

“Evaluación de los parámetros físico- químicos de control de calidad en los diferentes tipos de rones elaborados en la industria Ron Clásico de Colima, en base a la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014”

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL QUE PRESENTA:

Nombres de los Residentes

Ana Karina Rivera Plascencia

Luis Martín Valadez Flores

Nombres de los Asesores

Oscar Luis Barajas Pastor

Favio Eduardo Cárdenas Vásquez

Nombre de la Carrera

Ingeniería Bioquímica

Villa de Álvarez, Col., a 15 de Diciembre del 2017





UNIDAD ORGÁNICA: DIV. DE EST. PROF.
NO. OFICIO: DEP-830-18
ASUNTO: **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Villa de Álvarez, Col., **25 de junio del 2018.**

**C. ANA KARINA RIVERA PLASCENCIA
C. LUIS MARTÍN VALADEZ FLORES
EGRESDO (A) (S) DE LA CARRERA DE:
INGENIERÍA BIOQUÍMICA
P R E S E N T E.**

La División de Estudios Profesionales de acuerdo al procedimiento para la obtención del Título Profesional de los Institutos Tecnológicos y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la comisión revisora hizo a su trabajo profesional denominado: **"Evaluación de los parámetros físico-químicos de control de calidad en los diferentes tipos de roncs elaborados en la industria Ron Clásico de Colima, en base a la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014"**. Opción: **Titulación integral, informe técnico de residencia profesional** que para obtener el título de **Ingeniera (o) Bioquímico**, será presentado por usted(es), tiene a bien concederle (s) la autorización de impresión.

Sin más por el momento, reciba cordiales saludos.

ATENTAMENTE

"Estudiar para Prever y Prever para Actuar"

**LIC. JOSÉ FRANCISCO BRIZUELA VENTURA
JEFE DEL DPTO. DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



Secretaría de
Educación Pública
INSTITUTO TECNOLÓGICO
De Colima
DIVISIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES

c.p. Dpto. de Servicio Escolares
c.p. Archivo

JFBV/agi



Índice

1. Introducción.....	3
2. Justificación.....	5
3. Objetivo general.....	6
4. Objetivos específicos.....	7
5. Problemas a resolver.....	7
6. Fundamento teórico.....	7
7. Métodos de análisis	13
7.1. NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20 °C (% Alc. Vol.)).....	13
7.2. NMX-V-016. Determinación de acidez total.....	14
7.3. NMX-V-005. Determinación de esteres y aldehídos.....	15
7.4. NMX-V-021. Determinación de metanol.....	18
7.5. NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.....	21
7.6. NMX-V-004-1970. Determinación de furfural.....	23
7.7. NMX-V-028-S-1981. Determinación de taninos.....	24
7.8. Determinación de color en destilados.....	26
8. Resultados obtenidos.....	27
8.1. Expresión de resultados según la NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20 °C (% Alc. Vol.)).....	27
8.2. Expresión de resultados según la NMX-V-016. Determinación de acidez total.....	28
8.3. Expresión de resultados según la NMX-V-005. Determinación de esteres y aldehídos	30
8.4. Expresión de resultados según la NMX-V-021. Determinación de metanol.....	35
8.5. Expresión de resultados según la NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.....	35
8.6. Expresión de resultados según la determinación de color en destilados.....	38

8.7.	Resultados obtenidos para el aguardiente.....	39
8.8.	Resultados obtenidos para el ron fresco base ron blanco.....	41
9.	Conclusión.....	44
10.	Ilustraciones (Anexos).....	46
10.1.	Anexo 1, NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20 °C (% Alc. Vol.)).....	46
10.2.	Anexo 2, NMX-V-016. Determinación de acidez total.....	47
10.3.	Anexo 3, NMX-V-005. Determinación de esterres y aldehídos.....	47
10.4.	Anexo 4, NMX-V-021. Determinación de metanol.....	49
10.5.	Anexo 5, NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.....	50
11.	Tabla de corrección de grado alcohólico.....	52
12.	Tabla de especificaciones físico-químicas del Ron.....	55
13.	Bibliografías.....	55

1. Introducción

Las bebidas alcohólicas tienen su origen en el proceso de fermentación alcohólica. Todo líquido azucarado sufre esta fermentación de manera espontánea debido a la acción de las levaduras que en ausencia de aire metaboliza la glucosa y otros azúcares produciendo dióxido de carbono y etanol. (Casado, s.f.)

La fermentación alcohólica es un proceso complejo donde intervienen un gran número de enzimas producidas por diversas clases de microorganismos (levaduras y bacterias del género *zymomonas*). También tiene lugar una serie de descomposiciones de proteínas y otros compuestos presentes en el mosto con lo que además de los compuestos anteriores producen: alcoholes superiores (propílico, hexílico, octílico, etc), aldehídos, ésteres, compuestos derivados de azufre, ácidos orgánicos, etc. (Casado, s.f.)

Los destilados son bebidas alcohólicas obtenidas directamente de la destilación de sustancias azucaradas fermentadas. Sabemos que las fermentaciones transforman los azúcares en alcohol, por lo que se destila el líquido ya fermentado y que no contiene azúcar. (Estay, 2017).

Podemos interpretar las definiciones, diciendo que bebida alcohólica es aquella que contenga un grado o más de alcohol. (Estay, 2017).

La melaza por su parte es un sub producto de la fabricación de la azúcar, tanto de caña como de remolacha. (Estay, 2017).

Dentro de las bebidas destiladas se incluyen las siguientes: whisky, tequila, vodka, ron y aguardientes de frutas entre otras. (Estay, 2017).

El Tequila y el Ron tienen una graduación alcohólica mínima de 35º G.L., la de los aguardientes de fruta es solo de 30º G.L. (Estay, 2017).

Los aguardientes de fruta se obtienen de la destilación de zumos fermentados de frutas distintas de la uva y deben usar el nombre de la fruta correspondiente, pudiendo

incluir, además, el nombre típico empleado en el país de origen. No debe confundirse los aguardientes de fruta, con los licores de fruta (Estay, 2017).

Las bebidas alcohólicas que se producen con la caña de azúcar se pueden clasificar en dos tipos. Unas son las fermentadas y otras son las destiladas. Al primer tipo pertenece el mosto de caña, una bebida de elaboración simple, muy popular en regiones de Asia, como Filipinas, o de África, como Kenya. En la América hispano hablante, el jugo de caña, a veces fresco, a veces fermentado, es conocido como guarapo o huarapo. Los denominados espíritus de caña son bebidas con un contenido alcohólico superior, obtenidas por destilación. Después de la fermentación, el líquido se destila para lograr una mayor concentración alcohólica. Estos licores, a su vez, se dividen en dos tipos, el “ron industrial” (industrial rum) y el “ron agrícola” (agricultural rum). El primero se hace a partir de la melaza, dando la bebida universalmente conocida como ron. El segundo tipo se produce directamente con el jugo de la caña. Es decir, se fermenta el jugo antes de la cristalización de la sacarosa, para su posterior destilación (Onuki, Y. 2014).

El ron es una bebida alcohólica que se obtiene de la destilación de melaza o del zumo de caña de azúcar y que pueden ser coloreada con caramelo. Son producidos en Cuba, Puerto Rico, México, Argentina, Brasil, Paraguay y muchos otros países. (Estay, 2017).

Variedades de rones

Ron blanco

Estos son claros, cristalinos y ligeros (aunque el contenido alcohólico es el mismo que en otros rones). El licor que sale de las destilerías es incoloro (o blanco) por lo que se puede decir que los rones blancos son el fundamento de la industria. El contacto con la madera de roble durante el envejecimiento imparte a los rones un ligero color ámbar, el cual es eliminado por filtración para su comercialización. Debido a su corto envejecimiento (a veces, solamente 1 año), es el más barato y de sabor más neutro, por lo cual es el preferido para beberse mezclado en cocteles. (Orozco, 2010).

Ron dorado

Estos son rones que han tenido un mayor tiempo de añejamiento por lo que su color es ambarino. Pueden ser pesados o ligeros acorde al proceso de fermentación-destilación que se haya empleado. El uso de color caramelo se permite como corrector para alcanzar y nivelar el estado de los productos comerciales.

2. Justificación

En los últimos años, la industria mexicana de bebidas alcohólicas ha mantenido un nivel de crecimiento estable, entonces, otros factores son los que podrían explicar la percepción de mayor consumo de alcohol por parte de la población. (Trevejo, 2000)

Las bebidas legales son las que constituyen el mercado regulado, pues son elaboradas bajo estricto control de calidad y cumplimiento de las normas implicadas y se descartan daños a la salud si se ingieren con medida. (Trevejo, 2000)

El consumo de bebidas alcohólicas es un hábito muy difundido en la mayoría de los países del mundo. Estudios recientes consideran que el consumo moderado de bebidas alcohólicas (126 a 125 ml de alcohol puro por semana), no produce efectos tóxicos. (Mora, 2017)

Sin embargo la ingesta 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. (Mora, 2017)

En bebidas alcohólicas además del etanol pueden encontrarse aldehídos, esteres y otros alcoholes que producen efectos tóxicos más agudos a concentraciones mucho más bajas y que forman parte de los bouquet de estas. (Mora, 2017)

Las autoridades sanitarias analizan la calidad de las bebidas alcohólicas para asegurar que se encuentren dentro de los parámetros establecidos por las normas

oficiales, en el caso de México se emplea la NOM-142-SSA1-1995. La normatividad vigente garantiza que las bebidas alcohólicas puedan ser consumidas de manera segura y bajo la responsabilidad del consumidor. Sin embargo, cuando el consumo de alcohol es excesivo, la normatividad no es suficiente para prevenir los daños a la salud de los individuos que la consumen. En varios países se ha modificado la normatividad para disminuir los riesgos a la salud y se han diseñado estrategias de prevención de los riesgos. (López, 2013).

Las Normas Oficiales Mexicanas describen en sus distintos apartados, varios aspectos, tales como las definiciones de las diversas bebidas alcohólicas comerciales, su añejamiento y maduración, si es una bebida alcohólica destilada o fermentada, los límites máximos permitidos de aditivos, microorganismos y metales pesados entre otros. (López, 2013).

Por ello en el presente trabajo se determinará la calidad de los diferentes tipos de rones elaborados en la empresa rones finos de Colima aplicando la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014 la cual establece realizar los análisis con las técnicas predeterminadas en las bebidas alcohólicas como lo es el porcentaje de alcohol, acidez total, esterres, aldehídos, alcoholes superiores, metanol y furfural para ello se utilizaran las siguientes bebidas alcohólicas; ron n°1 (blanco Premium), ron n°2 (blanco), ron n° 3 (añejo) y ron n°5 (especiado).

3. Objetivo general

Evaluar los parámetros de control de calidad físico- químicos de los diferentes tipos de rones elaborados en la empresa Rones Finos de Colima S.A de C.V, basados en la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014, que hace referencia a bebidas alcohólicas, especificaciones sanitarias, etiquetado sanitario y comercial.

4. Objetivo específico

1. Conocer la exigencia de la norma NOM-142-SSA1/SCFI-2014
2. Análisis físico-químico del ron tipo 1 (Ron blanco Premium)
3. Análisis físico-químico del ron tipo 2 (Ron blanco)
4. Análisis físico-químico del ron tipo 3 (Ron añejo)
5. Análisis físico-químico del ron tipo 5 (Ron especiado)

5. Problemas a resolver.

Conocer los parámetros físico-químicos respecto a la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014 de los diferentes tipos de rones elaborados en la empresa rones finos de colima.

6. Fundamento teórico

El ron es la bebida con graduación alcohólica de 35% a 55% Alc. Vol. A 20°C, obtenida de destilados alcohólicos simples o de la destilación de mostos fermentados de jugo de caña de azúcar, mieles, melaza o sus mezclas, de forma tal que se mantengan aquellos principios aromáticos a los que el producto debe sus caracteres organolépticos específicos, añejados total o parcialmente. (ARGENTINO, s.f.)

Se permite el uso de caramelo para la corrección de color y de carbón activado para decoloración. El producto podrá ser adicionado de azúcares hasta 6g por litro. (ARGENTINO, s.f.)

El coeficiente de congéneres de acuerdo a la norma oficial mexicana 2010 no podrá ser inferior a 40mg/ 100ml de alcohol anhidro ni superior a 500mg 100/ml de alcohol anhidro. (ARGENTINO, s.f.)

Podrá denominarse:

- Ron: es el producto sometido a maduración por un periodo mínimo de 6 meses ponderado.

- Ron añejo: al ron que haya sido añejado en su totalidad por un periodo mínimo de 2 años.

El ron podrá ser adicionado con aromatizantes, saborizantes y edulcorantes, permitidos por la secretaria de salud. (NORMEX, 2010)

El control de calidad es el procedimiento que se sigue en cualquier industria para mantener sus producciones dentro de los lineamientos previamente establecidos. Debe considerarse como un apoyo constante al departamento de producción, al departamento de ventas y a la dirección de la empresa para asegurarse que el producto o servicio llegue a manos del consumidor en perfectas condiciones. Así, el control de calidad debe de ser un conjunto importante para el desarrollo y el mantenimiento de la calidad del producto, a fin de obtener la elaboración y servicio con alta calidad.

En el proceso de elaboración existen tres tipos básicos para el control de calidad:

- a) Control físico- químico
- b) Control organoléptico
- c) Control microbiológico

a. Control físico- químico

El análisis físico-químico tiene por objetivo verificar el estado de varios parámetros que revelarán el estado del mismo, efectuando los cambios o las correcciones requeridas para mantener el producto sano.

Los análisis que se hacen para mantener el control de calidad de las bebidas son:

➤ % de alcohol:

La cantidad de alcohol contenida, es decir, su grado alcohólico, se determina indirectamente, deduciéndolo del peso específico, o directamente con el alcoholímetro. Si se trata de un producto que no contenga cantidades sensibles de materias fijas (se sabe evaporando un poco de sustancias al baño maría), y si no hay muchas sustancias volátiles diferentes al alcohol etílico y al agua como ácidos o álcalis volátiles y aceites esenciales, el peso específico se determina sobre el líquido sin

preparación especial, o se toma directamente sobre el líquido el grado alcohólico en un alcoholímetro. En el caso contrario se hace imprescindible una destilación para separar el alcohol del resto de los componentes.

Antes de usar un alcoholímetro debe limpiarse y secarse cuidadosamente, sumergirlo después en el líquido puesto en la probeta y posteriormente el mismo se encuentre en la posición de equilibrio, se observa el punto de emersión, que debe tomarse observando tangencialmente al nivel del líquido y haciendo caso omiso del menisco que el mismo líquido forma en contacto con el instrumento. Cuando la lectura del porcentaje de alcohol no se haya podido realizar a la temperatura a la cual el alcoholímetro fue graduado el valor obtenido no es real por lo que se realiza una corrección utilizando tablas al respecto.

➤ Acidez total:

Los ácidos libres presentes en el destilado, después de eliminado el anhídrido carbónico (CO_2), son valorados con solución de NaOH al 0.01N y expresados como ácido acético.

➤ Esteres:

Los ácidos orgánicos se unen frecuentemente con el alcohol a temperatura ordinaria en condiciones de esterificación.

Los ésteres se forman por reacción química durante el añejamiento o por reacciones catalizadas por una enzima durante la fermentación. El contenido de ésteres neutros (formados por alcohol y ácidos de cadena corta) puede obtenerse por destilación ya que son los únicos volátiles, los ésteres ácidos (formados por alcohol y ácidos poliacidos Ej.: Esteárico), son fijos. Experimentalmente se ha demostrado que por destilación de 10/11 de volumen de muestra se separa 90 – 95% de ésteres neutros.

Los ésteres más pesados destilan en el llamado destilado de cola junto con los alcoholes superiores y el furfural. El destilado de cola no se elimina totalmente porque

contribuye al aroma. El acetato de etilo es un éster muy volátil que es condensado en la primera décima parte del destilado.

El acetato de etilo se percibe e identifica por el olfato en concentraciones de 180 – 200ppm. Por debajo de estas dosis, el acetato de etilo aunque no se puede apreciar organolépticamente, participa en el bouquet y puede alterarlo en dosis muy grandes, comunicando notas desagradables.

Base del método:

Se efectúa una saponificación de los esteres presentes en el destilado neutralizado y se valora el exceso de álcali, la cantidad de hidróxido consumido corresponde a los ésteres neutros.

➤ Aldehídos:

Los aldehídos son compuestos carbonílicos que se encuentran en la mayoría de las bebidas alcohólicas. Se forman como producto de oxidación secundaria en los procesos de añejamiento y durante los procesos de destilación de los vinos para preparar bebidas alcohólicas destiladas, mediante una reacción en la que cada molécula de aldehído se adiciona a una molécula de alcohol para formar hemiacetal, que es un compuesto débil intermediario, el cual se combina con una segunda molécula de alcohol y produce un acetal. La reacción es reversible y el acetal formado puede ser hidrolizado a aldehído y alcohol en soluciones alcohólicas diluidas. Ambas reacciones son catalizadas por ácidos, debido a esto aunque están presentes ambas especies en más frecuente la forma de aldehído que acetal.

El método se basa en que se aprovecha la reactividad química del grupo carbonilo del acetaldehído para combinarse fácilmente con el SO₂ presente en el bisulfito de sodio y formar el ácido etanol sulfúrico, el contenido de aldehído se puede determinar por el procedimiento indirecto con bisulfito de sodio, en el cual se valora mediante una titulación el exceso de yodo con tiosulfato de sodio. Determinándose la cantidad sin reaccionar por valoración con yodo y tiosulfato de sodio

➤ Alcoholes superiores:

Los alcoholes superiores son compuestos orgánicos con más de 2 átomos de carbono y que pueden tener uno o más grupos hidroxilos. Los principales alcoholes superiores de las bebidas alcohólicas son: propanol I, el 2-butanol, feniletil alcohol, el alcohol isobutílico (metil-2 propanol) y los alcoholes amílicos (mezcla de metil-2-butanol-1, metil-3-butanol-1 y pentanol-1). A la mezcla de estos cuatro últimos alcoholes se le llama aceite de fusel. La formación de estos alcoholes se atribuye a los azúcares de las bebidas a través de los cuales se sintetizan los aminoácidos.

Este método sólo determina a los alcoholes superiores de 4 carbonos en adelante, es decir, superiores al propílico, ya que parte de éste se pierde como propileno durante la preparación de la muestra, además de su baja sensibilidad por el p-dimetilaminobenzaldehído. El método se basa en la coloración producida cuando se somete a los alcoholes al calor, en presencia de ácido sulfúrico concentrado y de p-dimetilaminobenzaldehído, la reacción se sensibiliza más con la adición de aldehídos aromáticos. El color producido se lee en el espectrofotómetro entre 538 y 543 nm.

➤ Color:

El color del Ron indica su maduración, es decir la transformación que sufre de forma natural durante su permanencia en barricas de madera, a diferentes periodos de tiempo. Este parámetro no es una especificación bajo norma, pero sí de gran importancia para la empresa.

➤ Fenoles totales:

Unos componentes y factores, muy importantes a resaltar, en este proceso de añejamiento de la bebida, son los taninos del roble y el quemado de la madera. Los taninos, son compuestos orgánicos contenidos en la madera, y su nombre proviene de su particular efecto para teñir el cuero, donde se ha usado por mucho tiempo. Los taninos de roble tienen un efecto protagónico en los resultados del pase del ron por la madera. Estos son compuestos hidrolizables, o sea, que se descomponen en moléculas

más sencillas al contacto con el oxígeno, las cuales interactúan con otros componentes orgánicos en suspensión generando reacciones químicas que le otorgan complejidad, estructura, redondez y color al ron. También limitan el proceso de oxidación de otros componentes en la mezcla.

➤ Metanol:

El metanol es un alcohol que siempre se encuentra presente en todas las bebidas alcohólicas en mayor o menor proporción incluso en trazas. Proviene de la hidrólisis de las pectinas (pectinas solubles y propectinas), de las frutas durante la fermentación.

La pectina que es una cadena de núcleos galacturónicos (ácido péctico), se esterifica con el alcohol metílico, por esta razón, la fermentación se acompaña de la hidrólisis de este éster, donde se libera el metanol y el ácido péctico se insolubiliza.

El método se basa en la oxidación del metanol a aldehído fórmico por acción del permanganato de potasio en medio ácido. El formaldehído reacciona con el ácido cromotrópico para dar un compuesto colorido violeta que se lee en el espectrofotómetro a 575 nm.

➤ Furfural:

Este método de prueba se basa en la determinación colorimétrica del compuesto coloreado que se forma al hacer reaccionar el furfural que contenga la bebida destilada con anilina, en presencia de ácido después de un tiempo de 20 min. A 20°C. La intensidad de la coloración rojo-cereza que se produce, es proporcional a la concentración de furfural presente en la muestra. La intensidad de color producida en la muestra, se mide en el espectro visible a 520 nm (determinación de absorbancia). El furfural es un compuesto que se forma por la deshidratación de las pentosas en medio ácido y con calor. Su concentración varía de acuerdo al tipo de bebida, al tipo de destilación y a las reacciones que presente su proceso de añejamiento. Sin embargo, no contribuye al sabor y aroma de las bebidas, por ser uno de los componentes de menor proporción en las bebidas alcohólicas, pero es dañino a la salud.

b. Control organoléptico

Este análisis deberá llevarse a cabo sensorialmente, es decir, utilizando los sentidos, particularmente los de: gusto, vista y olfato, y este es el análisis que el consumidor realiza a nuestro producto, precisamente cuando lo consume.

c. Control microbiológico

Este control es muy importante ya que diferentes microorganismos pueden llevar a cabo transformaciones que determinan que un producto sea aceptable o no.

7. Métodos de análisis

7.1. NMX-V-013. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ALCOHÓLICO (POR CIENTO DE ALCOHOL EN VOLUMEN A 20°C (% ALC. VOL.)).

Reactivos y materiales

- Gránulos o trozos de carburo de silicio (carborundum) o perlas de vidrio.
- Agua destilada.

Aparatos y equipo

- Juego de alcoholímetros certificados, graduados en 0.1° G.L. y referidos a 293 K (20°C).
- Termómetro certificado con escala de 273 a 323 K (0 a 50°C) graduado en 0.5 de grado.
- Probeta con cavidad para termómetro con diámetro 2 cm más grande que el diámetro del alcoholímetro que se use para la determinación.
- Matraz volumétrico de 250 cm³.
- Matraz de destilación de 500 cm³.
- Refrigerante tipo Liebig de 600 cm de longitud con el extremo inferior terminando en tubo y con la punta cortada a bisel.

- Adaptador para refrigerante.
- Equipo común de laboratorio.

Procedimiento

En un matraz volumétrico medir 250 cm³ (ml) de la muestra a la temperatura de 293 K (20°C) transferirlos cuantitativamente con 75 cm³ (ml) de agua al matraz de destilación (como se muestra en la ilustración 3 del anexo 1) que contiene gránulos o trozos de carburo de silicio o perlas de vidrio, conectarlo al refrigerante mediante el adaptador que es una trampa de vapor.

El destilado se recibe en el matraz volumétrico utilizado para medir la muestra y en el que previamente se pone un poco de agua para que el destilado borbotee evitando pérdidas, por falta de condensación.

Es recomendable que el matraz volumétrico se encuentre sumergido en un baño de hielo durante el curso de la destilación (como se muestra en la ilustración 4 del anexo 1).

Cuando la cantidad del destilado contenida en el matraz volumétrico se acerque al aforo, suspender la destilación, completar el volumen con agua a la temperatura que se midió la muestra (como se observa en la ilustración 5 del anexo 1), homogeneizar y transferirla a la probeta.

Tomar la temperatura del líquido y cuando ésta se encuentre a 293 K (20°C) introducir el alcoholímetro y efectuar la determinación (como se muestra en la ilustración 6 del anexo 1).

7.2. NMX-V-016. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL.

Aparatos y equipo

- Cápsula de porcelana de 20 cm de diámetro.
- Pipeta serológica de 2 cm³.
- Pipeta volumétrica de 25 cm³.

- Bureta de 10 cm³ graduada en 0.05 de cm³.
- Equipo común de laboratorio.

Reactivos y materiales

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico, cuando se mencione agua, debe entenderse agua destilada o desmineralizada.

- Disolución valorada de hidróxido de sodio 0.1N.
- Disolución indicadora de fenolftaleína al 0.5% en alcohol etílico al 50%.

Procedimiento

Calcular el grado alcohólico real, aplicando la norma NMX-V-013-S.

En una cápsula de porcelana (se utilizó un matraz Erlenmeyer de 500ml) se neutraliza aproximadamente 250 cm³ de agua recientemente hervida y fría (como se muestra en la ilustración 8 del anexo 2), utilizando 2 cm³ de disolución de fenolftaleína como indicador y disolución de hidróxido de sodio 0.1N, agregar 25 cm³ de la muestra (de grado alcohólico real conocido) y titular con disolución de hidróxido de sodio 0.1N (como se muestra en la ilustración 9 del anexo 2).

7.3. NMX-V-005. DETERMINACIÓN DE ÉSTERES Y ALDEHÍDOS.

Aparatos y equipo

- Aparato de destilación, consistente en:
- Matraz balón de fondo plano de 500 cm³, con boca esmerilada. Matraz de Kjeldhal.
- Condensador, tipo Liebig de 400 mm.
- Tubo de desprendimiento.
- Un matraz balón de 500 cm³, con boca esmerilada 24/40.
- Un condensador para reflujo con uniones esmeriladas 24/40.
- Un Erlenmeyer de 500 cm³ con boca y tapón esmerilados.

- Parrilla eléctrica con regulador de temperatura o manta de calentamiento.
- Equipo común de laboratorio.

Nota : las pruebas se harán por duplicado.

Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico.

Cuando se mencione agua debe entenderse agua destilada o desmineralizada.

- Gránulos o trozos de carburo de silicio (carborundum) o perlas de vidrio.
- Disolución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.
- Disolución de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.05 N. Preparada a partir de una disolución 0.1 N.
- Disolución de bisulfito de sodio (NaHSO_3) 0.05 N. Esta disolución se deteriora más lentamente si contiene 10% aproximadamente de alcohol etílico.
- Las disoluciones indicadas en los dos últimos puntos anteriores no deben utilizarse después de una semana de haber sido preparadas.

Preparación de la muestra

- En un matraz balón de fondo plano con boca esmerilada, de 500 cm³, poner 200 cm³ de la muestra, agregar 35 cm³ de agua y unos gránulos o trozos de carburo de silicio o perlas de vidrio.
- Destilar lentamente recibiendo el destilado en un matraz volumétrico de 200 cm³.
- Cuando la cantidad contenida en el matraz volumétrico se acerque al aforo, suspender la destilación, llevar al aforo con agua y homogeneizar.
- Debe tomarse en consideración la temperatura de calibración de los recipientes.

Procedimiento

➤ Determinación de ésteres.

Transferir 100 cm³ del destilado a un matraz balón de fondo plano de boca esmerilada, de 500 cm³ (como se muestra en la ilustración 11 del anexo 3), neutralizar el ácido libre con hidróxido de sodio 0.1 N, utilizando fenolftaleína como indicador, agregar un exceso de disolución de hidróxido de sodio 0.1 N (como se muestra en la ilustración 12 del anexo 3).

Conectar el matraz al condensador de reflujo y calentar a ebullición durante dos horas (como se muestra en la ilustración 13 del anexo 3).

Dejar enfriar y titular el exceso de álcali con disolución de ácido clorhídrico 0.1N.

Desechar las determinaciones en las que el exceso de álcali gaste ácido clorhídrico en un volumen menor de 2 cm³ o mayor de 10 cm³.

Preparar un testigo con la misma cantidad de reactivos utilizados en el problema sustituyendo la muestra por agua y trabajarlo como la muestra.

Calcular los ésteres como acetato de etilo.

➤ Determinación de aldehídos.

Transferir 50 cm³ del destilado a un matraz Erlenmeyer de 500 cm³, con boca y tapón esmerilados, agregar 150 cm³ de agua y 10 cm³ de disolución de bisulfito de sodio 0.05 N (como se muestra en la figura 14 del anexo 3). Dejar reposar durante 30 minutos, agitando de vez en cuando.

Agregar un exceso de disolución de yodo (el exceso de disolución de bisulfito de sodio debe ser equivalente aproximadamente a 10 cm³ de la disolución de yodo), (como se muestra en la ilustración 15 del anexo 3).

Adicionar disolución de almidón como indicador la solución cambiara a color azul (como se muestra en la ilustración 16 del anexo 3), titular el exceso de yodo con disolución de tiosulfato de sodio hasta la decoloración total (como se muestra en la ilustración 17 y 18 del anexo 3).

Preparar un testigo, tomando 200 cm³ de agua y adicionar las mismas cantidades de disolución de bisulfito de sodio y disolución de yodo utilizadas para la muestra y trabajarlo como la muestra.

Calcular los aldehídos como acetaldehído.

Nota: La solución con la muestra y la solución testigo fueron tratándose a la par para agilizar la determinación de aldehídos.

7.4. NMX-V-021. DETERMINACIÓN DE METANOL

Reactivos y materiales

Los reactivos deben ser de grado analítico; y por agua debe entenderse agua destilada.

- Disolución acuosa de ácido fosfórico 1:20
- Disolución acuosa de permanganato de potasio 1:20
- Disolución acuosa de bisulfito de sodio (NaHSO₃) 1:20
- Disolución de ácido cromotrópico Disolver 50 mg de ácido cromotrópico o de su sal de sodio en 100 cm³ de ácido sulfúrico al 75%.

- Ácido sulfúrico concentrado
- Bisulfito de sodio
- Disolución acuosa al 5% de la sal sódica del ácido cromotrópico.

Debe filtrarse si presenta turbiedad y prepararse por lo menos cada semana.

- Disolución de permanganato de potasio en ácido fosfórico:

Disolver 3 g de permanganato de potasio con 15 cm³ de ácido fosfórico en un matraz volumétrico de 100 cm³, llevar al aforo con agua. Esta disolución se debe preparar por lo menos cada mes.

- Alcohol etílico bidestilado.

Por destilación simple, eliminando el 15% de cabezas en cada una de las destilaciones y recolectando el 50%. Estas destilaciones deben efectuarse a una velocidad aproximada de 250 cm³/30 min.

Aparatos y equipo

- Matraz de destilación de 500 cm³.
- Refrigerante tipo Liebig de 40 a 60 cm de longitud con el extremo inferior terminado en tubo y con la punta cortada en bisel.
- Trampa de vapor
- Matraces volumétricos de 50 cm³
- Pipetas volumétricas de 1 y 2 cm³
- Termómetro graduado de 273 a 373 K (0 a 100 °C)
- Baño maría con regulador de temperatura.
- Baño de hielo.
- Espectrofotómetro.
- Equipo común de laboratorio

Preparación de la muestra

Cuando el extracto seco de la muestra exceda de 0.7 g/l o está presente coloración, destilar como se indica en NMX-V-013. Diluir la muestra a una concentración de alcohol entre 5 y 6 % en volumen y usar para la prueba.

Procedimiento

➤ Método cualitativo (Identificación del alcohol metílico)

En un tubo de ensayo poner dos gotas de destilado (como se muestra en la ilustración 19 del anexo 4), agregar una gota de disolución de ácido fosfórico (1:20) (como se muestra en la figura 18 del anexo 1) y una gota de disolución de permanganato de potasio (1:20) (como se muestra en la ilustración 20 del anexo 4), mezclar cuidadosamente y dejar reposar la mezcla durante un minuto.

Agregar disolución acuosa de bisulfito de sodio (1:20), gota a gota, hasta que el color violeta del permanganato de potasio desaparezca. Si la mezcla toma coloración

café agregar una gota de disolución acuosa de ácido fosfórico (1:20), a la disolución incolora resultante, agregar 5 cm³ de disolución de ácido cromotrópico recientemente preparado (como se muestra en la ilustración 21 del anexo 4), y calentar la mezcla en baño maría a 333 K (60°C) durante diez minutos.

En presencia de metanol se observa una coloración violeta, si la reacción cualitativa es positiva, procédase a cuantificar el metanol (como se muestra en la ilustración 22 del anexo 4).

➤ **Método cuantitativo**

Poner 2 cm³ de la disolución de permanganato de potasio en ácido fosfórico en un matraz volumétrico de 50 cm³, colocándolo en un baño de hielo, adicionar 1 cm³ de la muestra diluida y fría, y dejar reposar 30 minutos en el baño de hielo.

Decolorar con un poco de bisulfito de sodio sólido y agregar 1 cm³ de disolución de ácido cromotrópico al 5%. Agregar lentamente, gota a gota, 15 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, dejándolo escurrir por las paredes del matraz, agitando constantemente, y colocar en baño maría entre 333 y 348 K (60 y 75 °C) durante 15 minutos. Enfriar y adicionar con agitación agua hasta un volumen próximo al aforo, enfriar a temperatura ambiente y llevar al aforo con agua, homogeneizar y reposar durante 5 minutos.

Preparar un blanco con alcohol etílico al 5.5 % en volumen y una solución patrón conteniendo 0.025 % en volumen de metanol en alcohol etílico al 5.5 % en volumen; tratar de igual manera que la muestra diluida, leer la absorbancia de la solución patrón y de la muestra a 575 nm utilizando el blanco para el ajuste del espectrofotómetro.

7.5. NMX-V-014-1986. DETERMINACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES.

Reactivos y materiales

Los reactivos deben ser de grado analítico; y por agua debe entenderse agua destilada.

- Ácido sulfúrico concentrado
- Alcohol isobutílico
- Alcohol isoamílico
- Disolución de p-dimetilaminobenzaldehído:

Disolver 1 g de la sal de p-dimetilaminobenzaldehído en una mezcla de 5 cm³ de ácido sulfúrico y 40 cm³ de agua, contenida en un matraz volumétrico de 100 cm³, llevar al aforo con agua y homogeneizar.

- Alcohol etílico bidestilado

Por destilación simple, eliminando el 15 % de cabezas en cada una de las destilaciones y recolectando el 50 %. Estas destilaciones deben efectuarse a una velocidad aproximada de 250 cm³/30 min.

- Disolución patrón de aceite de fusel al 0.1 % m/v

Transferir 2 g de alcohol isobutílico y 8 g de alcohol isoamílico a un matraz volumétrico de 1000 cm³, llevar al aforo con agua y homogeneizar. Tomar de la disolución anterior una alícuota de 10 cm³ y transferirla a un matraz volumétrico de 100 cm³, llevar al aforo con agua y homogeneizar.

- Preparar con alcohol etílico bidestilado una disolución de grado alcohólico igual al que se espera tener en la muestra cuando es pasada al tubo de análisis.

Aparatos y equipo

- Balanza analítica
- Espectrofotómetro o colorímetro
- Equipo común de laboratorio
- Curva de calibración

- Disoluciones tipo para la curva de calibración

Preparar seis disoluciones tipo, conteniendo de 1 a 6 mg de aceite de fusel por 100 cm³, poniendo en matraces volumétricos de 100 cm³ alícuotas de 1 a 6 cm³ de la disolución patrón de aceite de fusel y llevar al aforo con la disolución de grado alcohólico igual al que se espera tener en la muestra cuando esta es pasada al tubo de análisis (como se muestra en la ilustración 24 del anexo 5).

Para comprobar la disolución patrón de aceite de fusel sintética, simultáneamente preparar un testigo con 6 cm³ de la disolución patrón de aceite de fusel, en un matraz volumétrico de 100 cm³, llevar al aforo con alcohol etílico bidestilado al 95% en volumen. Tratando este testigo como en el inciso 7 debe dar una absorbancia de 0.83 ± 0.03 a una longitud de onda de 530 nm, de lo contrario preparar nuevamente la disolución patrón de aceite de fusel.

Preparación de la muestra

Cuando el extracto seco de la muestra exceda de 0.7 g/1 o está presente coloración, destilar como se indica en NMX-V-013.

En un matraz volumétrico de 100 cm³ colocar un volumen conocido del destilado de la muestra, dependiendo del contenido de alcoholes superiores de la muestra y llevar al aforo con agua, homogeneizar y proceder como se indica en el inciso

- **NOTA:** En el caso de bebidas alcohólicas con bajo contenido de alcoholes superiores, tomar la muestra directamente del destilado y proceder como se indica en el inciso siguiente.

Procedimiento

En el tubo de ensayo poner 2 cm³ de la muestra preparada, en una serie de tubos poner 2 cm³ de cada una de las soluciones tipo preparadas. En otro tubo poner 2 cm³ de disolución testigo y en otro tubo poner 2 cm³ de agua como blanco (como se muestra en la ilustración 25 del anexo 5).

Los tubos se colocan en un baño de hielo, agregarles 1 cm³ de solución de p-dimetilaminobenzaldehído, dejarlos en el baño de hielo durante 3 minutos (como se muestra en la ilustración 26 del anexo 5). Adicionar a cada tubo lentamente gota a gota por medio de una bureta 10 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, dejándolo escurrir por las paredes del tubo, agitar los tubos individualmente (como se muestra en la ilustración 27 del anexo 5), colocarlos nuevamente en el baño de hielo durante 3 minutos y pasarlos a un baño de agua en ebullición durante 20 minutos como se muestra en la ilustración 28 del anexo 5). Colocarlos después en el baño de hielo entre 3 y 5 minutos sacarlos y llevarlos a la temperatura ambiente.

Leer el por ciento de transmitancia de los tipos y las muestras en el espectrofotómetro a una longitud de onda entre 538 y 543 nm contra el blanco usado como referencia. Usar la misma longitud de onda para tipos y problemas (como se muestra en la ilustración 29 del anexo 5).

Con los datos obtenidos construir en papel semilogarítmico la curva de calibración, colocando en las abscisas las concentraciones de las disoluciones tipo de aceite de fusel y en las ordenadas el por ciento de transmitancia de las mismas.

Utilizando la curva de calibración, interpolar el por ciento de transmitancia de las muestras a mg de aceite de fusel.

7.6. NMX-V-004-1970. DETERMINACIÓN DE FURFURAL

Materiales y reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado reactivo a menos que se indique otra cosa; cuando se hable de agua debe ser destilada.

- Furfural.
- Alcohol etílico, de más de 95% en volumen libre de furfural.
- Ácido clorhídrico concentrado. · Anilina recientemente destilada.
- Alcohol de 50% en volumen libre de furfural, recientemente destilada.
- Solución valorada de furfural. Preparación de la solución.

- Redestilar el furfural muy lentamente, se recoge la fracción que destile a 161.2°C y se corrige por presión atmosférica. Se pesan exactamente 1 g del furfural recientemente destilado y se diluye con alcohol etílico de 95% aforando a 100 ml se toma 1 ml de la solución anterior y se afora a 100 ml con alcohol etílico de 50% se obtiene así una solución con una concentración de 100 mg por litro.

Preparación de la muestra

Se miden exactamente en matraz aforado 100 ml de la muestra y se llevan al matraz de destilación de 250 ml se enjuaga el matraz con 12.5 ml de agua y se lleva ésta al mismo matraz de destilación.

Se destila lentamente, recogiendo el destilado en el matraz aforado de 100 ml sumergido en el baño de hielo.

Procedimiento

Se prepara una serie de soluciones tipo de 50 ml cada una a partir de la solución valorada de furfural y del alcohol de 50%, que contengan 0, 1, 2, 3, 4 y 5 mg de furfural por litro.

Se diluyen 10 ml de la muestra recientemente destilada, a 50 ml con el alcohol de 50 %.

Se adicionan 1 ml de anilina a cada una de las soluciones tipo y la muestra anterior, se agitan, se agregan 0.5 ml de ácido clorhídrico, se agitan y se llevan los matraces de 50 ml a un baño de agua a 15°C, durante 30 minutos.

7.7. NMX-V-028-S-1981. DETERMINACIÓN DE TANINOS.

Reactivos

Los reactivos que se mencionan a continuación debe ser grado analítico, cuando se mencione agua debe ser agua destilada.

- Reactivo de Folin- Ciocalteu En un matraz redondo de 2000 cm³ disolver 100 g de tungstato de sodio (Na₂WO₄·2H₂O) y 25 g de molibdato de sodio (Na₂MoO₄·2H₂O) y 700 cm³ de agua. Adicionar 50 cm³ de ácido fosfórico (H₃PO₄) al 85% y 100 cm³ de ácido clorhídrico concentrado (HCl). Conectar el matraz al condensador de reflujo y dejarlo a reflujo durante 10 horas, lavar el condensador con 50 cm³ de agua y remover, adicionar 150 g de sulfato de litio monohidratado (LiSO₄·H₂O) y un poco de bromo, dejar en ebullición durante 15 minutos bajo una campana de extracción. El final de la ebullición es cuando presenta un color amarillo sin trazas de azul o verde. Enfriar la disolución y transferir a un matraz volumétrico de 1000 cm³ llevar al aforo con agua, filtrar y almacenar en botella ámbar.
- Disolución de carbonato de sodio al 20% Disolver 200 g de carbonato de sodio anhidro (Na₂CO₃) en un dm³ de agua en ebullición. Enfriar a temperatura ambiente y adicionar unos cristales de carbonato de sodio (Na₂CO₃), filtrar después de 24 horas.
- Disolución de tipo fenol En un matraz volumétrico de 100 cm³ disolver 0.50 g de ácido gálico (C₆H₂(OH)₃COOH·H₂O).

Aparatos y equipo

- Matraces volumétricos de 100 cm³ y 1000 cm³
- Matraz redondo de 2000 cm³
- Condensador de reflujo
- Espectrofotómetro
- Equipo y material común de laboratorio.

Curva de calibración

De la disolución tipo de fenol tomar alícuota de 0, 1, 2, 3, 5 y 10 cm³ transferirlas a matraces volumétricos de 100 cm³ llevar al aforo con agua y homogeneizar. Las concentraciones de fenol en estas disoluciones expresadas como equivalente de ácido gálico son: 0, 50, 100, 150, 200 y 500 mg/dm³ . De cada solución tomar una alícuota de

1 cm³ , transferirlo a un matraz volumétrico de 100 cm³ , adicionar en cada matraz 60 cm³ de agua, homogeneizar, después de 30 segundos y antes de 8 minutos, adicionar 15 cm³ de la disolución de carbonato de sodio homogeneizar y llevar al aforo con agua. Dejar la disolución en reposo durante 2 horas a 293 K (20 °C) y determinar la absorbancia de cada disolución a 765 nm contra un blanco, en una celda de 10 mm. Graficar los valores de absorbancia contra concentración.

Procedimiento

Vinos blancos

Para efectuar la determinación, tomar una alícuota de 1 cm³ transferirla a un matraz volumétrico de 100 cm³ y proceder como se indica para la curva de calibración iniciando con la adición de 60 cm³ de agua.

Vinos rojos

Tomar una muestra de 10 cm³ diluirlos a 100 cm³ y utilizar una alícuota de 1cm³ de muestra diluida para efectuar la determinación tal como se indica en el inciso anterior.

7.8. Determinación de color en destilados

Las pruebas colorimétricas consisten en la evaluación del color que presenta el Ron, utilizando la técnica analítica de espectrofotometría visible (región de 430 nm) con la medición de transmitancia y/o absorbancia a longitudes de onda específicas, (ver la ilustración 1).

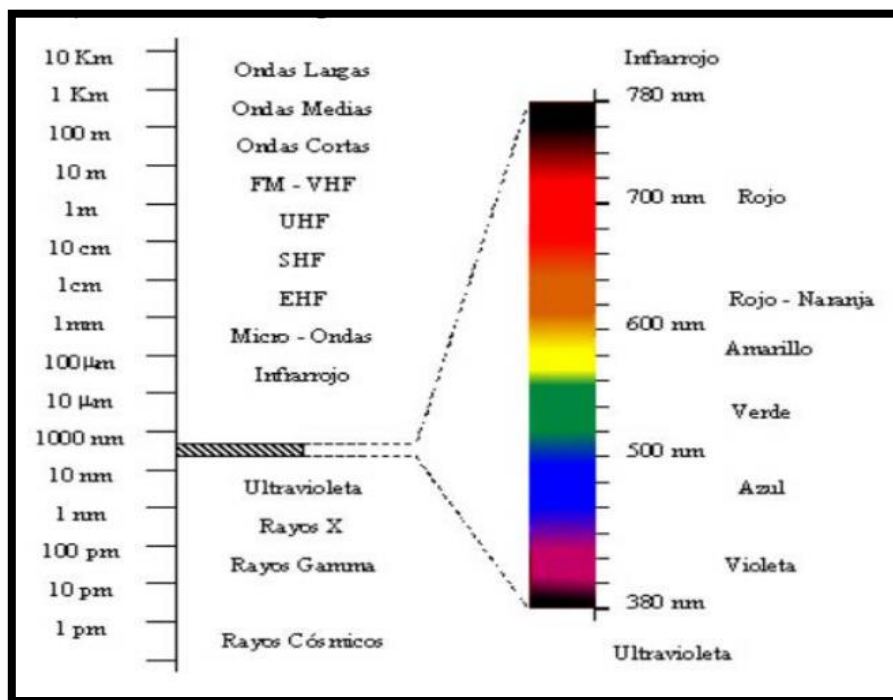


Ilustración 1 Regiones del Espectro Electromagnético

8. Resultados obtenidos

8.1. Expresión de resultados según la NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20°C (% alc. Vol.)).

La lectura se toma directamente en el alcoholímetro, si en el momento de la determinación la muestra está a una temperatura diferente de 293 K (20°C) ésta debe corregirse usando las tablas de correcciones alcoholimetrías (como se muestra en la tabla del punto No. 11). El resultado final es el valor promedio de las lecturas corregidas.

➤ Ron Blanco, PREMIUM. No. 1

- Grado de alcohol real = 39.9° a 20°C

- **Ron Blanco. No. 2**
 - Grado de alcohol real = 37.8° a 20°C
- **Ron Añejo. No. 3**
 - Grado de alcohol real = 39.8° a 20°C
- **Ron Especiado. No. 5**
 - Grado de alcohol real = 40.3° a 20°C

8.2. Expresión de resultados según la NMX-V-016-1980. Determinación de acidez total.

La acidez total presente en la muestra, expresada en miligramos de ácido acético por 100 cm³ de muestra y referidos a alcohol anhidro, se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A.T = \frac{V \times N \times 60 \times 100}{M} \times \frac{100}{G.A.R}$$

En donde:

- **A.T.** = Acidez total expresada en miligramos de ácido acético por 100 cm³ de muestra referidos a alcohol anhidro.
- **V** = Volumen de la disolución de hidróxido de sodio gastado en la titulación de la muestra, en cm³.
- **N** = Normalidad de la disolución de hidróxido de sodio usada en la titulación.
- **60** = Miliequivalente del ácido acético expresado en miligramos.
- **M** = Volumen de muestra empleada en la determinación, en cm³
- **G.A.R** = Grado alcohólico real de la muestra a 293 K (20°C) determinado de acuerdo en la NMX-V-013-S Cuando se exprese la acidez total en términos de otro ácido, hacer las sustituciones correspondientes en los cálculos.

➤ **Ron Blanco, PREMIUM. No. 1**

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01N

- 6 ml gastados de hidróxido de sodio

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(6)(0.01)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(39.9)} = 36.1 \text{ por } 100 \text{ ml de A.A}$$

➤ **Ron Blanco. No. 2**

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01N

- 3.4 ml gastados de hidróxido de sodio

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(3.4)(0.01)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(37.8)} = 21.6 \text{ por } 100 \text{ ml de A.A}$$

➤ **Ron Añejo. No. 3**

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01N

- 8.5 ml gastados de hidróxido de sodio

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(8.5)(0.01)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(39.8)} = 51.2 \text{ por } 100 \text{ ml de A.A}$$

➤ **Ron Especiado. No. 5**

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01N

- **2.5 ml gastados de hidróxido de sodio**

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(2.5)(0.01)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(43.3)} = \text{13.8 por 100 ml de A.A}$$

8.3. Expresión de resultados según la NMX-V-005-S-1980.

Determinación de ésteres y aldehídos.

➤ **Esteres**

El contenido de ésteres expresados en miligramos de acetato de etilo por 100 cm³ referidos a alcohol anhidro, se calcula con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{E_1 \times 100}{G.A.R} \text{ o sea: } E = \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) \times 88 \times 100}{M} \times \frac{100}{G.A.R}$$

En donde:

- **E** = Ésteres expresados en miligramos de acetato de etilo por 100 cm³, referidos a alcohol anhidro.
- **E1** = Ésteres expresados en miligramos de acetato de etilo por 100 cm³ de muestra.
- **V1** = Volumen de disolución de hidróxido de sodio utilizado para saponificar en cm³.
- **V2** = Volumen de disolución de ácido clorhídrico utilizado para titular el hidróxido de sodio sobrante de la saponificación, en cm³.
- **N1** = Normalidad de la disolución valorada de hidróxido de sodio.
- **N2** = Normalidad de la disolución valorada de ácido clorhídrico.

- **88** = Miliequivalente del acetato de etilo expresado en mg.
- **M** = Parte alícuota (100 cm³).
- **G.A.R.** = Grado alcohólico real de la muestra a 293K (20°C), obtenido de acuerdo con la NOM-V-015-S.

➤ **Ron Blanco. PREMIUM. No. 1**

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N utilizados para la saponificación

- **1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N**

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- **0.8 ml gastados de hidróxido de sodio al 0.1 N**

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (0.8)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(39.9)}$$

= 4.4 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ **Ron Blanco. No. 2**

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N utilizados para la saponificación

- **1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N**

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- **1 ml gastados de Ácido Clorhídrico al 0.1 N**

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (1)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(37.8)}$$

= 0 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ **Ron Añejo. No. 3**

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N utilizados para la saponificación

- 1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- 0.9 ml gastados de Ácido Clorhídrico al 0.1 N

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (0.9)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(39.8)}$$

= 2.2 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ **Ron Especiado. No. 5**

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N | utilizados para la saponificación

- 1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- 1 ml gastados de Ácido Clorhídrico al 0.1 N

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (1)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(40.3)}$$

= 0 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ **Aldehídos**

El contenido de aldehídos expresados en miligramos de acetaldehído por 100 cm³, referidos a alcohol anhidro, se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{A \times 100}{G.A.R} \text{ o sea: } A = \frac{(V_1 - V_2)N \times 22 \times 100}{M} \times \frac{100}{G.A.R}$$

En donde:

- **A** = Aldehídos expresados en miligramos de acetaldehído por 100 cm³ de alcohol anhidro.
- **A1** = Aldehídos expresados en miligramos de acetaldehído por 100 cm³ de muestra.
- **V1** = Volumen de disolución de tiosulfato utilizado para la titulación de la muestra, en cm³.
- **V2** = Volumen de disolución de tiosulfato utilizado para la titulación del testigo, en cm³.
- **N** = Normalidad de la disolución de tiosulfato de sodio.
- **22** = Miliequivalente de acetaldehído expresado en mg.
- **M** = Parte alícuota (100 cm³).
- **G.A.R.** = Grado alcohólico real de la muestra a 293 K (20°C), obtenido de acuerdo con la NOM-V-015-S.

➤ **Ron Blanco. PREMIUM. No. 1**

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio (Na₂S₂O₃) al 0.05 N

Muestra	Testigo
4.2 ml	3.2 ml

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((4.2) - (3.2))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(39.9)}$$

$$= 0.5 \text{ mg de } \frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}} \text{ a } 100^\circ \text{ G.L}$$

➤ **Ron Blanco. No. 2**

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) al 0.05 N

Muestra	Testigo
7.3 ml	7.3 ml

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((7.3) - (7.3))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(37.8)}$$

$$= 0 \text{ mg de } \frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}} \text{ a } 100^\circ \text{ G.L}$$

➤ **Ron Añejo. No. 3**

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) al 0.05 N

Muestra	Testigo
11.9 ml	7.3 ml

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((11.9) - (7.3))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(39.8)}$$

$$= 2.5 \text{ mg de } \frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}} \text{ a } 100^\circ \text{ G.L}$$

➤ **Ron Especiado. No. 5**

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) al 0.05 N

Muestra	Testigo
8.3 ml	7.3 ml

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((8.3) - (7.3))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(40.3)}$$

$$= 0.5 \text{ mg de } \frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}} \text{ a } 100^\circ \text{ G.L}$$

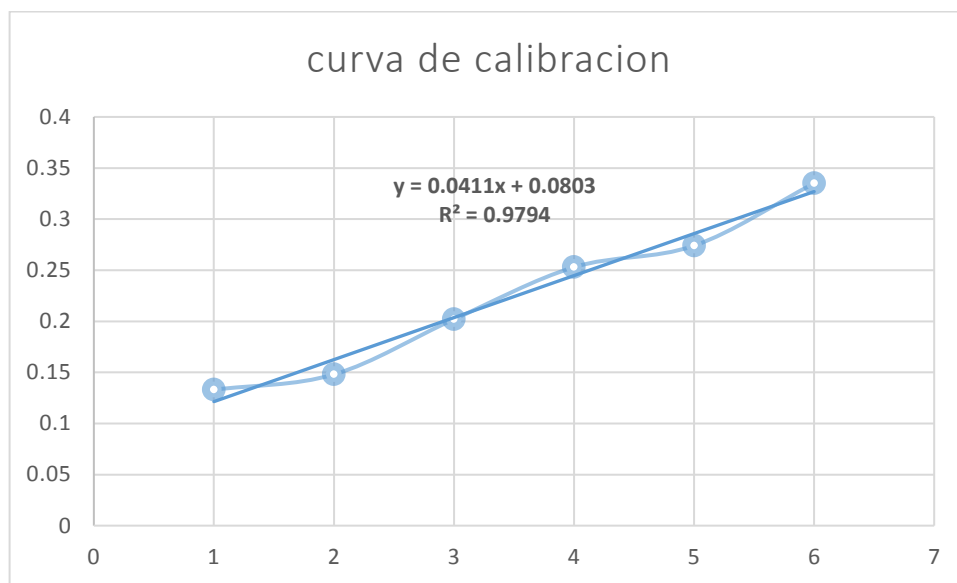
8.4. Expresión de resultados según la NMX-V-021-1986. Determinación de metanol.

En presencia de metanol se observa una coloración violeta, si la reacción cualitativa es positiva, procédase a cuantificar el metanol.

➤ Nuestros resultados fueron **negativos** para metanol ya que nuestros tubos no cambiaron a color violeta. Por lo que se determina que no existe presencia de metanol en los Rones.

8.5. Expresión de resultados según la NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.

Grafica de la curva de calibración:



Resultados obtenidos en el espectrofotómetro a 540 nm;

- Ron 1, PREMUIIM = 0.201 unidades de absorbancia
- Ron 2, Blanco = 0.316 unidades de absorbancia
- Ron 3, Añejo = 1.168 unidades de absorbancia
- Ron 5, Especiado = 0.334 unidades de absorbancia

Datos obtenidos de la curva de calibración:

$$Y = 0.041 X + 0.080$$

$$X = \frac{Y - 0.08}{0.041}$$

Ron 1, PREMUIIM

$$X = \frac{0.202 - 0.080}{0.041} = 2.9$$

Ron 2, Blanco

$$X = \frac{0.316 - 0.080}{0.041} = 5.8$$

Ron 3, Añejo

$$X = \frac{0.334 - 0.080}{0.041} = 6.2$$

Ron 5, Especiadao

$$X = \frac{1.168 - 0.080}{0.041} = 26.5$$

El contenido de alcoholes superiores (aceite de fusel), expresado en mg por 100 cm³ de alcohol anhidro, se calcula con la siguiente fórmula:

$$A.S = \frac{P \times FD \times 100}{G.A.R.}$$

En donde:

A.S. = Alcoholes superiores (aceite de fusel) en mg por 100 cm³ de alcohol anhidro.

P = mg de aceite de fusel por 100 cm³ de muestra, calculados a partir de la curva de calibración. Vol. Total de la disolución

FD = Vol. Total de la disolución / Vol. de la muestra empleada en la dilución.

G.A.R. = Grado alcohólico real de la muestra a 293 K (20°C) de acuerdo con la NMX-V-013.

Ron 1, PREMIUM

$$A.S = \frac{(2.951)(100)}{(39.9)} = 7.4 \text{ mg por 100ml de alcohol anhidrido}$$

Ron 2, Blanco

$$A.S = \frac{(5.756)(100)}{(37.8)} = 15.2 \text{ mg por 100ml de alcohol anhidrido}$$

Ron 3, Añejo

$$A.S = \frac{(6.195)(100)}{(39.8)} = 15.6 \text{ mg por 100ml de alcohol anhidrido}$$

Ron 5, Especiadao

$$A.S = \frac{(26.536)(100)}{(40.3)} = 65.8 \text{ mg por 100ml de alcohol anhidrido}$$

8.6. Expresión de resultados de la determinación de color en destilados

Los resultados de la evaluación de color de los rones en el espectrofotómetro con una longitud de onda de 430 nm se obtuvieron los siguientes valores;

- Ron 1, PREMIUM = 0.010 unidades de absorbancia
- Ron 2, Blanco = 0.053 unidades de absorbancia
- Ron 3, Añejo = 0.724 unidades de absorbancia
- Ron 5, Especiadao = 0.365 unidades de absorbancia



Ilustración 2, Evaluación del color de los diferentes Rones

Además de analizar los parámetros físico-químicos de los diferentes tipos de rones elaborados en dicha industria, también se analizó una muestra de aguardiente y de ron base ron blanco.

8.7 Resultados obtenidos para el Aguardiente.

Expresión de resultados según la NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20 °C (% Alc. Vol.))

La lectura se toma directamente en el alcoholímetro, si en el momento de la determinación la muestra está a una temperatura diferente de 293 K (20°C) ésta debe corregirse usando las tablas de correcciones alcoholimetrías (como se muestra en la tabla del punto No. 11). El resultado final es el valor promedio de las lecturas corregidas.

- Grado de alcohol real = 43.9° a 20°C

Expresión de resultados según la NMX-V-016. Determinación de acidez total

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N

- 0.9 ml gastados de hidróxido de sodio

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(0.9)(0.1)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(43.9)} = 49.20 \text{ por } 100 \text{ ml}$$

Expresión de resultados según la NMX-V-005. Determinación de ésteres y aldehídos

➤ Ésteres

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N utilizados para la saponificación

- 1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- 0.1 ml gastados de hidróxido de sodio al 0.1 N

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (0.1)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(43.9)}$$

= 18.0 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ Aldehídos

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio (Na₂S₂O₃) al 0.05 N

Muestra	Testigo
16.2	3

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((16.2) - (3))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(43.9)}$$

= 66.2 mg de $\frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}}$ a 100º G.L

Expresión de resultados según la NMX-V-021. Determinación de metanol

En presencia de metanol se observa una coloración violeta, si la reacción cualitativa es positiva, procedase a cuantificar el metanol.

- **Negativo**, no hubo cambio de coloración en los tubos

8.8 Resultados obtenidos para el Ron base ron blanco.

Expresión de resultados según la NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20°C (% alc. Vol.).

La lectura se toma directamente en el alcoholímetro, si en el momento de la determinación la muestra está a una temperatura diferente de 293 K (20°C) ésta debe corregirse usando las tablas de correcciones alcoholimetrías (como se muestra en la tabla del punto No. 11). El resultado final es el valor promedio de las lecturas corregidas.

- Grado de alcohol real = **45.2° a 20°C**

Expresión de resultados según la NMX-V-016-1980. Determinación de acidez total.

La acidez total presente en la muestra, expresada en miligramos de ácido acético por 100 cm³ de muestra y referidos a alcohol anhidro.

Mililitros gastados en la valoración con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.01N

- **1 ml gastados de hidróxido de sodio**

Aplicando la fórmula:

$$A.T = \frac{(1)(0.01)(60)(100)}{(25)} \times \frac{100}{(45.2)} = 5.3 \text{ por } 100 \text{ ml}$$

Expresión de resultados según la NMX-V-005-S-1980. Determinación de ésteres y aldehídos.

➤ **Esteres**

El contenido de ésteres expresados en miligramos de acetato de etilo por 100 cm³ referidos a alcohol anhidro.

Volumen en mililitros de la disolución de Hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1N utilizados para la saponificación

- 1 ml de hidróxido de sodio al 0.1 N

Mililitros gastados en la valoración con Ácido Clorhídrico (HCl) al 0.1N

- 0.9 ml gastados de Ácido Clorhídrico al 0.1 N

Aplicando la fórmula:

$$E = \frac{((1)(0.1) - (0.9)(0.1))(88)(100)}{(100)} \times \frac{100}{(45.2)}$$

= 1.9 mg de acetato de etilo por 100 ml de alcohol anhidrido

➤ **Aldehídos**

El contenido de aldehídos expresados en miligramos de acetaldehído por 100 cm³, referidos a alcohol anhidro.

Mililitros gastados en la valoración con Tiosulfato de Sodio (Na₂S₂O₃) al 0.05 N

Muestra	Testigo
6.5ml	3.0ml

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{((6.5) - (3.0))(0.05)(22)(100)}{(50)} \times \frac{100}{(45.2)}$$

$$= 17.0 \text{ mg de } \frac{\text{acetaldehidos}}{\text{HI etanol}} \text{ a } 100^\circ \text{ G.L}$$

Expresión de resultados según la NMX-V-021. Determinación de metanol.

En presencia de metanol se observa una coloración violeta, si la reacción cualitativa es positiva, procédase a cuantificar el metanol.

- **Negativo**, no hubo cambio de coloración en los tubos

Expresión de resultados según la NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.

Para esta determinación se utilizó la misma curva de equilibrio que se empleó para la determinación.

$$X = \frac{0.444 - 0.080}{0.041} = 8.878$$

$$A.S = \frac{(8.878)(10)(100)}{(45.2)} = 196.4 \text{ mg por } 100\text{ml de alcohol anhidrido}$$

Expresión de resultados de la prueba colorimétrica para bebidas alcohólicas

Los resultados de la evaluación de color de los rones en el espectrofotómetro con una longitud de onda de 430 nm se obtuvieron los siguientes valores;

- Ron base ron blanco = 0.444 unidades de absorbancia.

9. Conclusión.

La determinación de los diferentes parámetros físico-químicos evaluados en los diferentes tipos de rones elaborados por la empresa Rones Finos de Colima (Ron Clásico) para el control de calidad de esta bebida alcohólica es de gran importancia debido a que se debe de tener un control adecuado de los compuestos que se originan durante su proceso de elaboración.

Durante la determinación de cada parámetro que se toma en cuenta como es % de alcohol, acidez total, esteres, aldehídos, metanol, alcoholes superiores, los resultados que se obtuvieron de las diferentes determinaciones muestran que cada parámetro se encuentra dentro del rango de lo que establece la norma mexicana NMX-002-V-NORMEX-2010 (como se muestra en la tabla del punto No. 12).

Para la determinación de furfural no fue necesaria realizarla debido a que la empresa ha tenido un control adecuado en los últimos meses para la posible formación de este compuesto. Otra determinación que se omitió fue la de fenoles totales, debido a que la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014 no considera esta determinación para dicha bebida alcohólica además de que no se contaban con los reactivos necesarios para llevarla a cabo.

Se realizó la prueba colorimétrica que también resulto estar dentro de los parámetros establecidos, esta es una evaluación muy importante ya que el aspecto del producto terminado debe de presentar la menor variación posible.

Los resultados obtenidos de cada grupo de compuestos analizados nos muestra que están muy por debajo de lo permitido en la norma mexicana lo que nos hace

referencia que dicha empresa elabora sus diferentes rones con muy buena calidad cumpliendo con las especificaciones contenidas en la norma.

No obstante los resultados igual a 0 no significa ausencia total de dichos compuestos, ya que los niveles de detección colorimétrico empleados no detectan cantidades mínimas, las que se pudieran obtener al utilizar cromatografía gaseosa.

10. Ilustraciones (Anexos)

10.1. Anexo 1, NMX-V-013. Determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 20°C (% Alc. Vol.).

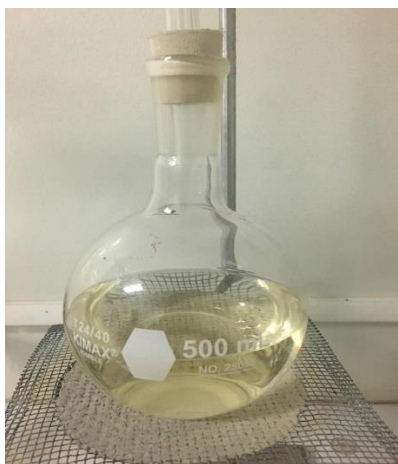


Ilustración 3, Muestra transferida con el agua al matraz de destilación.



Ilustración 4, Matraz volumétrico sumergido en baño de hielo durante la destilación.



Ilustración 5, Destilado obtenido de la muestra.

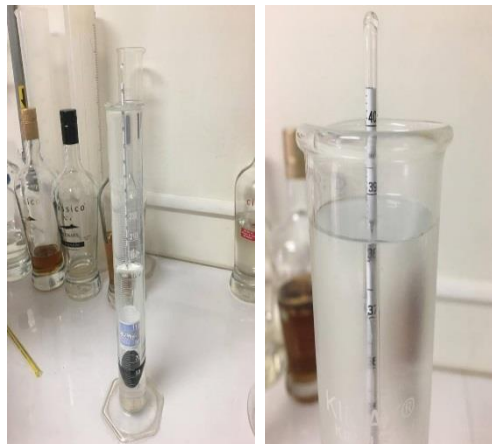


Ilustración 6, Determinación del porcentaje del alcohol utilizando el alcoholímetro.

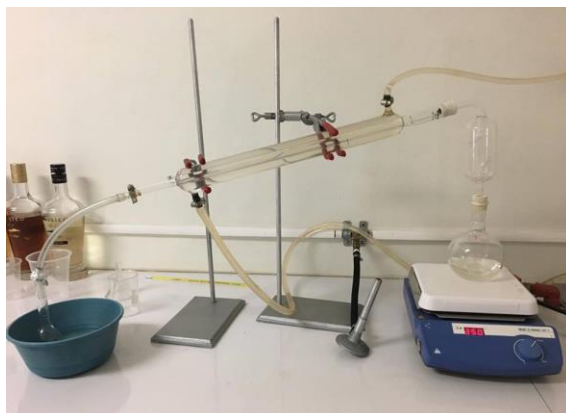


Ilustración 7, Sistema de destilación que se utilizó para destilar la muestra.

10.2. Anexo 2, NMX-V-016. Determinación de acidez total.

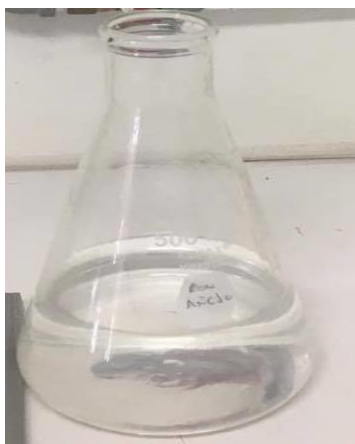


Ilustración 8, Agua recién hervida utilizada para la determinación de acidez total.



Ilustración 9, Titulación de la muestra con hidróxido de sodio al 0.1N utilizando fenolftaleína como indicador.



Ilustración 10, Muestra titulada para la determinación de acidez total.



10.3. Anexo 3, NMX-V-005. Determinación de ésteres y aldehídos.

➤ Determinación de ésteres.



Ilustración 11, Destilado en el matraz balón de fondo plano.



Ilustración 12, Muestra neutralizada y con la adición del exceso de hidróxido de sodio 0.1N



Ilustración 13, Sistema de reflujo que se utilizó para la determinación de esteres.

➤ **Determinación de aldehídos.**



Ilustración 14, Solución a determinar y solución testigo transferida con la cantidad de agua destilada y el bisulfito de sodio al 0.05N.



Ilustración 15, Adición del yodo al 0.05N después de transcurrir el tiempo de reposo.



Ilustración 16, Coloración azul de la muestra al agregarle la solución de almidón al 1%.



Ilustración 17, Titulación de la muestra con la solución de tiosulfato de sodio al 0.05 N.



Ilustración 18, Decoloración total de la solución con la muestra y la solución testigo después de la titulación con el tiosulfato de sodio al 0.05N.

10.4. Anexo 4, NMX-V-021. Determinación de metanol.



Ilustración 19, Adición de las dos gotas de muestra al tubo de ensayo.



Ilustración 20, Adición de la gota de ácido fosfórico.



Ilustración 21, Adición de la gota de permanganato de potasio.





Ilustración 22, Adición del ácido cromotrópico después de la decoloración con el bisulfito de sodio.



Ilustración 23, Muestras después de transcurrir el tiempo dentro del baño maría (no hubo cambio de color violeta).

10.5. Anexo 5, NMX-V-014-1986. Determinación de alcoholes superiores.



Ilustración 24, Preparar seis disoluciones en matraces volumétricos de 100 ml alícuotas de 1 a 6 ml de la disolución.



Ilustración 25, En el tubo de ensayo poner 2 ml de la muestra preparada, en otro tubo poner 2ml de disolución testigo y en otro 2ml de agua como blanco.



Ilustración 26, Los tubos se colocan en un baño de hielo.



Ilustración 27, Adicionar a cada tubo lentamente gota a gota por medio de una bureta 10 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, dejándolo escurrir por las paredes, colocarlos en el baño de hielo durante 3 min

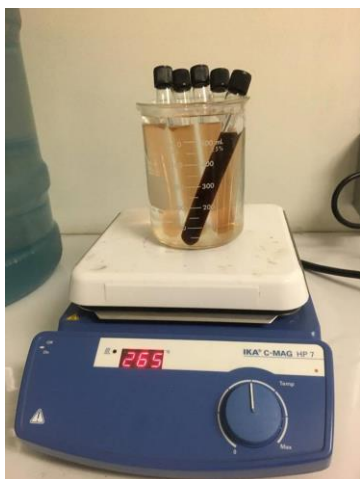


Ilustración 28, pasarlos a un baño de agua en ebullición durante 20 min. Colocarlos en baño de hielo durante 3 a 5 min.



Ilustración 29, Leer el por ciento de transmitancia a una longitud de onda entre 538 y 543 nm contra el blanco usado como referencia.

11. Tabla de corrección de grado alcohólico

lectura- % vol.					lectura de temperatura																			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
35	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0			
36	42,1	41,7	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0			
37	43,1	42,7	42,3	41,9	41,5	41,1	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0			
38	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0			
39	45,0	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0			
40	45,9	45,5	45,1	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0			
41	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,5	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0			
42	47,8	47,4	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,1	44,7	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0			
43	48,8	48,4	48,0	47,6	47,3	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0			
44	49,7	49,3	49,0	48,6	48,2	47,8	47,5	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,2	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0			
45	50,7	50,3	49,9	49,6	49,2	48,8	48,4	48,1	47,7	47,3	46,9	46,5	46,2	45,8	45,4	45,0	44,6	44,2	44,8	44,4	43,1			
46	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2	49,8	49,4	49,0	48,7	48,3	47,9	47,5	47,1	46,8	46,4	46,0	45,6	45,2	44,8	44,5	44,1			
47	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1	47,8	47,4	47,0	46,6	46,2	45,9	45,5	45,1			
48	53,5	53,2	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,2	49,9	49,5	49,1	48,8	48,4	48,0	47,6	47,2	46,9	46,5	46,1			
49	54,5	54,1	53,8	53,4	53,1	52,7	52,3	52,0	51,6	51,2	50,9	50,5	50,1	49,7	49,4	49,0	48,6	48,2	47,9	47,5	47,1			
50	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,7	53,3	52,9	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1			
51	56,4	56,1	55,7	55,3	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2	52,8	52,5	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,3	49,9	49,5	49,1			
52	57,4	57,0	56,7	56,3	56,0	55,6	55,3	54,9	54,5	54,2	53,8	53,5	53,1	52,7	52,4	52,0	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2			
53	58,3	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2	55,9	55,5	55,2	54,8	54,4	54,1	53,7	53,4	53,0	52,6	52,3	51,9	51,5	51,2			
54	59,3	58,9	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2	56,9	56,5	56,1	55,8	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,6	53,3	52,9	52,5	52,2			
55	60,2	59,9	59,6	59,2	58,9	58,5	58,2	57,8	57,5	57,1	56,8	56,4	56,1	55,7	55,4	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2			
56	61,2	60,9	60,5	60,2	59,9	59,4	59,2	58,8	58,5	58,1	57,8	57,4	57,1	56,7	56,4	56,0	55,6	55,3	54,9	54,6	54,2			
57	62,2	61,8	61,5	61,2	60,8	60,5	60,1	59,8	59,5	59,1	58,8	58,4	58,1	57,7	57,4	57,0	56,6	56,3	55,9	55,6	55,2			
58	63,1	62,8	62,5	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,7	59,4	59,1	58,7	58,4	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2			
59	64,1	63,8	63,4	63,1	62,8	62,4	62,1	61,8	61,4	61,1	60,7	60,4	60,0	59,7	59,3	59,0	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2			
60	65,1	64,7	64,4	64,1	63,8	63,4	63,1	62,7	62,4	62,1	61,7	61,4	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,3	58,9	58,6	58,2			
61	66,0	65,7	65,4	65,1	64,7	64,4	64,1	63,7	63,4	63,1	62,7	62,4	62,0	61,7	61,3	61,0	60,7	60,3	60,0	59,6	59,3			
62	67,0	66,7	66,4	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,4	63,0	62,7	62,3	62,0	61,7	61,3	61,0	60,6	60,3			
63	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,3	63,0	62,7	62,3	62,0	61,6	61,3			
64	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,7	63,3	63,0	62,6	62,3			
65	69,9	69,6	69,3	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,6	63,3			
66	70,9	70,6	70,2	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,6	64,3			
67	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3			
68	72,8	72,5	72,2	71,9	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	70,0	69,6	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3			
69	73,8	73,5	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6	71,3	70,9	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3			
70	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,2	71,9	71,6	71,3	71,0	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,4			

Correction table for alcoholmeter with temperature 20°C = 68 °F - Corrección tabla para pesa alcoholes con la temperatura 20°C = 68 °F																							
Reading - lectura- % vol.						Reading temperature - lectura de temperatura																	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
35 % vol.	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0		
36	42,1	41,7	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0		
37	43,1	42,7	42,3	41,9	41,5	41,1	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0		
38	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0		
39	45,0	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0		
40	45,9	45,5	45,1	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0		
41	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,5	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0		
42	47,8	47,4	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,1	44,7	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0	41,6	41,2	40,8	40,4	40,0		
43	48,8	48,4	48,0	47,6	47,3	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,6	44,2	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0		
44	49,7	49,3	49,0	48,6	48,2	47,8	47,5	47,1	46,7	46,3	45,9	45,5	45,2	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4	42,0		
45	50,7	50,3	49,9	49,6	49,2	48,8	48,4	48,1	47,7	47,3	46,9	46,5	46,2	45,8	45,4	45,0	44,6	44,2	44,8	44,4	43,1		
46	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2	49,8	49,4	49,0	48,7	48,3	47,9	47,5	47,1	46,8	46,4	46,0	45,6	45,2	44,8	44,5	44,1		
47	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1	47,8	47,4	47,0	46,6	46,2	45,9	45,5	45,1		
48	53,5	53,2	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,2	49,9	49,5	49,1	48,8	48,4	48,0	47,6	47,2	46,9	46,5	46,1		
49	54,5	54,1	53,8	53,4	53,1	52,7	52,3	52,0	51,6	51,2	50,9	50,5	50,1	49,7	49,4	49,0	48,6	48,2	47,9	47,5	47,1		
50	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,7	53,3	52,9	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,7	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,5	48,1		
51	56,4	56,1	55,7	55,3	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2	52,8	52,5	52,1	51,7	51,4	51,0	50,6	50,3	49,9	49,5	49,1		
52	57,4	57,0	56,7	56,3	56,0	55,6	55,3	54,9	54,5	54,2	53,8	53,5	53,1	52,7	52,4	52,0	51,6	51,3	50,9	50,5	50,2		
53	58,3	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2	55,9	55,5	55,2	54,8	54,4	54,1	53,7	53,4	53,0	52,6	52,3	51,9	51,5	51,2		
54	59,3	58,9	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2	56,9	56,5	56,1	55,8	55,4	55,1	54,7	54,4	54,0	53,6	53,3	52,9	52,5	52,2		

55	60,2	59,9	59,6	59,2	58,9	58,5	58,2	57,8	57,5	57,1	56,8	56,4	56,1	55,7	55,4	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2
56	61,2	60,9	60,5	60,2	59,9	59,4	59,2	58,8	58,5	58,1	57,8	57,4	57,1	56,7	56,4	56,0	55,6	55,3	54,9	54,6	54,2
57	62,2	61,8	61,5	61,2	60,8	60,5	60,1	59,8	59,5	59,1	58,8	58,4	58,1	57,7	57,4	57,0	56,6	56,3	55,9	55,6	55,2
58	63,1	62,8	62,5	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,7	59,4	59,1	58,7	58,4	58,0	57,6	57,3	56,9	56,6	56,2
59	64,1	63,8	63,4	63,1	62,8	62,4	62,1	61,8	61,4	61,1	60,7	60,4	60,0	59,7	59,3	59,0	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2
60	65,1	64,7	64,4	64,1	63,8	63,4	63,1	62,7	62,4	62,1	61,7	61,4	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,3	58,9	58,6	58,2
61	66,0	65,7	65,4	65,1	64,7	64,4	64,1	63,7	63,4	63,1	62,7	62,4	62,0	61,7	61,3	61,0	60,7	60,3	60,0	59,6	59,3
62	67,0	66,7	66,4	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,4	63,0	62,7	62,3	62,0	61,7	61,3	61,0	60,6	60,3
63	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,0	63,7	63,3	63,0	62,7	62,3	62,0	61,6	61,3
64	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,7	63,3	63,0	62,6	62,3
65	69,9	69,6	69,3	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,6	63,3
66	70,9	70,6	70,2	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,6	64,3
67	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	69,9	69,6	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3
68	72,8	72,5	72,2	71,9	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3	70,0	69,6	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3	67,0	66,7	66,3
69	73,8	73,5	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6	71,3	70,9	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,3	68,0	67,7	67,3
70	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,2	71,9	71,6	71,3	71,0	70,6	70,3	70,0	69,7	69,3	69,0	68,7	68,4

12. Tabla de especificaciones fisicoquímicas del Ron (Norma Mexicana NMX-V-002-NORMEX-2010).

Parámetros	Ron mínimo	Ron máximo	Ron Añejo mínimo	Ron Añejo máximo	Ron Adicionado De (aroma y/o sabor mínimo)	Ron Adicionado De (aroma y/o sabor máximo)	Método de ensayo (prueba)
Contenido de alcohol a 293 K (20°C) (% Alc. Vol.)	35	55	35	55	35	55	NMX-V-013-NORMEX
Extracto seco (g/l)	0	15	0	60	0	85	NMX-V-017-NORMEX
Valores expresados en mg/ 100ml de Alcohol Anhídrido							
Acidez Volátil (como ácido acético)	0	120	0	120	0	120	NMX-V-015-NORMEX
Aldehídos (como acetaldehído)	0	40	0	40	0	40	NOM-142-SSA1/NMX-V-005-NORMEX
Esteres (como acetato de etilo)	0	200	0	200	0	200	NMX-V-005-NORMEX
Alcoholes superiores (Aceite de Fusel o alcoholes de peso molecular superior al etílico, como alcohol amílico)	0	500	0	500	0	500	NOM-142-SSA1/ NMX-V-014
Furfural	0	4	0	4	0	4	NOM-142-SSA1/ NMX-V-004-NORMEX
Metanol	0	30	0	30	0	30	NOM-142-SSA1/ NMX-V-005-NORMEX
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico*	15	600	15	600	15	600	
Metales (mg/l)**				Límite máximo			
Cobre (Cu)				2,0			NOM-142-SSA1 AOAC Official
Plomo (Pb)				0,5			
Arsénico (As)				0,5			
Zinc (Zn)				1,5			

13. Bibliografías

ARGENTINO, C. A. (s.f.). *Alcoholes, bebidas alcoholicas destiladas*.
<http://www.fcq.unc.edu.ar.pdf>

Casado, F. C. (s.f.). *Procesos de fabricacion de bebidas alcoholicas* . Obtenido de proceso de fabricacion de bebidas alcoholicas : <http://upcommons.upc.edu>

Estay, Y. S. (21 de SEPTIEMBRE de 2017). *MANUAL DE BEBIDAS ALCOHOLICAS Y VINAGRES*. Obtenido de MANUAL DE BEBIDAS ALCOHOLICAS Y VINAGRES:
http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/MANUAL_BEBIDAS_ALCOHOLICAS.pdf

López-Naranjo, F., Godínez-García, I. H., Flores-Hernández, R., Altagracia-Martínez, M., & Córdova-Moreno, R. (2013). La calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México y las consecuencias potenciales en la salud pública. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(4), 62-72

Mora, M. E. (21 de septiembre de 2017). *Evaluacion de poiticas publicas para el control del abuso del alcohol en mexico*. Obtenido de Evaluacion de poiticas publicas para el control del abuso del alcohol en mexico: <http://www.uade.inpsiquiatria.edu.mx.PDF>

Nacional., D. G. (27 de Junio de 1980). *NMX-V-013-S-1980. DETERMINACIÓN DEL POR CIENTO DE ALCOHOL EN VOLUMEN EN LA ESCALA GAY-LUSSAC A (20°C):*.
<http://www.colpos.mx>

NORMAS, D. G. (27 de Agosto de 1970). *NMX-V-004-1970. DETERMINACIÓN DE FURFURAL EN BEBIDAS ALCOHOLICS DESTILADAS* . Obtenido de <http://www.colpos.mx>

NORMAS, D. G. (22 de Septiembre de 1980). *NMX-V-005-S-1980. BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS. DETERMINACIÓN DE ÉSTERES Y ALDEHÍDOS.*: <http://www.colpos.mx>

NORMAS, D. G. (11 de Agosto de 1980). *NMX-V-016-1980. BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL*. Obtenido de <http://www.colpos.mx>

NORMAS, D. G. (11 de Octubre de 1980). *NMX-V-021-1986. BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS. DETERMINACIÓN DE METANOL*. Obtenido de <http://www.colpos.mx>

NORMAS., D. G. (14 de Abril de 1988). *NMX-V-014-1986. BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS DETERMINACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES*. Obtenido de <http://www.colpos.mx>

NORMAS., N. M. (06 de Abril de 1982). *NMX-V-028-S-1981. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. DETERMINACIÓN DE TANINOS*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE TANINOS: <http://www.colpos.mx/NMX-V-028-S-1981.PDF>

NORMEX. (10 de Mayo de 2010). *Norma Mexicana NMX-V-002-NORMEX-2010*. Obtenido de Bebidas Alcoholicas- Destiladas Ron- Denominacion, etiquetado y especificaciones.

Orozco, L. J. (10 de Febrero de 2010). *Las bebidas alcohólicas Las bebidas alcohólicas*. Obtenido de Las bebidas alcohólicas Las bebidas alcohólicas: <http://www.medigraphic.com>

Onuki, Y. (2014). Dos rones: un estudio acerca de la difusión del cañazo en la sierra del Perú. *Perspectivas latinoamericanas*, 11, 127-143.

López-Naranjo, F., Godínez-García, I. H., Flores-Hernández, R., Altagracia-Martínez, M., & Córdova-Moreno, R. (2013). La calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México y las consecuencias potenciales en la salud pública. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(4), 62-72.