

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Caracterización química de tres marcas
comerciales de aguardiente en Honduras
(Tatascán, Yuscarán y Ron Plata)**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Gerardo Antonio Casco Montenegro

Honduras
Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Gerardo Antonio Casco Montenegro

Honduras
Diciembre, 2005

Caracterización química de tres marcas comerciales de aguardiente en Honduras (Tatascán, Yuscarán y Ron Plata)

Presentado por:

Gerardo Antonio Casco Montenegro

Aprobado:

Francisco J. Bueso, Ph.D.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Julio R. López, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L Hoadley D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres por su continuo apoyo a través de mis estudios.

A Dios por la fuerza que me dio para cumplir con mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Bueso por su apoyo y consejos a través de la realización de este estudio.

A todos los que me apoyaron de diferente forma para culminar la elaboración de este proyecto.

A mis amigos: Juan Carlos Robelo, Walter Lozano, Jorge Ulloa, Jesús García, Néstor Zamora, Malcond Valladares y Ulises Castilblanco por su indiscutible amistad.

RESUMEN

Casco, Gerardo. 2005. Caracterización química de tres marcas de aguardiente en Honduras (Tatascán, Yuscarán y Ron Plata). Trabajo de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 34p.

El aguardiente es una bebida alcohólica obtenida de la destilación del mosto fermentado de las melazas de la caña. En su proceso de fermentación se generan alcoholes de diferentes longitudes, siendo los de mayor concentración el etanol y metanol. Los alcoholes superiores (iso-propanol, t-butanol, n-propanol, s-butanol, iso-butanol, n-butanol), aportan en menor cantidad las características distintivas de cada bebida alcohólica. Las concentraciones elevadas de estos alcoholes (400mg/100ml a 100°P de bebida) y del metanol (30mg/100ml a 100°P de bebida) han demostrado ser dañinos para la salud, provocando daños al sistema nervioso central que se reflejan en pérdida de visión y en dolores de cabeza constantes, provocados por excesivo consumo. Este estudio preliminar evaluó los niveles de metanol en 3 aguardientes hondureños (Tatascán, Yuscarán y Ron Plata) en diferentes puntos de comercialización, con el fin de evaluar si la industria licorera nacional cumple con los requisitos de salubridad y protección al consumidor. Las muestras se recolectaron de 5 centros de comercialización intentando abarcar diferentes escalas sociales: Supermercado PAIZ, Supermercado La Colonia, Licour Shop, Pulpería Colonia Kennedy, Pulpería en el Jicarito. El perfil de alcoholes se realizó por cromatografía de gases utilizando una columna capilar (DB-ALC1 de J&W Scientific). El Tatascán, Yuscarán y Ron Plata cumplieron con los parámetros de concentración máxima permitida de metanol y alcoholes de cadena larga; demostrando que estos productos son seguros para el consumo humano. Se recomienda realizar un estudio con un mayor número de muestras y lugares.

Palabras Claves: Alcohol, Alcoholes de cadena larga, Destilación, Fermentación, Metanol.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de Firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de anexos.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Historia de la destilación.....	3
2.2 Principio de la destilación.....	4
2.3 Compuestos de la destilación.....	5
2.3.1 Etanol.....	6
2.3.2 Metanol.....	6
2.3.3 Alcoholes superiores.....	6
2.3.4 Ácidos orgánicos.....	6
2.3.5 Ésteres.....	6
2.3.6 Aldehídos.....	6
2.4 Límites de los compuestos en las bebidas alcohólicas.....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1 Localización.....	8
3.2 Materiales.....	8
3.3 Equipo.....	8
3.4 Métodos.....	9
3.4.1 Diseño experimental.....	9
3.4.2 Muestras.....	9
3.4.3 Análisis químicos.....	9
3.4.4 Análisis estadísticos.....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1 Características generales.....	11
4.1.1 Gravedad específica y alcoholimetría.....	11
4.2 Perfil de alcoholes.....	11
4.2.1 Etanol.....	11
4.2.2 Metanol.....	12

4.2.3	Alcoholes superiores.....	14
4.2.4	Estándares.....	15
4.2.5	Otros alcoholes.....	15
5.	CONCLUSIONES.....	16
6.	RECOMENDACIONES.....	17
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	18
8.	ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Cronología de los productos destilados.....	4
2. Límites establecidos por la norma técnica nicaragüense.....	7
3. Datos generales de los productos evaluados	11
4. Tiempo de retención para etanol en aguardientes.....	12
5. Tiempos de retención para metanol.....	12
6. Contenido de metanol en mg/100ml de aguardientes a 80°P.....	13
7. Tabla de tiempos de retención y porcentajes de estándares de alcoholes..	14
8. Contenido de alcoholes superiores en aguardientes hondureños.....	14
9. Composición de cuatro licores: Whiskey, Gin, Tequila y Pisco.....	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Cromatograma de un estándar de etanol 100%.....	20
2.	Cromatograma de una muestra de Tatascán.....	21
3.	Cromatograma de una muestra de Yuscarán.....	22
4.	Cromatograma de una muestra de Ron Plata.....	23
5.	Diferencia estadística en tiempos de retención del etanol.....	24
6.	Diferencia estadística en Porcentajes de etanol.....	24
7.	Cromatograma de un estándar de metanol 100%.....	25
8.	Diferencia estadística en tiempos de retención del metanol.....	25
9.	Cromatograma de un estándar de amyl alcohol.....	26
10.	Cromatograma de un estándar de iso-amyl alcohol.....	27
11.	Cromatograma de un estándar de 1-butanol.....	28
12.	Cromatograma de un estándar de tert-butanol.....	29
13.	Cromatograma de un estándar de 2-propanol.....	30
14.	Diferencia estadística en tiempos de retención de estándares de alcoholes.....	30
15.	Cromatograma de una muestra de Gin.....	31
16.	Cromatograma de una muestra de aguardiente Pisco.....	32
17.	Cromatograma de Whiskey.....	33
18.	Cromatograma de Tequila.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La fermentación puede ocurrir de una forma espontánea en la naturaleza. Por eso, es muy posible que apareciera por puro azar y que el hombre la encontrara también por pura casualidad (AARTOM, 2004).

Se le denomina bebida alcohólica a toda aquella que contenga cualquier tipo y concentración de alcohol en su composición; siendo los principales alcoholes el etílico o etanol y el metílico o metanol.

El alcohol metílico es el más simple de los alcoholes, y es el que suele utilizarse en la industria en diferentes aplicaciones como disolvente o como anticongelante. El metanol provoca daños en el sistema nervioso central provocando pérdida de la vista y dolores de cabeza a largo plazo; aparte del vértigo y vómito que puede generar la inhalación de concentraciones elevadas. El alcohol etílico es conocido también con el nombre de etanol, que es el que contienen todas las bebidas alcohólicas que se consumen (AARTOM, 2004).

Las bebidas alcohólicas se pueden dividir en dos grupos: bebidas fermentadas y bebidas destiladas.

Según AARTOM (2004), las bebidas fermentadas se obtienen a partir de frutos o cereales (uva, manzana, cebada, etc.) gracias a la acción de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que convierten el azúcar en alcohol y dióxido de carbono. Las bebidas destiladas se obtienen mediante la evaporación del agua, con calor intenso, de una bebida fermentada. Al evaporarse el agua a 100°C y el alcohol a 78°C, se elimina parte del agua quedando más concentración de alcohol. Por ello las bebidas destiladas contienen mayor cantidad de alcohol que las fermentadas.

Las bebidas destiladas se obtienen por destilación o maceración de las bebidas fermentadas, con lo que se consigue aumentar el porcentaje de alcohol. Pueden contener también azúcares simples en diversas proporciones. Estas bebidas son los llamados licores (ginebra, whiskey, vodka, ron, etc.) que contienen una alta concentración de alcohol, en torno a los 40 grados alcohol escala Tralle (AARTOM, 2004).

El Charanda es una bebida alcohólica mexicana obtenida por la fermentación de mostos del jugo de la caña de azúcar (guarapo) o sus derivados (melado, piloncillo o melaza). Estos jugos proceden de la molienda de la caña de azúcar y que en combinación con cepas de levaduras cultivadas o no, llevan a cabo una fermentación alcohólica. Por transformaciones bioquímicas y su posterior destilación, se obtiene esta bebida alcohólica. La rectificación de este producto se lleva a cabo en alambiques

discontinuos que originan los congéneres que distinguen al producto (Norma Oficial Mexicana, 2001).

El aguardiente es una bebida alcohólica obtenida por el proceso de destilación del mosto fermentado de las melazas de la caña, el cual es luego destilado por un proceso continuo o en torre, y diluido con agua de dilución hasta un rango de 38% - 50% alcohol/volumen a 20°C.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Caracterizar la composición química del aguardiente para comprobar si es seguro para el consumo humano y de calidad.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar un muestreo de aguardientes en puestos de comercialización al detalle de Tegucigalpa.
- Determinar el contenido de etanol, metanol y alcoholes de cadena larga de tres marcas hondureñas de aguardiente.
- Establecer si las concentraciones de metanol, alcoholes de cadena larga, presentes en los aguardientes superan el límite máximo permitido para el consumo humano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HISTORIA DE LA DESTILACIÓN

En un sentido amplio, por aguardiente se entiende toda bebida alcohólica de alta graduación obtenida mediante la destilación. En todo caso el nombre deriva del latín "aqua ardens" término con el que se llamaba al alcohol obtenido por destilación (Antonio *et al.*, 2003).

Las bebidas destiladas son las descritas generalmente como aguardientes y licores; sin embargo la destilación, agrupa a la mayoría de las bebidas alcohólicas que superen los 20° Tralle de carga alcohólica. Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whiskey, anís, tequila, ron, vodka, cachaça y gin entre otras.

Antiguamente, el secreto de cada productor era el sistema de destilación que le permitía lograr en su producto el sabor deseado para la bebida. Debido a esto, el proceso de destilación tuvo muy variados tipos y funcionamientos, aunque todos, basándose en el mismo objetivo común de separar el alcohol de un fermento para llevarlo a una bebida (Zonadiet, 2003).

La destilación como tantas otras técnicas de uso en la química convencional, debe su descubrimiento a los alquimistas. Su mayor esplendor en la antigüedad se alcanzó en Alejandría entre los años 200-300 d. C., siendo posiblemente en esta época cuando se inventa el alambique, que los historiadores atribuyen a María la Judía, Zósimo de Panópolis y su hermana Theosebeia (Nuria Ramírez de la Torre, 2004).

El proceso de destilado se remonta a épocas anteriores al año 800 a. C. (Cuadro 1), momento en el cual se documenta al detalle el primer proceso de fermentación y destilación que se conoce (Zonadiet, 2003).

Cuadro 1. Cronología de los productos destilados.

Época	País	Bebida Fermentada	Materia Prima	Bebida Destilada
800AC	China	Tchoo	Arroz y Mijo	Sautchu
500DC	Inglaterra	Mead	Miel	Agua miel
1000DC	Italia	Vinos	Uvas	Brandy
1200DC	España y Francia	Melaza de Caña	Caña de Azúcar	Rum, Rhum o ron
1500DC	Escocia	Cerveza	Malta de Cebada	Whiskey
1650DC	México	Fermento	Agave	Tequila

Fuente: Zonadiet, 2003.

Es indudable que la primera utilización del alcohol fue como sustancia medicinal. En el año 1.100, la escuela de Salerno (Italia), diferenciaba dos formas, el "aqua ardens" de 60 grados alcohólicos y el "aqua vitae" de 90 grados. En el siglo XIII, se hablaba ya del "espíritu del vino", origen indudable del término "espirituosas" con que se generaliza la denominación de las bebidas alcohólicas. Ya hemos dicho que se le atribuían propiedades medicinales y hasta la virtud de prolongar la vida; el término francés "eau de vie" (agua de vida) hace referencia a esta propiedad. Sin embargo es imposible no encontrar en tales espirituosas reminiscencias de connotaciones rituales y mágicas profundamente arraigadas en los mismos orígenes de la civilización (Nuria Ramírez de la Torre, 2004).

Existen referencias documentales que acreditan la destilación de aguardientes en el marco de Jerez desde el siglo XVI, aunque casi todos los investigadores coinciden en afirmar que los aguardientes se usaban primordialmente para aumentar la graduación alcohólica de los vinos (Consejo Regulador del Brandy de Jerez, 2004).

2.2 PRINCIPIO DE LA DESTILACIÓN

La destilación es un proceso de obtención de sustancias volátiles de forma purificada. La destilación es un proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles. En la evaporación y en el secado, normalmente el objetivo es obtener el componente menos volátil; el componente más volátil, casi siempre agua, se desecha. Sin embargo, la finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura. Por ejemplo, la eliminación del agua del alcohol evaporando el alcohol se llama destilación, aunque se usan mecanismos similares en ambos casos (Nuria Ramírez de la Torre, 2004).

El principio de la destilación alcohólica se basa en las diferencias que existen entre los puntos de ebullición del agua (100°C) y el etanol (78.3°C). Si un recipiente que contiene alcohol es calentado a una temperatura que supera los 78.3°C, pero sin alcanzar los 100°C, el alcohol se vaporizará y separará del líquido original, para luego juntarlo y recondensarlo en un líquido de mayor fuerza alcohólica (Zonadiet, 2003).

Generalmente los materiales de los que se parte para la elaboración de bebidas destiladas, son alimentos dulces en su forma natural como la caña de azúcar, la miel, leche, frutas maduras, etc. y aquellos que pueden ser transformados en melazas y azúcares. Los mayores componentes de las bebidas destiladas son el alcohol etílico (C_2H_5OH) y el agua. La combinación de estas dos sustancias en una mezcla directa no produce una bebida sabrosa, aunque esto cambia al adicionarle componentes con carácter propio, y que dan aroma y sabor que hacen sumamente atractivo su consumo (Zonadiet, 2003).

2.3 COMPUESTOS DE LA DESTILACIÓN

El aguardiente está constituido por un 40% a 60 % de alcohol etílico y el restante en agua. Estos elementos, aún siendo alrededor del 99 % del aguardiente, no tienen, desde el punto de vista organoléptico, la importancia del 1% restantes, formados por un sinnúmero de compuestos.

Los aguardientes de orujo son sometidos a análisis químico, para comprobar que cumple con los parámetros que señala el reglamento: grado alcohólico, metanol, acidez total, acetaldehído, acetato de etilo, alcoholes superiores, suma de sustancias volátiles, cobre y extracto seco (Antonio *et al.*, 2003).

La razón de la destilación es la de separar el alcohol del agua en un mosto. También hay un segundo objetivo que es eliminar indeseables agentes de sabor en forma de ésteres, aldehídos, congéneres (impurezas en el alcohol luego de la destilación) y ácidos, al tiempo que se retienen los deseables (José E. Marcano, 2004).

En las bebidas alcohólicas además del etanol pueden encontrarse aldehídos, ésteres y otros alcoholes que producen efectos tóxicos más agudos a concentraciones mucho más altas y que forman parte del buqué de éstas. Ocasionalmente, por violar las buenas prácticas de producción, pueden pasar a los productos terminados cantidades de estas sustancias que resultan peligrosas para la salud de los consumidores (INHA, 2000).

Para la detección y cuantificación de los componentes mayoritarios de los rones se utiliza una mezcla patrón de: acetaldehído, acetato de etilo, metanol, n-propanol, isobutanol e isoamílico como estándar. Las muestras son inyectadas sin previo procesamiento en un cromatógrafo de gases (INHA, 2000).

2.3.1 Etanol

El alcohol etílico, constituyente fundamental, que hasta hace poco se utilizaba como parámetro para determinar la calidad del destilado. Es un líquido incoloro, de olor agradable y de sabor ardiente. Se mezcla con el agua en cualquier proporción y es un buen solvente para muchas sustancias colorantes y aromatizantes (Antonio *et al.*, 2003).

2.3.2 Metanol

El alcohol metílico es quizás el componente más temido por los destiladores. Este alcohol aumenta cuando las condiciones de conservación de los aguardientes no son las adecuadas o cuando el período de conservación es muy prolongado (Antonio *et al.*, 2003).

2.3.3 Alcoholes superiores

Los alcoholes superiores son los que tienen más de dos átomos de carbono. Tienen sobre el organismo un efecto narcótico muy superior al del alcohol etílico. En los destilados se encuentran en proporciones muy bajas, por lo que fisiológicamente su efecto es modesto. Se forman algunos durante la fermentación alcohólica y otros como el 2-butanol se forman durante la conservación o ensilado, por lo que es un elemento que distingue los aguardientes de orujo de los de vinos (Antonio *et al.*, 2003).

2.3.4 Ácidos orgánicos

Son compuestos por átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno; pero unidos de una forma particular, de tal forma que puestos en solución acuosa, liberan iones de hidrógeno, que se perciben por las papilas situadas en los bordes de la lengua, como una sensación ácida. Su presencia en cantidades modestas favorece, tanto el gusto como el perfume de los aguardientes. El de mayor presencia en destilados es el ácido acético, aunque también están presentes el fórmico, el butírico, el láctico, el propiónico, el isovaleriánico, el caprónico, el cáprico y el pelargónico (Antonio *et al.*, 2003).

2.3.5 Ésteres

Son el resultado de la combinación de alcoholes y ácidos orgánicos, compuestos muy abundantes en los destilados. Son numerosos y favorecen las más extraordinarias sensaciones olfativas, tanto positivas como negativas. Entre ellos es mayoritario el acetato de etilo, que no favorece sensaciones exaltantes, pero que es útil porque inhibe la percepción de los aldehídos insaturados y exalta la percepción de algunos olores afrutados (Antonio *et al.*, 2003).

2.3.6 Aldehídos

Su estructura inestable, organolépticamente se percibe a reducidas concentraciones. Químicamente se dividen en saturados e insaturados. Los primeros dan lugar a sensaciones herbáceas, mientras que los segundos dan sensaciones florales, aunque también son responsables de sensaciones a rancio e incluso a sudor. El compuesto de mayor presencia en los aguardientes es el acetaldehído, seguido del ácido butírico, acetal, furfural. El furfural es muy interesante, pues se forma con el recalentamiento de los aguardientes, y a nivel organoléptico produce olor a quemado (Antonio *et al.*, 2003).

2.4 LÍMITES DE LOS COMPUESTOS EN LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Las bebidas espirituosas, obtenidas a partir de orujos de uva fermentados y destilados a una concentración menor de 86% v/v, deben de cumplir con el contenido en sustancias volátiles igual o superior a 140 g/Hl. de alcohol al 100% y con un contenido máximo de alcohol metílico de 1000 g/Hl. de alcohol al 100% (Antonio *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Límites establecidos por la norma técnica nicaragüense.

Compuestos	Límite Máximo mg/100ml a 100°P
Metanol	30
Aldehídos	40
Ésteres	150
Furfural	4
Alcoholes superiores	400

Fuente: Ministerio de fomento, industria y comercio de Nicaragua, 2000.

2.5 TOXICIDAD DE LOS COMPUESTOS

La ingestión alta y excesiva de bebidas alcohólicas incrementa el riesgo de hemorragias intracerebrales y otros trastornos neurológicos además de cirrosis hepática, enfermedades cardiovasculares, efectos en la descendencia, alteraciones de la mucosa gastrointestinal y cáncer de esófago, boca, laringe, faringe y pulmón (INHA, 2000). El metanol se descompone al calentarlo intensamente, produciendo monóxido de carbono y formaldehído, reacciona violentamente con oxidantes, originando peligro de incendio y explosión. También ataca al plomo y aluminio. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a dolores de cabeza persistentes y alteraciones de la visión (SEGULAB, 1995).

El etanol desengrasa la piel. Puede afectar al tracto respiratorio superior y al sistema nervioso central, dando lugar a irritación, dolor de cabeza, fatiga y falta de concentración. La ingesta crónica de etanol puede causar cirrosis hepática (SEGULAB, 1995).

El furfural es incoloro a amarillo, de olor característico, se torna a rojo-marrón por exposición al aire y a la luz, irrita los ojos, la piel, el tracto respiratorio, desengrasa la piel y puede afectar al hígado (SEGULAB, 1995).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Se realizó un estudio de tres marcas de aguardiente (Yuscarán, Tatascán y Ron Plata) posicionadas en el mercado de Honduras. Las muestras se tomaron de los principales puntos de comercialización del aguardiente: supermercados y abarroterías. Estas muestras fueron analizadas en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana en el valle del Yeguaré, Honduras

3.2 MATERIALES

- Metanol al 100% grado HPLC Fisher Scientific.
- Etanol a 200° Prof. Grado GC. Fisher Scientific.
- 2-Propanol Grado HPLC 99.8% Fisher Scientific.
- Tert-Butanol Grado Reactivo 99% Fisher Scientific.
- 1-Butanol Grado HPLC 99.8% Fisher Scientific.
- Iso-Amil Alcohol Grado Reactivo Sigma Aldrich.
- Amil Alcohol Grado Reactivo Sigma Aldrich.
- Muestras de Yuscarán.
- Muestras de Tatascán.
- Muestras de Ron Plata.
- Muestras de Gin.
- Muestras de Whiskey.
- Muestras de Tequila.
- Muestras de Aguardiente Pisco.

3.3 EQUIPO

- Cromatógrafo de gases Agilent 6890 Con detector FID, columna DB-ALC1 de J&W Scientific (30m x 0.32mm x 1.8µm).
- Viales Supelco de 4ml.
- Jeringas Hp de 10ul.
- Hidrómetro.
- Alcohólimetro con escala Tralle.
- Probeta de 500ml.

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Diseño experimental

Se realizó un muestreo completamente al azar con dos repeticiones en cada punto de comercialización tomado para cada aguardiente. Los tratamientos evaluados fueron las tres marcas de aguardiente: Yuscarán, Tatascán y Ron Plata. Las variables analizadas fueron el contenido de etanol, metanol y alcoholes de cadena larga. Los resultados se compararon con los límites establecidos por la industria. Si los aguardientes incumplen estos límites máximos de metanol y alcoholes superiores son considerados no seguros para el consumo humano.

3.4.2 Muestras

Se obtuvieron muestras de los tres aguardientes en 5 localidades en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras. Se intentó que las muestras recolectadas trataran de abarcar las diferentes clases sociales que pueden optar al consumo de este producto. Los Supermercados La Colonia y PAIZ junto con el Liquor Shop son las localidades donde las clases medias y altas pueden obtener el producto. Las pulperías en la Colonia Kennedy y en el Jicarito son usualmente predominadas por clase social baja a media. Se intentó que en los lugares seleccionados hubiera las tres marcas a analizar.

3.4.3 Análisis químicos

Se analizó el contenido de alcoholes totales utilizando un alcoholímetro con escala Tralle; haciendo tres repeticiones por cada muestra y se determinó su gravedad específica (g/ml) con un hidrómetro. Se utilizó un cromatógrafo de gases Agilent modelo 6890, en conjunto con el software ChemStation para determinar el perfil de alcoholes de los aguardientes. Se creó un método de análisis en el software que estableció las siguientes condiciones de análisis: La temperatura del inyector fue 250°C en modo split a una relación de 20:1; utilizando una columna capilar J&W Scientific DB-ALC1 (30m de largo x 0.32mm ID x 1.8µm) con un flujo constante de 6.84 ml/cm de nitrógeno; se utilizó un detector FID a 250°C y la temperatura de horno a 38°C incrementando hasta 120°C, a una tasa ascendente de 20°C/min. Todo el análisis tuvo un tiempo de corrido de 12 minutos utilizando nitrógeno como gas de acarreo. Los estándares utilizados en la realización de la curva de regresión fueron de grado HPLC para obtener un pico único en el cromatógrafo. Se realizaron diluciones p/p de etanol y metanol; con los siguientes rangos: 100%, 50%, 40%, 30% y 20%; para determinación de la curva de regresión la cual permitió determinar tiempos de retención y sus concentraciones en los cromatogramas.

3.4.4 Metanol

El área porcentual obtenida por el GC (cromatógrafo de gases) reflejó la cantidad de metanol del total de alcoholes de los aguardientes analizados. Con este porcentaje se obtuvo el contenido de metanol en mg/100ml de aguardiente a 80°P; multiplicándolo por su densidad de 0.79g/ml y luego por 1000 para obtenerlo en mg.

3.4.5 Análisis estadísticos

Se utilizó el programa Sistemas de Análisis Estadístico (SAS[®], por sus siglas en inglés) evaluando los resultados con un nivel de significancia de 5% ($p < 0.05$), debido a que son pruebas de laboratorio que pueden afectar la salud humana. Se realizó una separación de medias para determinar si hubo diferencias en el contenido de metanol en los diferentes tratamientos, utilizando una prueba LSD. Aparte se analizó, por medio del análisis de varianza, si hubo diferencia en los tiempos de retención del etanol y metanol.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

4.1.1 Gravedad específica y alcoholimetría

El Cuadro 3 muestra la similitud en gravedad específica entre las tres marcas analizadas, resaltando el Ron Plata como el de mayor variación 0.015g/ml, seguido por Tatascán y por último el Yuscarán.

Cuadro 3. Datos generales de los productos evaluados.

Muestra	Gravedad Específica*	Grado Alcohólico**
Tatascán	0.94 ± 0.015	42.3
Yuscarán	0.94 ± 0.014	42.3
Ron Plata	0.96 ± 0.009	35

*Se reportan la media obtenida de nueve repeticiones expresadas en g/ml a 20°C.

**Los datos denotan la media de tres repeticiones por muestra expresados en % v/v a 20°C.

Ninguno de los datos obtenidos con el alcoholímetro (Cuadro 3) concordó con el contenido alcohólico impreso en la etiqueta. En el caso del Tatascán el registrado era de 38% v/v mientras el alcoholímetro registró una lectura promedio de 5 unidades porcentuales mayor. El Yuscarán, supuestamente de 45% v/v presentó un menor contenido al impreso y el Ron Plata de 30% v/v tuvo 5 unidades porcentuales más al igual que el Tatascán.

La salud del consumidor no se vio afectada por las variaciones entre la etiqueta o el valor del dato obtenido por el análisis. Sin embargo, la empresa puede ser sancionada por la fiscalía del consumidor en el caso de vender un aguardiente con menor contenido alcohólico que el declarado.

4.2 Perfil de Alcoholes

4.2.1 Etanol

El tiempo de retención del estándar corrido en el GC fue de 3.867 minutos (Anexo 1), 9.9% mayor al de los aguardientes corridos en el cromatógrafo (Cuadro 4).

El orden de salida de los alcoholes en los aguardientes se asemejó al de los estándares.

Cuadro 4. Tiempo de retención para etanol en aguardientes.

Muestras	Tiempo retención*	Área %**	Porcentaje*** %
Tatascán	3.513±0.04	99.9922	42.330
Yuscarán	3.537±0.04	99.6211	41.7519
Ron Plata	3.509±0.04	99.9585	34.9854

*Tiempo medio obtenido de seis repeticiones por muestra, expresados en minutos.

**Área total del pico obtenido, conforma el total de etanol de todos los alcoholes presentes en los aguardientes.

*** Las medias se encuentran expresados en % v/v a 20°C tomadas de seis repeticiones.

El Cuadro 4 muestra los tiempos de retención promedio de cada uno de los aguardientes (Anexos 2, 3 y 4) . Se realizó un análisis de varianza entre las tres marcas, no encontrando una diferencia significativa entre los tiempos de retención del etanol (Anexo 5).

El análisis estadístico (Anexo 6) determinó que Tatascán y Yuscarán contienen el mismo porcentaje de alcohol etílico; mientras que Ron Plata sí difiere de los antes mencionados.

4.2.2 Metanol

El tiempo de retención reportado por el estándar de metanol fue 2.745 minutos (Anexo 7).

Cuadro 5. Tiempos de retención para metanol.

Muestras	Tiempo retención*	Porcentaje** %
Tatascán	2.542±0.024	0.0034
Yuscarán	2.816±0.024	0.0465
Ron Plata	2.814±0.024	0.0033

* Tiempos expresados en minutos.

**Los datos se encuentran expresados en % v/v a 20°C; conforma el total de metanol de todos los alcoholes presentes en los aguardientes.

El Cuadro 5 comparó los tiempos obtenidos por las muestras (Anexos 2, 3 y 4), el tiempo de retención promedio del metanol en éstas fue 2.724 minutos, asemejándose al valor del estándar. El análisis de varianza demostró que no hubo diferencia significativa de los tiempos entre las tres marcas (Anexo 8).

El Cuadro 6 muestra el contenido de metanol en mg/100ml de las muestras analizadas por GC.

Cuadro 6. Contenido de metanol en mg/100ml de aguardientes a 80°P.

Muestras	Media	Desviación	Varianza
Tatascán	2.62	5.50	30.28
Yuscarán	3.67	2.12	4.50
Ron Plata	0.94	0.46	0.21

El límite máximo de metanol fue de 30mg/100ml a 100°P (Cuadro 2). La comparación se debe hacer al mismo volumen de alcohol contenido por las muestras, por lo cual el límite se redujo a 21mg/100ml a 80°P.

El Cuadro 6 demostró que el Tatascán, Yuscarán y Ron Plata cumplieron con los requisitos de salubridad máxima estipulada para el metanol ya que sus medias 2.62, 3.67 y 0.94 (mg/100ml a 80°P), respectivamente, son inferiores al límite superior de 21mg/100ml a 80°P. No se encontró diferencia estadística entre aguardientes, al momento de correr el análisis de varianza.

Se demostró que el Ron Plata obtuvo la mayor repetitividad, con una variación de tan solo 0.21%, comparándolo con los otros aguardientes. El Yuscarán, en cambio, obtuvo la mayor cantidad de metanol en comparación con los otros. En este estudio, su porcentaje de variación fue de tan solo 4.5%, indicando que difícilmente este aguardiente alcanza niveles críticos de salubridad.

El Tatascán resultó con una varianza elevada de 30.28%, en este estudio, que es muy alta para un compuesto sensible para la salud humana. Se recomienda futuros análisis a este producto para asegurarse que cumple con los requisitos máximos permitidos.

4.2.3 Alcoholes superiores.

El Cuadro 7 demostró que al aumentar la longitud de cadena del alcohol su tiempo de retención aumentaba también (Anexos 1, 7, 9, 10, 11, 12 y 13).

Cuadro 7. Tabla de tiempos de retención y porcentajes de estándares de alcoholes.

Compuestos	Tiempo de retención*	Porcentaje
Metanol	2.747	99.9163
Etanol	3.861	100
2-propanol	4.562	96.7885
Tert-butanol	5.614	99.6495
1-butanol	8.739	37.34
Iso-amil alcohol	10.636	99.3051
Amil alcohol	11.361	99.6611

*Muestran la media obtenida de tres repeticiones, en minutos.

El Cuadro 8 muestra la concentración total de los alcoholes superiores encontrados en los aguardientes analizados siendo el de mayor contenido el Yuscarán con 0.587%.

Cuadro 8. Contenido de alcoholes superiores en aguardientes hondureños.

Muestras	Total alcoholes superiores*
Tatascán	0
Yuscarán	0.587
Ron Plata	0.013

*Los datos se encuentran expresados en %v/v a 20°C obtenidos de seis repeticiones por muestra.

** Se asumió como alcoholes superiores todo compuesto por encima del tiempo de retención del etanol.

Se observó (Cuadro 8) que el Tatascán no contiene alcoholes superiores en ninguna de las muestras analizadas; lo que pone en discusión dos posibilidades sobre este grado de “pureza”: el proceso de destilación aplicado en este producto tiene un alto control, o es probable que este licor se haya comprado en una alta pureza y luego diluido hasta la concentración alcohólica deseada.

El Yuscarán (Cuadro 8) fue el de mayor contenido de alcoholes superiores, por eso tiene el olor más característico de los tres aguardientes analizados; pudiéndose considerar como el de mejor calidad.

4.2.4 Estándares.

Los porcentajes del Cuadro 7 denotan únicamente la pureza que se detectó con el GC en los estándares. El 1-butanol resultó con una pureza de 37.34% cuando debió ser de 99.8% demostrando que se encontraba contaminado por mal manipuleo.

El Anexo 14 demostró que sí existe diferencia estadística entre los tiempos de retención mostrados en el cuadro 7; lo que permitió identificar compuestos en los cromatogramas. La identificación de estos compuestos en las muestras corridas (Anexos 1, 7, 9, 10, 11, 12 y 13) se dificultó debido a que no sólo se separaron alcoholes superiores en los cromatogramas, sino también esterés y aldehídos los cuales no se pudieron medir por falta de estándares.

4.2.5 Otros alcoholes.

Cuadro 9. Composición de cuatro licores: Whiskey, Gin, Tequila y Pisco.

Muestra	Etanol		Metanol		Alcoholes superiores
	T.Ret.*	%**	T.Ret.	mg/100ml	%**
Whiskey	3.571	99.4158	2.822	0.0069	0.5771
Gin	3.523	99.8131	0	0	0.1868
Tequila	3.485	99.0959	2.813	0.0039	0.9001
Pisco	3.541	98.4979	2.816	0.0112	1.4908

* Tiempo de retención expresado en minutos.

** Porcentaje de alcohol total.

En el Cuadro 9 se comparó cuatro licores distintos, en materia prima y región de producción, a los aguardientes. Se encontró que el tiempo de retención del etanol y metanol en las cuatro muestras (Anexos 15, 16, 17 y 18) se asemejó al de los aguardientes (Cuadro 4 y 5); comprobando que el método funcionó para identificar estos dos compuestos. Los niveles de metanol cumplieron con los requisitos establecidos, dando a conocer que este compuesto también se encontró presente en licores considerados de mayor estatus social o fineza. En los alcoholes superiores se notó una diferencia (Cuadro 7) a excepción con del Yuscarán y whiskey que eran similares en contenido porcentual pero no en composición como mostraron los anexos 3 y 17.

5. CONCLUSIONES

- Los aguardientes Yuscarán, Tatascán y Ron Plata presentaron niveles de metanol por debajo del límite máximo permitido en bebidas alcohólicas por la industria licorera.
- Se desarrolló el método de análisis en el cromatógrafo de gases que permitió determinar los tiempos de retención para el etanol y metanol.
- Los valores de grado alcohólico v/v registrados en la etiqueta de los aguardientes no concordaron con los datos obtenidos con el alcoholímetro.
- El Tatascán presentó la mayor variación en sus datos disminuyendo la confianza de que el contenido de metanol se encuentre dentro del límite establecido.
- El Yuscarán contiene el mayor contenido de alcoholes superiores dándole su buqué característico, a diferencia de los otros dos aguardientes analizados.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar una alianza con la fiscalía del consumidor para poder realizar un análisis a nivel nacional, con la cantidad de muestras necesarias, que asegure que los aguardientes producidos en Honduras cumplen con los requisitos de salud requeridos.
- Destinar más recursos económicos para realizar un estudio más amplio y poder terminar de caracterizar los alcoholes superiores presentes en las bebidas alcohólicas.
- Revisar las regulaciones nacionales para ver si concuerdan con los estándares internacionales de calidad de bebidas alcohólicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

AARTOM. 2004. El Alcohol (en línea). Consultado el 4 de septiembre del 2004. Disponible en: <http://www.aartom.tomelloso.es/>

Antonio, Luis, Miguel. 2003. Vinos y Enologías (en línea). Consultado el 2 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.apoloybaco.com/Aguardientes.htm>

Consejo Regulador del Brandy de Jerez. 2004. Historia del Brandy de Jerez. Consultado el 8 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.brandydejerez.es/historia>

Enciclopedia online de prevención de riesgos laborales, SEGULAB. 2005. Ficha de seguridad, metanol (en línea). Consultado el 7 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.segulab.com/metanol.htm>

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos Cubano (INHA). 2000. Calidad de varios ronones cubanos (en línea). Consultado el 12 de septiembre del 2005. disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol15_2_01/ali03201.htm

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA). 2005. Control sanitario de las aguas y bebidas (en línea). Consultado el 11 de septiembre del 2005. disponible en: <http://www.inha.sld.cu/vicedirecciones/aguasybebidas.htm>

Marcano, José E. 2003. El ron (en línea). Consultado el 10 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.jmarcano.com/mipais/economia/ron.html>

Ministerio de fomento, industria y comercio de Nicaragua. 2000. Norma técnica de especificaciones de bebidas alcohólicas - ron (en línea). Consultado el 2 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.mific.gob.ni/dirtransparencia/tecnormalizacion/alimento/nton035.pdf>

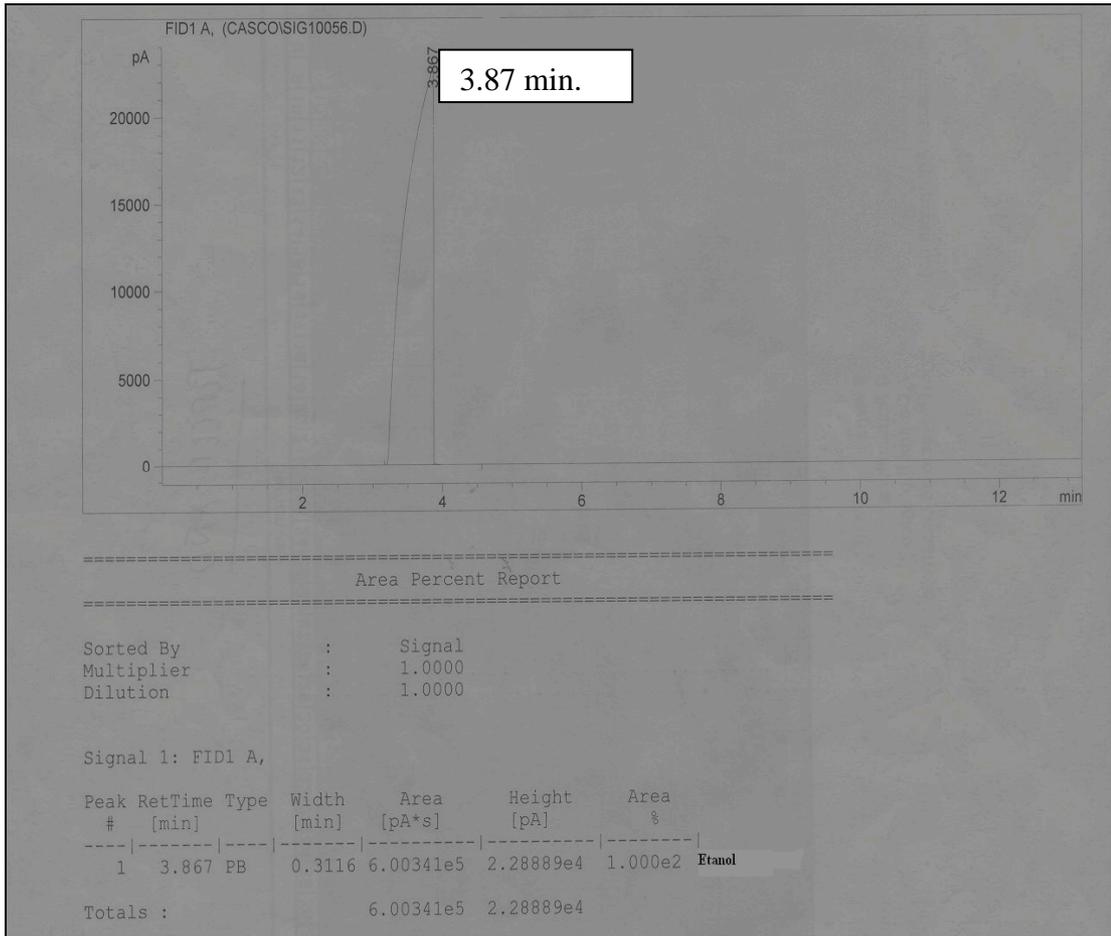
Norma Oficial Mexicana. 2000. Bebidas alcohólicas-Charanda-Especificaciones (en línea). Consultado el 3 de septiembre del 2004. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/work/normas/noms/2001/144scfi.doc>

Ramírez de la Torre, Nuria. 2004. Historia de la destilación (en línea). Consultado el 6 de septiembre del 2005. Disponible en: http://www.alambiques.com/historia_de_la_destilacion.htm

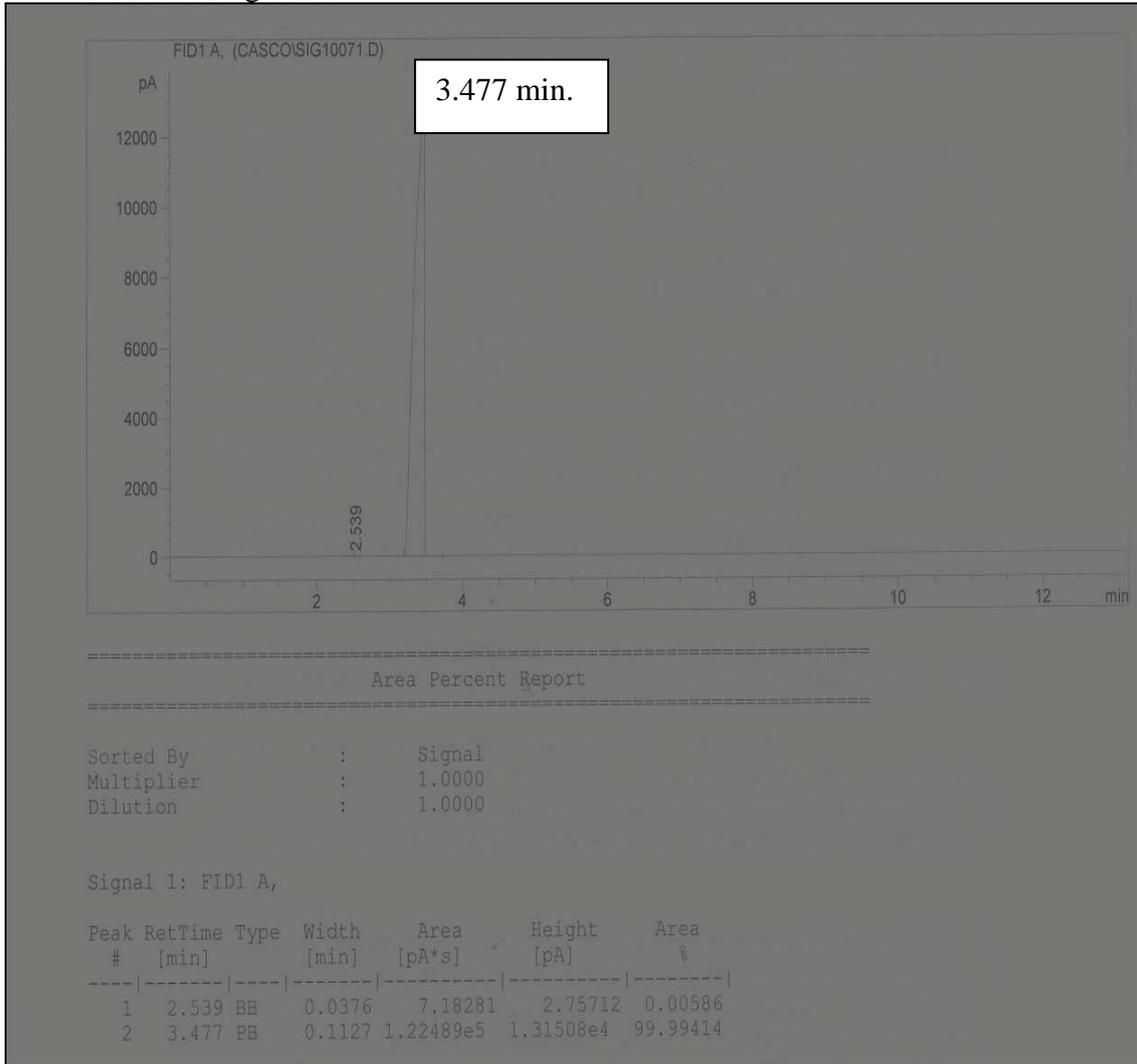
Zonadiet. 2003. Bebidas alcohólicas destiladas (en línea). Consultado el 7 de septiembre del 2005. Disponible en: <http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm#historia>

8. ANEXOS

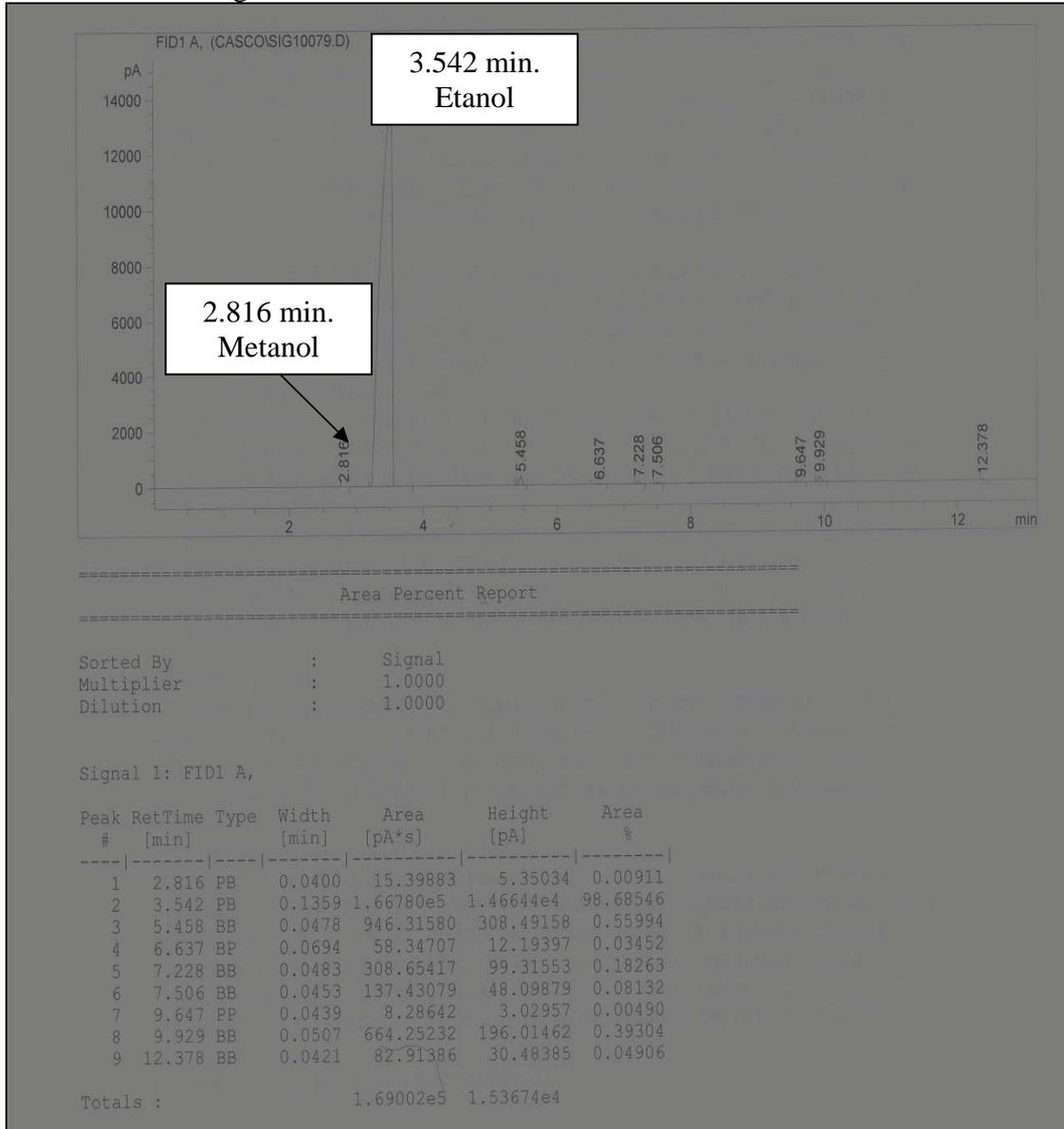
Anexo 1. Cromatograma de un estándar de etanol 100%.



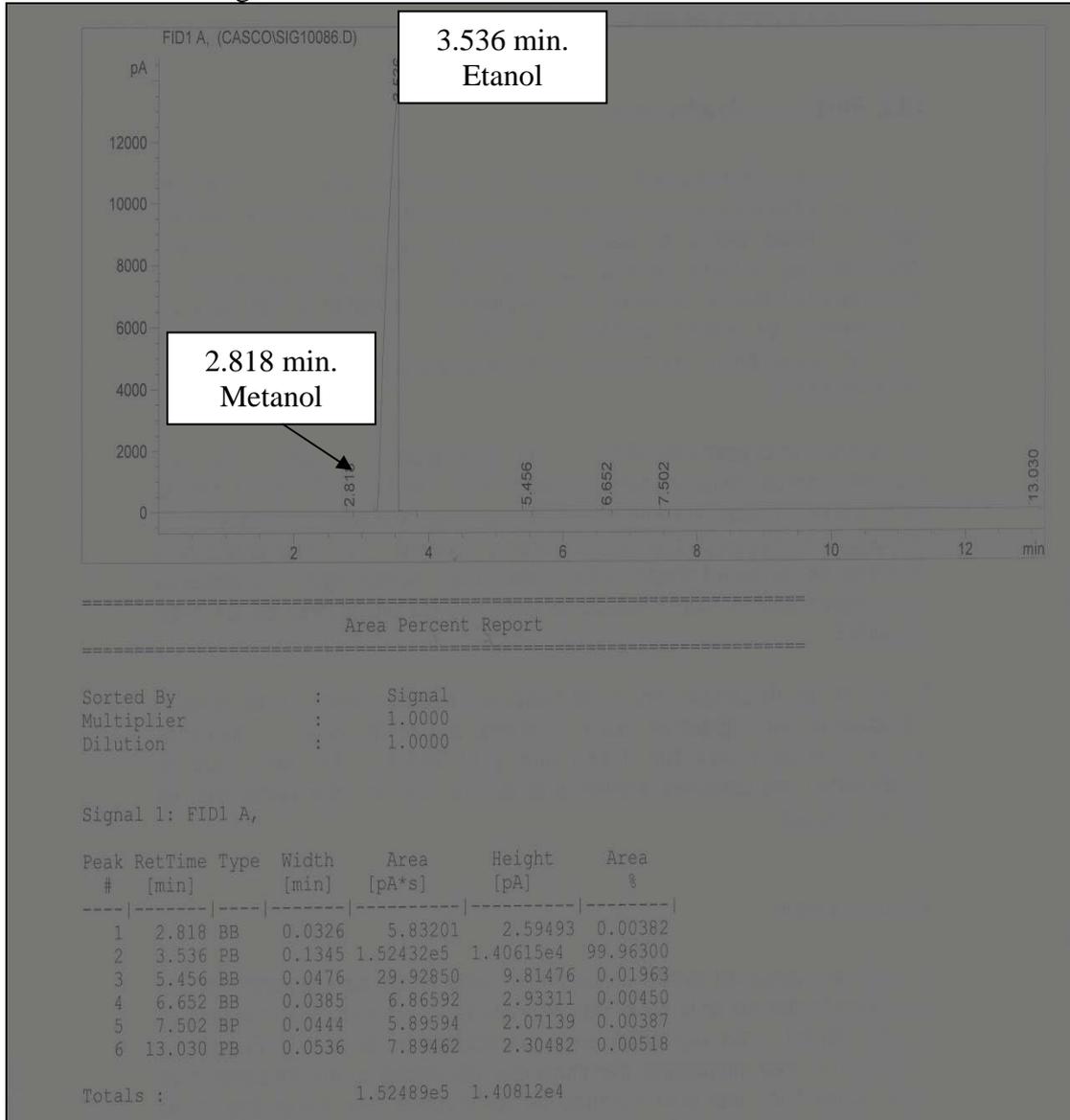
Anexo 2. Cromatograma de una muestra de Tatascán.



Anexo 3. Cromatograma de una muestra de Yuscarán.



Anexo 4. Cromatograma de una muestra de Ron Plata.

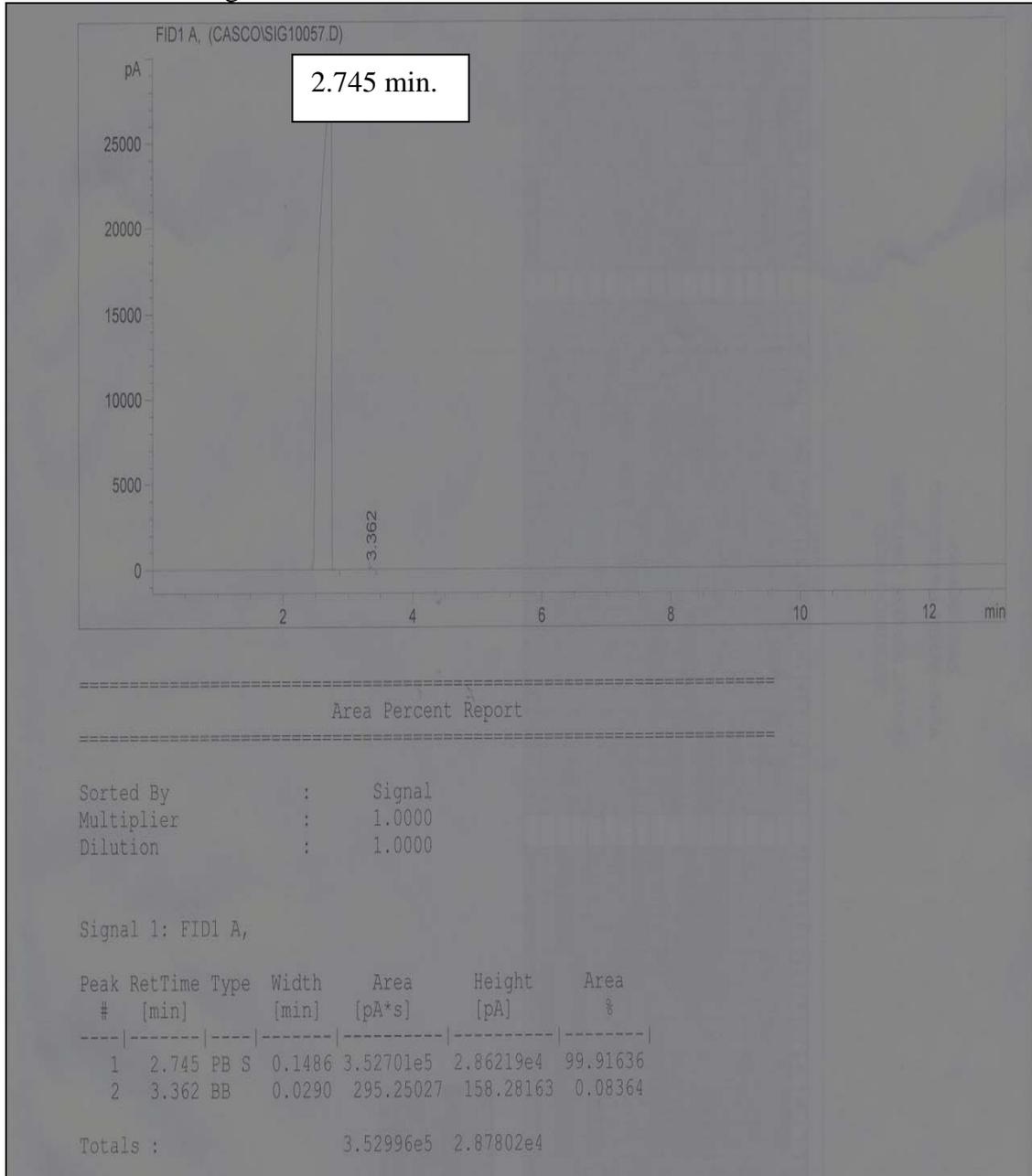


Anexo 5. Diferencia estadística en tiempos de retención del etanol.

Muestra	Media	Agrupación
Yuscarán	3.537	A
Tatascán	3.512	A
Ron Plata	3.492	A

Anexo 6. Diferencia estadística en Porcentajes de etanol.

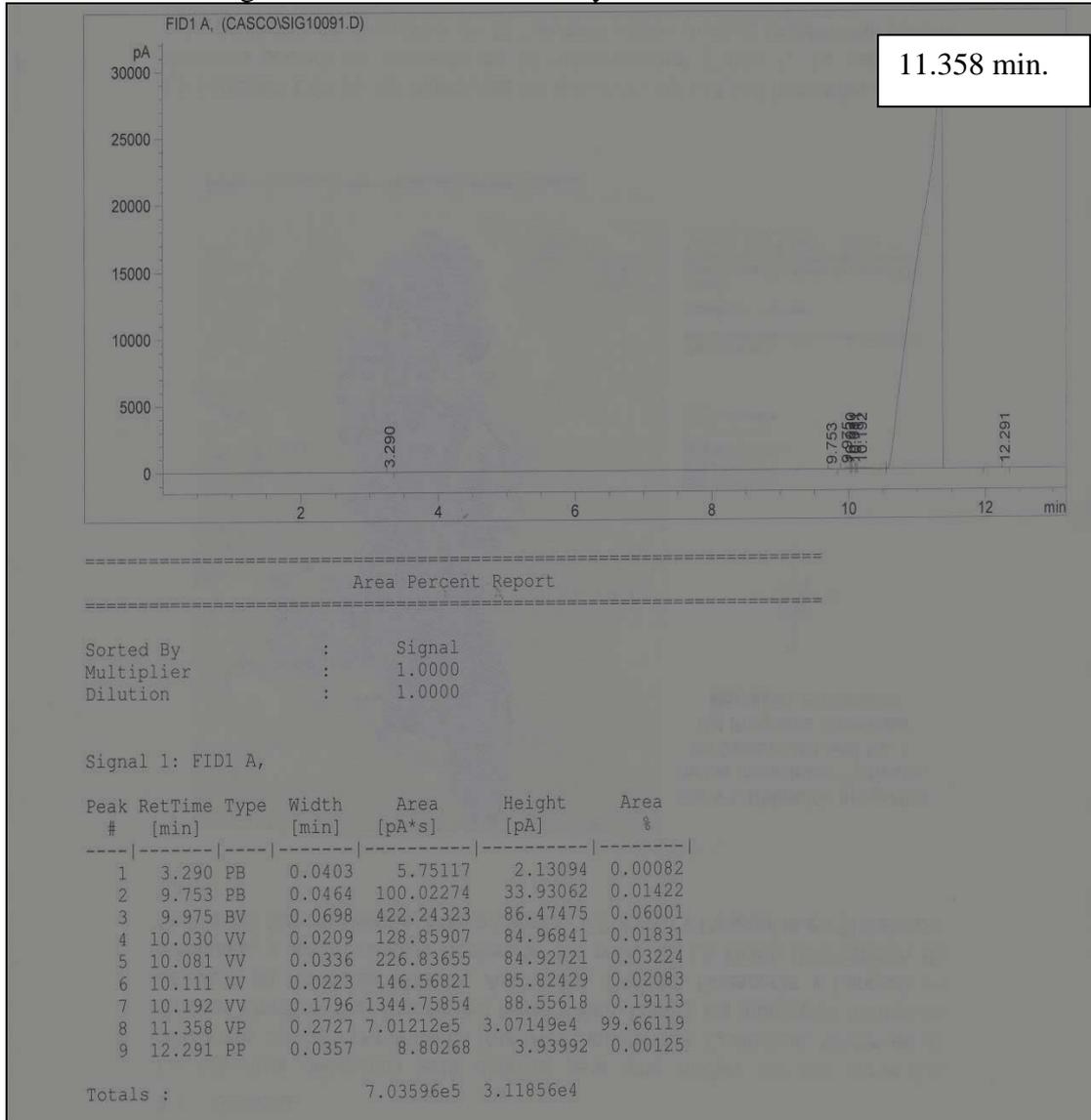
Muestra	Media	Agrupación
Yuscarán	41.75	A
Tatascán	42.33	A
Ron Plata	34.98	B

Anexo 7. Cromatograma de un estándar de metanol 100%.**Anexo 8.** Diferencia estadística en tiempos de retención del metanol.

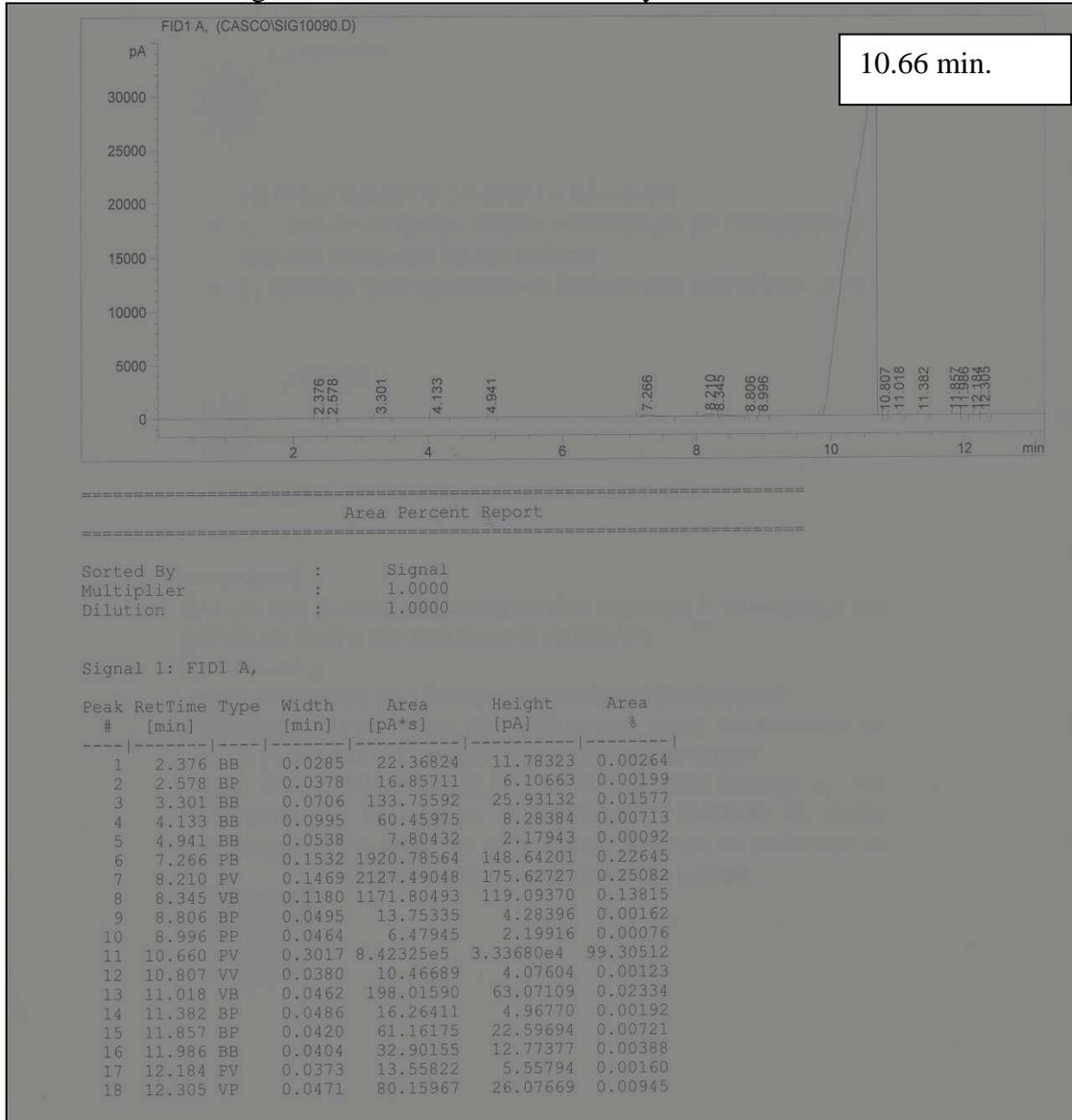
Muestra	Media	Agrupación
Yuscarán	2.816	A
Tatascán	0.847	B
Ron Plata	2.814	A

El valor en el Tatascán es bajo debido que al correr las muestras se analizaron los valores en cero que se reportaron en el cromatograma.

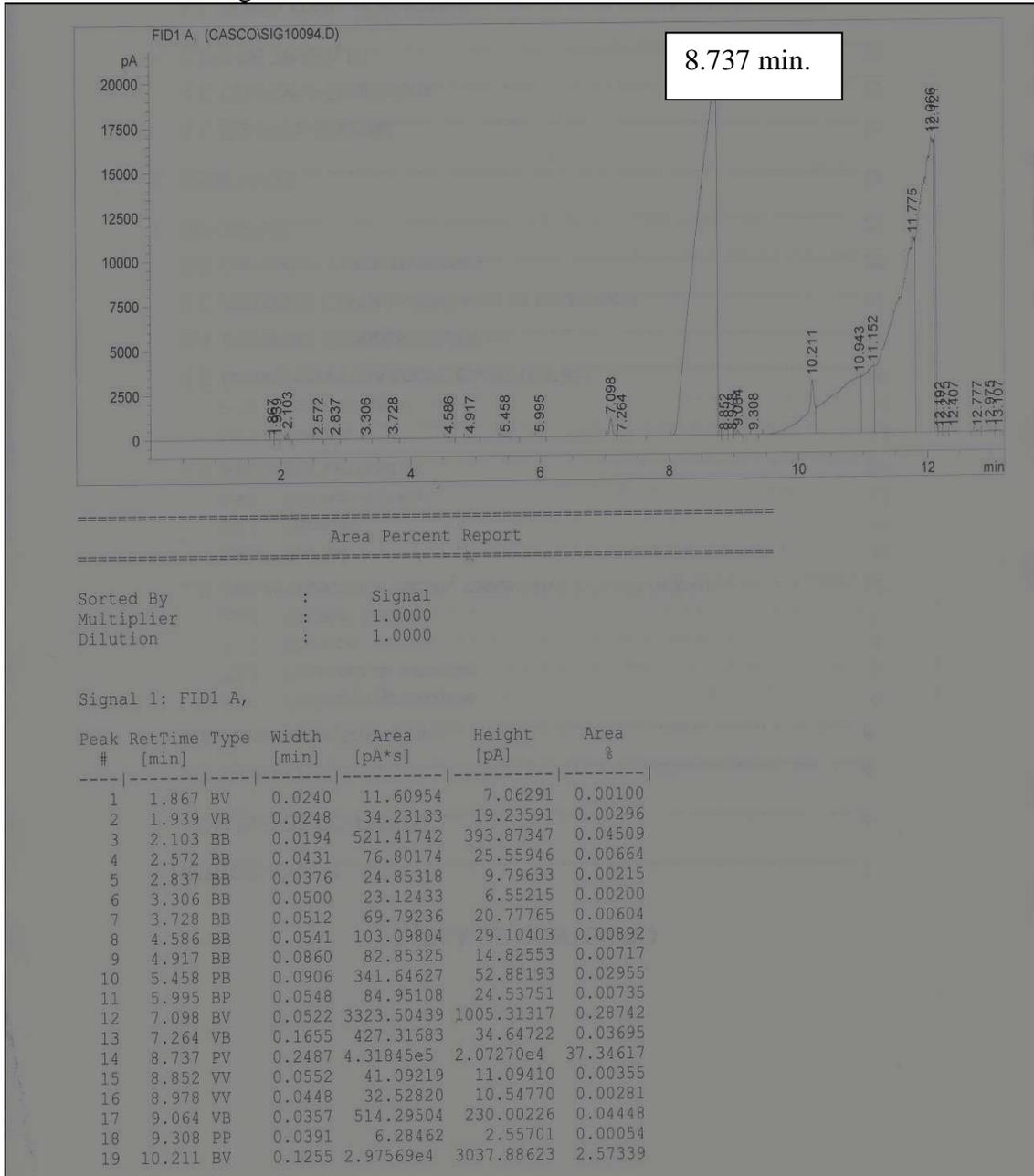
Anexo 9. Cromatograma de un estándar de amyl alcohol.



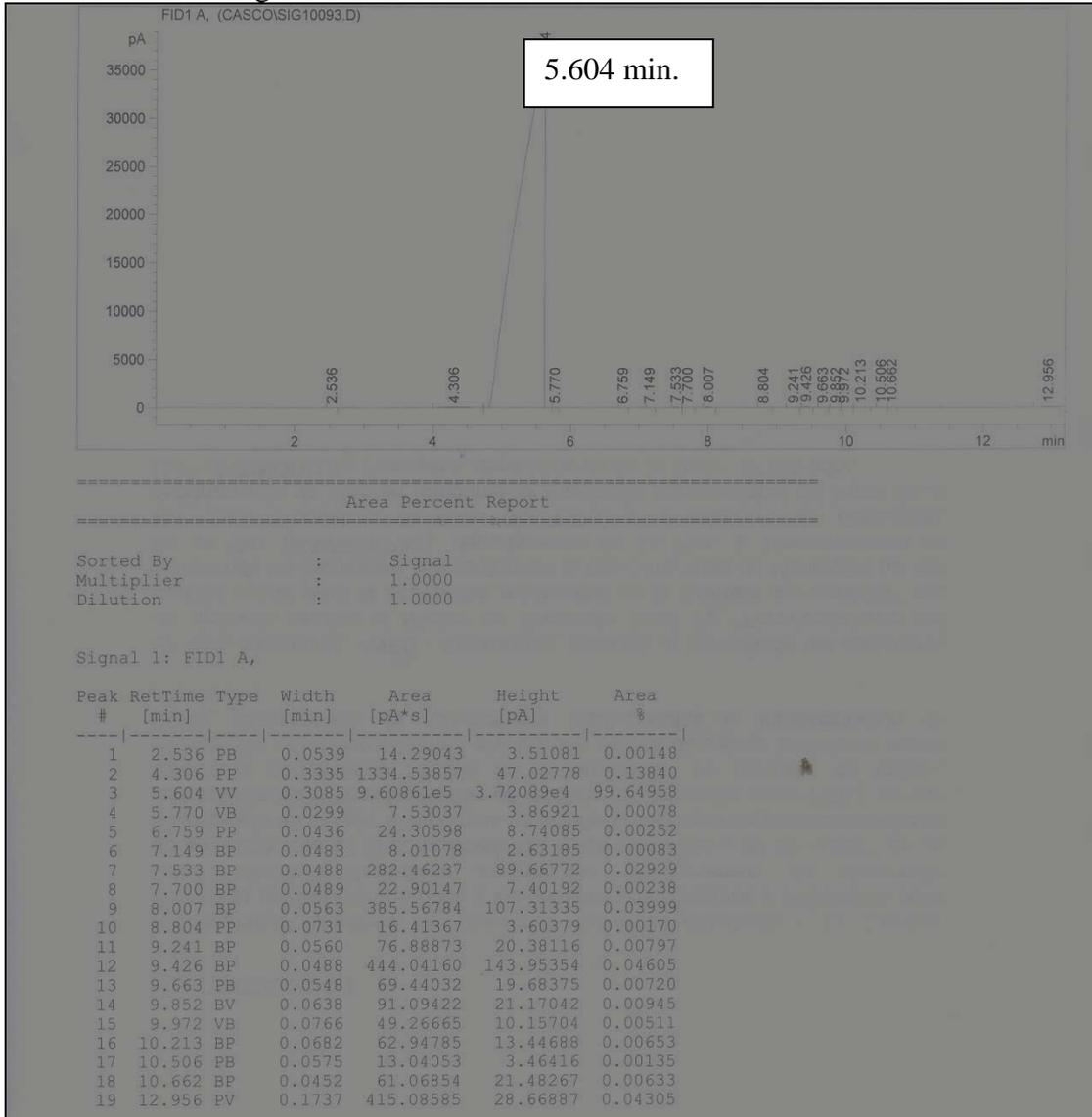
Anexo 10. Cromatograma de un estándar de Iso amyl alcohol.

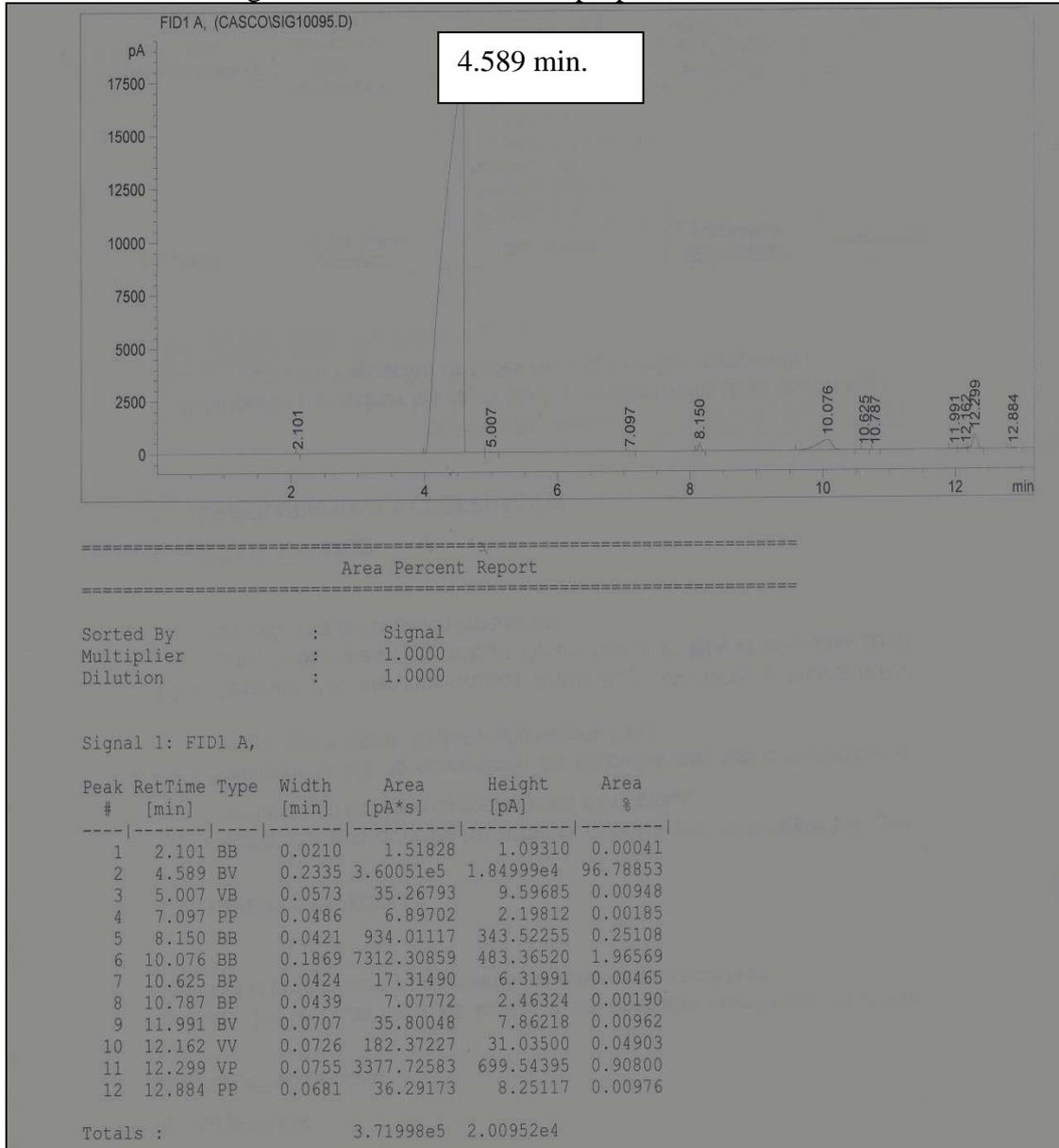


Anexo 11. Cromatograma de un estándar de 1-butanol.



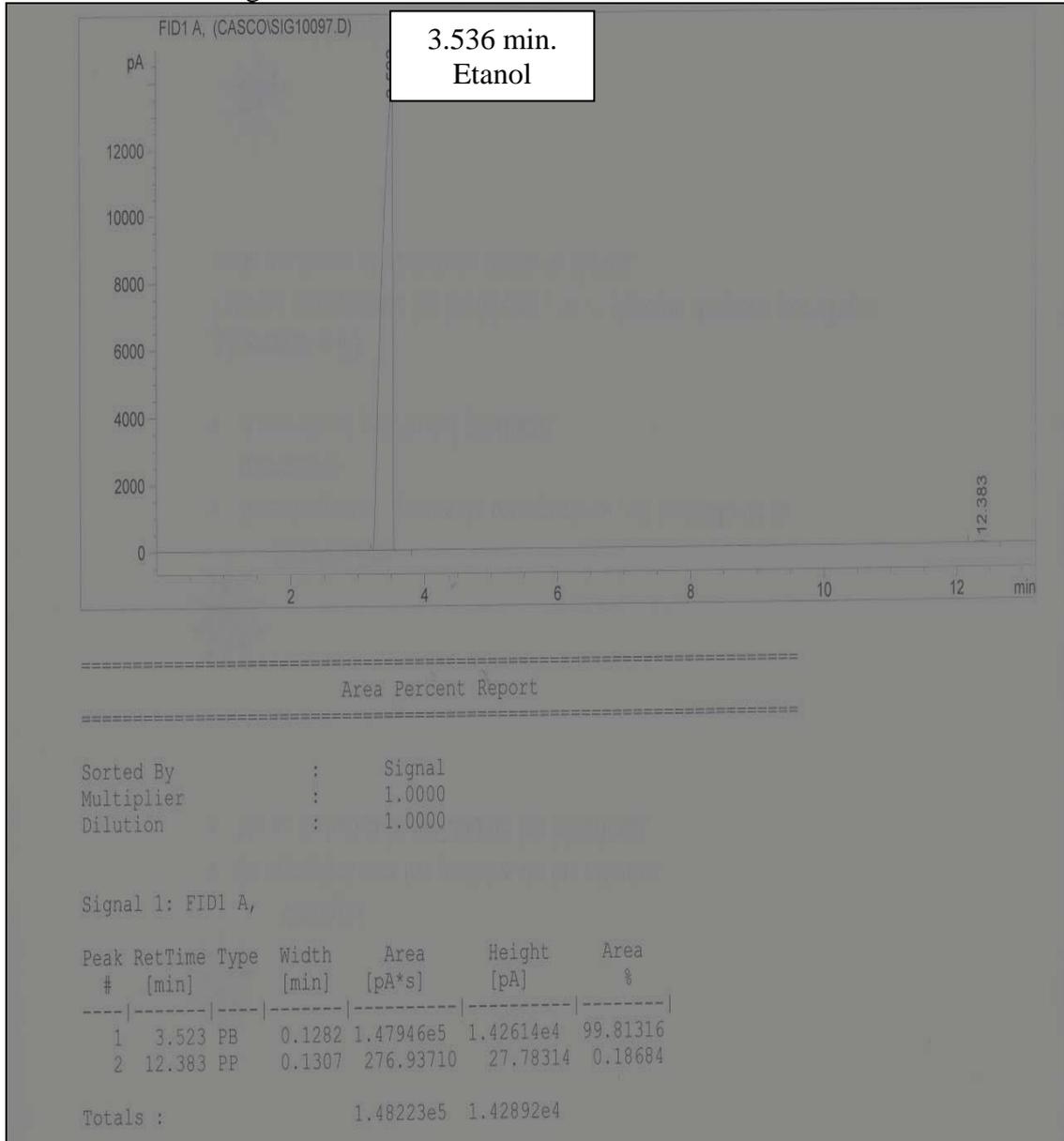
Anexo 12. Cromatograma de un estándar de tert-butanol.



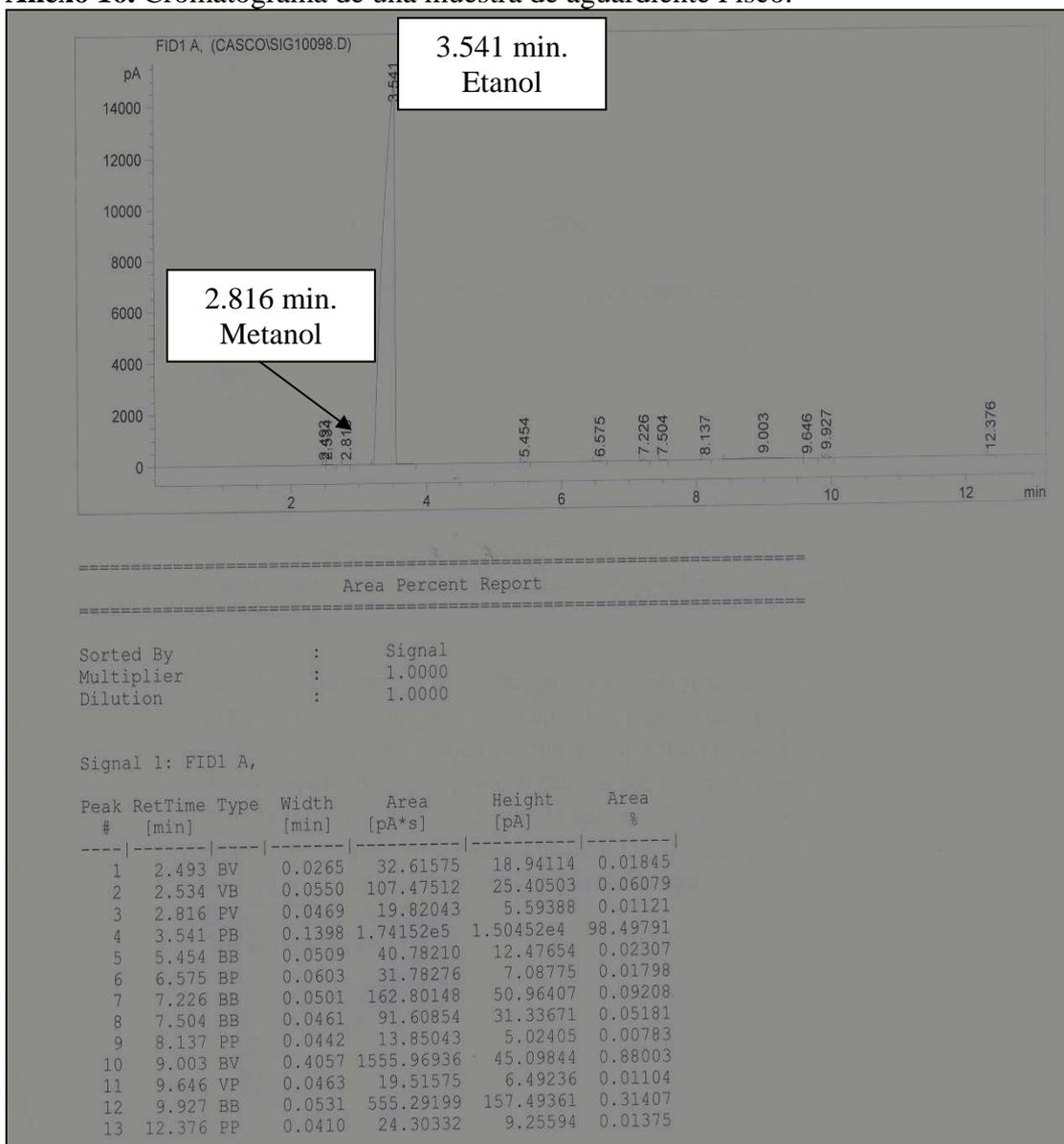
Anexo 13. Cromatograma de un estándar de 2-propanol.**Anexo 14.** Diferencia estadística en tiempos de retención de estándares de alcoholes.

Muestra	Media	Agrupación
Metanol	2.747	A
Etanol	3.861	B
2-propanol	4.562	C
Tert-butanol	5.614	D
1-butanol	8.739	E
Iso-amil alcohol	10.636	F
Amil alcohol	11.361	G

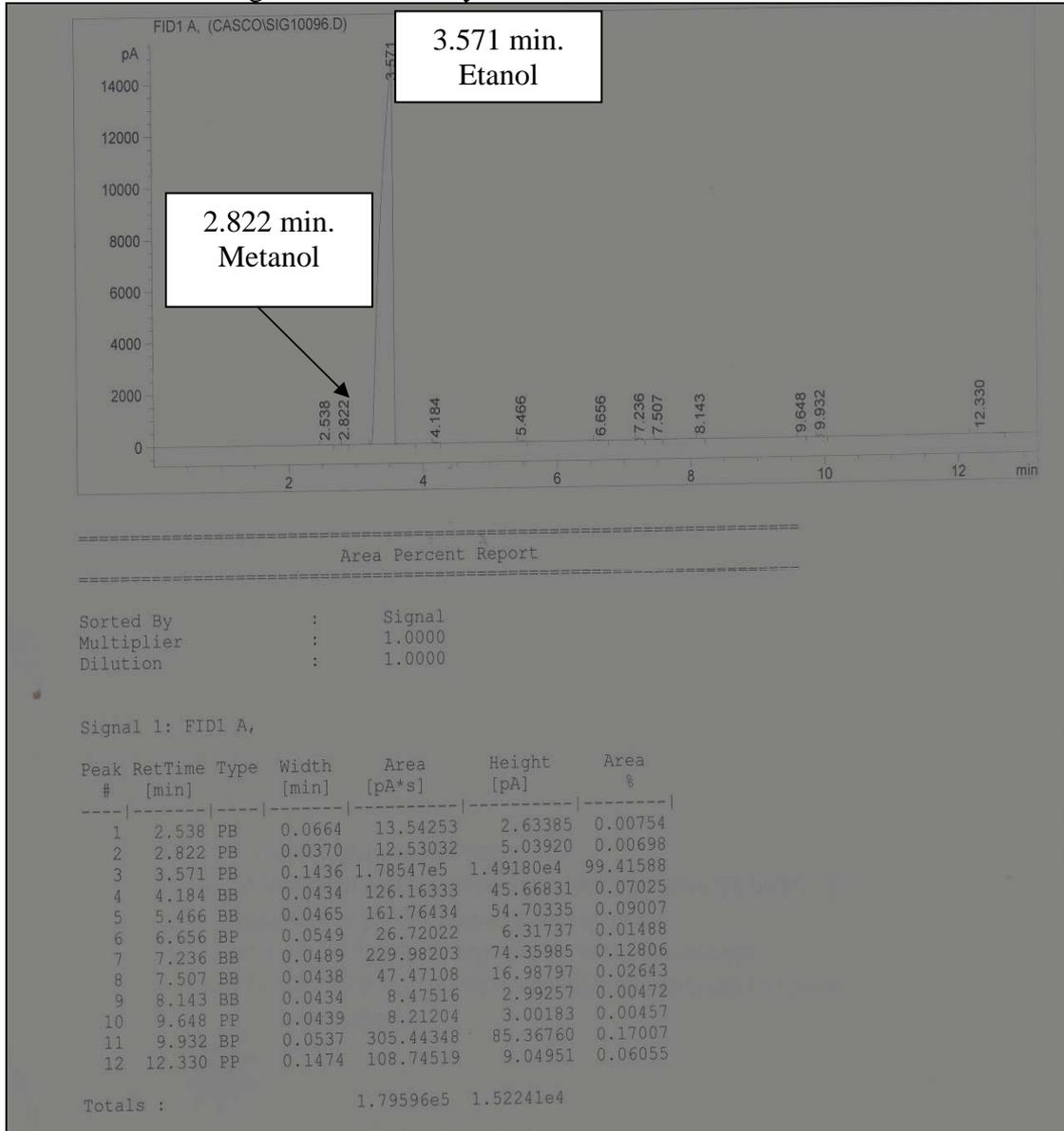
Anexo 15. Cromatograma de una muestra de Gin.



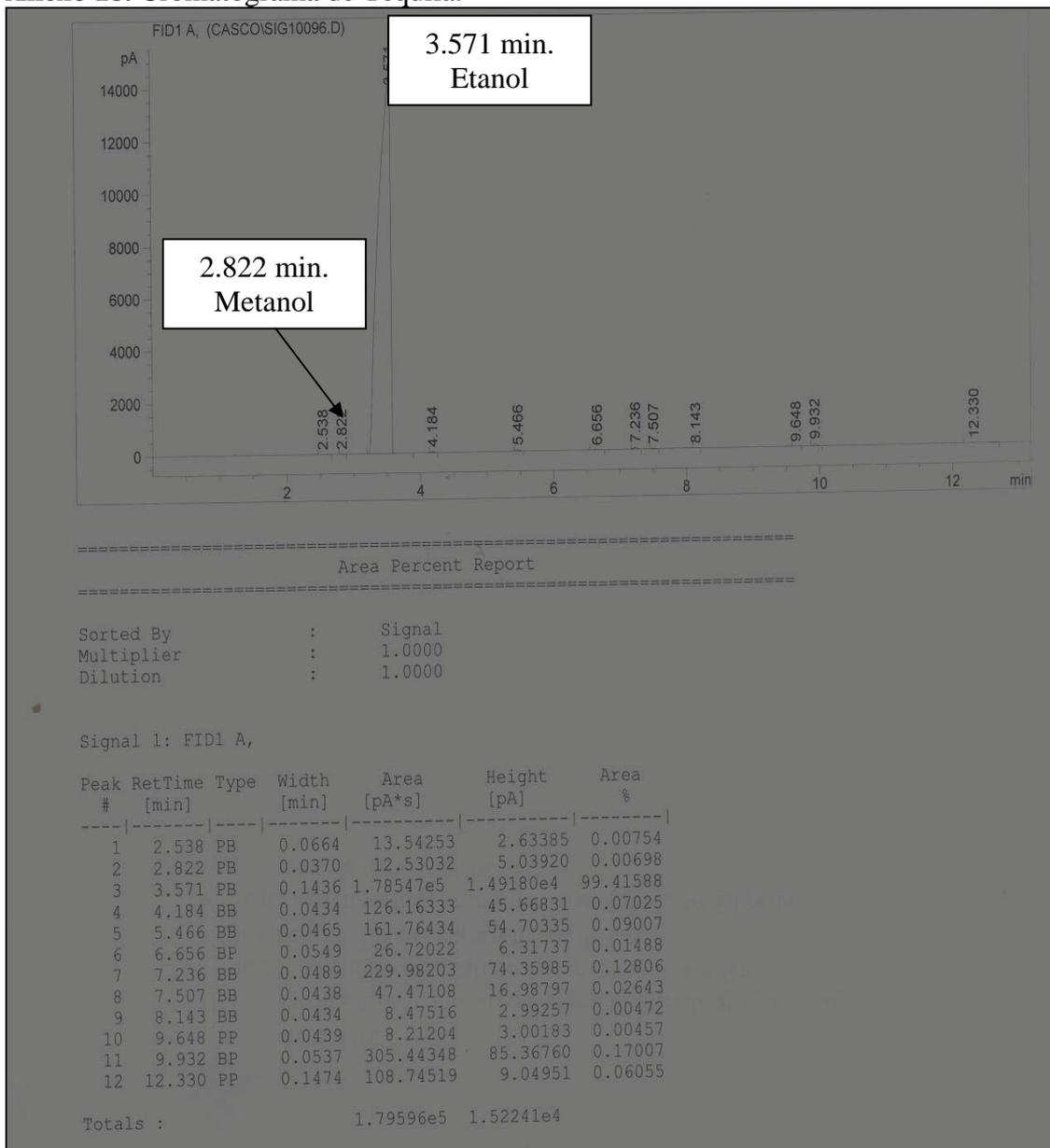
Anexo 16. Cromatograma de una muestra de aguardiente Pisco.



Anexo 17. Cromatograma de Whiskey.



Anexo 18. Cromatograma de Tequila.



**Caracterización química de tres marcas
comerciales de aguardiente en Honduras
(Tatascán, Yuscarán y Ron Plata)**

Gerardo Antonio Casco Montenegro

Zamorano
Carrera de Agroindustria
Diciembre, 2005