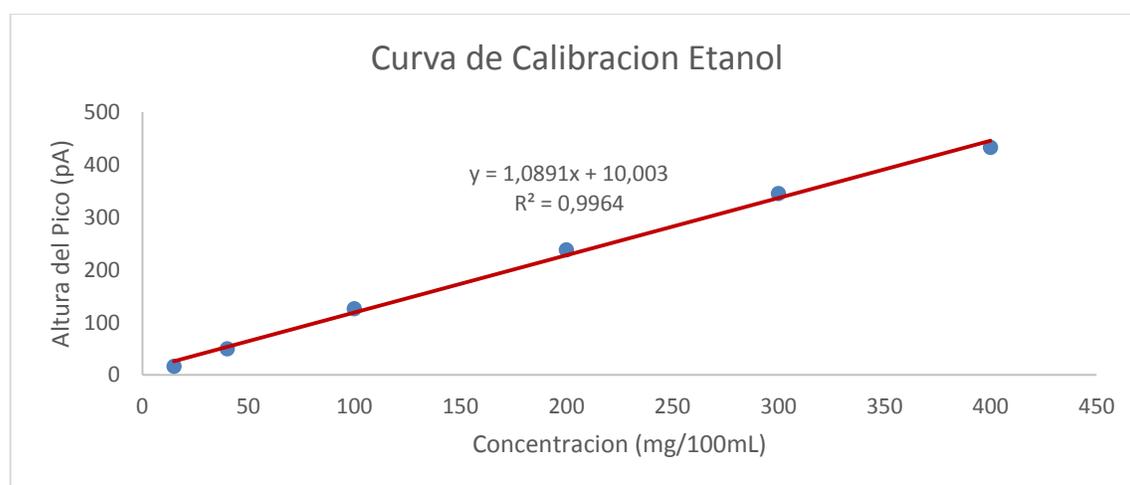


Gráfica No. 73. Curva de calibración Acetona

Para la curva de calibración del etanol, se emplearon también seis concentraciones, observándose la relación lineal entre la altura del pico y la concentración. La altura máxima que se registró fue de 432,99 pA que corresponde a una concentración de 400 mg/100mL. El coeficiente de correlación (R^2) de la curva entre los seis puntos es igual a 0,9964 (Tabla No. 8, Gráfica No. 74).

Tabla No. 8. Valores promedio de la inyección del etanol

Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	1.568	19.8693	16.36	0.4411
2	1.568	41.4842	48.40	1.2712
3	1.568	98.0349	124.83	3.3535
4	1.568	199.2235	237.69	6.9372
5	1.568	307.6761	348.91	10.7783
6	1.568	412.7100	434.53	14.1829

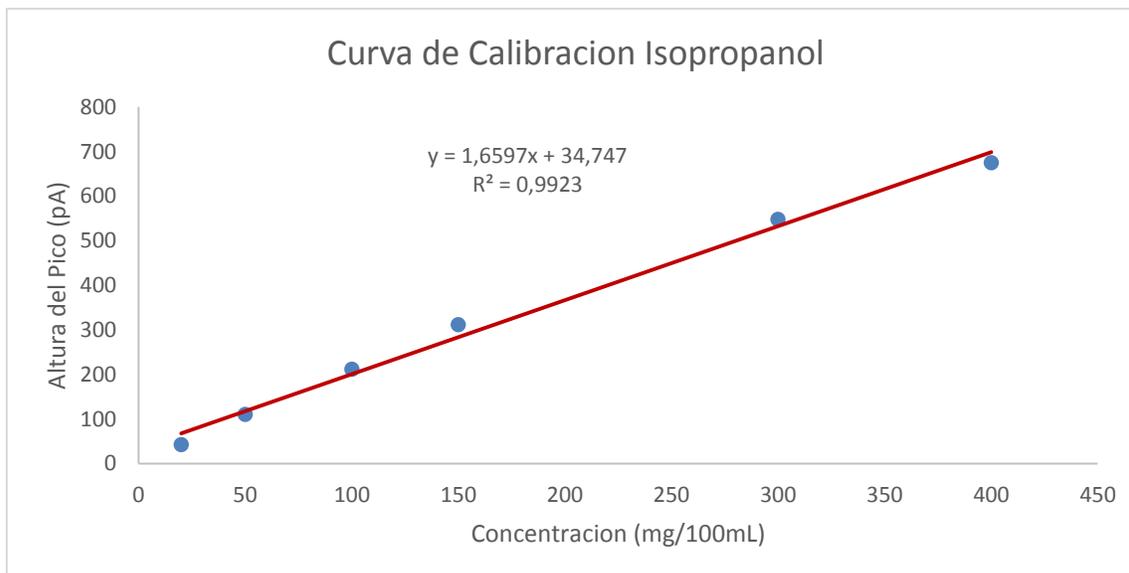


Gráfica No. 74. Curva de calibración etanol

La Gráfica No. 75 presenta la curva de calibración para el isopropanol, se obtuvo a partir de la relación de concentración de la inyección en seis niveles de la sustancia y la altura del pico registrado en su máximo cromatográfico (Tabla No. 9). Como se puede observar, hay una buena linealidad entre los seis puntos hasta una altura de pico 669, 56 pA que corresponde a una concentración de 405,3491 mg/100mL. El coeficiente de correlación de la curva de calibración (R^2) es de 0,9923.

Tabla No. 9 Valores promedio de la inyección del isopropanol

Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	2.334	24.0643	42.36	1.571
2	2.334	50.1347	108.76	4.1925
3	2.334	98.0087	212.52	8.8186
4	2.334	146.7991	303.09	13.2586
5	2.334	300.0727	547.92	27.6982
6	2.334	405.3491	669.56	36.7296

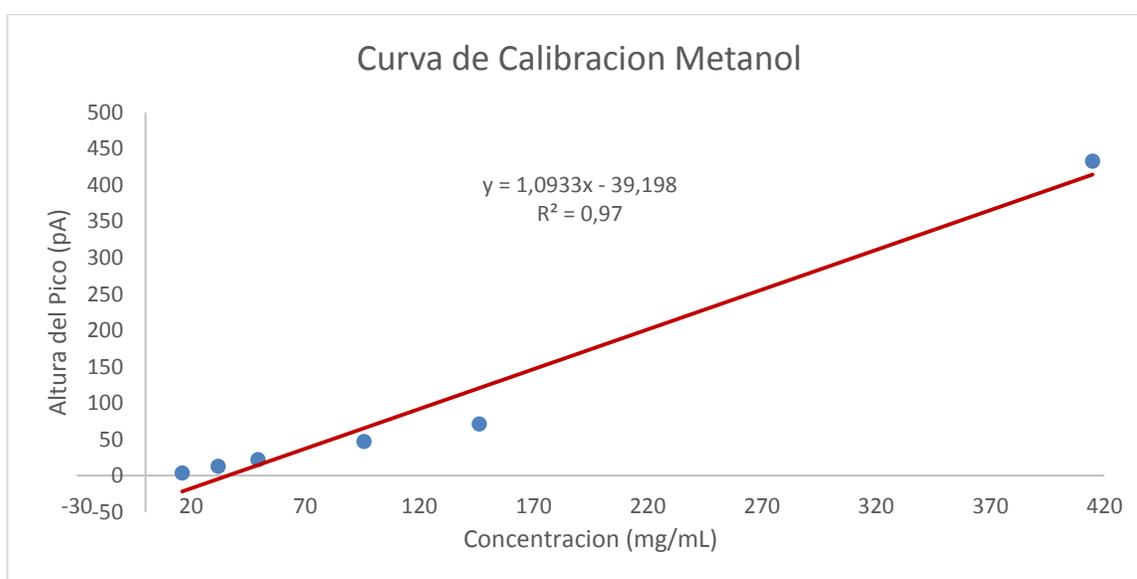


Gráfica No. 75. Curva de Calibración Isopropanol

La Gráfica No. 76 muestra la curva de calibración para el metanol, se obtuvo a partir de la relación de concentración de la inyección en seis niveles de la sustancia y la altura del pico registrado en su máximo cromatográfico (Tabla No.10). Se observa la relación lineal que hay entre la concentración y la altura de pico, a partir de una concentración mínima de 10 mg/100 mL hasta una concentración máxima de 200 mg/100mL. El coeficiente de correlación de la curva de calibración (R^2) para estos puntos es de 0,97.

Tabla No. 10 Valores promedio de la inyección del metanol

Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	0.790	15.9620	3.71	0.0839
2	0.790	31.6438	12.31	0.2614
3	0.790	49.1313	21.87	0.4498
4	0.790	959.520	46.13	0.9430
5	0.790	1.460.489	73.01	14.704
6	0.790	1.960.973	99.32	19.540



Gráfica No. 76. Curva de Calibración Metanol

La tabla No.11, presenta los resultados de los parámetros cromatográficos como altura del pico, área bajo la curva, concentración y tiempo de retención de los seis niveles para el acetaldehído.

Tabla No. 11. Parámetros cromatográficos de la muestra estándar de acetaldehído

Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	0.863	18.6837	50.76	1.1570
2	0.863	21.5834	69.95	1.5889
3	0.863	39.8357	152.62	3.4199
4	0.863	48.9062	184.49	4.1019
5	0.863	61.7126	228.91	5.0576
6	0.863	82.9375	315.11	6.8905

De acuerdo a los datos de la tabla No. 11, el acetaldehído presenta un t_R correspondiente a 0.863 minutos, lo que quiere decir que el acetaldehído eluye después del metanol y antes que el etanol, la acetona, el isopropanol y el *n*-propanol. Los tiempos de retención en los seis niveles no varía, pero si la altura del pico en relación directamente proporcional a la concentración a la que se inyectó la sustancia, por esto, el acetaldehído presenta una altura de pico mayor en el nivel seis con respecto a los otros cinco niveles, de la misma manera el área bajo la curva es mayor en el sexto nivel con respecto a los demás niveles.

En la tabla No. 12 se presentan los resultados de los parámetros cromatográficos como la concentración, la altura del pico, el área bajo la curva y el tiempo de retención obtenidos de la inyección de los seis niveles de *n*-propanol.

Tabla No. 12. Valores promedio de la inyección de *n*-propanol

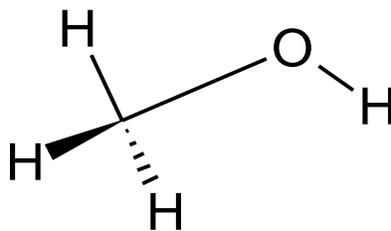
Nivel	Tiempo de Retención (min)	Concentración (mg/100mL)	Altura del Pico (pA)	Área Bajo la Curva (pA*min)
1	2.771	22.7634	153.68	4.9650
2	2.771	49.3751	153.35	4.9670
3	2.771	102.2417	150.81	4.8650
4	2.771	148.0923	147.87	4.7358
5	2.771	298.4731	146.62	4.6943
6	2.771	397.1012	142.74	4.5736

A partir de los datos presentados en la tabla No. 12, el *n*-propanol presenta el mayor tiempo de retención con respecto al t_R de las demás sustancias como acetona, metanol, etanol, isopropanol y acetaldehído, correspondiente a 2.771 minutos, de tal forma que su registro cromatográfico será el último en obtenerse, en los seis niveles el tiempo de retención es constante, pero la altura del pico y el área bajo la curva varían de acuerdo a la concentración a la que es inyectada la sustancia, observándose una relación directamente proporcional y de esta manera el *n*-propanol presenta una altura de pico menor en el primer nivel con respecto a los otros cinco niveles y una altura mayor en el nivel seis, que corresponde a la concentración máxima de la muestra.

Como se puede observar, las sustancias que se emplearon como estándares presentan un tiempo de retención diferente. Las curvas de calibración muestran la relación lineal que hay entre la concentración y la altura del pico y el área bajo la curva. De las sustancias inyectadas es el metanol quien presenta el menor tiempo de retención t_R (0.790 minutos) es decir, el tiempo entre el momento de la inyección de la muestra y

el momento en que se registra el máximo cromatográfico de cada sustancia. Entre tanto, el *n*-propanol posee el mayor t_R 2.771 minutos.

El orden de elución de las sustancias estándar que fue: metanol, acetaldehído, etanol, acetona, isopropanol y *n*-propanol, tienen una gran relación con el peso molecular de cada sustancia. Así, el metanol tiene un peso molecular de 32 uma, el acetaldehído de 44 uma, el etanol y la acetona de 46 uma, el isopropanol y el propanol de 60 uma. Para aquellos compuestos que tienen relación de isomería de grupo funcional como el etanol y la acetona, se logra apreciar, que siendo el etanol más polar, su retención es menor con respecto a la acetona. Para el isopropanol y el *n*-propanol, que siendo isómeros de cadena, se logra apreciar, una mayor retención para el propanol. Es muy probable que la ramificación en el isopropanol reduzca las fuerzas de van der Waals en la molécula y por lo tanto su punto de ebullición.



Metanol
PM: 32,04 g/mol
P.Ebullición: 64,7°C

Imagen No. 20. Estructura química del estándar de metanol

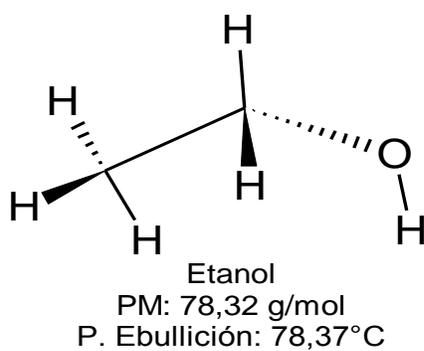


Imagen No. 21. Estructura química del estándar de etanol

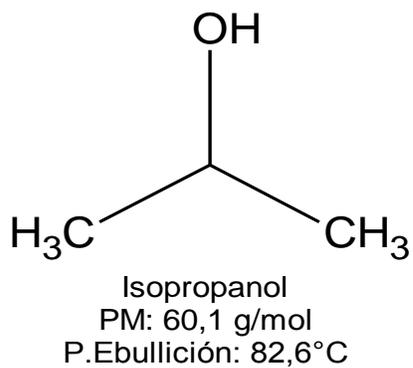


Imagen No. 22. Estructura química del estándar de isopropanol

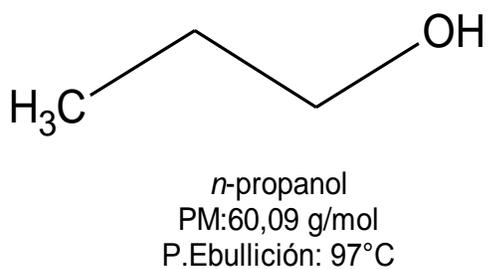
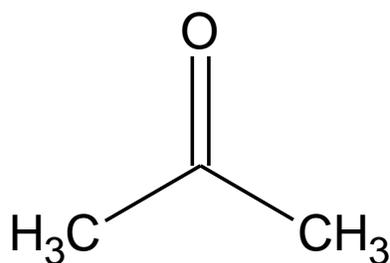
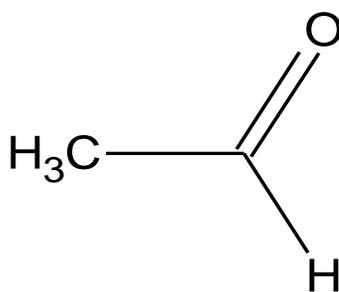


Imagen No. 23. Estructura química del estándar de *n*-propanol



Acetona
PM: 58,08 g/mol
P.Ebullición: 56°C

Imagen No. 24. Estructura química del estándar de acetona



Acetaldehído
PM: 44,05 g/mol
P.Ebullición: 20,2°C

Imagen No. 25. Estructura química del estándar de acetaldehído

Identificación y Cuantificación de Componentes Volátiles en Muestras de Cerveza Artesanal por Cromatografía de Gases (CG-FID)

Se inyectaron muestras de diez cervezas artesanales, cada una con tres replicas para su análisis por Cromatografía de Gases con automuestreador de volátiles (head-space) y detector de ionización de llama de hidrógeno (FID). Para la prueba se usaron tres controles, cada uno con las sustancias stock y *n*-propanol como Standard interno.

Tabla No. 13. Secuencia de inyección de las cervezas artesanales

Muestra	Posición	Volumen(μ L)	Método Instrumental
Blanco	1	1000.0	USCO análisis de licores
Estándar Interno	2	1000.0	USCO análisis de licores
Control 1	3	1000.0	USCO análisis de licores
Control 2	4	1000.0	USCO análisis de licores
Control 3	5	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NJ1	6	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NJ2	7	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NJ3	8	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RJ1	9	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RJ2	10	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RJ3	11	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RuJ1	11	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RuJ2	12	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RuJ3	13	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza CR1	14	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza CR2	15	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza CR3	16	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TN1	17	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TN2	18	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TN3	19	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TR1	20	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TR2	21	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza TR3	22	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza QL1	23	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza QL2	24	1000.0	USCO análisis de licores
Control 1	25	1000.0	USCO análisis de licores
Control 2	26	1000.0	USCO análisis de licores
Control 3	27	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza QL3	28	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NC1	29	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NC2	30	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza NC3	31	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RC1	32	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza RC2	33	1000.0	USCO análisis de licores

...continuación tabla No. 13

Muestra	Posición	Volumen μL	Método
Cerveza RC3	34	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza DC1	35	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza DC2	36	1000.0	USCO análisis de licores
Cerveza DC3	37	1000.0	USCO análisis de licores
Control 1	38	1000.0	USCO análisis de licores
Control 2	39	1000.0	USCO análisis de licores
Control 3	40	1000.0	USCO análisis de licores

La tabla No.13 presenta la secuencia de inyección que se empleó para el análisis de las muestras de cerveza artesanal, así, en el primer vial se encuentra el blanco (agua), el segundo vial contiene el standard interno (*n*-propanol), luego tres controles con las sustancias stock como primer punto de control (viales 3, 4 y 5), luego las 20 muestras que corresponden a las cervezas NJ (Negra Joshua), RJ (Roja Joshua), RuJ (Rubia Joshua), CR (Calima Roja), TN (Tumaco Negra), TR (Tairona Roja), QL (Quimbaya Light), un segundo punto de control en los viales número 26, 27 y 28, luego 10 muestras que corresponden a las cervezas NC (Copenhague Negra), RC (Copenhague Roja), DC (Copenhague dorada), terminando la secuencia con un último punto de control en los viales 39, 40 y 41.

Según García (2016), en su modificación a la versión 9 del procedimiento estandarizado de trabajo: *“para la determinación de alcoholemia y metanol por cromatografía de gases con automuestreador de volátiles, e identificación de acetona y 2- propanol, por cada montaje que se haga de muestras, se debe poner en el siguiente orden un vial de cloruro de sodio, un vial con estándar interno al inicio del montaje y controles cada diez muestras”*

A continuación se describen los resultados del análisis por cromatografía de gases para cada muestra de cerveza artesanal.

El cromatograma expuesto en la Imagen No. 26 muestra los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza NJ (Negra Joshua). En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados de las tres replicas, la cerveza artesanal Negra Joshua no presenta compuestos de tipo cetónico ni aldehído. Adicionalmente, no se observó la presencia ni de metanol, ni de propanol. (Ver Anexos C y D)

El valor promedio de la concentración de etanol en la bebida es de 64.0410mg/100mL, una altura de pico promedio de 80.12pA y un área bajo la curva de 2.1291pA*min (Tabla No.14).

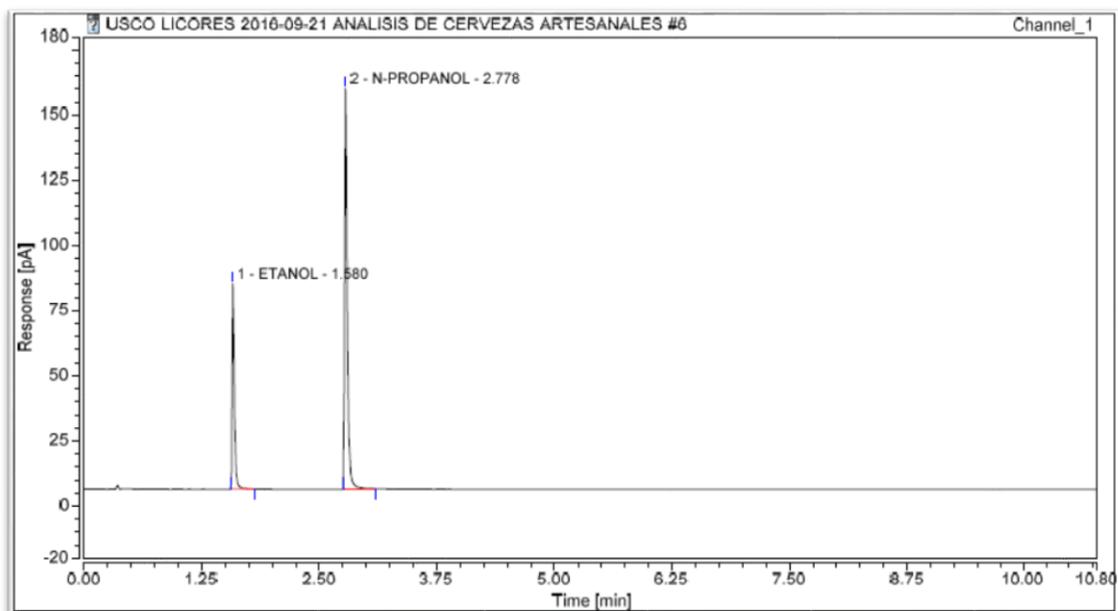


Imagen No. 26. Cromatograma cerveza Negra Joshua primera replica.

Tabla No. 14. Estadística de la inyección de cerveza Negra Joshua.

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
NJ 1	1,568	63,7152	29,89	126,77	2,1128	78,9
NJ 2	1,568	64,4036	30,15	128,1547	2,1359	80,67
NJ 3	1,568	64,0042	30	128,3173	2,1386	80,79
Promedio	1,568	64,041	30,01	127,75	2,1291	80,12

En la Imagen No. 27, se expone el cromatograma con los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza RJ (Roja Joshua). En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock, el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al

estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados, la cerveza artesanal Roja Joshua no contiene metanol, isopropanol, ni compuestos cetónicos ni aldehídos, esto comprobado con las otras dos replicas inyectadas (Ver Anexos E y F).

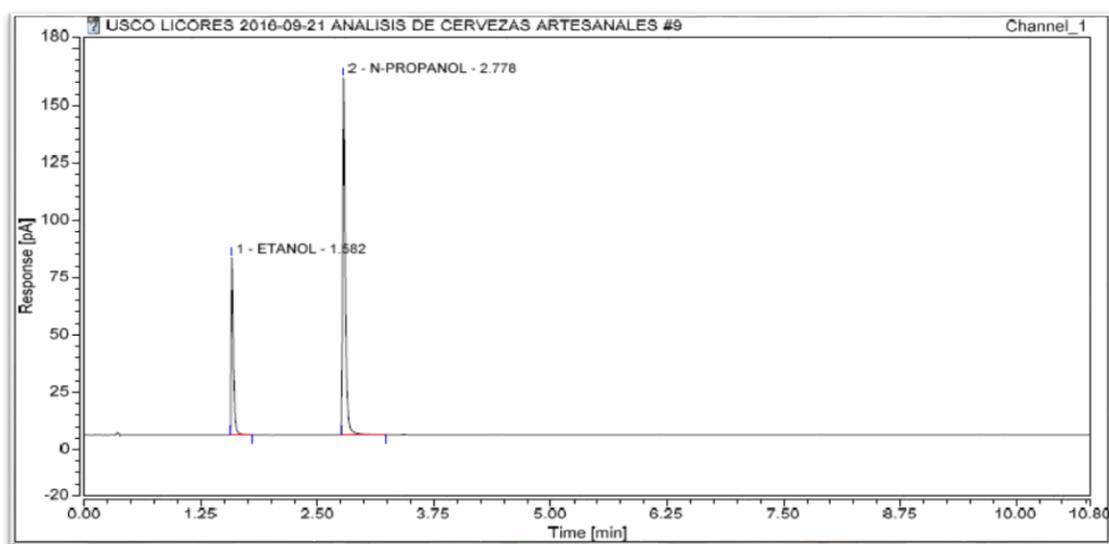


Imagen No. 27. Cromatograma cerveza Roja Joshua primera réplica.

Los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza RJ (Roja Joshua), se muestran en la tabla No. 14. Los valores promedio de la concentración de etanol, la altura del pico y el área bajo la curva son 61.6069mg/100mL, 76.96pA y 2.0541pA*min respectivamente.

Tabla No. 15. Estadística de la inyección de cerveza Roja Joshua.

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
RJ 1	1,568	61,0499	28,87	123,3439	2,0557	77,28
RJ 2	1,568	62,0847	29,27	123,7696	2,0628	76,8
RJ 3	1,568	61,686	29,12	122,6206	2,0437	76,8
Promedio	1,568	61,6069	29,09	123,24	2,0541	76,96

En la imagen No. 28, se expone el cromatograma con los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza RuJ (Rubia Joshua). En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados, la cerveza artesanal Rubia Joshua no presenta compuestos cetónicos ni aldehídos, esto comprobado con las otras dos replicas inyectadas. Tampoco se identificaron alcoholes como el metanol y el isopropanol (Ver Anexos G y H).

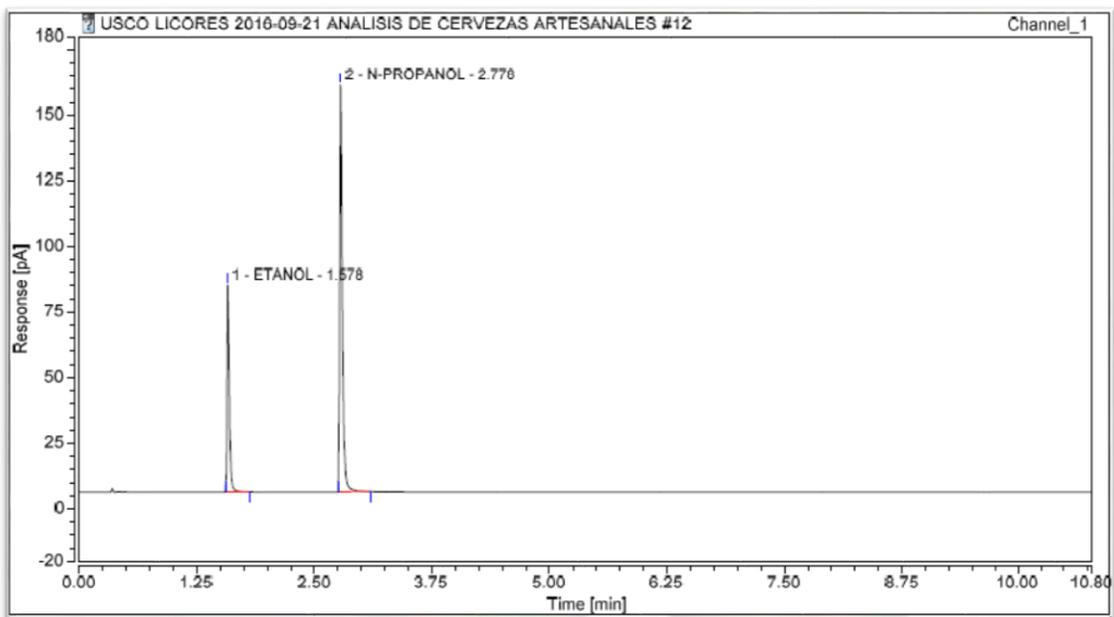


Imagen No. 28. Cromatograma cerveza Rubia Joshua primera réplica.

La Tabla No. 15 presenta la relación de los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza RuJ (Rubia Joshua). Los valores promedio de la concentración de etanol, la altura del pico y el área bajo la curva son 63.1084mg/100mL, 79.59 pA y 2.1234 pA*min, respectivamente.

Tabla No. 16. Estadística de la inyección cerveza Rubia Joshua

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
RuJ 1	1,568	62,9787	29,61	126,4049	2,1067	79,06
RuJ 2	1,568	63,4922	29,8	127,5081	2,1251	79,51
RuJ 3	1,568	62,8553	29,56	128,3024	2,1384	80,2
Promedio	1,568	63,1084	29,66	127,41	2,1234	79,59

En la imagen No. 29, se expone el cromatograma con los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza CR (Calima Roja). En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados, la cerveza artesanal Calima Roja no contiene metanol, isopropanol, ni compuestos cetónicos ni aldehídos, esto comprobado con las otras dos replicas inyectadas (Ver Anexos I y J).

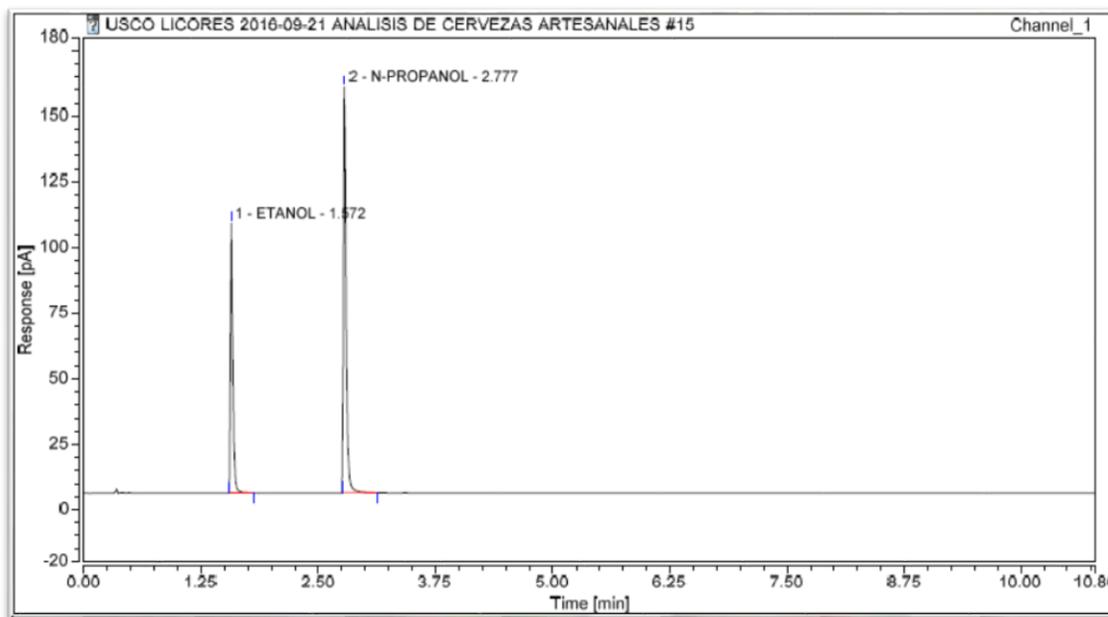


Imagen No. 29. Cromatograma cerveza Calima Roja primera réplica.

En la Tabla No. 17 se presentan los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza CR (Calima Roja). El valor promedio de la concentración de etanol es de 64.6388mg/100mL, de la altura del pico y el área bajo la curva son, 77.46pA y 2.0502pA*min respectivamente.

Tabla No. 17. Estadística de la inyección cerveza Calima Roja

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
CR 1	1,568	81,5541	36,02	166,7036	2,7784	102,96
CR 2	1,568	80,5785	35,71	164,9279	2,7488	102,35
CR 3	1,568	80,6087	35,72	164,9128	2,7485	102,03
Promedio	1,568	80,9138	35,82	165,51	2,7586	102,45

Los resultados obtenidos del análisis cromatográfico de la cerveza TN (Tumaco Negra) se muestran en el cromatograma de la imagen No. 30. En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados, la cerveza artesanal Tumaco Negra no contiene metanol, isopropanol ni compuestos cetónicos ni aldehídos, esto comprobado con las otras dos replicas inyectadas (Ver Anexos K y L).

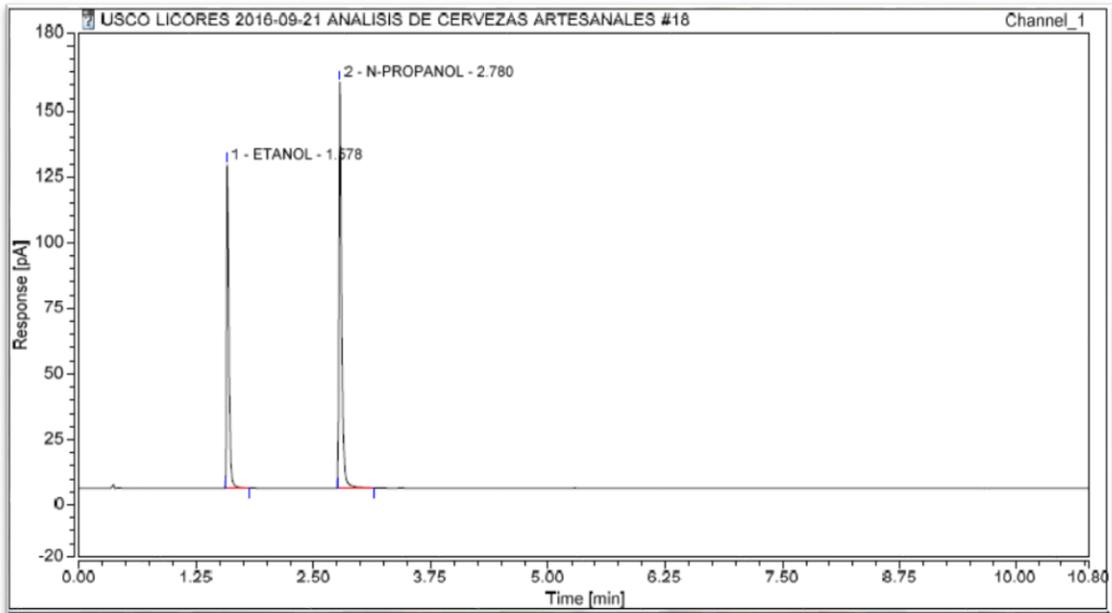


Imagen No. 30. Cromatograma cerveza Tumaco Negra primera replica.

En la Tabla No. 18 se presentan los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza TN. El etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos con una desviación estándar relativa del 0%, la concentración presenta un valor promedio de 94.5473mg/100mL, el valor promedio de la altura del pico es de 122.06pA y el valor promedio del área bajo la curva es de 3.3081pA*min

Tabla No. 18. Estadística de la inyección cerveza Tumaco Negra

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
TN 1	1,568	94,9328	39,96	200,8081	3,3468	123,46
TN 2	1,568	93,61	39,59	193,4153	3,2236	118,59
TN 3	1,568	95,0991	40,01	201,2411	3,354	142,13
Promedio	1,568	94,5473	39,85	198,41	3,3081	122,06

En la imagen No. 31 se presenta el cromatograma con los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza TR (Tairona Roja). En el cromatograma se observan dos picos; de acuerdo a los t_R como resultados obtenidos en la inyección de las sustancias stock el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.778 minutos. De acuerdo a los resultados de las tres réplicas, la cerveza artesanal Tairona Roja no contiene metanol, isopropanol, ni compuestos cetónicos ni aldehídos. (Ver Anexo M y N).

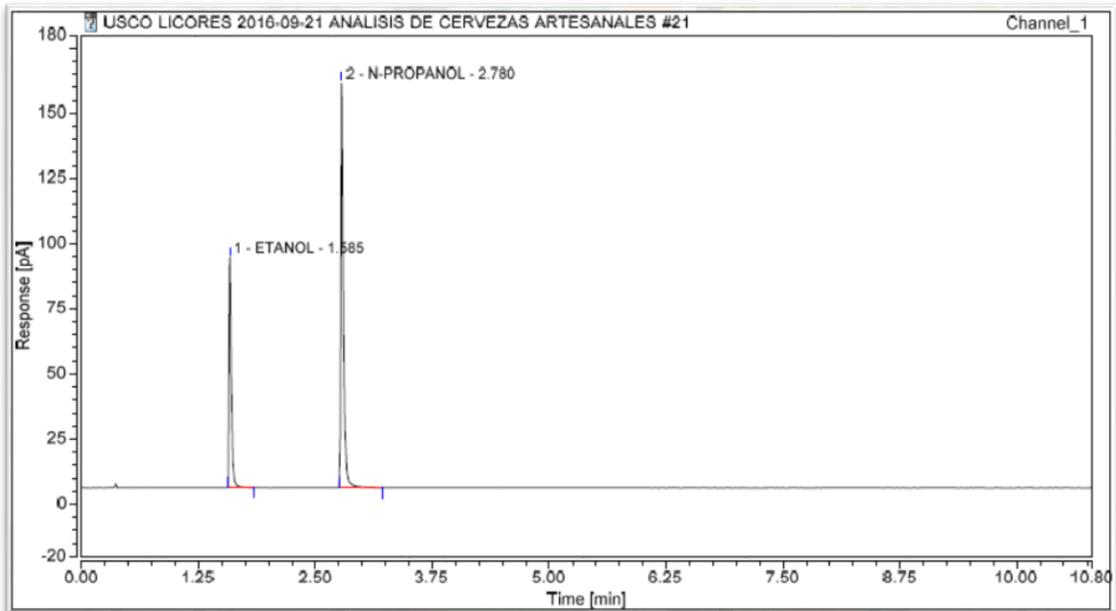


Imagen No. 31. Cromatograma cerveza Tairona Roja primera replica.

En la Tabla No. 19 se presentan los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza TR. El etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos con una desviación estándar relativa del 0%, Los valores promedio de la concentración, de la altura del pico y el área bajo la curva son 70.7206mg/100mL, 89.06pA y 2.3757pA *min, respectivamente.

Tabla No. 19. Estadística de la inyección cerveza Tairona Roja

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
TR 1	1,568	70,1623	32,24	141,0193	2,3503	88,04
TR 2	1,568	69,9347	32,16	143,7144	2,3952	89,81
TR 3	1,568	72,0647	32,9	142,8908	2,3815	89,32
Promedio	1,568	70,7206	32,43	142,54	2,3757	89,06

El cromatograma de la imagen No. 32, muestra los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza QL (Quimbaya Light). En el cromatograma se observan dos picos, comparando los t_R con los t_R obtenidos de la inyección de las sustancias stock, el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.780 minutos. De acuerdo a los resultados de las tres replicas, la cerveza artesanal Quimbaya Light no contiene metanol, isopropanol, acetona, ni acetaldehído. (Ver Anexo Ñ y O).

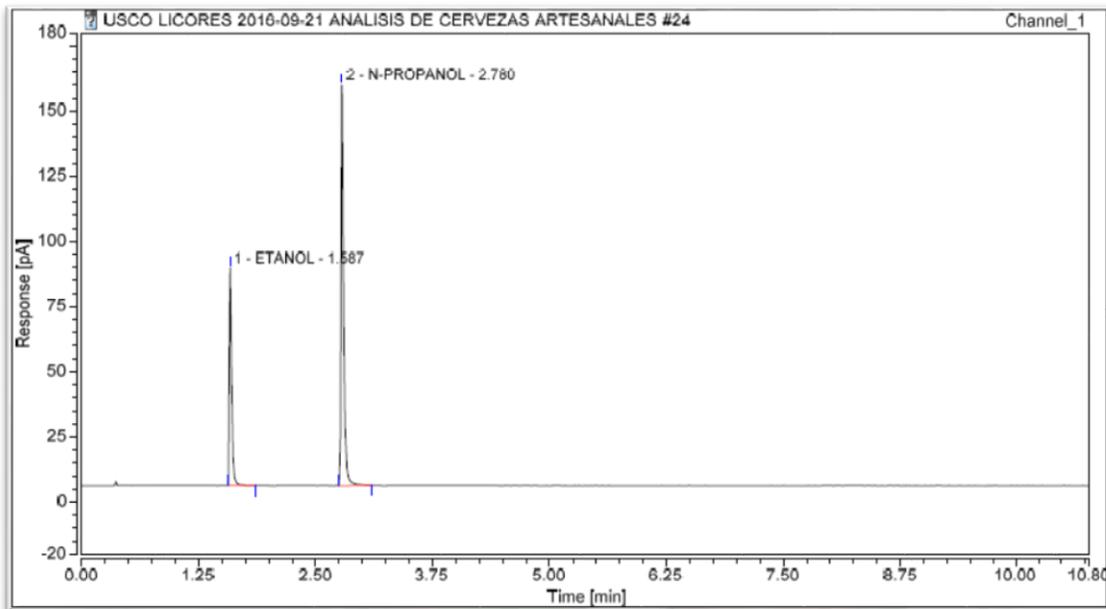


Imagen No. 32. Cromatograma cerveza Quimbaya Light primera réplica

Los datos presentes en la Tabla No. 20 muestran los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza QL (Quimbaya Light). El etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos con una desviación estándar relativa del 0%, los valores promedio de la concentración, de la altura del pico y el área bajo la curva son 65.5794mg/100mL, 81.78pA y 2.1657pA*min respectivamente.

Tabla No. 20. Estadística de la inyección cerveza Quimbaya Light

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
QL 1	1,568	65,9209	30,71	132,1015	2,2027	83,45
QL 2	1,568	65	30,37	127,4162	2,1236	80,21
QL 3	1,568	65,8173	30,67	130,3173	2,172	81,69
Promedio	1,568	65,5794	30,58	129,94	2,1657	81,78

El cromatograma de la imagen No. 33, muestra los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza NC (Negra Copenhague). En el cromatograma se observan dos picos, comparando los t_R con los t_R obtenidos de la inyección de las sustancias stock, el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.780 minutos. De acuerdo a los resultados, la cerveza artesanal Negra Copenhague no presenta compuestos cetónicos ni aldehídos, así como no se evidenció la presencia de metanol, ni de isopropanol. (Ver Anexo P y Q).

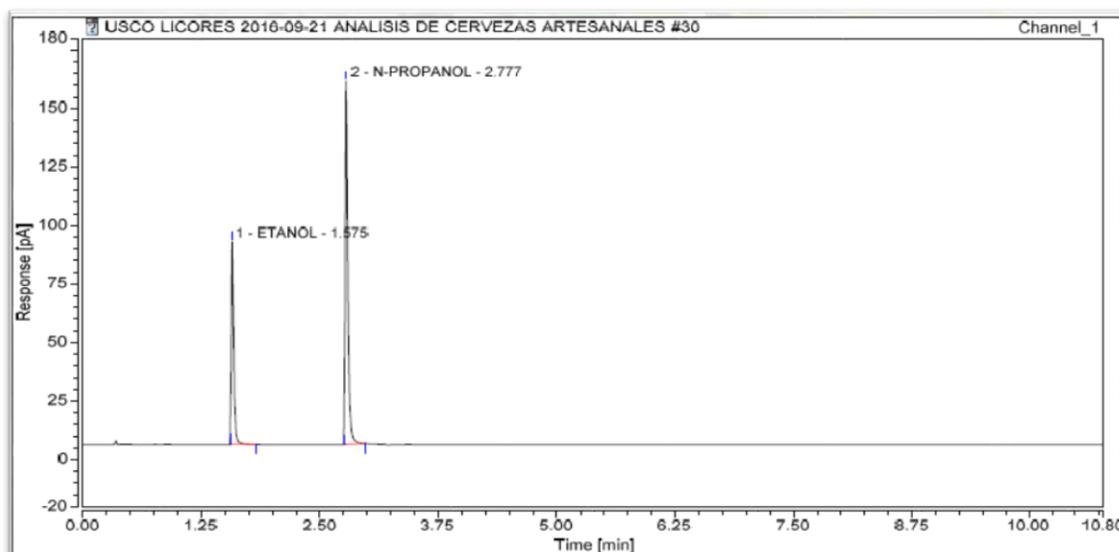


Imagen No. 33. Cromatograma cerveza Negra Copenhague primera réplica.

La Tabla No. 21 presenta los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza NC. El etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos

con una desviación estándar relativa del 0%, los valores promedio de la concentración, de la altura del pico y el área bajo la curva son 69.9940mg/100mL, 85.17pA y 2.2763pA*min, respectivamente.

Tabla No. 21. Estadística de la inyección cerveza Negra Copenhague

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
NC 1	1,568	69,937	32,16	139,5537	2,3259	86,6
NC 2	1,568	69,9368	32,16	132,5853	2,2098	82,5
NC 3	1,568	70,1082	32,22	137,5995	2,2933	86,39
Promedio	1,568	69,994	32,18	136,58	2,2763	85,17

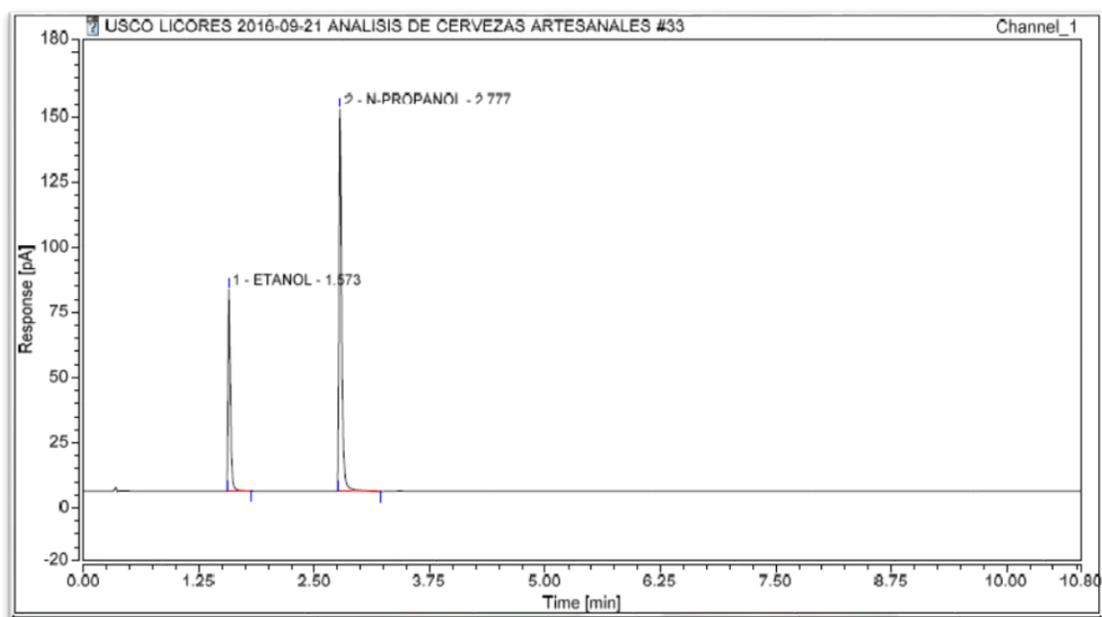


Imagen No. 34. Cromatograma cerveza Roja Copenhague primera réplica.

En la imagen No. 34, se presenta el cromatograma como resultado de la inyección de la primera réplica de la cerveza RC (Roja Copenhagen). En el cromatograma se observan dos picos, que teniendo en cuenta los resultados de los t_R obtenidos en la inyección de las sustancias stock, y comparándolos con los presentes en los cromatogramas, el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.777 minutos. De acuerdo con los resultados obtenidos de la inyección de las otras dos replicas (ver anexos R y S) podemos decir que la bebida no contiene ni metanol, isopropanol ni como cetónicos ni aldehídos.

En la tabla No. 22 se presenta la relación de los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza RC. El etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos con una desviación estándar relativa del 0%, los valores promedio de la concentración, de la altura del pico y el área bajo la curva son 80.9138mg/100mL, 102.45pA y 2.7586pA *min, respectivamente.

Tabla No. 22. Estadística de la inyección cerveza Roja Copenhagen

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
RC 1	1,568	63,8427	29,94	123,0442	2,0507	77,34
RC 2	1,568	64,885	30,33	125,0548	2,0843	79,5
RC 3	1,568	65,1886	30,44	120,9272	2,0155	75,54
Promedio	1,568	64,6388	30,23	123,01	2,0502	77,46

En el cromatograma de la Imagen No. 35, se muestran los resultados de la inyección de la primera réplica de la cerveza DC (Dorada Copenhagen). En el cromatograma se observan dos picos, el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R de 1.568 minutos y el segundo pico presente en el cromatograma corresponde al estándar interno que en este caso es *n*-propanol con un t_R de 2.777 minutos, como se puede observar también en los resultados de las inyección de las otras dos replicas (ver anexos T y U), la bebida no presenta ni metanol, ni isopropanol ni otros compuestos carbonílicos como acetaldehído y acetona.

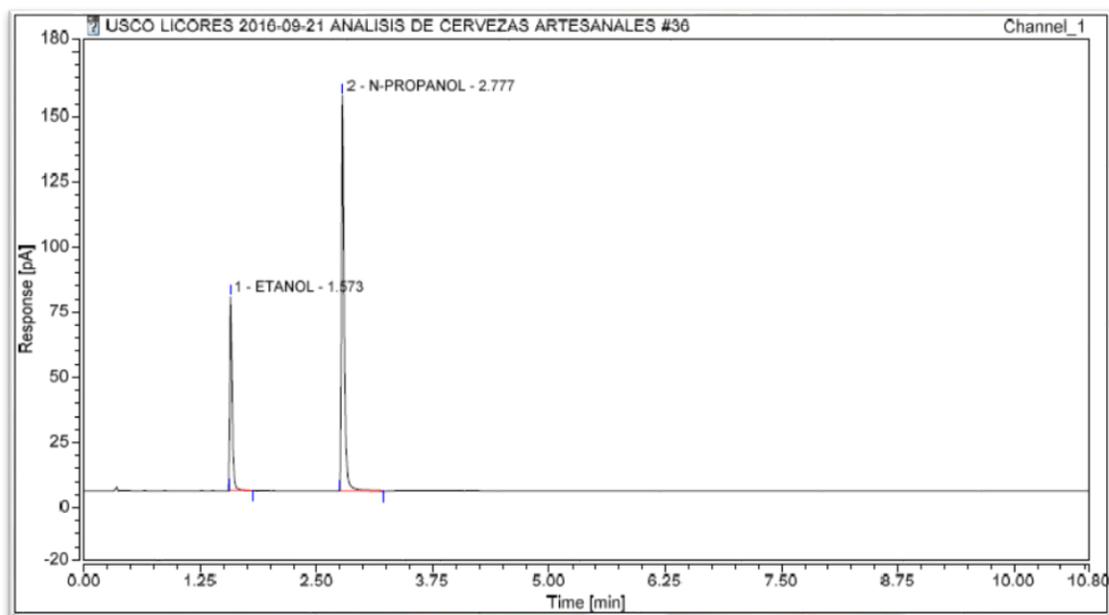


Imagen No. 35. Cromatograma cerveza Dorada Copenhagen primera réplica.

En la Tabla No. 23 se presentan los resultados de la inyección de las tres réplicas de la cerveza DC. El Etanol presenta un tiempo de retención t_R promedio de 1.568 minutos con una desviación estándar relativa del 0%, los valores promedio de la concentración, de la altura del pico y el área bajo la curva son 61.1891mg/100mL, 74.72pA y 1.9907pA *min, respectivamente.

Tabla No. 23. Estadística de la inyección cerveza Dorada Copenhague

Muestra	t_R (min)	Concentración (mg/100mL)	Área relativa (%)	Área (pA*seg)	Área (pA*min)	Altura (pA)
DC 1	1,568	59,8637	28,41	118,6348	1,9772	74,36
DC 2	1,568	61,3774	28,99	119,9141	1,9986	74,58
DC 3	1,568	62,3563	29,37	119,7831	1,9964	75,22
Promedio	1,568	61,1891	28,92	119,48	1,9907	74,72

En la tabla No. 24 se presentan las concentraciones promedio de etanol encontrado en cada una de las bebidas y la relación volumen a volumen, con el fin de compararlas con las que aparecen en las etiquetas para su comercialización.

Tabla No. 24. Valores promedios de Etanol en cervezas artesanales

Tipo de Cerveza	Promedio de Concentración (mg/100mL)	Promedio Resultados % V/V
Cerveza DC	61,19	3,9
Cerveza RJ	61,61	3,9
Cerveza RuJ	63,11	4,0
Cerveza NJ	64,04	4,1
Cerveza RC	64,64	4,1

...Continuación de la tabla No. 24

Tipo de Cerveza	Promedio de Concentración (mg/100mL)	Promedio Resultados % V/V
Cerveza QL	65,58	4,2
Cerveza NC	69,99	4,5
Cerveza TR	70,72	4,5
Cerveza CR	80,91	5,2
Cerveza TN	94,55	6

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la inyección de las réplicas de las cervezas, se puede observar en la tabla No. 24, un orden ascendente en cuanto al contenido de etanol presente en la muestra, siendo así, la cerveza Tumaco Negra comercializada por Beer Station la que presenta la mayor concentración de etanol correspondiente a 94,55 mg/100mL, es decir 6,0% V/V. La cerveza Dorada comercializada por Copenhagen Pub conocida también como Tatacoa Rubia y la cerveza Roja comercializada por Joshua Café Pub presentan la menor concentración de etanol con 61,19 mg/100mL y 61,61 mg/100mL respectivamente, es decir, 3,9% V/V. La cerveza Quimbaya Light comercializada por Beer Station presenta una concentración de etanol de 65,58 mg/100mL correspondiente a 4,2% V/V y es la quinta cerveza con mayor concentración superando las cervezas comercializadas por Joshua Café Pub, tanto rubia, roja y negra; estas diez cervezas artesanales en su descripción comercial presentan 5,0% V/V de alcohol.

La determinación cuantitativa se obtuvo utilizando estándar interno, una curva de calibración con estándares de concentración conocida y partiendo de la comparación con los tiempos de retención obtenidos en los resultados de la inyección de las sustancias

stock. La adición de estándar interno se hace de acuerdo a la complejidad y desconocimiento de la matriz de la muestra, ya que puede contener muchos constituyentes, por otro lado la sal (NaCl) se emplea en la optimización del método en la microextracción y la interacción iónica.

Identificación y Cuantificación de Compuestos volátiles de las Muestras de Cerveza Artesanal por Cromatografía de Gases Acoplado a Masas

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de la inyección de las muestras de algunas cervezas artesanales como la Tairona Rubia y Quimbaya Light en el cromatógrafo de gases acoplado a masas.

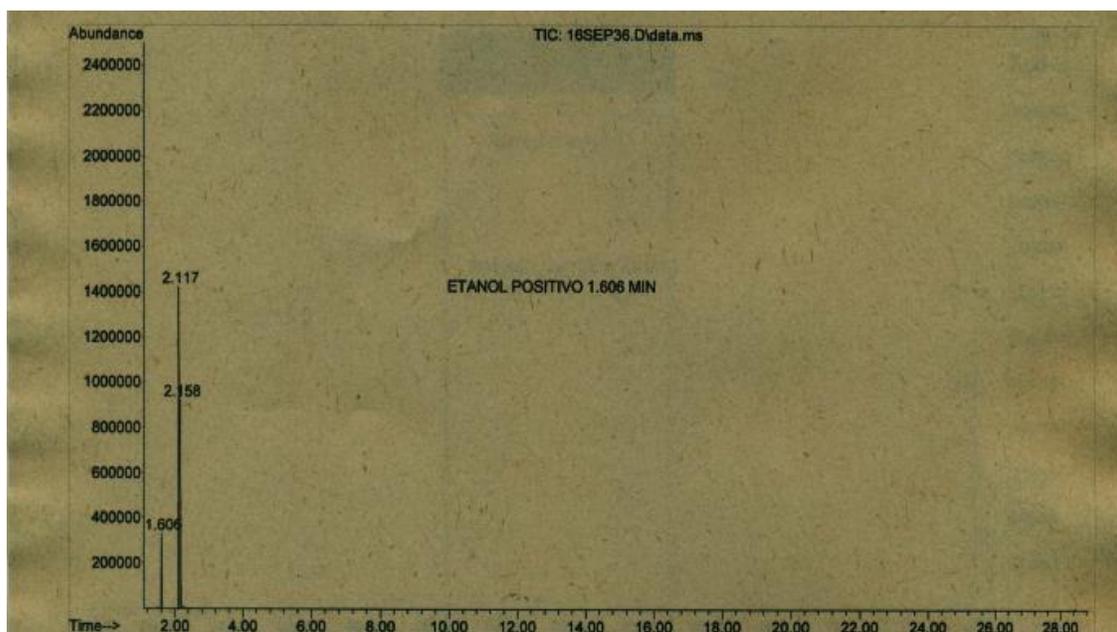


Imagen No. 36. Espectro de masas cerveza Tirona Rubia

En la imagen No. 36 se muestran los resultados de la inyección de la muestra de la cerveza Tairona Rubia en el cromatógrafo acoplado a masas a partir de una microextracción con cloroformo y sal (NaCl). De acuerdo al cromatograma se pueden observar tres picos. El tiempo de retención t_R para el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un valor de t_R 1,606 minutos, lo que permite confirmar la presencia de este compuesto en esta cerveza artesanal. El empleo de otra técnica de extracción como la microextracción con cloroformo y ácido clorhídrico (HCl) (ver Anexo W) y cloroformo (ver Anexo V), confirmo la presencia de etanol en la bebida y la ausencia de metanol, isopropanol y de compuestos cetónicos y aldehídos.

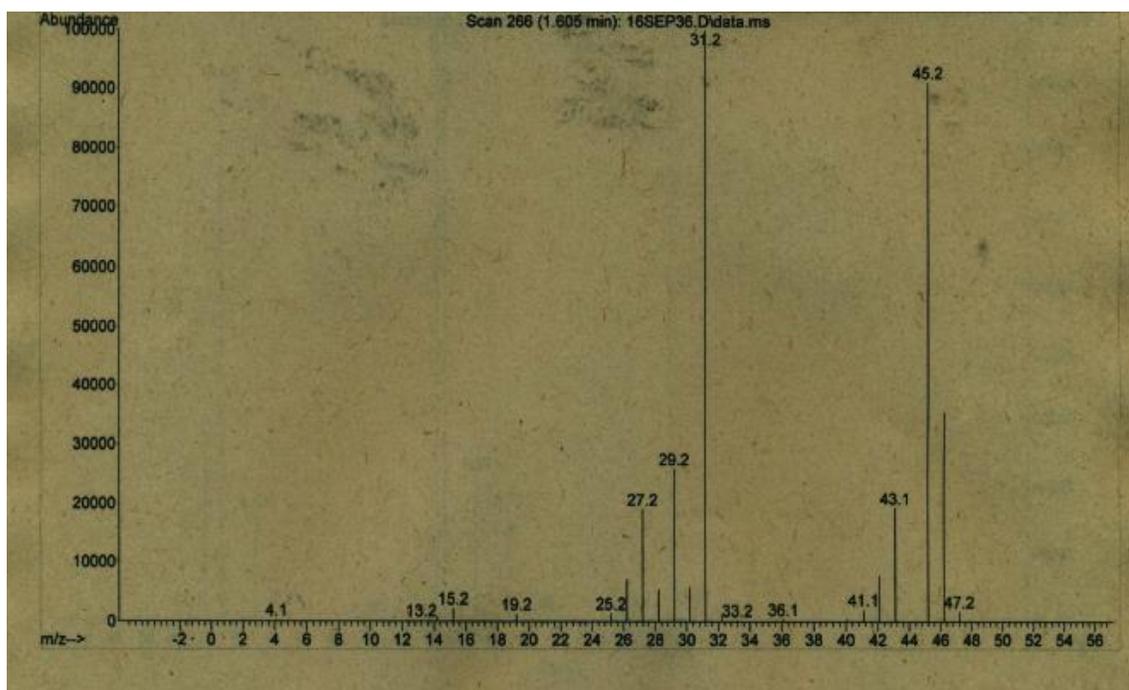
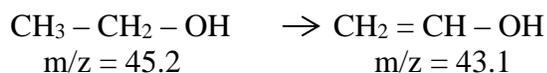


Imagen No. 37. Espectro de masas del etanol presente en la cerveza Tairona Rubia

En la imagen No. 37 se presenta el espectro de masas del etanol obtenido de la inyección de la cerveza artesanal Tairona Rubia. Al observar el espectro de masas del etanol, se encuentra que al ionizarse la muestra, el pico de ion molecular $[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}]^+$ presenta una m/z de 45.2, la cual es equivalente al peso molecular del compuesto. Adicionalmente, se observa un valor de m/z de 46.2 correspondiente al pico de ion pseudomolecular $[\text{M}+\text{H}]^+$. Adicionalmente, se detectaron los fragmentos $[\text{M}-2]^+$ de m/z 43.2, como resultado de la deshidrogenación de los dos átomos de carbono.



Otro fragmento característico es el $[\text{CH}_2 - \text{OH}]^+$ de $m/z = 31.2$, correspondiente a la pérdida del grupo metileno terminal.



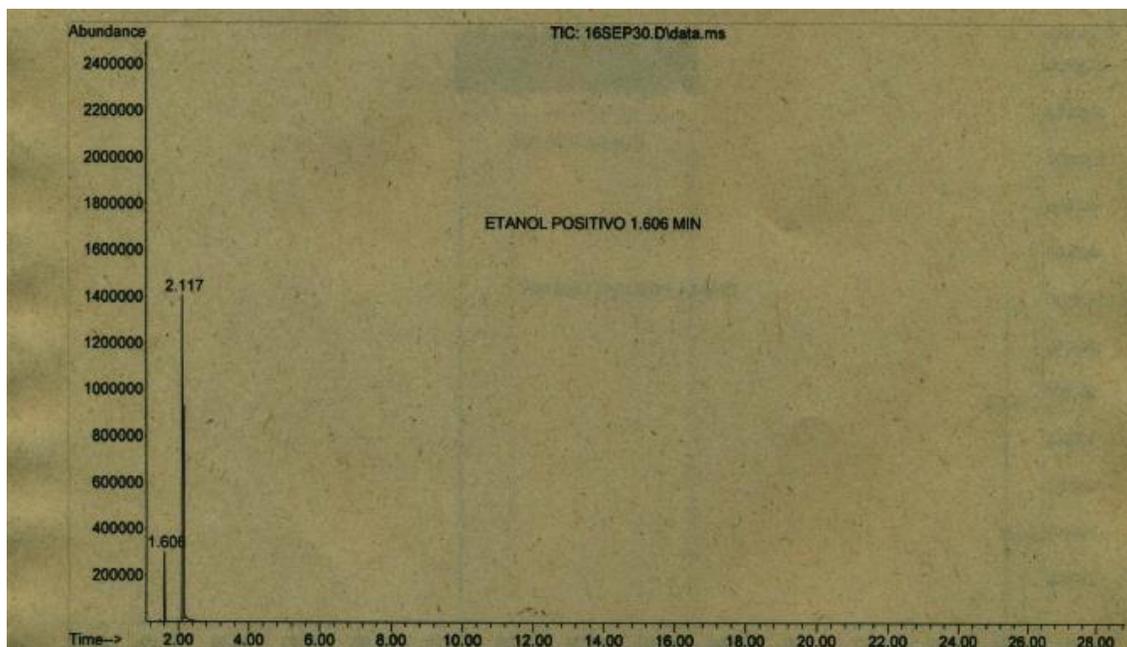


Imagen No. 38. Cromatograma de la muestra de cerveza Quimbaya Light por CG-MS

En la imagen No. 38 se muestran los resultados de la inyección de la muestra de la cerveza Quimbaya Light en el cromatógrafo acoplado a masas a partir de una microextracción con cloroformo y ácido clorhídrico (HCl). De acuerdo al cromatograma se pueden observar dos picos, que por el tiempo de retención t_R el primer pico corresponde a la presencia de etanol en la bebida con un t_R correspondiente a 1,606 minutos lo que reafirma la presencia de este compuesto en la cerveza artesanal.

La técnica de extracción mediante microextracción con cloroformo y sal (NaCl) (ver Anexo Y) y cloroformo (ver Anexo X), permitió reconfirmar la presencia de etanol en la bebida y la ausencia de metanol, isopropanol, acetona y acetaldehído.

Identificación y Cuantificación de Compuestos Volátiles de la Muestra de Aguardiente "doble anís"

La segunda bebida alcohólica que se seleccionó para el análisis de sus componentes volátiles por cromatografía de gases fue el aguardiente de marca “doble anís”, debido a que fue la segunda bebida alcohólica más vendida por los establecimientos de expendio en la Ciudad de Neiva.

La imagen No. 39 muestra los resultados obtenidos por cromatografía de gases acoplado espectrometría de masas de una muestra de aguardiente. En el cromatograma se observan cuatro picos correspondientes a cuatro compuestos: amonio con un t_R 1.502 minutos, etanol con un t_R 1.644 minutos, acetona con un t_R de 1.736 minutos, 1- butanol con un t_R de 2.223 minutos.

Un segundo análisis por CG-MS permitió identificar en esta bebida los compuestos anteriores y el anetol en la bebida alcohólica.

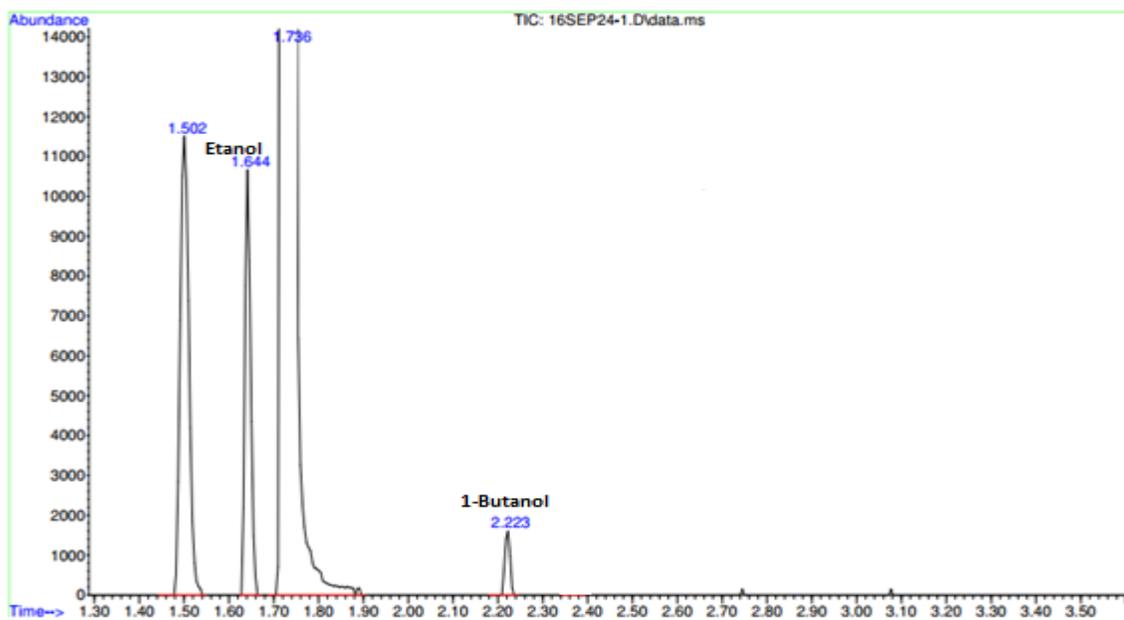


Imagen No. 39. Cromatograma de la inyección de aguardiente doble anís

Al observar el cromatograma, se pueden ver 4 picos; de acuerdo a los t_R , el segundo pico corresponde al etanol, con un valor de t_R de 1.642 minutos y el cuarto pico presente en el cromatograma corresponde al 1-butanol con un t_R de 2.223 minutos. El pico 1 corresponde al amonio, el cual corresponde a residuos presentes en el cromatógrafo. De acuerdo a los resultados, la muestra de aguardiente Doble Anís no contiene metanol, isopropanol, propanol, acetona, ni acetaldehído. A continuación se presentan los espectros de masas correspondientes al 1-butanol y al etanol.

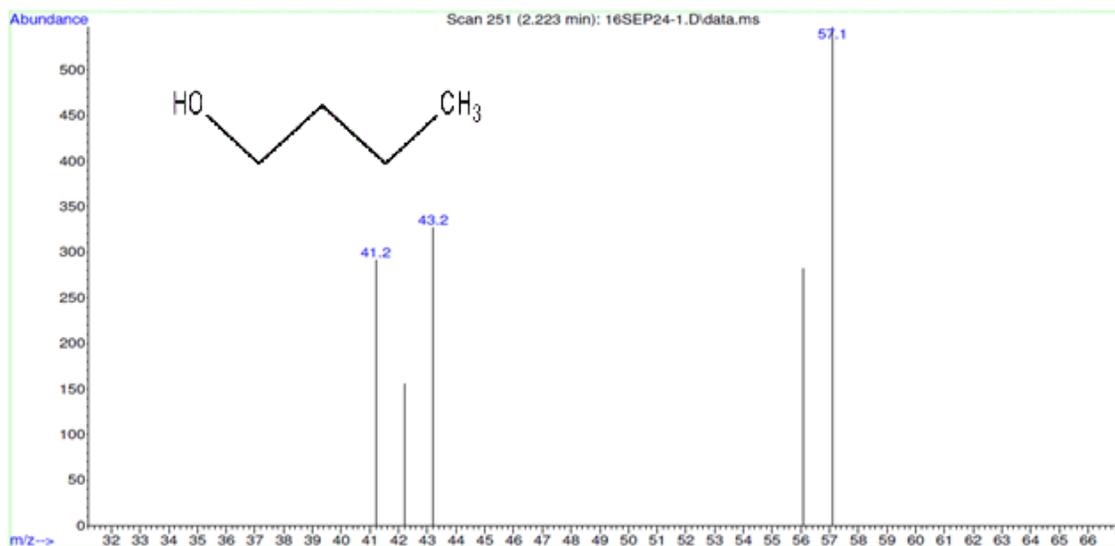


Imagen No. 40. Espectro de masas del 1-Butanol

Como es posible observar en el espectro de masas del 1-butanol, el pico del ión molecular con valor de m/z 74.1 no aparece en el espectro, en su lugar, aparece el fragmento m/z 57.1 correspondiente a la deshidratación de la molécula ($M^+ - 17$). Adicionalmente, se observa el fragmento de m/z 43.2 lo cual indica una pérdida de 14 uma ($CH_3 - CH_2 - CH_2^+$).

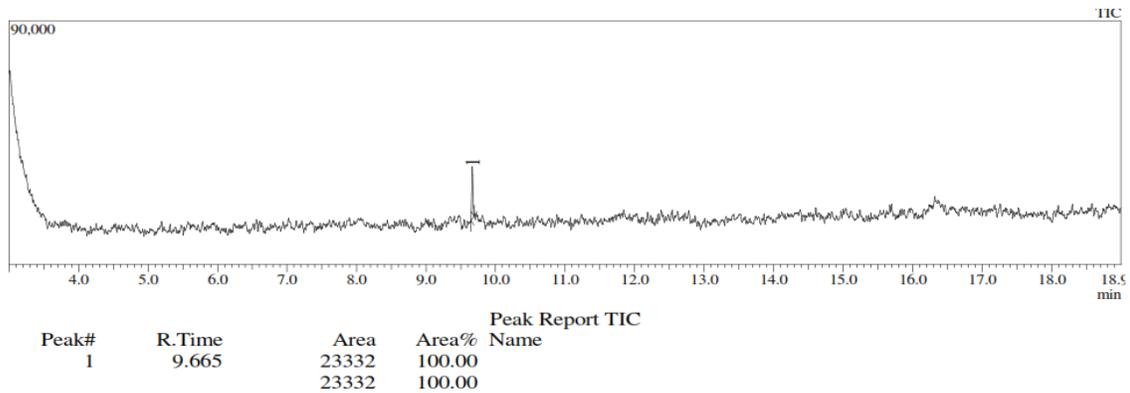


Imagen No. 41. Identificación de anetol en la muestra de aguardiente “doble anís” por CG-MS

En el cromatograma es posible observa un pico con un t_R de 9.66 minutos, el cual corresponde al compuesto anetol, tal como se muestra en el espectro de masas que se analiza a continuación, este pico tiene un área bajo la curva equivalente a 23332 pA*seg.

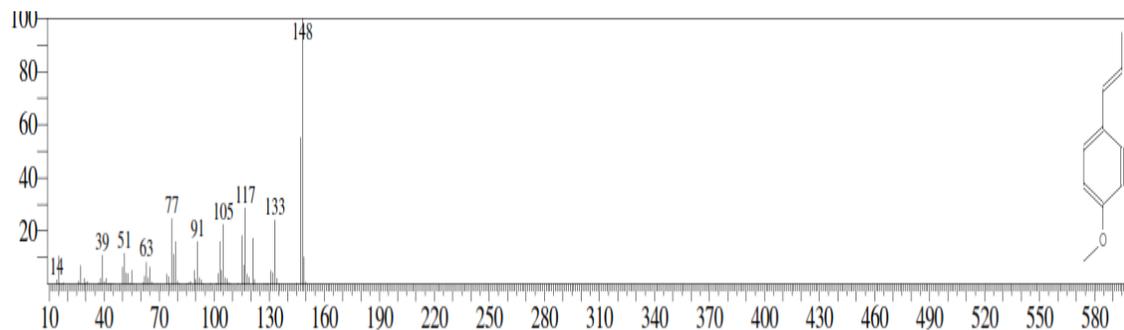


Imagen No. 42. Espectro de masas del anetol presente en una muestra de aguardiente “doble anís”

El espectro de masas del anetol presenta el pico del ion molecular con una m/z de 148, que corresponde al peso molecular del compuesto. Adicionalmente, se observan picos fragmentos correspondientes a la pérdida del grupo metilo CH_3 que se encuentra unido al oxígeno, esto sucede mediante ruptura heterolitica, generando el fragmento $\text{C}_9\text{H}_9\text{O}^+$ con una m/z correspondiente a 133.

Otro pico fragmento aparece a m/z 91, con el cual se evidencia una perdida de 26 una, para generar la formacion del ión tropilio.

Acto seguido, se presenta un pico en 63 m/z correspondiente a la formación del ión ciclopentadienilo.

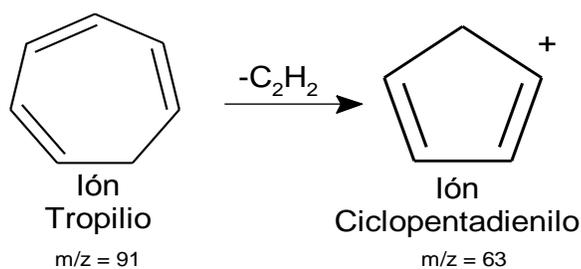
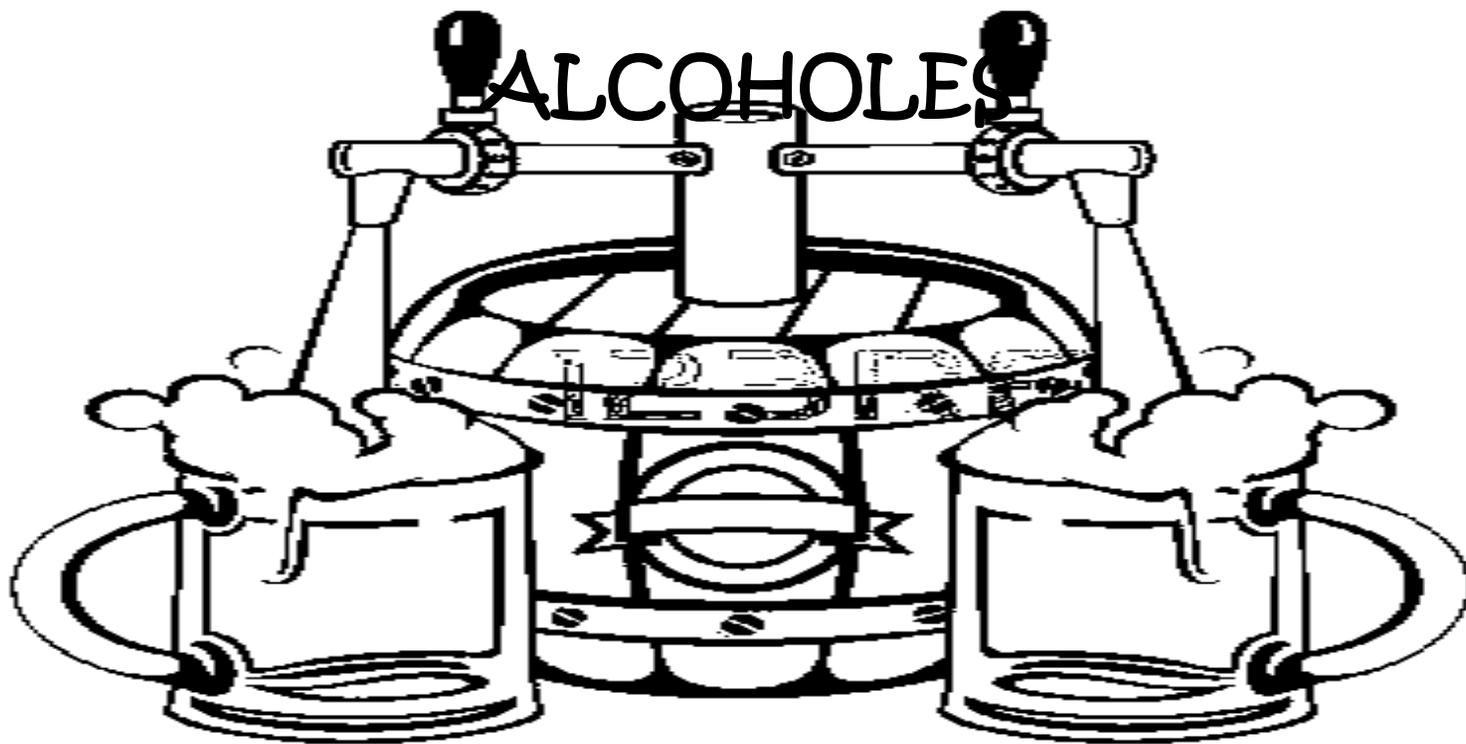


Imagen No. 43. Formación del Ión Ciclopentadienilo a partir del Ión Tropilio

Unidad Didáctica

EL MUNDO DE LOS



Elaborado por:

ERIKA BRAVO FIERRO

ALEX FABIAN TRUJILLO QUIZA

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA

Y BIOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN

El impacto de la industria licorera al pasar del tiempo, la demanda de nuevos licores y el surgimiento de nuevas marcas, crecen con el consumo de las bebidas alcohólicas tanto destiladas como el aguardiente y las no destiladas como la cerveza a nivel mundial. El departamento del Huila, conformado por 37 municipios, tiene una extensión de 19.890 km² y una población aproximada de 900.000 habitantes, y el desarrollo de la industria licorera se evidencia desde la producción de aguardiente en alambiques por gente del común, manteniéndose hoy en día como monopolio de renta con la producción ya tecnificada de la marca de aguardiente doble anís. Neiva es la ciudad capital del departamento, su centro administrativo, comercial y cultural; se encuentra a 312 Km al sur de Bogotá, está situada en el valle del Alto Magdalena, en una de las regiones más cálidas, donde se combinan zonas desérticas con fértiles terrenos, que es también conocida como la capital bambuquera de Colombia, sede para el desarrollo de las festividades más emblemáticas y representativas de la región opita.

En Colombia las bebidas alcohólicas son definidas como sustancias que se obtienen de la destilación de productos o mostos fermentados; para la gente del común, se reconoce como aquella bebida que contiene etanol, producida por procesos de fermentación y destilación, desconociéndose así la presencia de otros compuestos derivados de la producción del licor, más aun desconociéndose los parámetros permitidos para la comercialización y consumo de estas bebidas, así como los riesgos a los que la comunidad está expuesta por su consumo y sus efectos en el organismo del ser humano. Juntos con la tecnificación para la producción de los Licores, surgen técnicas de análisis como la cromatografía de gases y la espectrometría de masas, para la verificación del cumplimiento de las normas que permiten que esta industria cumpla con la demanda de consumo en la comunidad colombiana.

A partir del alto consumo de bebidas alcohólicas en la población y el desconocimiento de la fabricación, composición y efectos en la salud humana como consecuencia del consumo de los licores, esta unidad didáctica

tiene como finalidad orientar la enseñanza y aprendizaje de la Cromatografía de gases mediante los resultados obtenidos de la investigación de las dos bebidas alcohólicas más comercializadas y consumidas en la Ciudad de Neiva Huila.

OBJETIVOS

Conceptuales

- Reconocer la epistemología de algunos conceptos y contribuyentes, implicados en el desarrollo de técnicas de análisis cromatográficas.
- Identificar los aspectos relacionados con los conceptos implicados en el desarrollo del proceso de análisis cromatográfico.
- Explicar algunas características del proceso para la producción de bebidas alcohólicas.
- Conocer algunas implicaciones en la salud del ser humano por el consumo de licores.

Procedimentales

- Conocer algunos equipos usados en la técnica de cromatografía mediante una salida extramuros.
- Demostrar mediante una práctica experimental el uso de la cromatografía de gases para el análisis de sustancias volátiles.

- Desarrollar habilidades de pensamiento mediante el análisis de Cromatogramas, una vez se hayan enseñado los conceptos cromatográficos aprendidos.
- Crear conceptos mediante mapas conceptuales y redes de ideas.

Actitudinales

- Concienciar sobre la importancia del conocimiento de la composición y las afecciones en el organismo de las bebidas alcohólicas.
- Desarrollar en los alumnos el interés por la investigación y las ciencias naturales.
- Ofrecer estrategias nuevas de aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales.

CONOZCAMOS ALGUNOS DE LOS LICORES QUE SE DISTRIBUYEN EN NUESTRO PAÍS

An illustration of four liquor bottles and two glasses. From left to right: a bottle with a square label, a bottle with a circular logo, a bottle with a dark label, and a bottle with a large oval label. In front of the bottles are a martini glass and a shot glass.

SABIAS QUE...

El país más consumidor de licor en el mundo es Lituania, el de América latina es Chile y los departamentos de Colombia más consumidores son Antioquia y la Costa Atlántica.



AGUARDIENTE. Es el producto proveniente de la destilación especial de mostos fermentados que se caracteriza por conservar un aroma y un gusto particular.

APERITIVO. Bebida alcohólica con una graduación de 2.5 a 15 grados alcoholimétricos a 20°C, estimulante del apetito que se obtiene por mezcla de destilados, fermentados, infusiones, maceraciones y digestiones de sustancias vegetales.





CERVEZA. Es la bebida obtenida por fermentación alcohólica de un mosto elaborado con cebada germinada y otros cereales o azúcares, adicionado de lúpulo o su extracto natural, levadura

Ron. Es el aguardiente obtenido por destilación especial de mostos fermentados de zumo de la Caña de azúcar, sus derivados o subproductos, de forma que al final posea el gusto y el aroma que le son característicos,



Ministerio de salud y protección social. Decreto 1686 de 2001. Capítulo II,



Vodka. Es la bebida alcohólica con graduación alcohólica de 37.5 grados alcoholimétricos, obtenida de alcohol etílico potables o destilados alcohólicos simples de origen agrícola rectificadas,

Whiskey. Es el aguardiente obtenido de la destilación especial de mostos fermentados de cereales, en presencia o no de granos enteros de otros cereales, añejado en recipientes de roble, cuyo grado alcohólico no será inferior a 40 grados alcoholimétricos.



Ministerio de salud y protección social. Decreto 1686 de 201. Capítulo II,



DIPSONOMÍA

Tendencia irresistible al abuso de la bebida, dependencia al alcohol.

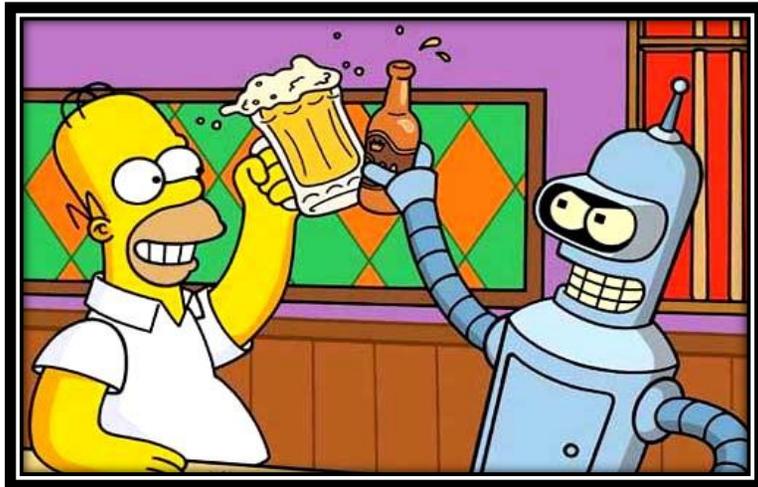
ALGUNOS DATOS ESTADÍSTICOS

Según el informe mundial sobre el consumo de drogas de la ONU, se estima que cerca de 2.600 millones de personas en el mundo consumen alcohol etílico.



En Colombia el programa presidencial RUMBO5, estimó que el 89,7% de los universitarios eran consumidores habituales de alcohol etílico.

¿Por qué nos emborrachamos al consumir bebidas alcohólicas?



Dentro de las afecciones al organismo se encuentran las alteraciones en el sistema nervioso central, por ser el alcohol etílico una sustancia depresora generalizado no selectivo del SNC, afecta los procesos mentales que dependen del aprendizaje y la experiencia previa, luego se alteran la atención, la concentración, el juicio y la capacidad de raciocinio.

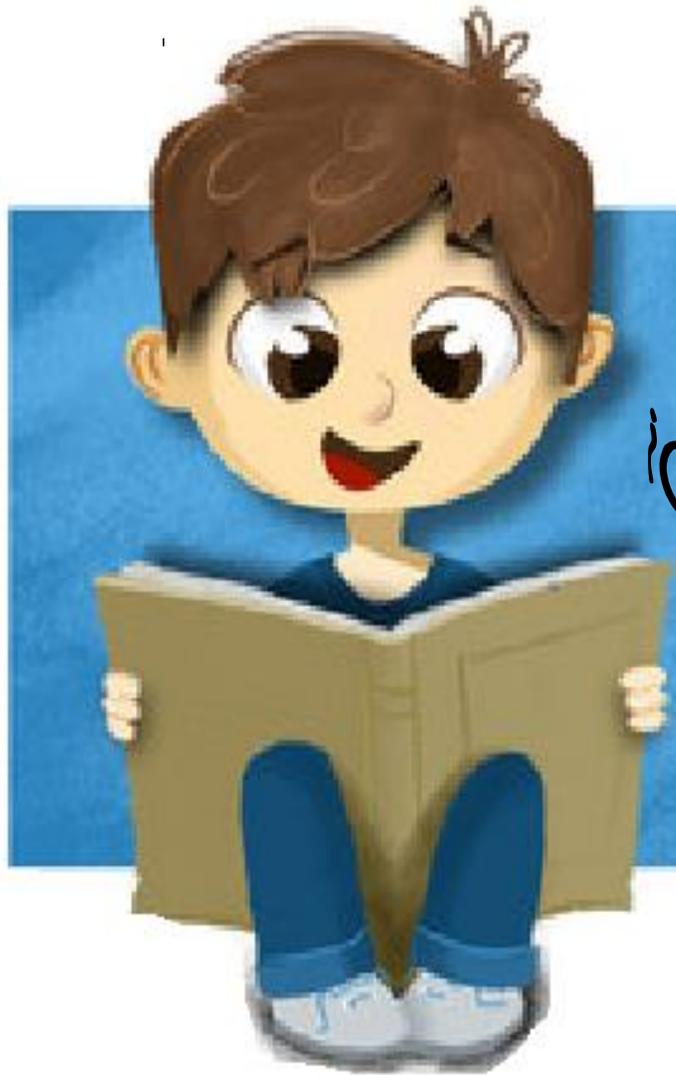
Pero sabías que...

Además por el consumo de esta sustancia se puede padecer de alteraciones gastrointestinales, alteraciones nutricionales, hemorragias de vías digestivas, politraumatismo y endotoxemia, convulsiones por hipoglicemia, pancreatitis aguda, ataque agudo de Gota, cetoacidosis metabólica, hematoma subdural agudo, esclerosis cortical laminar de Morel. entre otras.



El científico ruso Tswett, acuñó el término cromatografía por primera vez en el año 1906, cuando informó acerca de la separación de los componentes de diferentes colores, al hacer pasar un extracto de diferentes hojas a través de una columna de carbonato de calcio, alúmina y sacarosa.

“la cromatografía es un método físico de separación, en el que los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una estacionaria y otra fase que se mueve o fase móvil, en una dirección definida”



¿CÓMO SE OBTIENEN LOS
LICORES?

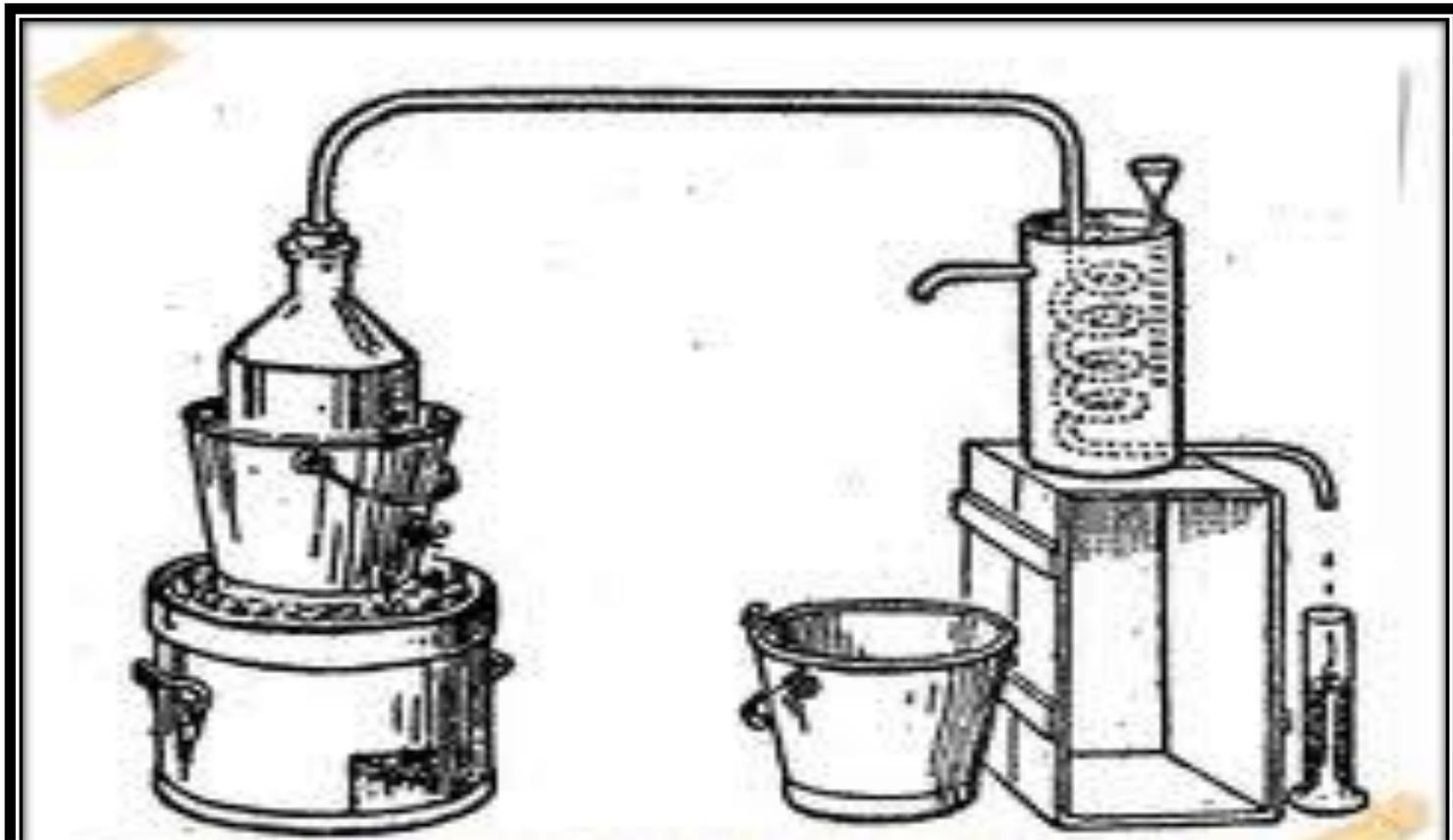
FERMENTACIÓN

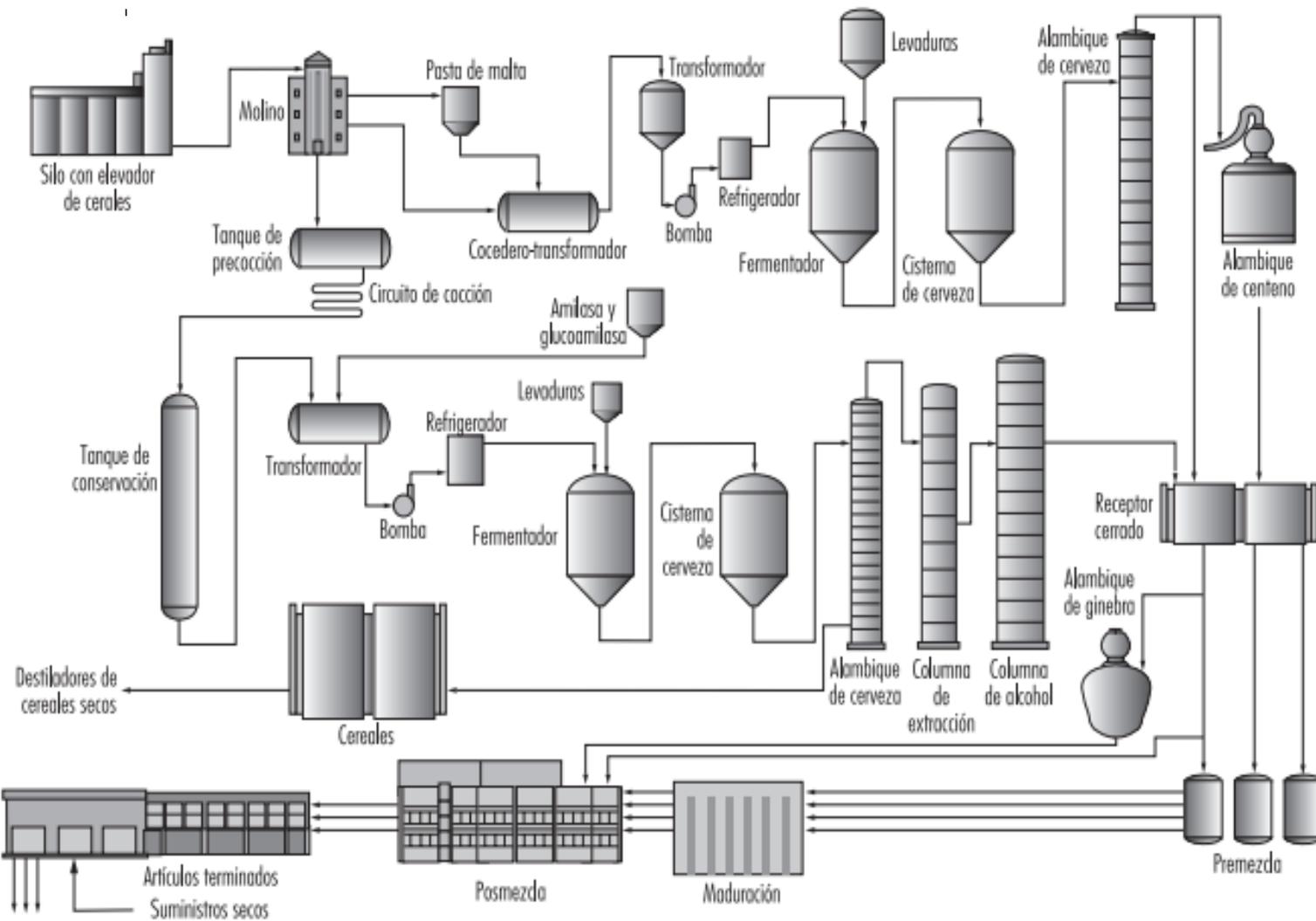
Durante la fermentación, el azúcar se convierte en alcohol y en dióxido de carbono.

La fermentación utilizada para la elaboración de vino y cerveza data de los años

Antiguamente se utilizaba un método para la elaboración de vino que consistía en que los cosecheros pisaban durante la noche las uvas que habían recogido durante el día.

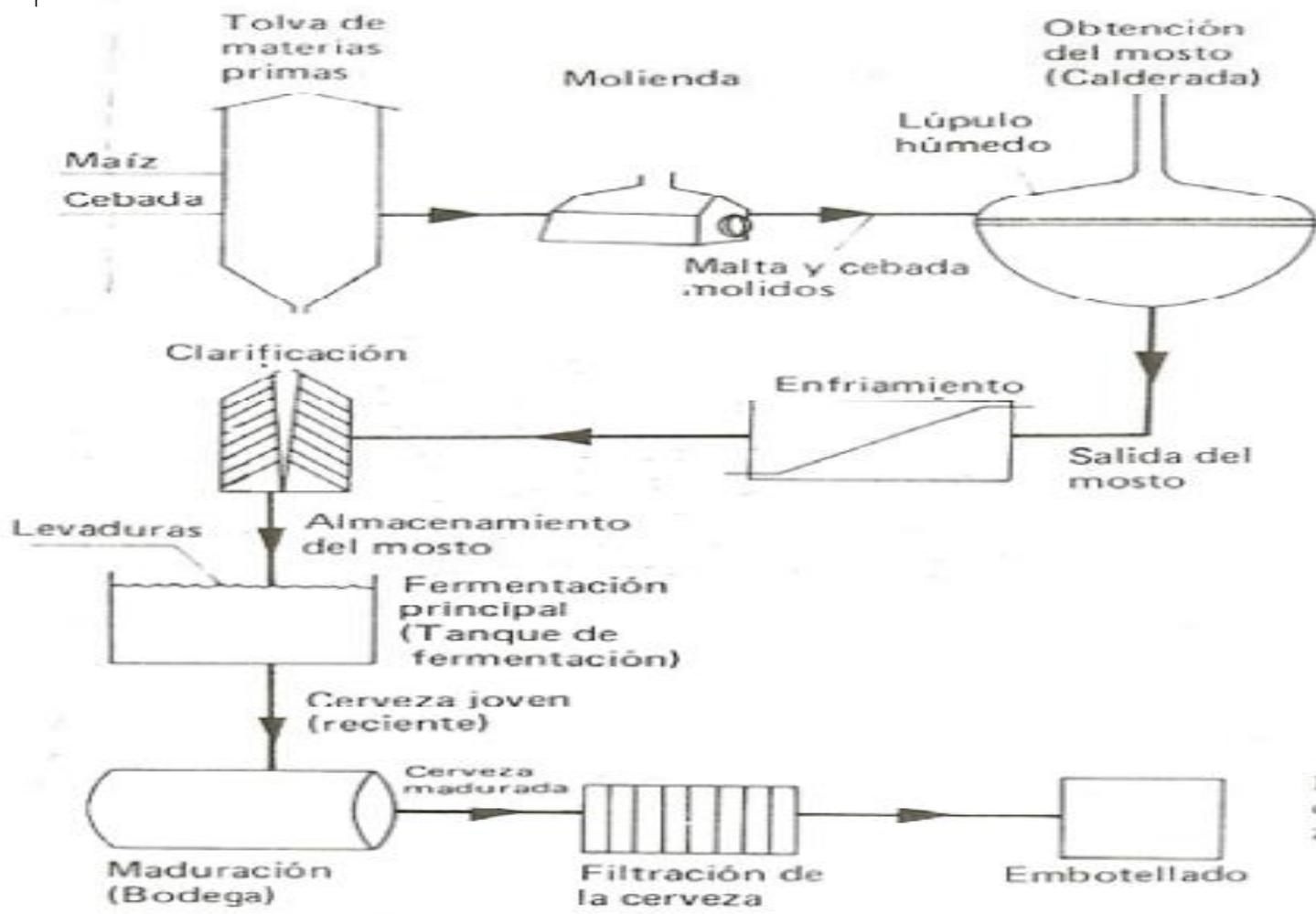
DESTILACIÓN





FABRICACIÓN DE LA CERVEZA

La cerveza es una bebida fermentada y espumosa, en cuya fabricación se utilizan materias primas ricas en carbohidratos como malta, cebada, trigo, arroz, maíz desengrasado,



RECONOCIMIENTO DE ALCOHOLES USANDO CROMATOGRAFIA DE GASES



GUÍA PRACTICA EXTRAMURO RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS CROMATOGRÁFICOS

NOMBRE:

FECHA: _____

OBJETIVOS

- Reconocer los diferentes equipos cromatográficos mediante una visita pedagógica.
- Diferenciar cada una de las partes del equipo y explicar brevemente su funcionamiento.
- Reconocer la aplicación de cada equipo en los procesos de análisis.

MATERIALES

- Bata de laboratorio
- Guantes
- Tapabocas
- Equipos cromatográficos

ACTIVIDADES

1. Señala cada una de las partes del cromatógrafo de Gases en los siguientes esquemas.



IMAGEN No 1. CROMATOGRAFO DE GASES

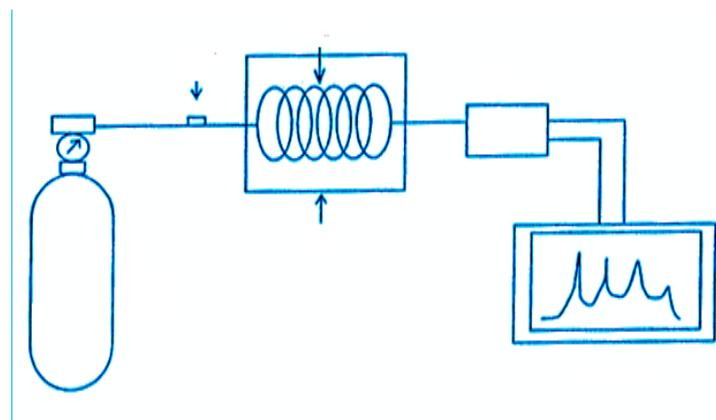


IMAGEN No 2. ESQUEMA GENERAL CROMATOGRAFO DE GASES

2. En la siguiente tabla escribe cada una de las partes y su función dependiendo del equipo.

Ref. Del Equipo _____

Lugar _____

PARTES PRINCIPALES	FUNCION

Ref. Del Equipo _____

Lugar _____

PARTES PRINCIPALES	FUNCION

Ref. Del Equipo _____

Lugar _____

PARTES PRINCIPALES	FUNCION

PRÁCTICA DE LABORATORIO

CROMATOGRAFÍA DE GASES

NOMBRE: _____

FECHA: _____

OBJETIVOS

- Analizar algunas bebidas alcohólicas
- Identificar algunos compuestos volátiles
- Reconocer la importancia de la cromatografía de gases en el análisis de sustancias volátiles

REFERENTE TEÓRICO

El científico ruso Tswett, acuñó el término cromatografía por primera vez en el año 1906, cuando informó acerca de la separación de los componentes de diferentes colores, al hacer pasar un extracto de diferentes hojas a través de una columna de carbonato de calcio, alúmina y sacarosa. En la actualidad, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) propone como definición de cromatografía: “la cromatografía es un método físico de separación, en el que los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una estacionaria y otra fase que se mueve o fase móvil, en una dirección definida” [L. S. Ettre, “Nomenclature for Chromatography,” *Pure & Appl. Chem.*, 65(4) (1993) 819-872] citado por Gary D, (2009). Las

técnicas cromatográficas han sido valiosas en la separación y análisis de mezclas muy complejas. Los dos tipos principales de cromatografía son la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía de líquidos (LC).

La cromatografía de gases se usa además, en la determinación de compuestos orgánicos. Según Gary D, (2009) hay dos tipos de cromatografía de gases: la cromatografía de gas-sólido (de adsorción) y la cromatografía de gas-líquido (de partición), esta última es la más importante y se usa en la forma de una columna capilar. La cromatografía de gases nos permite la determinación de muchos compuestos, pero aun así tiene limitaciones. Los compuestos deben ser volátiles y estables a temperaturas entre los 50°C y 300°C, siendo útil esta técnica para todos los gases, la mayor parte de las moléculas orgánicas no ionizadas, sólidas o líquidas, que contengan hasta unos 25 carbonos y muchos compuestos organometálicos.

MATERIALES

- Bata
- Guantes

Equipos

- Cromatógrafo de Gases con detector FID y automuestreador de volátiles head Space
- Balanza analítica.
- Agitador eléctrico.
- Cámara extractora de gases.

Reactivos

- Etanol
- n-propanol

- Cloruro de Sodio (NaCl)

Vidriería

- Balones aforados
- Erlenmeyer
- Pipetas
- Probetas
- Micropipeta

METODOLOGÍA

1. Prepara una sustancia stock de etanol $\leq 99,8\%$ haciendo las diluciones de acuerdo a los valores en la tabla

Tabla 1. Preparación de sustancia stock

NIVEL	METANOL	
	V (μL)	C (mg/100mL)
1	100	10
2	300	30
3	500	50
4	1000	100
5	1500	150
6	2000	200

2. Inyección de Muestras:

a. Diluir las muestras de cervezas y aguardiente de la siguiente manera:

Tomar 1mL de muestra y aforar con agua destilada en un balón aforado de 25mL.

b. Inyectar por triplicado las muestras de cervezas y aguardiente tomando 200 μ L de cada muestra de acuerdo con la siguiente secuencia.

- ✓ Inicialmente un vial que contenga el blanco (NaCl),
- ✓ Tres controles etanol y n-propanol a diferentes concentraciones (tabla 1)
- ✓ Tres replicas diluidas de aguardiente,
- ✓ Tres muestras de cerveza cada una con sus réplicas para un total de 9 muestras de cerveza
- ✓ Finalmente inyectar de nuevo los tres controles.

c. condiciones cromatográficas

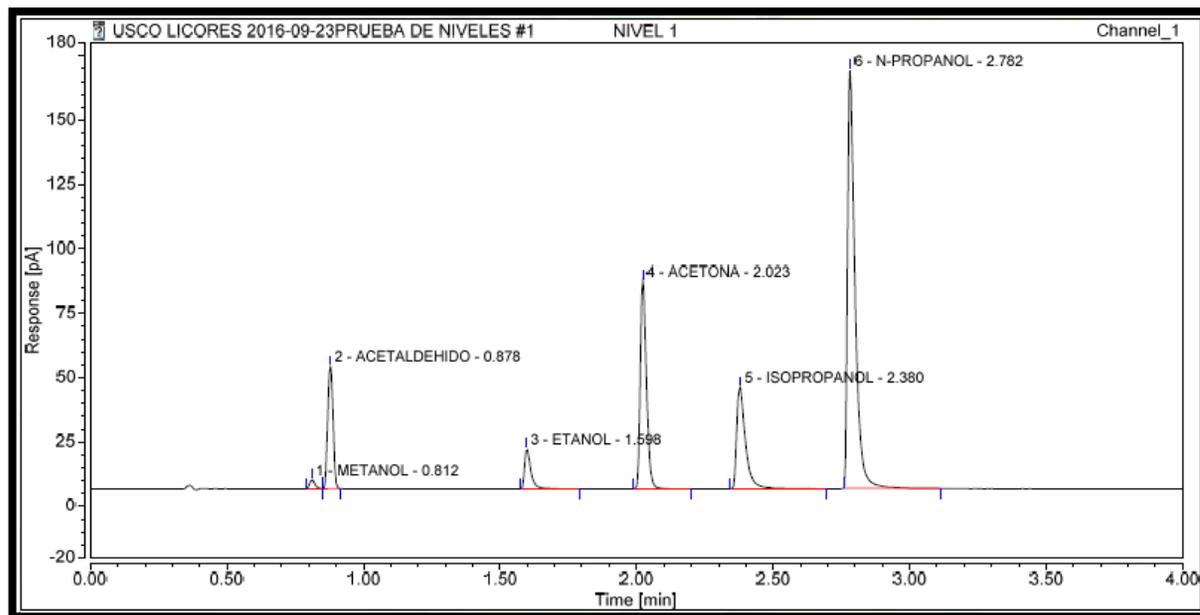
- ✓ T° puerto inyector: 250°C modo Splitless
- ✓ Flujo del gas de arrastre (Helio): 1mL/min
- ✓ Rampa de T°: 40°C/min – 250°C/min Aumentando de 5°C/min
- ✓ T° detector: 280°C – 50°C – 180°C
- ✓ Rango de Masas: 35 – 600 m/z con 6scan/seg
- ✓ Corriente de emisión: 50 μ A
- ✓ Tiempo de Ionización: 25.000 μ s
- ✓ Nivel de almacenamiento: 35 m/z

INTERPRETACIÓN DE CROMATOGRAMAS

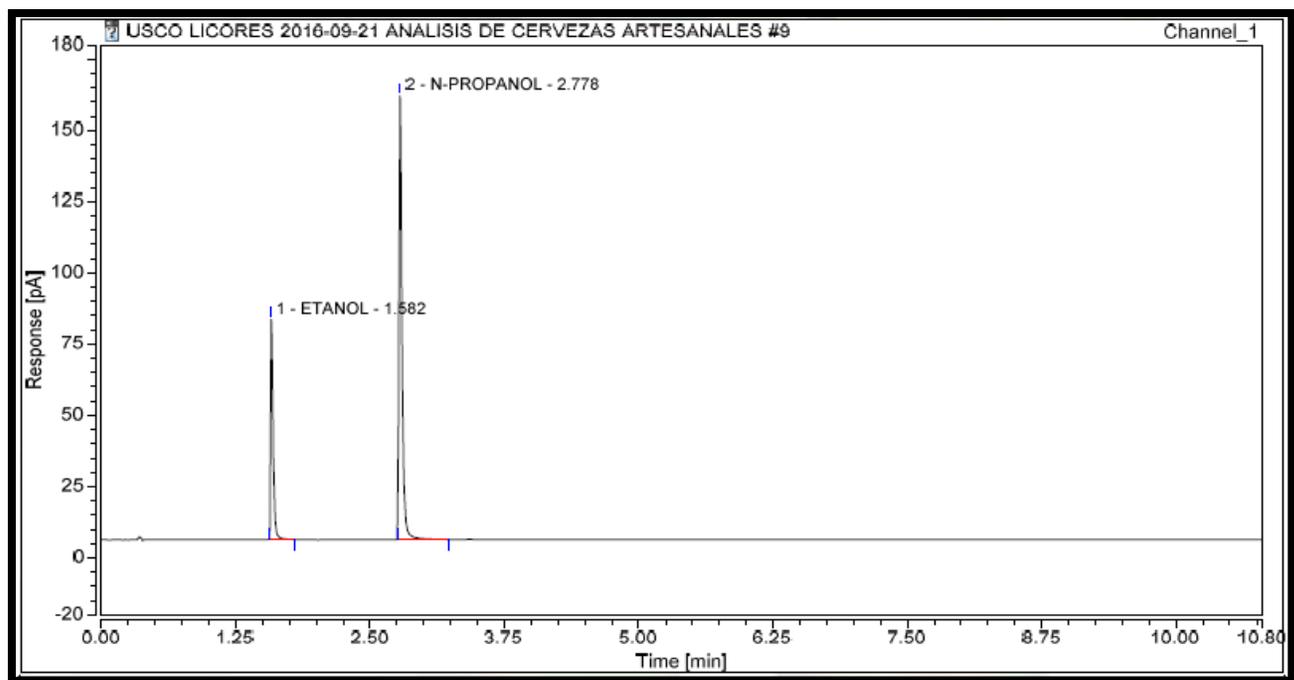
Los siguientes cromatogramas se obtuvieron del trabajo de investigación análisis de alcoholes, aldehídos y cetonas en algunos licores distribuidos en la ciudad de Neiva – Huila mediante cromatografía de gases.

A partir de lo aprendido en el curso, teniendo en cuenta los conceptos básicos en cromatografía de gases, interpreta y analiza los siguientes cromatogramas.

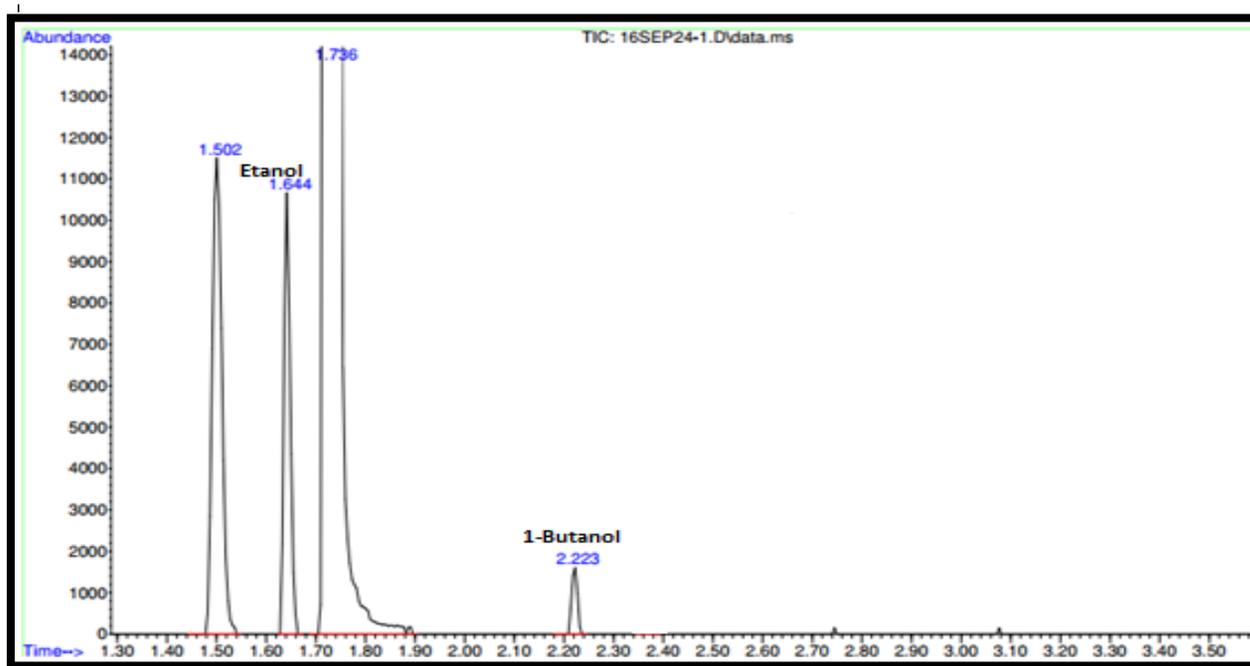
a)



b)



c)



Conclusiones

El presente trabajo de investigación describe el estudio sobre el consumo de bebidas alcohólicas en la Ciudad de Neiva, de acuerdo a la información suministrada por algunos vendedores y por los estudiantes de primero, cuarto, octavo y noveno semestre del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología. Así, se determinó que los licores de mayor consumo en la ciudad de Neiva y por los estudiantes, son: la cerveza, el aguardiente y el ron, debido a que manejan los costos más accesibles del mercado. Adicionalmente, se concluye en este estudio que de 133 estudiantes encuestados, 101 son consumidores de bebidas alcohólicas entre los 17 y 23 años. Adicionalmente, se observa para las edades entre 16 y 20 años un consumo de licor de manera ocasional, siendo las edades de 21, 22 y 23 años, donde se evidencia una frecuencia de consumo de una vez a la semana.

En cuanto al conocimiento que poseen los estudiantes sobre la producción, la composición y la distribución de las bebidas alcohólicas, se puede observar claramente el escaso conocimiento que se tiene sobre este tema, limitando sus respuestas a procesos meramente fermentativos, donde el etanol y el agua son los principales componentes de las bebidas. Así que se hizo necesaria la construcción de una unidad didáctica sobre las bebidas alcohólicas para fortalecer este tipo de conceptos en los estudiantes del programa.

Mediante la técnica de Cromatografía de Gases (CG-FID, CG-masas) se logró identificar y cuantificar como único componente volátil, el etanol en las muestras de cerveza artesanal, cuyos datos se encuentran resumidos en la tabla No. 24. El análisis permitió determinar la ausencia de metanol indicando la calidad óptima de consumo para estas bebidas, así como de aldehídos y cetonas. Para la muestra de aguardiente *Doble Anís*, se identificaron y cuantificaron como compuestos volátiles: etanol (imágenes No. 26-35), 1-butanol (imagen No. 40) y anetol (imágenes No. 41 y 42). Los resultados cromatográficos indicaron la ausencia de metanol, así como de aldehídos y cetonas en la muestra.

Los diferentes métodos de extracción líquido-líquido para la separación de los componentes volátiles en las muestras, así como las condiciones cromatográficas que se emplearon por la técnica de cromatografía de gases para identificación de los componentes como etanol, butanol y anetol en las bebidas analizadas, permiten determinar la pertinencia y confiabilidad en los procedimientos. Sin embargo, se sugiere para estudios posteriores emplear otras técnicas de extracción para la identificación de compuestos cetónicos y aldehídos.

Las bebidas alcohólicas cervezas artesanales (tabla No. 6) y el aguardiente *Doble Anís* analizadas presentan concentraciones permitidas de cada uno de los compuestos identificados, dando cumplimiento al decreto 1686 del 2012, permitiendo su adecuada comercialización y consumo.

Anexos

Anexo A. Encuesta aplicada a los establecimientos vendedores de licores



FACULTAD DE EDUCACION
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA,
BIOLOGÍA

La siguiente encuesta es realizada con el fin de recopilar información sobre datos estadísticos de las bebidas de mayor consumo en la región, datos que darán soporte al trabajo de investigación correspondiente al Análisis de Alcoholes Superiores, Aldehídos y Cetonas en Licores de Mayor Consumo en la Ciudad de Neiva.

Nombre: _____ Fecha: _____

Nombre del Establecimiento: _____

Dirección: _____ Barrio: _____

- Ordena en forma descendente las bebidas que se venden y se consumen en el establecimiento.

Nombre del Licor	Marca del Licor

- ¿Vende en el establecimiento algún tipo de bebida artesanal?

SI _____ No _____

¿En caso de que la respuesta sea afirmativa que tipo de licor es?

Anexo B. Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Surcolombiana

ENCUESTA DE RECONOCIMIENTO DE CONSUMO DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS EN ESTUDIANTES DEL PRIMER, CUARTO Y ÚLTIMO SEMESTRE DEL PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Sexo: F___ M___ Edad: _____

1. ¿Consumes usted bebidas alcohólicas? SI___ NO___

2. Si la anterior respuesta fue afirmativa, de la siguiente lista, marca de 1 a 7 los licores que consumes, donde 1 es el de mayor consumo y 7 el de menor consumo:

- Cerveza Tradicional ___
- Cerveza Artesanal ___
- Aguardiente ___
- Ron ___
- Whiskey ___
- Tequila ___
- Vodka ___

3. ¿Con qué frecuencia consume bebidas alcohólicas? Marca con una X

- Una vez a la semana ___
- Dos o más veces a la semana ___
- Una vez al mes ___
- Dos o tres veces al mes ___
- Ocasionalmente ___

4. ¿Conoce la procedencia del licor que usted consume? SI ___ NO___

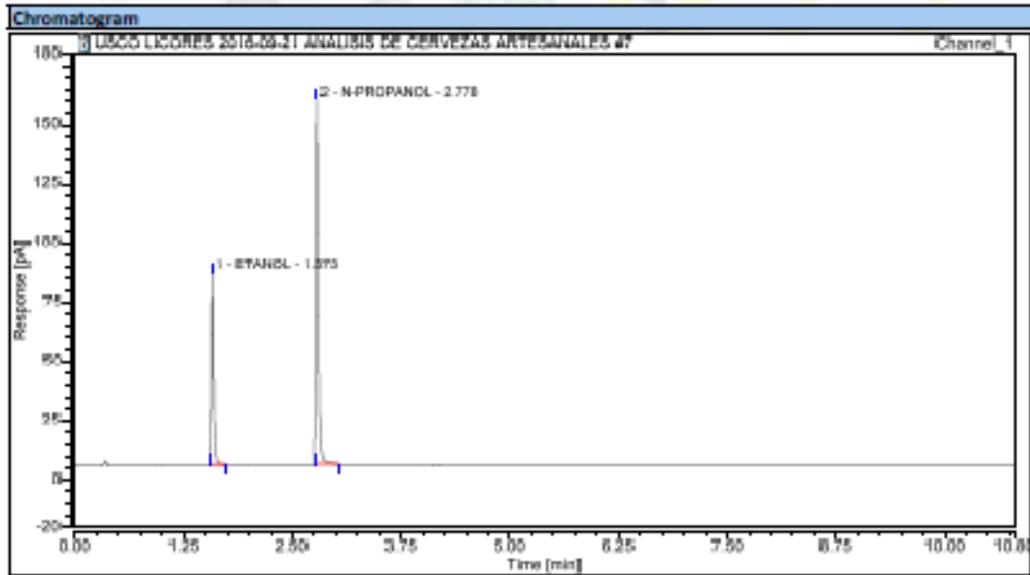
5. ¿Sabe cómo de elaboran las bebidas alcohólicas que usted consume?

SI___ NO ___ Describa brevemente:

6. ¿Conoce la composición química de las bebidas alcohólicas que usted consume?
SI ___ NO___ Describa brevemente:

Anexo C. Cromatograma cerveza Negra Joshua segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA NJ2	Run Time (min):	10.00
Vial Number:	7	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoolemia Method		
Injection Date/Time:	21/8ep/16 14:44		

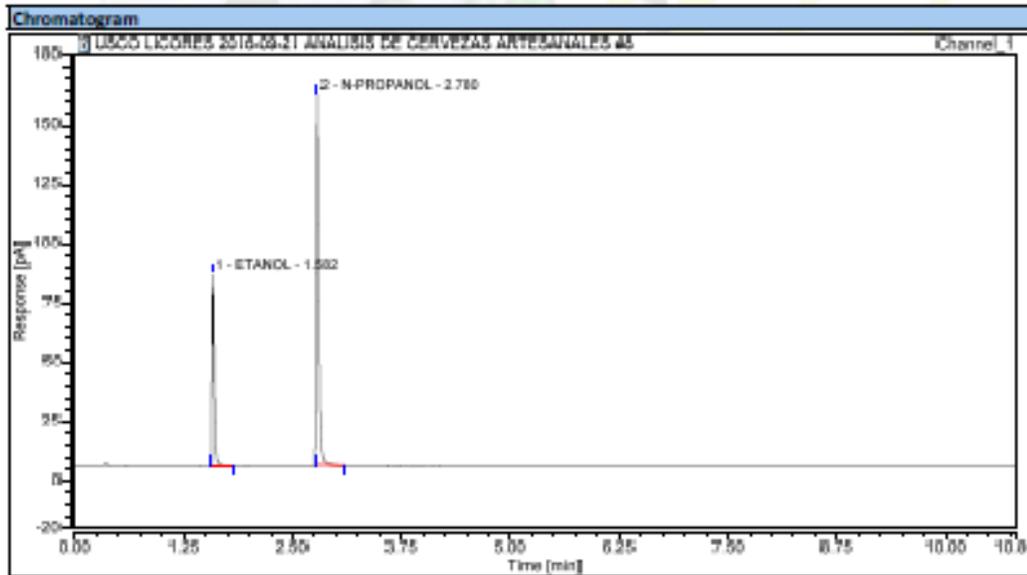


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.575	125.155	80.666	24807	34.40	64.4036
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.778	295.933	153.821	50226	65.60	n.a.
Total:			425.088	234.487	75033.00	100.00	

Anexo D. Cromatograma cerveza Negra Joshua tercera réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA NJS	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	8	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/8ep/18 14:57		

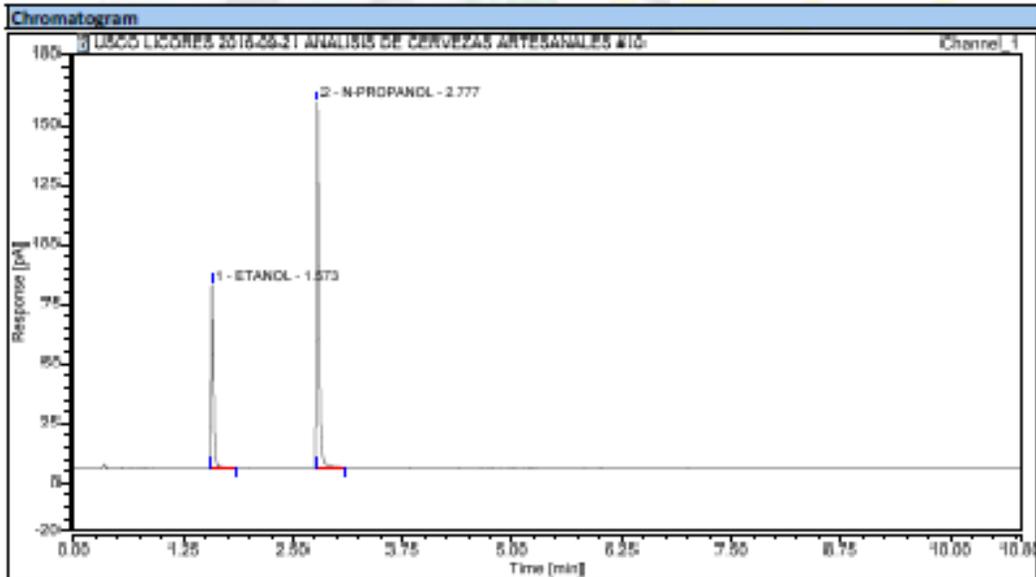


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.582	128.317	80.787	24527	34.04	64.0042
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	299.434	156.530	53791	65.96	n.a.
Total:			427.751	237.317	78318.00	100.00	

Anexo E. Cromatograma cerveza Roja Joshua segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA RJ 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	10	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 16:23		

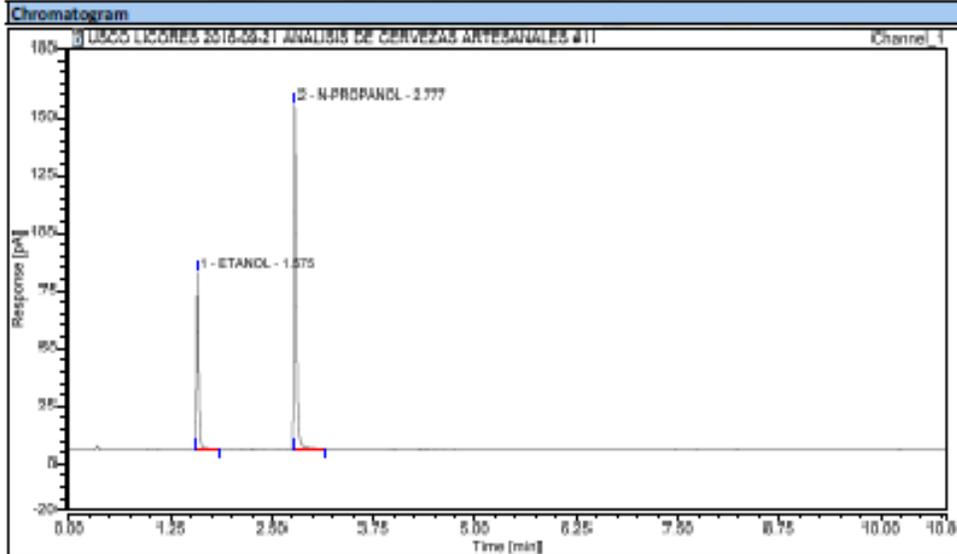


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.573	123.770	76.802	24143	33.34	62.0847
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	299.090	153.576	51921	66.66	n.a.
Total:			422.869	230.378	76064.00	100.00	

Anexo F. Cromatograma cerveza Roja Joshua tercera réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA R J 3	Run Time (min):	10.00
Vial Number:	11	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/09/16 16:38		

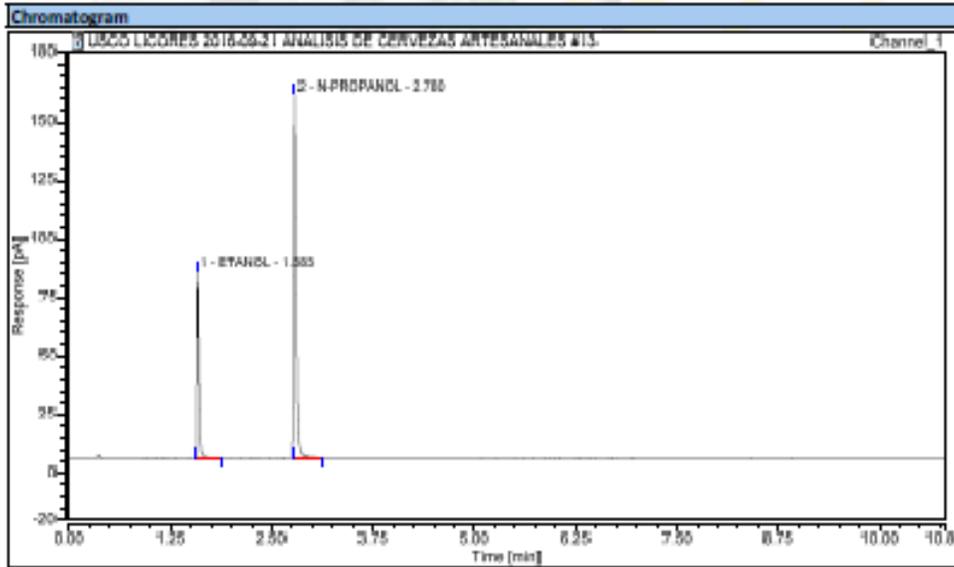


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.575	122.621	76.800	24724	33.89	61.6960
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	298.518	149.802	50942	66.11	n.a.
Total:			421.138	226.602	75666.00	100.00	

Anexo G. Cromatograma cerveza Rubia Joshua segunda réplica

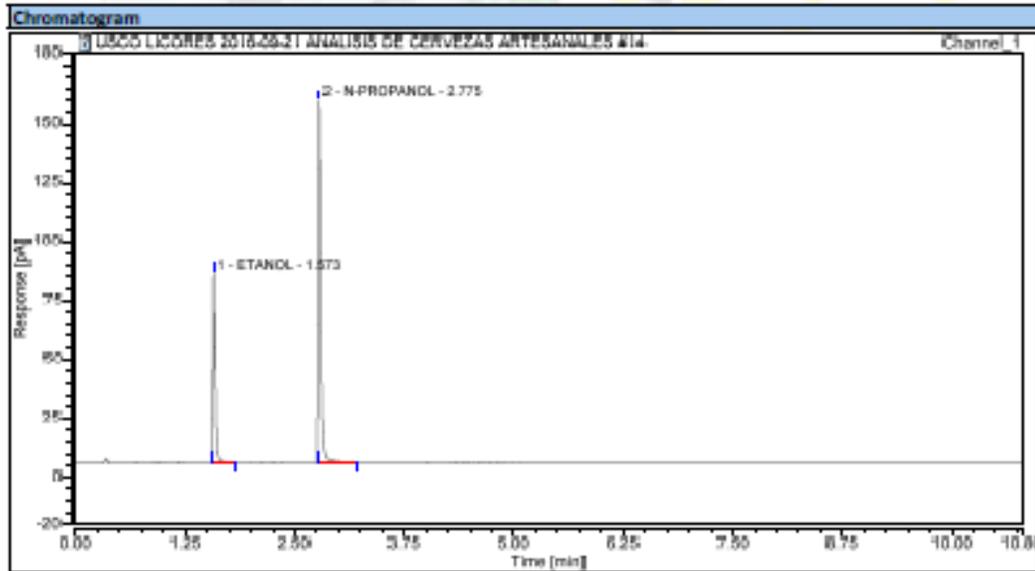
		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA RUJ 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	13	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 16:32		



No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.583	127.508	79.510	24831	33.89	63.4911
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	300.301	155.106	50948	66.11	n.a.
Total:			427.809	234.616	75779.00	100.00	

Anexo H. Cromatograma cerveza Rubia Joshua tercera réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA RUBIA	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	14	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplec RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/sep/18 18:15		

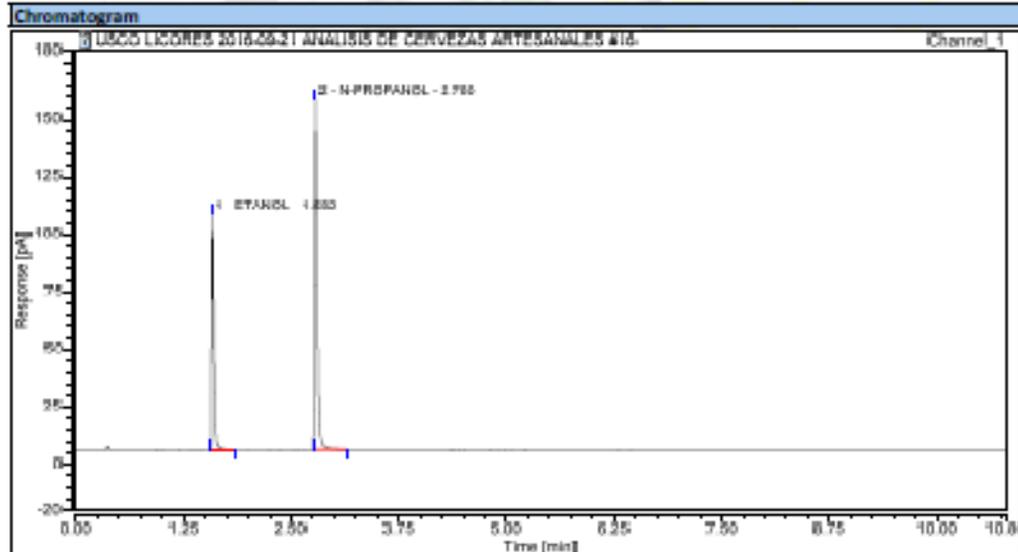


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (UGP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.573	128.302	80.204	24081	34.28	62.8553
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.775	305.681	153.766	51314	65.72	n.a.
Total:			433.983	233.970	75395.00	100.00	

Anexo I. Cromatograma cerveza Calima Roja segunda réplica

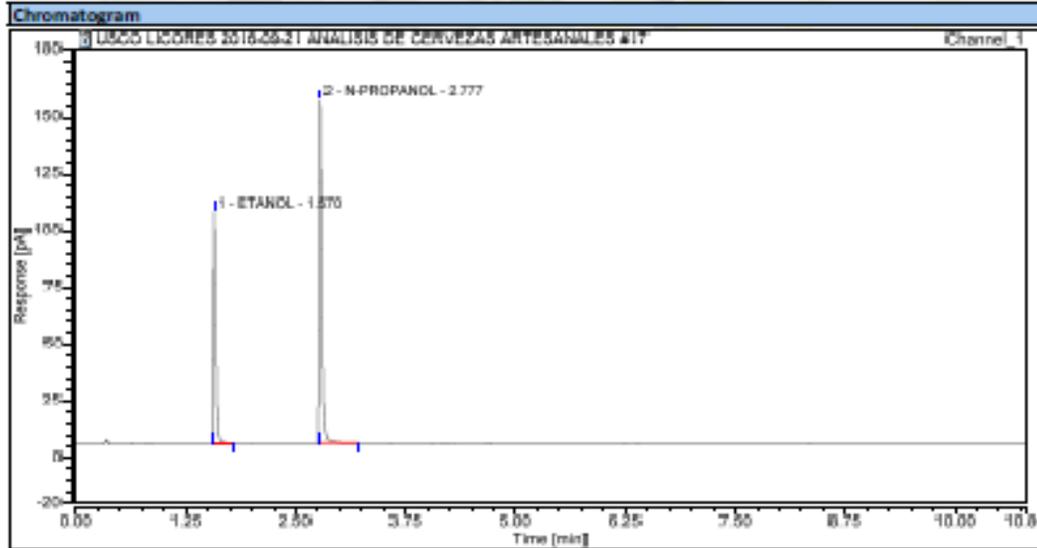
		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA CR 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	18	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1810 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/18 16:41		



Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.582	164.928	102.348	23781	40.17	80.5785
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	296.853	152.429	52366	59.83	n.a.
Total:			481.781	254.777	76147.00	100.00	

Anexo J. Cromatograma cerveza Calima Roja tercera réplica

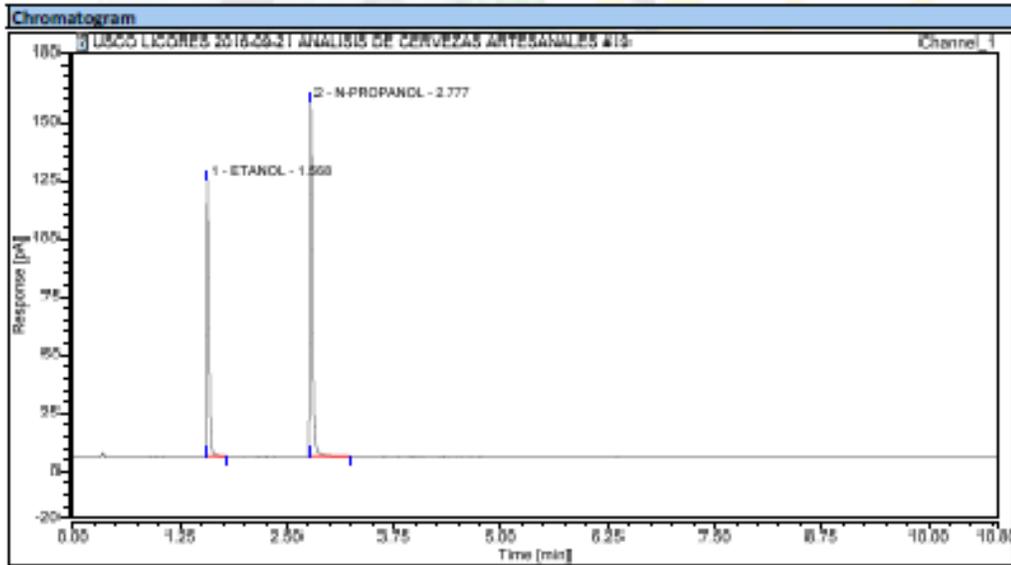
 <p>INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE</p>			
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA CR 3	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	17	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 - Tripleplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 16:54		



Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.570	164.913	102.031	23612	40.27	80.6087
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	296.712	151.334	53266	59.73	n.a.
Total:			461.625	253.365	76878.00	100.00	

Anexo K. Cromatograma cerveza Tumaco Negra segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA TN 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	19	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Traace 1810 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/18 17:20		



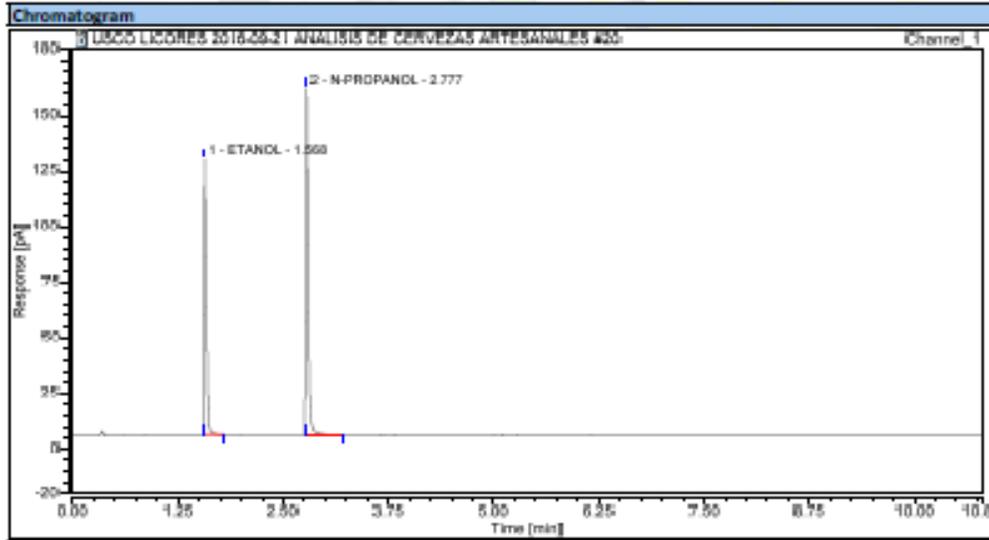
Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.568	193.415	118.585	22148	43.76	93.6100
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	295.088	152.424	52686	56.24	n.a.
Total:			488.603	271.010	74834.00	100.00	

Anexo L. Cromatograma cerveza Tumaco Negra tercera réplica

Instrument:INML2-PC_1 Sequence:USCO LICORES 2016-09-21 ANALISIS DE CERVEZAS ARTESANALES

Page 20 of 42

 <p>INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE</p>			
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA TN 8	Run Time (min):	10.89
Wal Number:	20	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1810 + Triplus R&H
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/18 17:33		



Integration Results

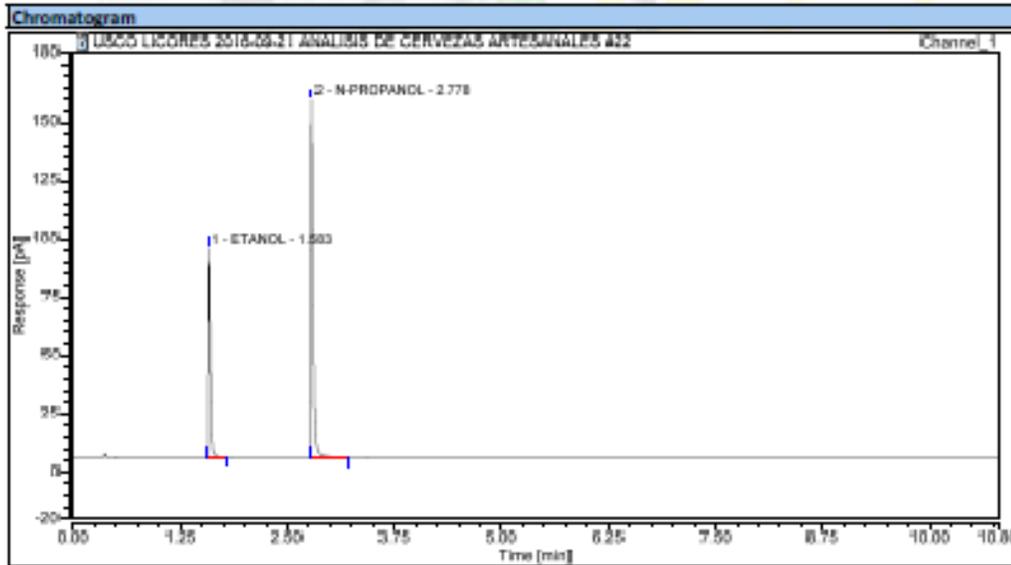
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.568	201.241	124.125	23281	44.25	95.0991
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	301.772	156.134	52625	55.71	n.a.
Total:			503.013	280.259	75906.00	100.00	

Default/Integration

Chromleon (c) Dionex
Version 7.1.2.1478

Anexo M. Cromatograma cerveza Tairona Rubia segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA TR 2	Run Time (min):	10.89
Vial Number:	22	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1810 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 17:59		



Integration Results

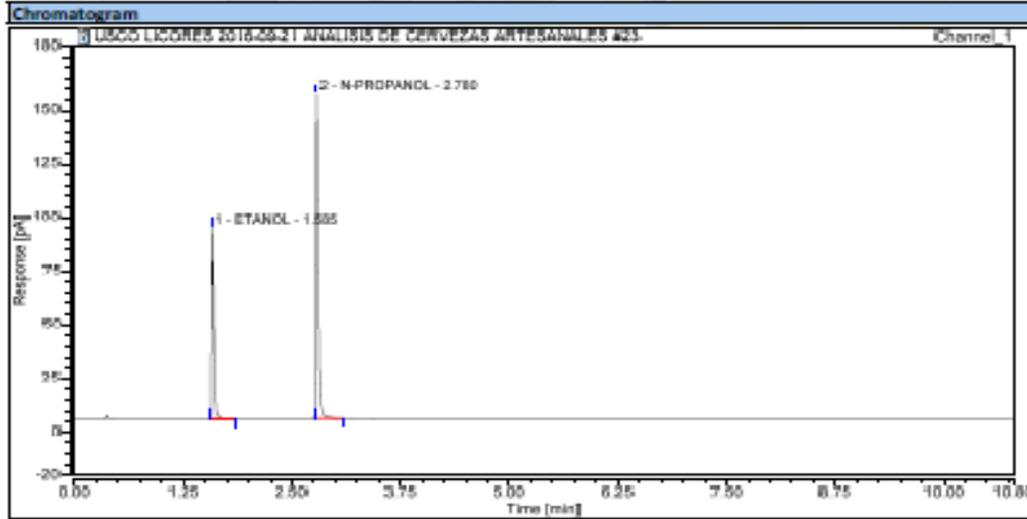
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.583	143.714	89.811	23495	36.88	65.9347
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.778	303.203	153.728	52722	63.12	n.a.
Total:			446.917	243.539	76217.00	100.00	

Anexo N. Cromatograma cerveza Tairona Rubia tercera réplica

Instrument: INML2-PC_1 Sequence: USCO LICORES 2016-09-21 ANALISIS DE CERVEZAS ARTESANALES

Page 23 of 42

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA TR3	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	23	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 18:12		



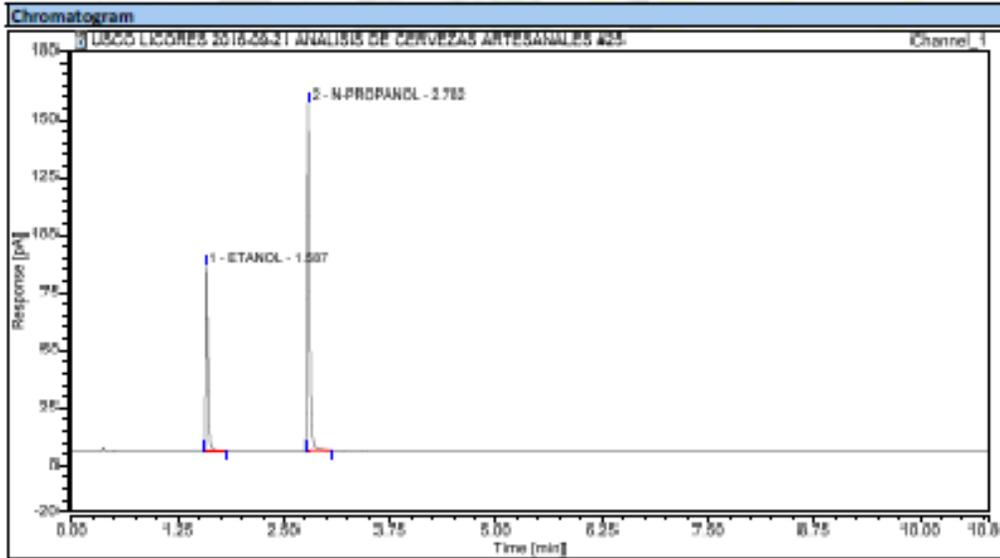
Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.585	142.891	89.322	24870	37.10	72.0647
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	291.427	151.425	57003	62.90	n.a.
Total:			434.318	240.747	81873.00	100.00	

Default1/Integration

Chromleon (c) Dionex
Version 7.1.2.1478

Anexo O. Cromatograma cerveza Quimbaya Light segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA QL 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	25	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplex R&H
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoolemia Method		
Injection Date/Time:	21/8ep/16 18:38		

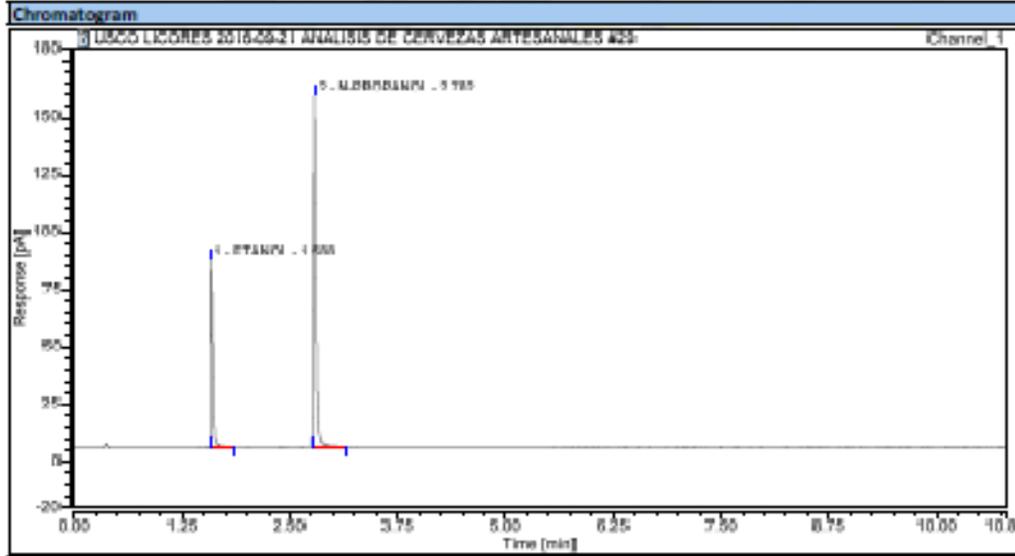


Integration Results

No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.587	127.416	80.212	24370	34.69	65.0000
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.782	292.128	151.000	56570	65.31	n.a.
Total:			419.544	231.212	80940.00	100.00	

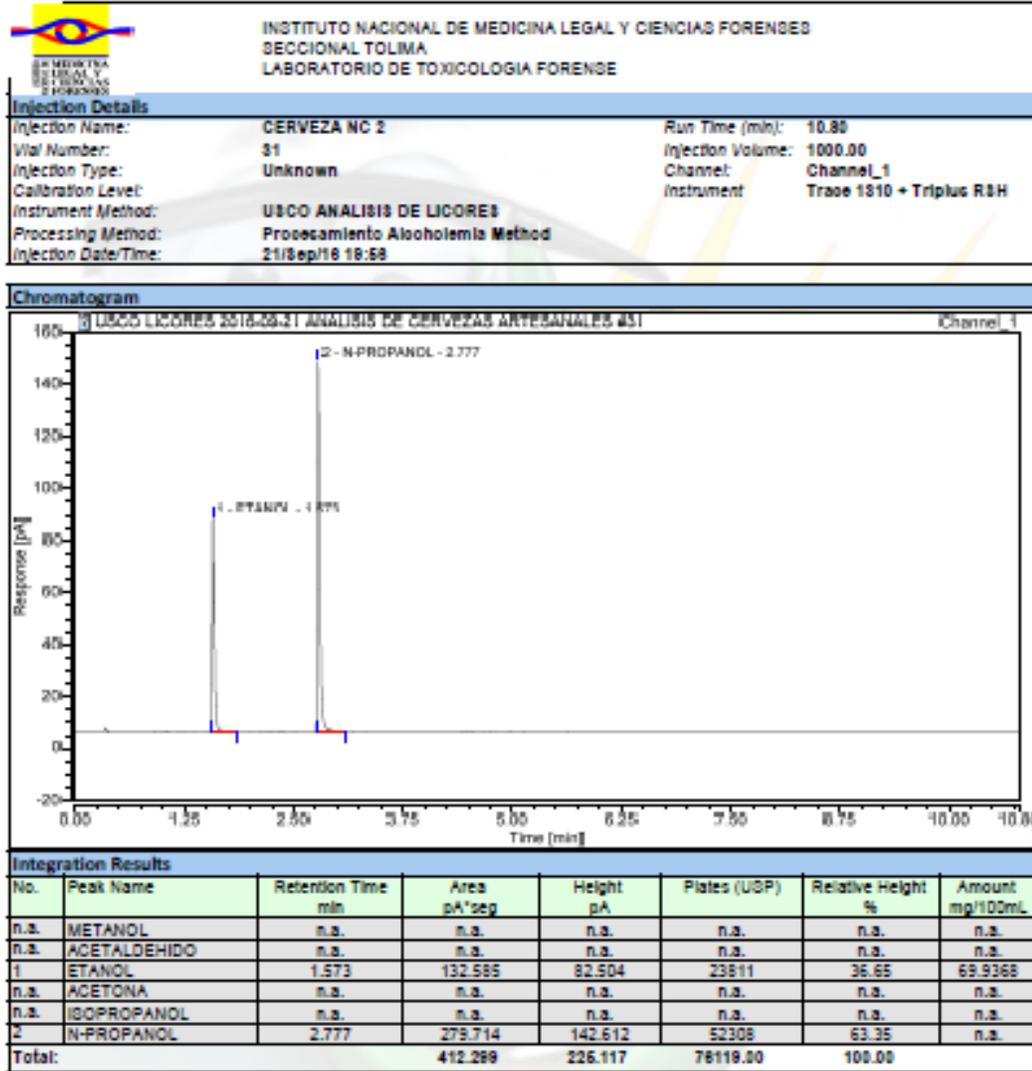
Anexo P. Cromatograma cerveza Quimbaya Light tercera réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA GL 3	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	29	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + TriPlus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/sep/16 16:30		



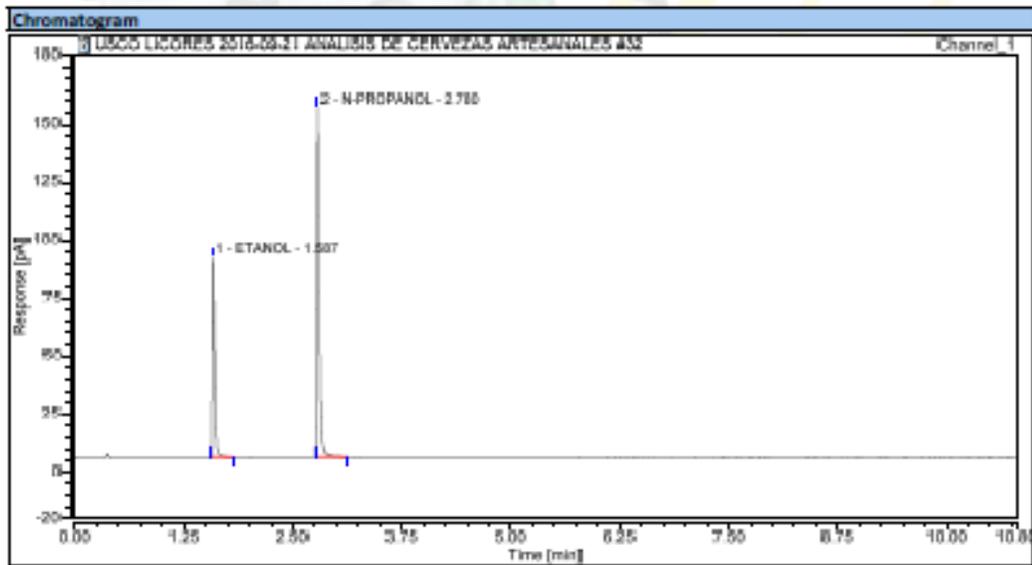
Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.588	130.317	81.690	24722	34.75	65.8173
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.782	294.549	153.295	54315	65.24	n.a.
Total:			424.866	234.988	79037.00	100.00	

Anexo Q. Cromatograma cerveza Negra Copenhagen segunda réplica



Anexo R. Cromatograma cerveza Negra Copenhagen tercera réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA NC 3	Run Time (min):	10.80
Wal Number:	32	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/18 20:10		



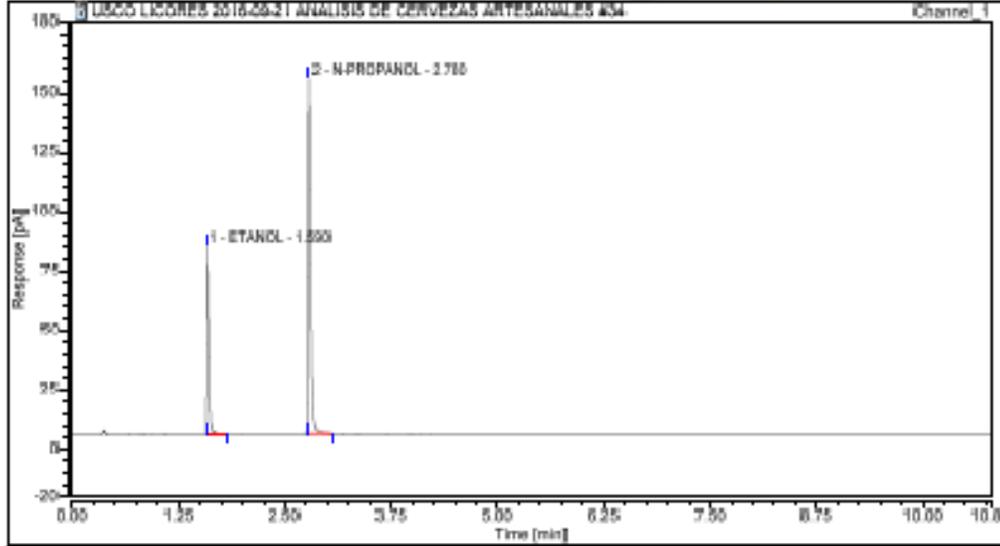
Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.587	137.600	86.394	25448	36.44	70.1082
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	289.489	150.686	54956	63.56	n.a.
Total:			427.089	237.079	80404.00	100.00	

Anexo S. Cromatograma cerveza Roja Copenhagen segunda réplica

 INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES
SECCIONAL TOLIMA
LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE

Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA CR 2	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	34	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/8ep/16 20:38		

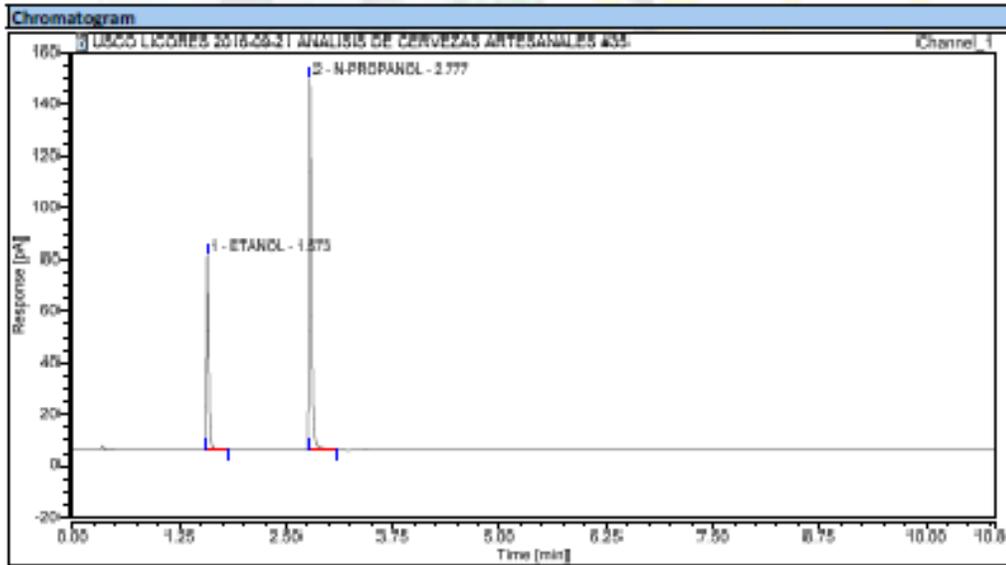
Chromatogram



Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.590	125.056	79.498	25394	34.69	64.8550
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.780	287.297	149.639	52966	65.31	n.a.
Total:			412.353	229.137	78360.00	100.00	

Anexo T. Cromatograma cerveza Roja Copenhagen tercera réplica

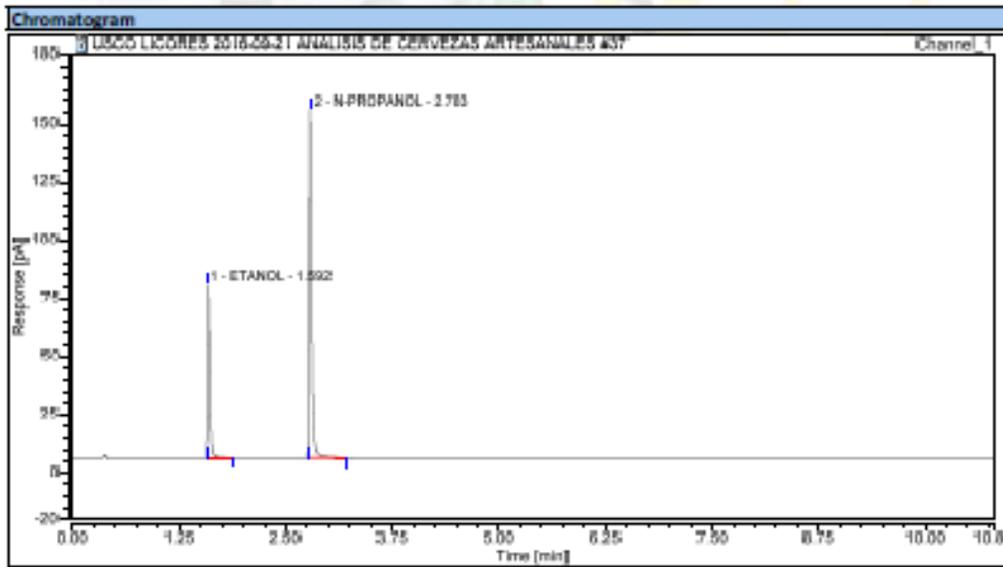
		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA CR 3	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	35	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus R&H
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 20:49		



Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.573	120.927	75.544	24794	34.46	65.1896
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.777	276.335	143.662	51844	65.54	n.a.
Total:			397.262	219.206	76638.00	100.00	

Anexo U. Cromatograma cerveza Dorada Copenhagen segunda réplica

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA DC 2	Run Time (min):	10.00
Vial Number:	37	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus R&H
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholémia Method		
Injection Date/Time:	21/Sep/16 21:15		



Integration Results

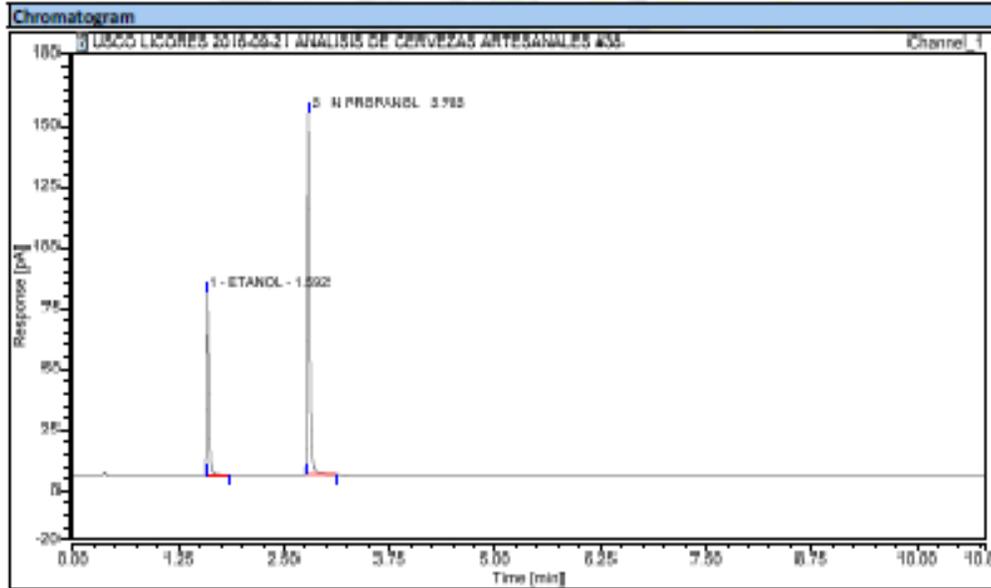
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.592	119.914	74.580	25041	33.27	61.3474
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.783	293.785	149.618	53968	66.73	n.a.
Total:			413.899	224.197	79009.00	100.00	

Anexo V. Cromatograma cerveza Dorada Copenhagen tercera réplica

Instrument:INML2-PC_1 Sequence:USCO LICORES 2016-09-21 ANALISIS DE CERVEZAS ARTESANALES

Page 38 of 42

		INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SECCIONAL TOLIMA LABORATORIO DE TOXICOLOGIA FORENSE	
Injection Details			
Injection Name:	CERVEZA DC 3	Run Time (min):	10.80
Vial Number:	38	Injection Volume:	1000.00
Injection Type:	Unknown	Channel:	Channel_1
Calibration Level:		Instrument:	Trace 1310 + Triplus RSH
Instrument Method:	USCO ANALISIS DE LICORES		
Processing Method:	Procesamiento Alcoholemia Method		
Injection Date/Time:	21/sep/18 21:28		

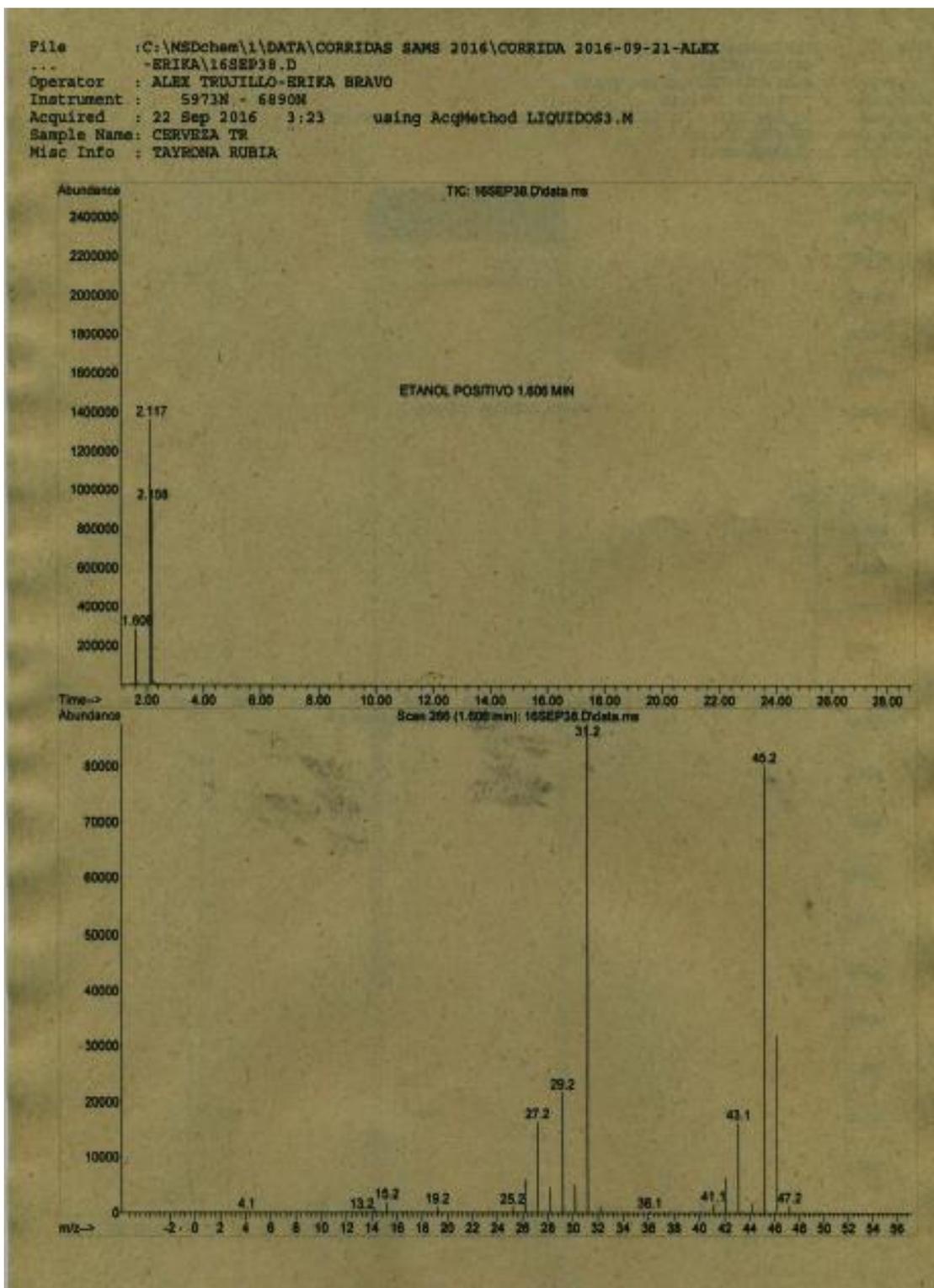


Integration Results							
No.	Peak Name	Retention Time min	Area pA*seg	Height pA	Plates (USP)	Relative Height %	Amount mg/100mL
n.a.	METANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ACETALDEHIDO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	ETANOL	1.592	119.783	75.219	25653	33.60	62.3563
n.a.	ACETONA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
n.a.	ISOPROPANOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2	N-PROPANOL	2.782	289.008	149.644	52553	66.40	n.a.
Total:			407.791	223.863	78206.00	100.00	

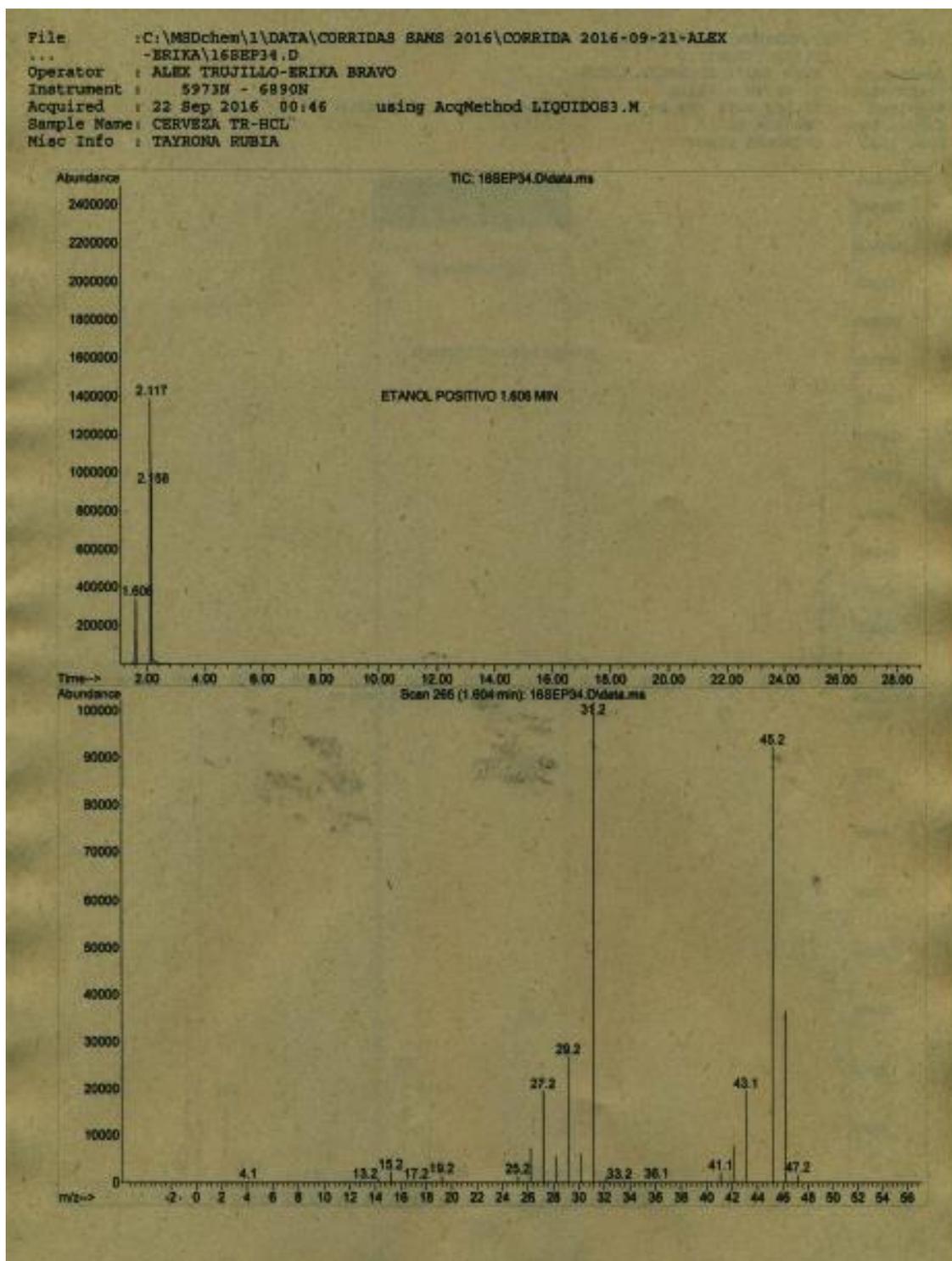
Default Integration

Chromleon (c) Dionex
Version 7.1.2.1473

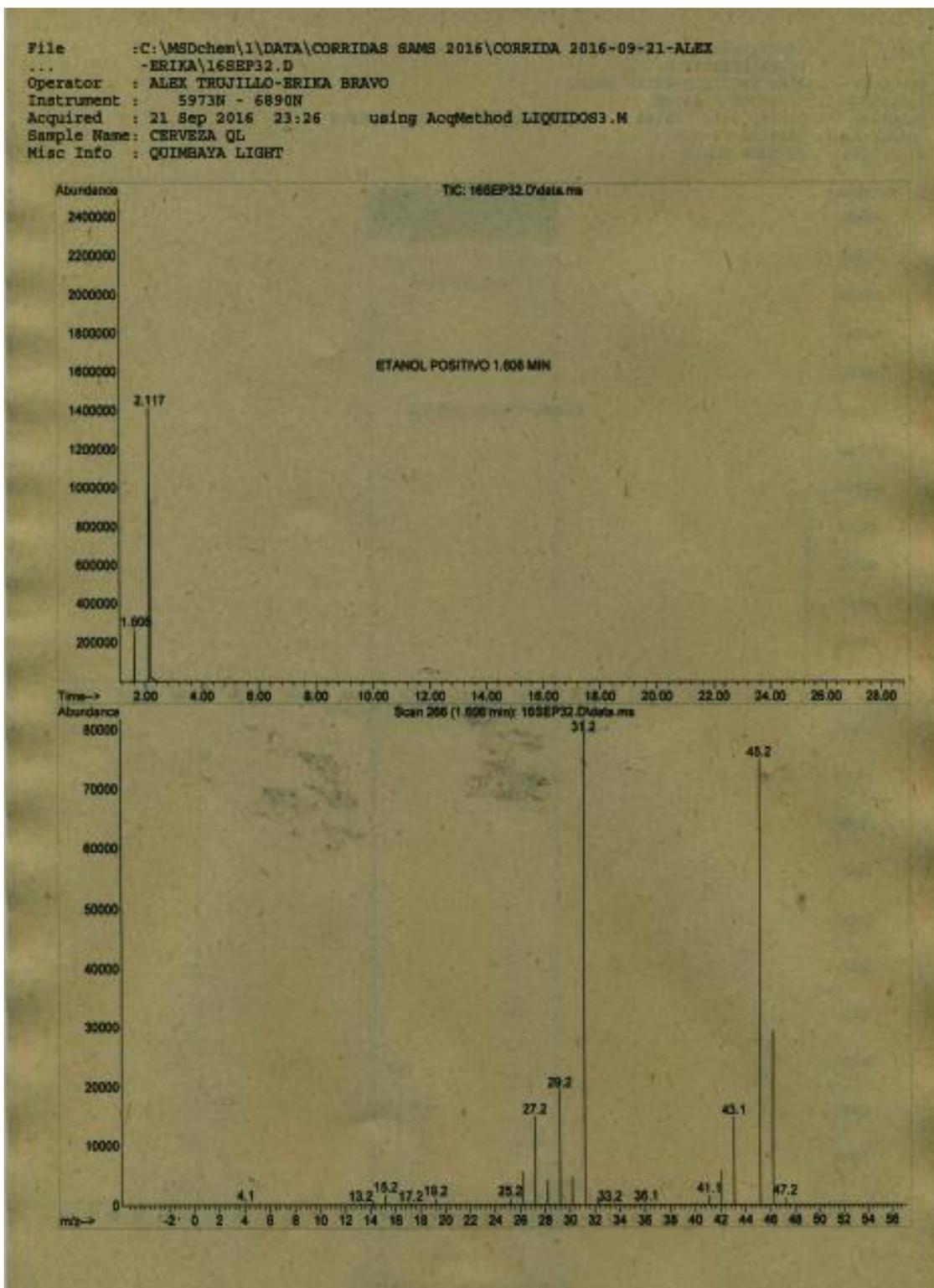
Anexo W. Cromatograma de la muestra de cerveza Tairona Rubia por CG-MS



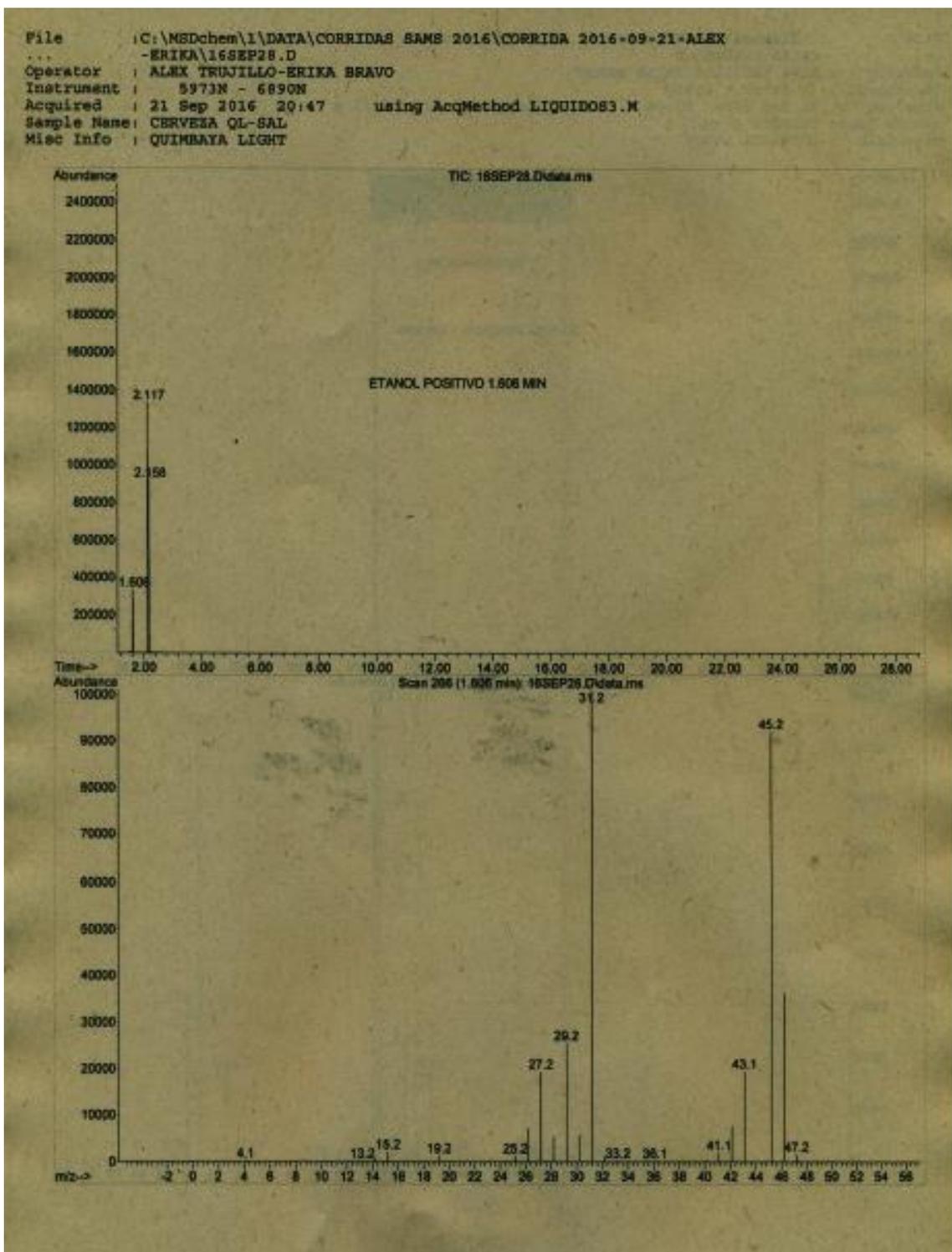
Anexo X. Cromatograma de la muestra de cerveza Tairona Rubia por CG-MS en HCL



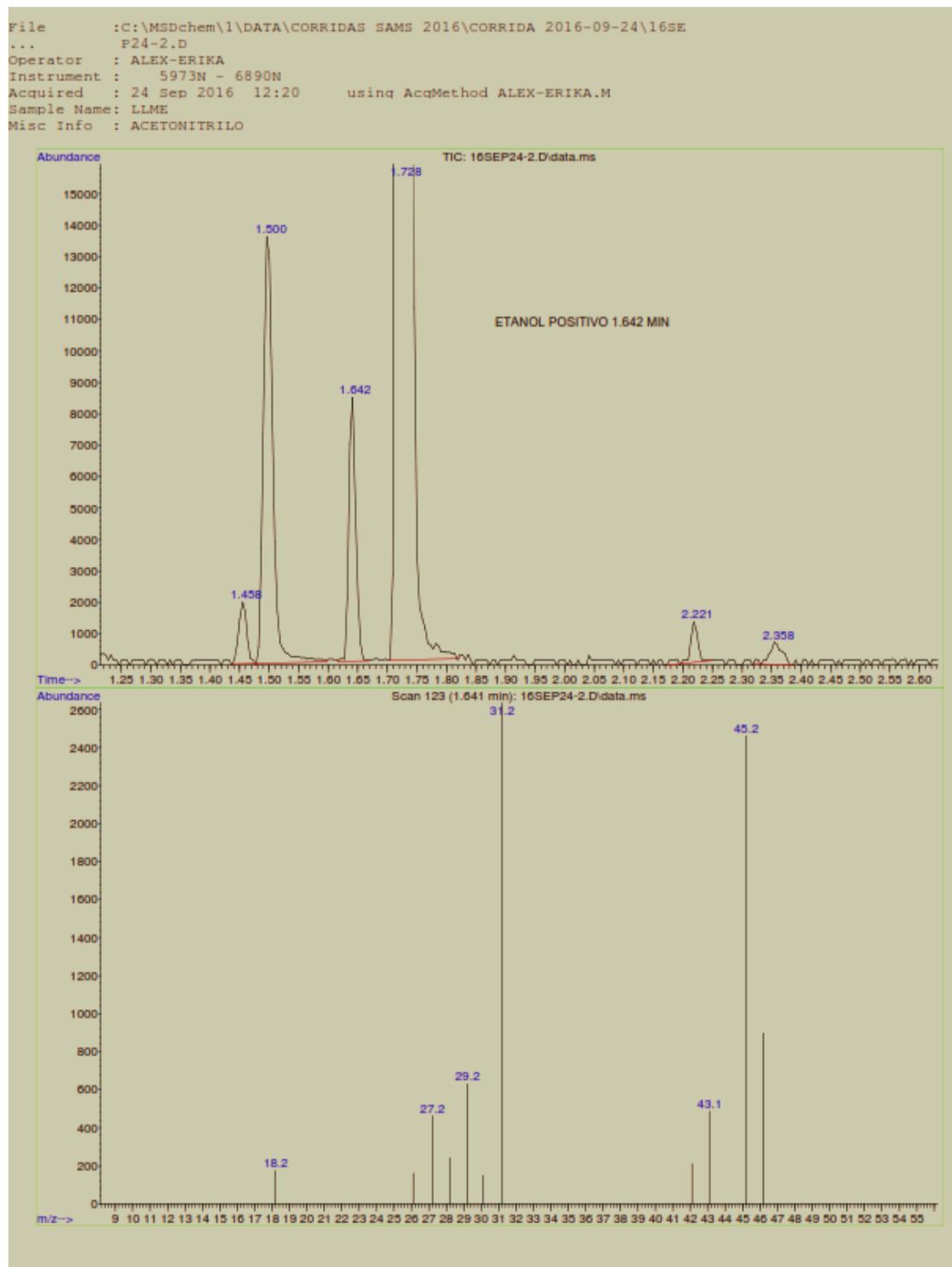
Anexo Y. Cromatograma de la Muestra de Cerveza Quimbaya Light por CG-MS



Anexo Z. Cromatograma de la Muestra de Cerveza Quimbaya Light por CG-MS

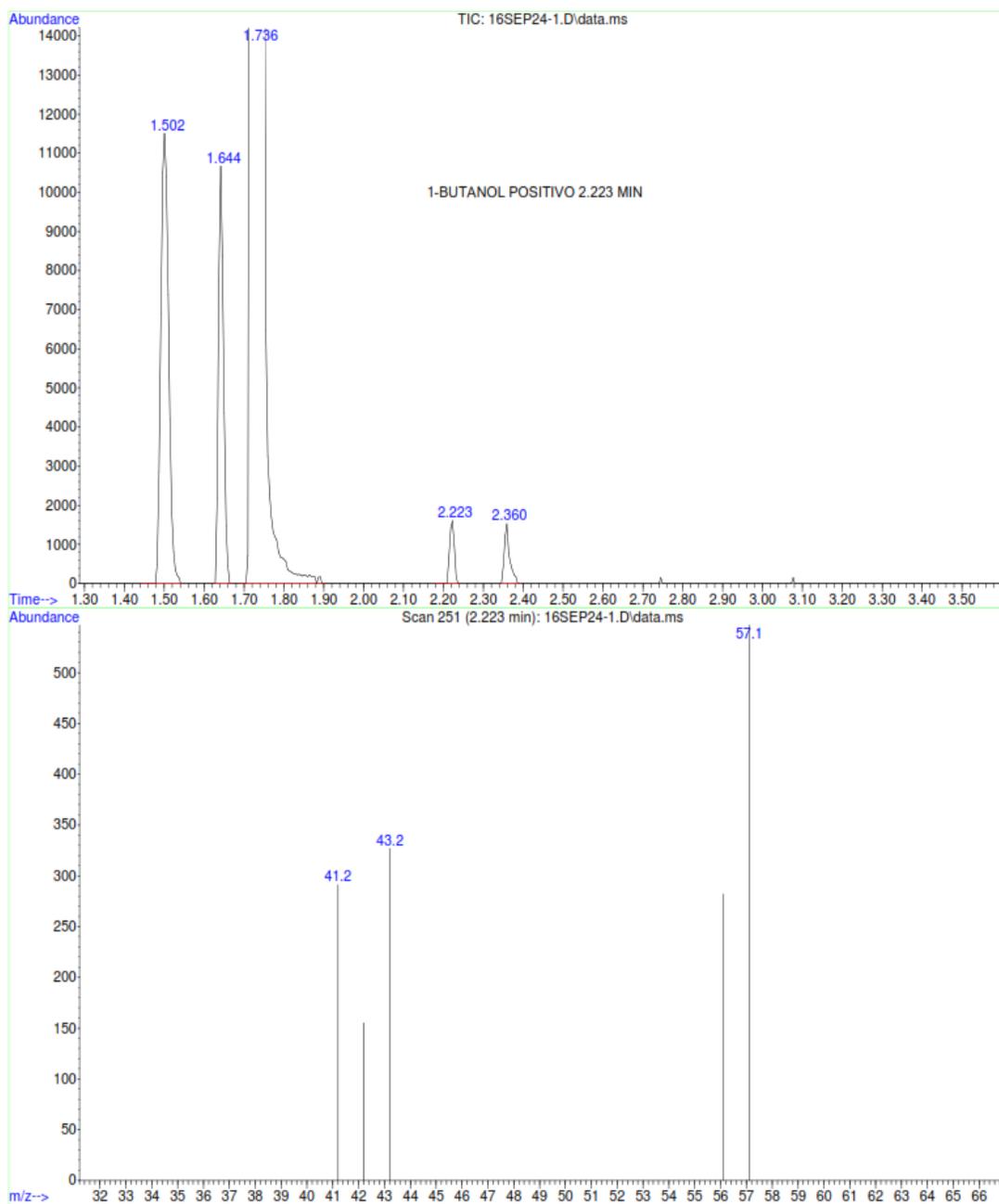


Anexo AA. Cromatograma de la Muestra de Aguardiente por CG-MS Etanol Positivo



Anexo BB. Cromatograma de la Muestra de aAguardiente por CG-MS 1-Butanol Positivo

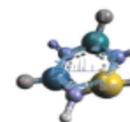
File :C:\MSDchem\1\DATA\CORRIDAS SAMS 2016\CORRIDA 2016-09-24\16SE
... P24-1.D
Operator : ALEX-ERIKA
Instrument : 5973N - 6890N
Acquired : 24 Sep 2016 12:01 using AcqMethod ALEX-ERIKA.M
Sample Name: LLME
Misc Info : ACETONITRILO



Anexo CC. Cromatograma de la Muestra de Aguardiente por CG-MS Anetol Positivo

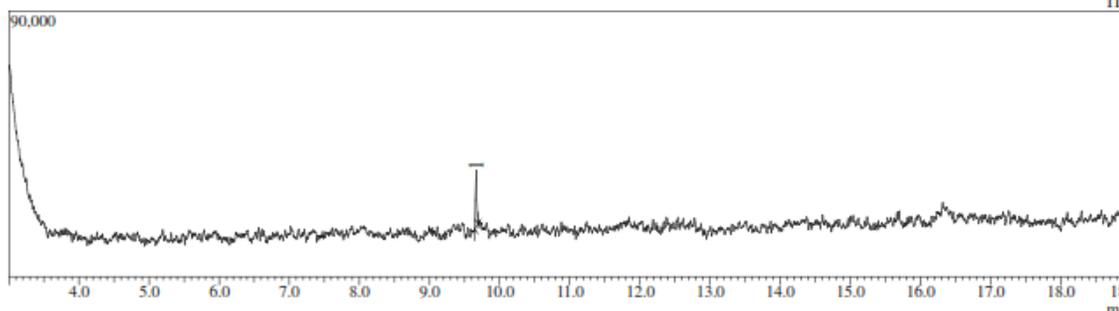


LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL
PROGRAMA DE QUÍMICA
UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO



Chromatogram EA 1 C:\GCMSsolution\Data\JHON\22-04-2017\EA 1.gcd

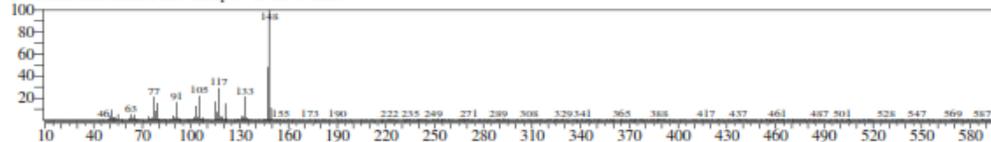
TK



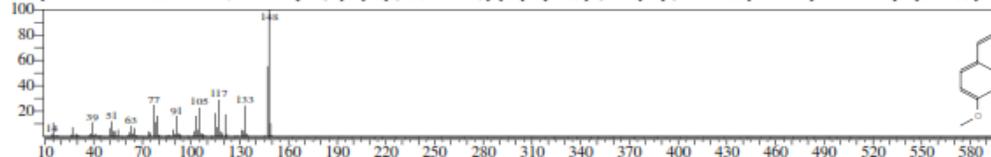
Peak#	R.Time	Area	Area%	Name
1	9.665	23332	100.00	
		23332	100.00	

Library

<< Target >>
 Line#: 1 R.Time: 9.665 (Scan#: 1334) MassPeaks: 321
 RawMode: Averaged 9.660-9.670 (1333-1335) BasePeak: 148.10 (3625)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#: 1 Entry: 8579 Library: NIST11s.lib
 S1-96 Formula: C₁₀H₁₂O CAS: 104-46-1 MolWeight: 148 RetIndex: 1190
 CompName: Anethole SS Benzene, 1-methoxy-4-(1-propenyl)- SS Anisole, p-propenyl- SS p-(1-Propenyl)anisole SS p-Methoxy-.beta.-methylstyrene SS p-Pr



Recomendaciones

Aunque las técnicas cromatográficas usadas en esta investigación (Cromatografía de gases y Cromatografía de Gases acoplada a masas) son óptimas para el análisis de compuestos volátiles, es pertinente implementar más tiempo en la optimización de condiciones de Head Space y el uso de la microextracción en fase sólida con el uso de una fibra que permite una mejor absorción de los compuestos volátiles.

Dentro del trabajo de investigación se analizaron los dos licores de mayor consumo y comercialización en la ciudad, se recomienda que se analicen otras bebidas alcohólicas tales como el whiskey, el vodka, el tequila, entre otros, con la finalidad de comparar su composición química y así ampliar este campo de investigación, ya que son muy pocos los antecedentes acerca de esta temática en la literatura.

Bibliografía

- Amézquita, C., Baicué, J., Barrero, M., Beltrán, J., Bermeo, J., Botero, N., Burbano, E.,
Cabrera, A., Calderón, G., Castillo, M., Castro, J., Cedeño, M., Centeno, R., Clavijo,
H., Ducuara, A., Falla, A., García, J., González, J., González, G., Gutiérrez, E.,
Insuasty, N., Lamilla, E., Lara, H., Liévano, R., López, M., Macías, A., Malagón, J.,
Martínez, F., Monje, J., Montealegre, H., Moreno, D., Olaya, A., Osorio, A., Pinto, J.,
Pinzón, K., Plazas, G., Polanco, O., Polanía, R., Quintero, A., Ramirez, J., Rivas, L.,
Rubiano, H., Ruiz, J.P., Ruiz, J., Saavedra, A., Salamanca, C., Salas, C., Salas, R.,
Sánchez, B., Silva, R., Suaza, M., Torres, J., Torres, F., Tovar, E., Tovar, B.,. (2013).
Historia Comprehensiva de Neiva (Volumen 3) . Neiva, Editorial Surcolombiana.
- Boyd, R., & Morrison, R. (1998). Química Organica (Quinta ed.). Mexico: Addison
Wesley Langman de México S.A.
- Castillo, J. (2008). El alcohol y las bebidas alcohólicas. Universidad Santo Domingo.
República Dominicana.
- Francis, A. Carey & Robert, M. (2014). Química Orgánica. Ed. IX. Mc Graw Hill Editores.
- Gary, D. C. (2009). Química Analítica.(Sexta Ed). México, D.F. Mc Graw Hill Editores.
- Gobernación del Huila. (2 de Febrero de 2015). Gobernación del Huila. Recuperado el
22 de Julio de 2016, de [http://www.huila.gov.co/conoce-el-huila/informacion-
del-departamento](http://www.huila.gov.co/conoce-el-huila/informacion-del-departamento)
- Harris, D. (2007). Análisis químico cuantitativo, Barcelona: Editorial Reverté.

- Hernández, F., Recalde, V., & Erazo, A. (2015). Determinación de congéneres en alcohol extra neutro rectificado empleado en la elaboración de bebidas alcohólicas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 28-37. Páginas.
- Henao, L. & Vaca, E. (2010). Validación de la “Determinación de alcoholemia y metanol por cromatografía de gases con automuestreador de volátiles e identificación de acetaldehído, acetona y 2-propanol”. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
- Monteiro. C , Franco. J.M., Proenca. P, Castañera. A, Claro. A, Vieira. D.N., Corte-Real F. (2014). Qualitative and quantitative analysis of a group of volatile organic compounds in biological samples by HS-GC/FID: application in practical cases. Portugal. Forensic Science International.
- Moreira. N , Meireles. S , Brandão. T , Guedes de Pinho. P. (2013). Optimization of the HS-SPME–GC–IT/MS method using a central composite design for volatile carbonyl compounds determination in beers. Portugal. Talanta.
- Ruiz, M. & Bertoncini, F. (2010). Aplicación de la cromatografía de gases bidimensional en el análisis de derivados azufrados y nitrogenados en gasolina. *Información Tecnológica*, 21(1), 43-50. Páginas.
- Rodriguez, G. (2014). Analisis instrumental de productos agroindustriales. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.
- Sánchez, L. (2005). Determinación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de mayor consumo en dos regiones de la república de Guatemala por cromatografía de gases. Universidad de San Carlos. Guatemala.

Shimadzu Corporation. (2005) *Capillary and Packed Gas Chromatograph*. Japón.

Documento recuperado el 5 de Marzo del 2016 de:

<http://www.ssi.shimadzu.com/products/literature/GC/c184-e014J.pdf>

Shimadzu Corporation. (2014) *.GC Column Guide*. Japón. Documento recuperado el 5

de Marzo del 2016 de: <http://www.ssi.shimadzu.com/products/literature/gc/c184->

[e037.pdf](http://www.ssi.shimadzu.com/products/literature/gc/c184-e037.pdf)

Wade, L. (1998). *Química Organica (Segunda ed., Vol. II)*. Mexico: Prentice Hall

Hispanoamericana S.A.

Xiao-Pen, L., Takeshi, K., Kei, k., Keizo, S., y Suzuki, O. (1999). Analysis of

methanol or formic acid in body fluids by Headspace solid-phase

microextraction and capillary gas chromatography. *Journal of Chromatography*

B, 734, 155-162.