

# Estudio de componentes químicos formados desde el proceso de fermentación de varias especies de uvas pisqueras.... ¿Un camino para la identificación de piscos adulterados?

*Luis Cárdenas Lucero, Thais Linares Fuentes MSc.,  
Alberto Garrido Scheaffer, Luis López Palomino*

## Resumen

**E**l presente trabajo es un estudio analítico e instrumental sobre la composición química de diversos Piscos y Mostos provenientes de diferentes variedades de uva, estudiadas en un cromatógrafo de gases con detector de masas y empleando el método USAQ-ME-11, que hemos desarrollado para este fin. Los Piscos se obtuvieron a partir de uvas Quebranta, Italia y Torontel, y se les comparó con muestras de aguardiente, elaboradas la primera a partir de la fermentación de caña de azúcar y la otra de la fermentación de orujo, agua y azúcar.

La variación en la composición química entre mostos y destilados es la que se espera después de un proceso de destilación. Proceso en el cual se enriquecen los destilados con los componentes más volátiles.

La presencia de furfural en los aguardientes analizados y no en las muestras de Pisco, parece indicar que se forma a partir de la sacarosa. Estos resultados coinciden con los estudios anteriormente realizados a Piscos comerciales de procedencia confiable. El método desarrollado permite no sólo la identificación correcta de los componentes de nuestro Pisco, que una vez establecida y aceptada, y con el indicio de los resultados aquí reportados, podría ser una forma que permita diferenciarlo de otros aguardientes y piscos adulterados.

**Palabras clave:** fermentación, furfural, cromatografía de gases, espectrógrafo de masas.

## Abstract

*This is an analytical and instrumental study about the chemical composition of various Piscos and 'mostos' (grape juice) of different grape varieties. The study has been conducted using a gas chromatograph with mass detection, using the USAQ-ME-11 method specifically developed for the purpose. Piscos studied were obtained from Quebranta, Italia and Torontel grape varieties which were compared to sugarcane firewater and another mixed firewater obtained from grape residue, water and sugar.*

*Variation in chemical composition among grape juice and distilled is what would be expected after distilling process in which distilled are enriched by more volatile components.*

*Furfural content in the firewater analyzed and not in the Pisco samples seems to indicate its formation from saccharose. These results are also found in high quality commercial Pisco of reliable origin. The method developed, once registered and accepted will allow proper identification of our Pisco components in order to differentiate it from other firewaters. Our results lead to think this might be a good way to recognize adulterated Pisco.*

**Key words:** Fermentation, furfural, gas chromatography, mass spectrography.

## INTRODUCCION

El Pisco Peruano está siendo objeto de un gran interés por los productores, exportadores, investigadores y público en general lo que ha generado una nueva serie de investigaciones e innovaciones en torno a él y a su fabricación.

Sin embargo, a pesar de ser reivindicada como nuestra bebida nacional, las normas utilizadas para su análisis han sido adaptadas de normas foráneas y la estandarización o norma técnica del Pisco se ha hecho en base a los componentes que se reportan en esas normas. Es decir, no se había realizado un estudio sobre la presencia de los verdaderos componentes que se encuentran en el Pisco.

Es por eso que se viene desarrollando algunos trabajos de investigación en éste tema siendo hasta ahora la Universidad de San Martín de Porres, la única que ha alcanzado aportes no sólo sobre los componentes químicos encontrados en el Pisco, sino sobre nuevas tecnologías para el corte de cabeza y cola en los procesos de destilado, a través de Congresos que se realizan a nivel nacional.

El presente trabajo se realiza mediante el uso de un método, desarrollado en un trabajo anterior en la Escuela de Ingeniería Industrial, para analizar Pisco por Espectroscopía de Masas, el cual ha permitido identificar sus componentes químicos incluso algunos que no se encontraban en la norma técnica NTP 211.001. Método que se presenta hasta el momento como la mejor alternativa para esta investigación.

El objetivo que se plantea es el de encontrar algunos componentes que puedan darnos indicios para diferenciar una muestra de Pisco de otros tipos de destilados y de los «Piscos adulterados».

Esto se desarrollará mediante los siguientes objetivos parciales.

1. Analizar por el método Espectroscopía de masas muestras de diferentes tipos de Pisco: Quebranta, Torontel e Italia.
2. Analizar por el método Espectroscopía de masas muestras destiladas de fermentaciones de orujo de uva y de caña.
3. Comparar los resultados obtenidos entre las muestras.

## MARCO TEÓRICO

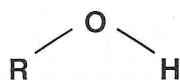
### COMPONENTES PRESENTES EN EL PISCO

En la norma técnica sobre la composición química del Pisco se ha observado una gran variedad de compuestos orgánicos, tales como el etanol, como componente principal, y una gama de derivados ésteres, aldehídos y otros tantos que podrían o no, ser parte de la composición real, pero que han sido reportados en la norma que rige actualmente este tipo de bebidas y que tiene al metanol y al furfural entre los principales.

#### GRUPOS ALCOHOL

FÓRMULA GENERAL: ROH

ESTRUCTURA:



Los alcoholes son compuestos cuya estructura se muestra anteriormente. Su punto de ebullición depende de la cantidad de carbonos que contenga la cadena carbonada (R) del compuesto, cuanto más larga la cadena mas alta será la temperatura de ebullición y cuanto más ramificada sea la cadena carbonada la temperatura de ebullición disminuye. La solubilidad disminuirá según la cadena carbonada aumente en cantidad de carbonos.

#### 1. ETANOL

FÓRMULA: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

El compuesto químico **etanol** (también conocido como **alcohol etílico**) es el alcohol que se encuentra en las bebidas alcohólicas. Cuando la gente común habla de «alcohol» se refiere casi siempre al etanol. Su fórmula química es la que se muestra en la parte inicial. Muy soluble (miscible) en agua. Este alcohol mayoritario en los procesos de fermentación, se produce directamente por la acción de las levaduras en la glucosa.

## 2. METANOL

### FORMULA GENERAL: $\text{CH}_3\text{OH}$

Es el componente principal del destilado en seco de la madera y es uno de los solventes más universales que encuentra aplicación tanto en el campo industrial como en los productos de uso doméstico. Por su gran volatilidad pasa rápidamente a la atmósfera dando lugar a intoxicaciones por vía respiratoria.

El Metanol y su transformación a **ácido fórmico** provocan neuropatía óptica. Un compuesto atóxico o menos tóxico es metabolizado para dar origen a otro más dañino.

El **ácido fórmico** muy hidrosoluble y prácticamente insoluble en las grasas. Su carácter ácido le confiere sus propiedades tóxicas. Las lesiones tisulares, incluyendo la neuropatía óptica, es producto de la precipitación de las proteínas debido a la intensa acidosis metabólica propia de este cuadro.

Contenido (mg/100 ml A.A.)	Mínimo	Máximo
Pisco Puro de uvas no aromáticas	4,0	100,0
Pisco Puro de uvas aromáticas	4,0	150,0
Pisco Acholado	4,0	100,0
Pisco Mosto Verde	4,0	80,0

## 3. LOS LLAMADOS ALCOHOLES SUPERIORES

Los alcoholes superiores no son obtenidos mediante la cinética de la fermentación alcohólica pero sí durante su transcurso. Se obtienen mediante desaminación de **aminoácidos** por parte de las levaduras con el fin de que obtengan nitrógeno amoniacal para su consumo o para formar otros aminoácidos consumibles. Se trata de productos **beneficiosos organolépticamente en bajas concentraciones**, que

a partir de una concentración global de unos 300 ppm. Comienzan a ser totalmente **desfavorables organolépticamente**.

Los alcoholes que podríamos encontrar en las muestras de pisco y los cuales deberán encontrarse en las cantidades que se indican según la norma técnica para esta bebida, son los siguientes, estos son llamados en la norma técnica como **alcoholes superiores**:

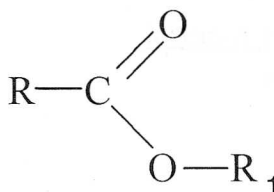
<u>Nombre del Alcohol</u>	<u>Estructura</u>
Isopropanol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
Propanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
Butanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$
Iso-Butanol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
Isoamílico o Teramílico	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array} \quad \text{ó} \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

Estos se reportan en la norma técnica peruana, en **mg/100 mL alcohol anhidro**, lo que quiere decir la cantidad en miligramos de cada compuesto en 100 mililitros de contenido de alcohol (como etanol anhidro o sin agua) para muestras de pisco. Se tiene pues los valores permisibles para estos componentes:

Contenido (mg/100 ml A.A.)	Mínimo	Máximo
Isopropanol	—	4,0
Propanol	1,0	45,0
Butanol	—	15,0
Isobutanol	25	220,0
Isoamílico o Teramílico	50	280,0

**GRUPO ESTER****FORMULA GENERAL:**

Donde R es cualquier resto alquilo, y R puede ser o no igual a R<sub>1</sub>

**ESTRUCTURA:**

Los ésteres derivan de los ácidos carboxílicos, son muy abundantes en la naturaleza, particularmente son compuestos principales de numerosos aromas florales y frutales, lo mismo que de sabores; como los que se mencionan a continuación:

<u>Nombre del Ester</u>	<u>Aroma</u>	<u>Estructura</u>
Acetato de etilo	manzana	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
Acetato de isoamilo	plátano	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
Metanoato de etilo (Formiato de etilo)		$\text{CHOOCH}_2\text{CH}_3$

Los alcoholes superiores (tales como, el alcohol Isoamílico y el isobutílico) forman también **ésteres y acetatos** como acetato de isoamilo, butanato de etil, hexanato de etilo y hexanato de isoamilo entre otros, muchos de ellos con aromas vegetales. Se obtendrán mayor cantidad de estos productos con **temperaturas elevadas** de fermentación y **mostos poco desfangados**, especialmente.

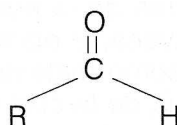
Estos, son los ésteres que encontramos en diferente proporción en muestras de pisco, según como se haya llevado a cabo la fermentación y destilación. Se reportan en la norma técnica peruana la cantidad permisible para cada una de ellas, reportadas según esta norma, siempre en mg/100 ml A.A., lo que significa, la cantidad en miligramos de este compuesto en 100 mililitros del contenido de etanol (como etanol anhidro, es decir etanol sin agua) para muestras de Pisco. Así pues, los datos de la cantidad mínima y máxima del contenido de estos de alcohol superiores en muestras de Pisco según la norma técnica peruana son:

Contenido (mg/100 ml A.A.)	Mínimo	Máximo
Formiato de etilo	---	4,0
Acetato de etilo	10	280,0
Acetato de Iso-Amilo	---	1,0

## GRUPO ALDEHIDO

FORMULA GENERAL:  $RCHO$

ESTRUCTURA:



R: grupo alquilo

Estos compuestos, contienen un grupo Carbonilo ( $>C=O$ ) con un solo grupo alquilo. Son bien conocidos como irritantes de piel y mucosas, y por su acción sobre el SISTEMA NERVIOSO CENTRAL, también se caracterizan por sus propiedades sensibilizantes, siendo comunes las respuestas alérgicas.

### 1. ACETALDEHÍDO

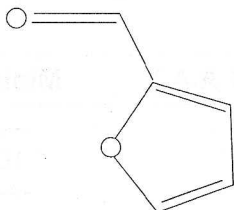
FORMULA GENERAL:  $CH_3CHO$

Acetaldehído o aldehído acético, producido en el proceso de fermentación a partir del etanol por descarboxilación del ácido pirúvico mediante el enzima piruvato descarboxilasa posee aroma a almendra, en el proceso, este aldehído por oxidación produce ácido acético. El contenido de aldehído en el pisco según la norma técnica, es la que se muestra en la tabla:

Contenido (mg/100 ml A.A.)	Mínimo	Máximo
Acetaldehído	3,0	50,0

## 2. FURFURAL (o FURFURALDEHÍDO)

### ESTRUCTURA:



El Furfural puro es un líquido viscoso, descolorido que tiene un olor aromático agradable; en la exposición del aire se vuelve el castaño oscuro o negro. Hierve a las aproximadamente 160°C. Normalmente se usa como un solvente; es soluble en el etanol y éter y algo soluble en el agua.

Es un derivado del furano, es preparado comercialmente por la deshidratación de azúcares de la pentosa obtenida de la mazorca de maíz, las cáscaras de avena, y otros productos desechados. El uso principal del furfural es como materia de base para la producción del alcohol furfural, la mayoría de la cual se utiliza en la producción de las resinas de furano que alternadamente se utilizan para producir carpetas de la arena de la fundición. El furfural también se utiliza como solvente para los aceites lubricantes de la refinación, la extracción del butadieno y la producción furfural-basada del tetrahydrofurano. El tetrahydrofurano se utiliza como solvente comercial y se convierte en los materiales iniciales para la preparación del nylon.

El contenido de éste componente en muestras de pisco debe ser bastante baja, principalmente por las graves consecuencias que podrían tener en el organismo cantidades mayores

Contenido (mg/100 ml A.A.)	Mínimo	Máximo
Furfural	0,0	5,0



## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### Materiales e Insumos.-

- Probetas 500 mL
- Vasos de precipitados 250 mL
- Embudos
- 180 kilos de uva Torontel, Quebranta e Italia.
- Azúcar
- Combustible del destilador: gas propano
- Muestras de Piscos del tipo Torontel, Quebranta e Italia.
- Muestras destiladas de caña
- Muestras destiladas de orujo, agua y azúcar.

### Equipos.-

- Alcoholímetro.
- Refractómetro manual.
- Fermentador tradicional. FIA-USMP
- Biorreactor con control automatizado. FIA-USMP
- Destilador con control automatizado. FIA-USMP
- Cromatógrafo de Gases con Espectroscopía de Masas. Marca PERKIN ELMER modelo AUTOSYSTEM XL
  - Columna SPB-1 SULFUR
  - Gases: helio, oxígeno
  - Jeringa marcador en micro Litros
  - Bibliografía de espectros

## METODOLOGÍA EMPLEADA

Se han tomado muestras de uvas de especies que se usan para la obtención de Pisco, estas especies son: Italia, Torontel y Quebranta, así como otra muestra de orujo para fermentar junto con azúcar y agua.

Las muestras elegidas se han procesado desde el molido, obteniéndose el mosto, el cual se llevó a su proceso de fermentación en

baldes de propileno y se procesó paralelamente para la muestra de uva quebranta una fermentación en un biorreactor automatizado.

Se han recogido los mostos luego de una fermentación de aproximadamente 10 días, evaluándose la temperatura y grados Brix de cada especie.

Los análisis químicos se han realizado por la técnica de cromatografía de gases con detector FID, a las muestras de mostos fermentados. Reportándose los componentes que habían sido formados durante el proceso de fermentación.

Las muestras de Pisco obtenidas por destilación de estos mostos fermentados fueron analizadas con el detector de masas del mismo cromatógrafo de gases.

El método usado es el método que fue empleado usaq-me-11, establecido desde el comienzo de la investigación.

Muchas veces la concentración de las muestras antes de ser inyectadas al equipo son concentradas por extracción de los componentes con solventes, esto es para identificar componentes que se encuentran en muy poca cantidad.

En nuestro caso, la inyección de la muestra al detector de masas se realizó directamente, sin previa concentración con solventes, para evitar la interferencia de éste en el análisis y que podría dificultar el objetivo de la investigación.

- Las condiciones en que se trabajo el análisis instrumental fueron:
- Temperatura del horno de: 40 °C por 2.0 min. 20 °C hasta 180 °C x 5 min.
  - Temperatura del inyector: 70 °C
  - Carrier: 10 psi,
  - Volumen de inyección: 0,2 mL.
  - Rango: 40 m/z-200 m/z.

El análisis de cada muestra se realizó tres veces, inyectándose en el equipo una vez en cada semana, para obtener una reproducibilidad en los reportes.

El reporte del análisis para la muestra de mosto fermentado en el proceso tradicional y el automatizado ha reportado datos similares por lo que en el siguiente informe se ha considerado tan solo uno de ellos.

## RESULTADOS DE LOS ANALISIS

Se han obtenido para las muestras de mostos por FID los siguientes resultados reportados en las tablas siguientes.

**Tabla 1**  
MUESTRA DE MOSTO DE UVA TORONTEL

ENSAYOS (mg/L)	RESULTADOS	METODO
Esteres Acetato de etilo	97.69	USAQ-ME-16
Alcoholes Superiores » Isopropanol » Propanol » Butanol » Isobutanol » Isoamilico	0.98 0.25 0.56 12.82 619.77	USAQ-ME-16
Alcohol metílico	7.84	USAQ-ME-16
Etanol	110213.76	USAQ-ME-16

**Tabla 2**  
MUESTRA DE MOSTO DE UVA QUEBRANTA

ENSAYOS (mg/L)	RESULTADOS	METODO
Esteres Acetato de etilo	30.13	USAQ-ME-16
Alcoholes Superiores » Isopropanol » Propanol » Butanol » Isobutanol » Isoamilico	0.13 34.46 0.19 0.39 619.77	USAQ-ME-16
Alcohol metílico	22.55	USAQ-ME-16
Etanol	106041.42	USAQ-ME-16

**Tabla 3**  
MUESTRA DE MOSTO DE UVA ITALIA

ENSAYOS (mg/L)	RESULTADOS	METODO
Esteres Acetato de etilo	33.05	USAQ-ME-16
Alcoholes Superiores » Isopropanol » Propanol » Butanol » Isobutanol » Isoamilico	N.D. 3.08 2.83 54.21 146.27	USAQ-ME-16
Alcohol metílico	14.43	USAQ-ME-16
Etanol	59501.0	USAQ-ME-16

Los resultados obtenidos por las técnicas de cromatografía con detector de masas reportó los siguientes resultados en las muestras de Pisco de Quebranta, Torontel, Italia y una muestra de Pisco adulterado, obtenidas a partir de los mostos de uvas destilados y la obtenida de orujo con agua y azúcar.

Estos datos se están reportando en las tablas enumeradas como 4, 5, 6 y 7. Las cuales se muestran en la página siguiente.

**Tabla 4**  
MUESTRA LOS COMPONENTES OBTENIDOS A PARTIR DEL PISCO QUEBRANTA

Nº	TR	COMPUESTOS	PM	FORMULA	RESULTADOS (%)
1	2.60	Metanol	32	CH <sub>4</sub> O	0.2205
2	2.79	Etanol	46	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	89.3210
3	3.08	Isopropil Alcohol	60	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.0801
4	3.61	1-Propanol	60	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	0.0705
5	4.36	Etilacetato	88	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	1.5451
6	4.70	Isobutil Alcohol	74	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1.0520
7	7.70	3-Metil Butanol o pentanol	88	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	7.6653
8	7.80	2-Metil-1-Butanol	88	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	0.0352
9	13.46	Feniletíl Alcohol	122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	0.0103

**Tabla 5**  
MUESTRA LOS COMPONENTES OBTENIDOS DEL PISCO  
FERMENTADO DE UVA ITALIA

Nº	TR	COMPUESTOS	PM	FORMULA	RESULTADOS (%)
1	2.87	Metanol	32	CH4O	0.2105
2	2.70	Etanol	46	C2H6O	87.2030
3	3.79	1-Propanol	60	C3H8O	0.0820
4	4.55	Etil acetato	88	C4H8O2	0.9822
5	4.84	Ácido 3-Metil Butanoico	102	C5H10O2	0.0252
6	5.95	1-Butanol	74	C4H10O	0.0101
7	7.67	Dietil Acetal	118	C6H14O2	2.0258
8	7.95	Isopentanol	88	C5H12O	9.4282
9	8.05	2-Metil-1-Butanol	88	C5H12O	0.0108
10	9.75	Etil Lactato	118	C5H10O3	0.0102
11	10.87	1-Hexanol	102	C6H14O	0.0120

**Tabla 6**  
MUESTRA LOS COMPONENTES OBTENIDOS A PARTIR DEL PISCO  
DE LA UVA TORONTEL

Nº	TR	COMPUESTOS	PM	FORMULA	RESULTADOS (%)
1	2.60	Metanol	32	CH4O	0.2310
2	2.82	Etanol	46	C2H6O	89.5725
3	3.61	1-Propanol	60	C3H8O	0.0721
4	4.39	Etil Ester	60	C2H4O2	0.8015
5	4.73	Isobutil Alcohol	74	C4H10O	1.1020
6	7.49	Dietilacetil	118	C6H14O2	0.0201
7	7.72	3-Metil-1-Butanol o pentanol	88	C5H12O	7.3256
8	7.82	2-Metil-1-Butanol	88	C5H12O	0.8530
9	13.48	feniletil Alcohol	122	C8H10O	0.0102
10	14.39	2-feniletil Ester	136	C8H8O2	0.0120

**Tabla 7**  
**MUESTRA LOS COMPONENTES OBTENIDA DE LA DESTILACIÓN**  
**DE: ORUJO, AGUA. AZÚCAR**

Nº	TR	COMPUESTOS	PM	FORMULA	RESULTADOS (%)
1	2.68	Metanol	32	CH4O	0.2001
2	2.89	Etanol	46	C2H6O	88.0520
3	3.41	Metilacetato	74	C3H6O2	0.0215
4	3.80	1-Propanol	60	C3H8O	0.0850
5	4.95	2-metilpropanol o Isobutil Alcohol	74	C4H10O	3.2150
6	5.57	Acetic Acid	60	C2H4O2	0.0020
7	5.96	3-metil-4-hidroxy-Butanal	102	C5H10O2	0.0285
8	7.70	1,1-Dietoxietano	118	C5H14O2	0.1025
9	7.96	Isopentanol	88	C5H12O	5.0240
10	8.05	2-Metilbutanoló sec-butilcarbinol	88	C5H12O	0.8250
11	8.80	Isobutil Acetato	116	C6H12O2	0.0010
12	9.74	Acido Propanoico, 2-hidroxi-etil Ester	118	C5H10O3	2.4360
13	10.28	Furfural	96	C5H4O2	0.0021
14	10.87	1-Hexanol	102	C6H14O	0.0035
15	10.93	Acetato de isoamilo	130	C7H14O2	0.0018

**Tabla 8**  
MUESTRA LOS COMPONENTES OBTENIDA DE LA DESTILACIÓN  
DE: CAÑA DE AZUCAR

Nº	TR	COMPUESTOS	PM	FORMULA	RESULTADOS (%)
1	2.65	Methanol	32	CH4O	0.0718
2	2.89	Ethanol	46	C2H6O	87.1007
3	3.66	1-Propanol	60	C3H8O	0.0402
4	4.77	Isobutil Alcohol	74	C4H10O	0.0305
5	4.68	Acetic Acid	60	C2H4O2	0.8126
6	7.79	Isopentanol o 3-metilbutanol	88	C5H12O	3.8820
7	7.89	2-Metilbutanoló sec-butylcarbinol	88	C5H12O	0.6405
8	9.45	Acido Propanoico, 2-hidroxi-etil Ester	118	C5H10O3	5.1317
9	9.90	Furfural	96	C5H4O2	0.0501
10	13.57	feniletihexanol	122	C8H10O	0.0620

En las tablas 4, 5, 6, 7 y 8, se observan algunos componentes similares presentes en las diferentes muestras de Pisco, tales como el Metanol, Etanol e Isopentanol, y algunos se han podido detectar en algunas especies como es el caso de Etil Ester, en el Torontel, Alcohol Isopropílico en la Quebranta y Acido 3-Metilbutanoico Italia entre otros.

Cabe mencionar que, en los Informes de análisis el nombre de algunos componentes están reportados con sus nombres sinónimos, cosa que podrían llevar a confusión a personal no familiarizado con la nomenclatura orgánica, algunos ejemplos de ello son el caso:

ACIDO PROPANOICO 2-HIDROXI-ETIL ESTER, el cual se reporta así en el pisco adulterado, y en el pisco Italia como LACTATO DE ETILO.

El 1,1-DIETOXIETANO en la muestra de pisco adulterado y en las muestras de Torontel e Italia como DIETIL ACETAL, siendo nombres sinónimos.

Y otros compuestos tal como el 3-METILBUTANOL, cuyo nombre común es PENTANOL, y el 2-METILPROPANOL reportado en otros casos como ALCOHOL ISOBUTÍLICO o ISOBUTANOL.

La diferencia de nomenclatura se debe a que solo nos han reportado en los informes los nombres de los compuestos según los estaba indicando el equipo, estos podrán ser vistos en el cuadro en la zona de

análisis de resultados ya con los nombres homogenizados así observar mejor la comparación.

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos por el método USAQ-ME-16, para la identificación de componentes en las muestras de mostos fermentados por la técnica de FID.

**Tabla 9**  
RESULTADOS MOSTOS POR CROMATOGRAFIA DE GASES (FID)

ENSAYOS (mg/L)	MOSTO TORONTEL	MOSTO QUEBRANTA	MOSTOITALIA
Esteres	97.69	30.13	33.05
Acetato de etilo			
Alcoholes Superiores			
· Isopropanol	0.98	0.13	N.D.
· Propanol	0.25	34.46	3.08
· Butanol	0.56	0.19	2.83
· Isobutanol	12.82	0.39	54.21
· Isoamilico	619.77	619.77	146.27
Alcohol metílico	7.84	22.55	14.43
Etanol	110213.76	106041.42	59501.0

La presencia de alcohol metílico, en las muestras de quebranta es mayor y menor en la especie de Torontel.

El contenido de etanol es diferente en cada especie observándose mayor similitud en la especies de Torontel y Quebranta.

Asimismo se puede observar el caso del Propanol el cual se encuentra en muy baja composición 0,25, en el mosto de Torontel con respecto a los mostos de Quebranta e Italia, que están en 34,46 y 3,08 respectivamente y el cual no se ha podido detectar por Análisis de Espectroscopía de Masas en los destilados del mosto de Torontel. Podría pensarse a que la desaparición de algunos componentes no sólo sea debido a su no detección por su bajo contenido en la muestra analizada



sino a que se pueden haber provocado reacciones en el proceso de destilación lo que estaría llevando a la formación de otros componentes los cuales han sido detectados en el pisco.

En los análisis realizados por Espectroscopía de masas a las muestras destiladas y de Pisco luego de realizar la homogenización de la nomenclatura de los componentes químicos detectados estos se han reportado en la Tabla 9, siguiente.

**Tabla 10**  
**COMPONENTES OBTENIDOS POR LA ESPECTROSCOPIA DE MASAS EN LAS MUESTRAS DE PISCO ANALIZADAS**

Nº COMPUESTOS	PISCO TORONTEL	PISCO QUEBRANTA	PISCO ITALIA	PISCO ADULTERADO	AGUARDIENTE CAÑA
1 Metanol	SI	SI	SI	SI	SI
2 Etanol	SI	SI	SI	SI	SI
3 Alcohol Isopropilico	NO	SI	NO	NO	NO
4 Acetato de Metilo	NO	NO	NO	SI	NO
5 1-Propanol	SI	SI	SI	SI	SI
6 Acetato de Etilo	NO	SI	SI	NO	NO
7 Etil Ester	SI	NO	NO	NO	NO
8 Alcohol Isobutilico	SI	SI	NO	SI	SI
9 Acido 3- Metilbutanoico	NO	NO	SI	NO	NO
10 Acetic Acid	NO	NO	NO	SI	SI
11 Butanol	NO	NO	SI	NO	NO
12 3-Metil-4-Hidroxibutana	NO	NO	NO	SI	NO
13 Dietil Acetal	SI	NO	SI	SI	SI
14 Isopentanol	SI	SI	SI	SI	SI
15 2-Metilbutanol	SI	SI	SI	SI	SI
16 Isobutil Acetato	NO	NO	NO	SI	NO
17 Etil Lactato	NO	NO	SI	SI	SI
18 Furfural	NO	NO	NO	SI	SI
19 Hexanol	NO	NO	SI	NO	NO
20 Isoamílico acetato	NO	NO	NO	SI	NO
21 2-feniletanol	SI	SI	NO	NO	SI
22 2-feniletil Ester	SI	NO	NO	NO	NO

En ésta tabla (Tabla 9), se muestran los componentes detectados en las diferentes especies estudiadas, se ha denotado como SI cuando la presencia del componente existe en la muestra y como NO si esta no esta o no fue detectada en ella.

Corroborando esto en estudios anteriores, se ha podido observar la presencia de furfural en las muestras obtenidas a partir de jugo de caña de azúcar y la muestra de orujo, agua y azúcar, en poca cantidad pero en la proporción suficiente como para ser detectada por la técnica.

El no reporte de furfural en las muestras de uva, podría atribuirse a no estar presente en estas especies o por tenerse muy poca cantidad, la cual no es perceptible por el detector. No se podría afirmar la no existencia rotundamente.

Las muestras como se comento en la parte experimental fueron inyectadas sin previa concentración, por motivo que la similitud estructural con algunos solventes empleados podría ocasionar la aparición de componentes diferentes, y el objetivo del trabajo no era exclusivamente obtener la presencia del furfural sino de todos los componentes químicos que posiblemente estén presentes.

Asimismo se ha podido observar la presencia de ácido acético, ha sido detectada en la muestra adulterada más no en las de uva.

## Conclusiones y Recomendaciones

1. El método empleado demostró ser útil para la correcta identificación de los componentes de los diversos tipos de Pisco.
2. Se observó la ausencia de Furfural en los Piscos correctamente elaborados y se obtuvo cantidades detectables de Furfural en los destilados de fermentados en base a sacarosa (orujo + azúcar o caña).
3. Los Resultados obtenidos coinciden con estudios anteriores donde se estudio componentes químicos en muestras de Piscos comerciales y adulterados.
4. La formación de furfural durante la fermentación podría atribuirse a la presencia de sacarosa en los mostos.
5. La ausencia de Furfural en los Piscos formales podría utilizarse como una forma de poder diferenciarlos de una muestra adulterada, usando una técnica cualitativa de análisis.

## Referencias Bibliográficas

1. Norma Técnica Peruana NTP 211.001: 2002 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. PISCO. REQUISITOS, 6° edición.
2. USAQ-ME-11 Determinación de Composición por GC-MS.
3. Proyecto FIA-USMP (2005): DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS DEL PISCO POR CROMATOGRAFÍA DE GASES Y ESPECTROSCOPIA DE MASAS.

## APÉNDICE

Los siguientes archivos, corresponden a las muestras estudiadas.

ARCHIVOS: **(Sólo se presentará el archivo del Torontel)**

- MUESTRA TORONTEL
- MUESTRA QUEBRANTA
- MUESTRA ITALIA
- MUESTRA ORUJO, AGUA Y AZUCAR
- MUESTRA CAÑA

Donde se encuentran para cada archivo de cada muestra:

- Reportes de las muestras de mostos analizadas por cromatografía de gases con detector FID.
- Cromatogramas de especies encontradas y la aparición de estos según su tiempo de retención
- Reportes de análisis de masas de las muestras de pisco analizadas
- Espectros de masas de los componentes y su comparación con el espectro de librería.
- Cromatograma general de las muestras analizadas.