

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS
FERMENTADAS TRADICIONALES Y POPULARES DE MAYOR
CONSUMO EN DOS REGIONES DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES**

INFORME DE TESIS

Presentado por

LIDIA AZUCENA SÁNCHEZ PAZ

Para Optar al Título de
QUÍMICA FARMACÉUTICA

Guatemala, Septiembre de 2005

INDICE

I.	Resumen	1
II.	Introducción	3
III.	Antecedentes	4
	1. Generalidades	4
	2. Producción de Bebidas Alcohólicas	6
	3. Toxicología del Metanol	11
	4. Metodología Analítica de Alcoholes por Cromatografía de Gases	16
	5. Estudios Previos	17
IV.	Justificación	19
V.	Objetivos	20
VI.	Materiales y Métodos	21
VII.	Resultados	24
VIII.	Discusión de Resultados	35
IX.	Conclusiones	37
X.	Recomendaciones	38
XI.	Referencias	39
XII.	Anexos	42

I. RESUMEN

Las bebidas alcohólicas fermentadas presentan mayor probabilidad de verse contaminadas con productos congénicos del etanol, así como por metanol, debido a que no son sometidas a procesos de destilación, en los cuales son purificadas al eliminarse la contaminación de ese tipo; ésta probabilidad aumenta cuando estas bebidas son elaboradas sin tomar en cuenta las buenas prácticas de manufactura y son distribuidas sin haberseles realizado un control de calidad riguroso, en el cual, pueda determinarse la presencia o no de contaminación o adulteración, como sucede en el caso de las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de Guatemala; por tal razón, es necesario realizar investigaciones donde se evidencie la calidad de estos productos.

La presente investigación se llevó a cabo, con el fin de establecer la calidad de estas bebidas, al determinarse y cuantificarse la presencia de metanol, alcohol muy parecido al etanol, pero con características toxicológicas mayores que éste, ya que no es eliminado fácilmente del organismo y puede provocar desde una embriaguez similar a la causada por el etanol, hasta ceguera o la muerte, según sea la cantidad ingerida. En los casos leves, el tratamiento consiste en la administración de etanol puro, para facilitar la eliminación del metanol, mientras que en casos graves es necesaria la diálisis con resultados poco favorables.

Para llevar a cabo dicha investigación, se delimitó el universo de trabajo, por conveniencia, a dos bebidas de la región occidental y dos bebidas de la región norte, tomando tres muestras de cada una y analizándolas por duplicado por medio de cromatografía de gases para la determinación tanto de metanol como contaminante, como de etanol como parte de la composición de las bebidas alcohólicas. Luego de llevar a cabo el trabajo analítico, así como el análisis de resultados, se demostró la presencia de metanol, en diferente proporción, en todas las muestras de las bebidas analizadas.

Para la cuantificación de metanol se verificó la similitud del tiempo de retención del estándar con los tiempos de retención mostrados por las muestras, relacionándose luego las áreas de dicho tiempo de retención del estándar con la de cada muestra, para encontrar la concentración de dicho alcohol en cada una de las muestras.

La cantidad de metanol encontrada en todas las bebidas es mínima, variando de 27ppm a 141ppm, concentraciones que se encuentran por debajo del límite aceptado de 3000 ppm, según las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1193, por lo que no se considera un riesgo para los consumidores, pero representa el peligro que trae consigo el alto consumo continuo de bebidas alcohólicas fermentadas que no son sometidas a controles de calidad adecuados, siendo necesario contar con procesos de verificación de manufactura y de calidad adecuados.

II. INTRODUCCIÓN

La industria de las bebidas alcohólicas, es una de las de más demanda y consumo a nivel mundial, ya que cada día aumentan los consumidores de estas bebidas de todo tipo, desde las no destiladas como la cerveza, hasta las destiladas como el ron, donde el contenido alcohólico es elevado.

El intenso consumo y generación de ingresos que este tipo de industria genera, ha provocado que en muchos lugares del mundo, se manejen de forma casera para generar bebidas con alto grado alcohólico a bajo precio. Esto como toda obra fuera de las norma establecida, crea una serie de complicaciones que van desde financieras y legales, hasta los de salud, ya que al no producirse dentro de compañías confiables que cuentan con estándares de calidad, se elaboran productos que atentan contra la salud y la vida de las personas que las consumen, por la presencia de metanol, como producto contaminante de la fermentación o como producto adulterante, con el cual se diluye el etanol. El metanol puede provocar ceguera por el alto daño a la retina, o muerte por insuficiencia respiratoria.

Actualmente, en Guatemala, no existe una norma regulatoria para este tipo de productos, ya que el Ministerio de Salud y Asistencia Social, por medio del Departamento de Control de Alimentos, no vela por la correcta elaboración y distribución de los mismos, por lo que el presente trabajo pretende mostrar la evidencia y los antecedentes que permitan elaborar una investigación que sienta las bases para la regulación en la producción y consumo, ya que es un problema a nivel mundial que ha cobrado muchas vidas, normalmente no comunicadas, alrededor del mundo, sin que se le preste la debida atención.

III. ANTECEDENTES

1. GENERALIDADES

1.1 ETANOL

El alcohol es un líquido incoloro y volátil que está presente en diversas bebidas fermentadas, en concentraciones que van desde el 5% hasta el 20%, como es el caso de la cerveza y los vinos respectivamente. Algunos de estos fermentos se destilan por medio de un alambique para aumentar su concentración etílica hasta un 40%; así es como se producen el tequila, el whisky, el vodka, el ron, la ginebra, el anís, etc. Dependiendo del género de bebida que lo contenga, el alcohol aparece acompañado de distintos elementos químicos que lo dotan de color, sabor, olor y otras características (1).

Las concentraciones de alcohol difieren de una bebida a otra; la ingesta del alcohol suele medirse como el porcentaje que una persona llegue a acumular en su torrente sanguíneo. De esta manera se considera que las dosis bajas fluctúan entre 0.02 y 0.06 %, mientras que las dosis letales sobrepasan el 0.50%. En términos cotidianos, la cantidad de alcohol suele medirse a través del número ingerido de copas, vasos, latas, botellas, etc. En personas que no han adquirido tolerancia hacia el alcohol, se puede hablar en términos de "tragos", esto es, de la cantidad contenida en el tipo de recipiente en el que suele tomarse la bebida. Para el vino por ejemplo, una dosis baja es de una copa, una dosis media va de dos a tres copas y una dosis alta sobrepasa las cuatro copas (1).

1.1.1 ACCION DEL ETANOL EN EL ORGANISMO

El alcohol se ingiere por vía oral. El tiempo que pasa antes de alcanzar las concentraciones máximas en la sangre varía de 25 hasta 90 minutos. Cuando el etanol alcanza el cerebro actúa como un depresor primario y continuo del Sistema Nervioso Central. La estimulación aparente es en realidad un resultado de la depresión de los mecanismos de control inhibitorio del cerebro. Como ocurre con la mayoría de las drogas, sus efectos dependen de la dosis (2).

Los centros superiores se deprimen primero afectando el habla, el pensamiento, la cognición y el juicio. A medida que la concentración alcohólica aumenta, se deprimen también los centros inferiores afectando la respiración y los reflejos espinales, hasta llegar a la intoxicación alcohólica que puede provocar un estado de coma. El cuerpo humano sólo puede metabolizar de 10 a 15 ml de alcohol por hora, ya que concentraciones mayores se consideran letales (2).

A nivel psicológico, las dosis bajas producen la sensación de elevar el estado de ánimo y relajar a la persona. A nivel físico, un poco de alcohol aumenta la frecuencia cardíaca, dilata los vasos sanguíneos, irrita el sistema gastrointestinal, estimula la secreción de jugos gástricos y la producción de orina. Las dosis medias alteran el habla, el equilibrio, la visión y el oído. Se tiene una sensación de euforia y se pierde de la coordinación motora fina, por lo que ya no es aconsejable conducir un automóvil ni manejar cualquier tipo de maquinaria. En dosis altas, los síntomas anteriores se agudizan y se alteran las facultades mentales y del juicio. Si el individuo continúa bebiendo puede ocurrir una pérdida del control motor en la que se requiere ayuda para poder moverse y hay una evidente confusión mental (3).

A partir de una concentración sanguínea equivalente a beber más de 10 tragos sin descanso alguno, puede ocurrir una intoxicación severa; cualquier otro aumento en las concentraciones puede provocar desde inconsciencia hasta coma profundo y muerte por depresión respiratoria (3).

1.2 METANOL

El metanol (CH_3OH) se denomina alcohol metílico o alcohol "de madera" porque originalmente se obtenía de la destilación de esta materia prima en ausencia de aire. Actualmente puede producirse a partir de gas natural, carbón, madera, e incluso de residuos orgánicos (biomasa celulósica). Es el más simple de los alcoholes y se caracteriza por ser incoloro. Fue descubierto por Boyle en 1661 en el alquitrán de madera (4).

2. PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHOLICAS

2.1 PROCESO DE FERMENTACION

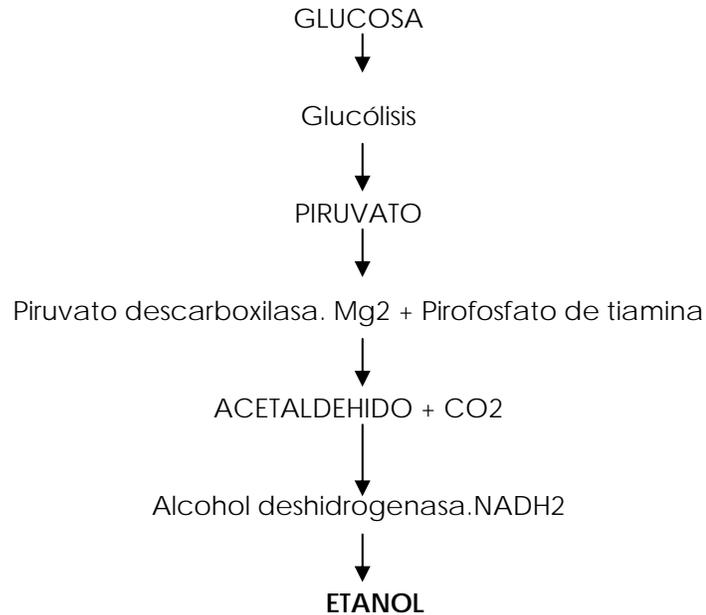
El proceso químico de producción de etanol se basa simplemente en una fermentación, que es un cambio químico en las sustancias de naturaleza orgánica llevado a cabo por la acción de enzimas donde sustancias orgánicas complejas se transforman en otras simples (5).

El tipo de fermentación más importante es la fermentación alcohólica, en la que los azúcares simples como por ejemplo la glucosa se convierte en alcohol etílico y dióxido de carbono. Normalmente se utiliza caña de azúcar con un contenido total de azúcar de más del 50%, con más de 84° Brix a 20°C, aunque el alcohol etílico también puede ser producido por fermentación de almidón, suero y licor de desechos de sulfito (5).

La fermentación alcohólica es llevada a cabo mayoritariamente por levaduras, a partir de azúcares del arroz, del trigo, cebada y del maíz, la mayoría de las cuales son del género *Saccharomyces*. Concretamente la especie *Saccharomyces cerevisiae* es una de las más utilizadas. En la elaboración de bebidas alcohólicas y alcoholes industriales, el medio de cultivo es el producto final y en este caso son las propias levaduras las que se desechan o se pueden utilizar como pienso o alimento de animales (5).

Actualmente se ha descubierto que hay una bacteria llamada *Zymomonas mobilis* que tiene ventajas sobre *Saccharomyces cerevisiae* en cuanto a productividad y tolerancia a etanol. Sin embargo, la bacteria *Zymomonas mobilis* también tiene el problema de que no fermenta los azúcares de cinco azúcares. (5)

El esquema general del proceso de fermentación es el siguiente:



El piruvato que se produce durante el catabolismo es transformado a acetaldehído y carbono dióxido por la piruvato descarboxilasa. Finalmente el acetaldehído es reducido por la alcohol deshidrogenasa para dar etanol (5).

2..1.1 SISTEMAS DE FERMENTACIÓN UTILIZADOS

- o **Sistema Discontinuo:** Se inician aeróbicamente para obtener la máxima biomasa, ya que si las condiciones anaerobias comienzan demasiado pronto la densidad de población no será suficientemente alta para obtener una buena velocidad de conversión (6).
- o **Sistema Continuo:** El crecimiento óptimo de levaduras y producción de etanol se llevan a cabo con limitación de azúcar de 1 g/l y en un ambiente microaeróbico de 0.2-5 mg de oxígeno/g materia seca (6).

2.2 ETAPAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

2.2.1 PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS A NIVEL INDUSTRIAL

El proceso consta de tres etapas, cada una de las cuales debe ser optimizada:

1. Preparación de la solución de nutrientes
2. Fermentación
3. Balance de energía

Dentro de la producción de las bebidas alcohólicas, existen bebidas fermentadas no destiladas, como la cerveza, el vino y la sidra; además de bebidas alcohólicas fermentadas destiladas, como el whisky y el ron (7).

- ❑ **Transporte y Almacenamiento de la Melaza:** La melaza obtenida desde una fábrica proveedora es transportada vía transferencia de tuberías o carros de almacenamiento a la planta de procesamiento de alcohol etílico. La melaza es colocada en un tanque de almacenamiento de concreto bajo tierra por bombeo de la melaza. Cuando el proceso ha comenzado, la melaza almacenada será bombeada en un contenedor o vasija de disolución para ajustarlo a una concentración adecuada (7).
- ❑ **Preparación de la Melaza:** La melaza es bombeada dentro del tanque medidor a través de un bombeo desde el tanque bajo tierra el cual recibe el material directamente desde el tanque de almacenamiento por transferencia de tuberías. Después que la melaza es medida exactamente, fluye hacia el tanque de disolución de la melaza. Debido a su alta concentración de azúcar, la melaza no soporta una fermentación directa, por lo tanto primero debe ser diluido a la concentración deseada. Este es llamado masa o templa, y presenta los carbohidratos listos para la inoculación o vacunación de los cultivos de semillas. Después que la melaza es diluida a la concentración deseada, una mezcladora automática ayudará a darle una concentración homogénea para el proceso de fermentación, antes de que sea bombeado a una serie de fermentadores de acero (7).

- ❑ **Estación de Cultivo de Granos:** La estación es equipada con un fermentador piloto en conjunto con el equipo de cultivo de granos y los instrumentos de cultivo diseñados especialmente. Este proceso es realizado bajo una exacta supervisión de laboratorio, incluyendo la selección de la inoculación de los granos de levadura, la adición de nutrientes, el ajuste del pH, el control de temperatura, y finalmente la limpieza y esterilización de la máquina de cultivo de levadura para la realización del siguiente lote (7).

- ❑ **Suministro de Agua Procesada:** Será diseñado para una carga máxima de 21 TM/Hr; sin embargo, sólo aproximadamente 210 TM es necesario diariamente. El agua utilizada en el proceso podría ser tratada como agua drenada de calidad o suministrado por un pozo de 90-100 metros de profundidad (7).

- ❑ **Estación de Fermentación:** Los fermentadores están conectados por tuberías para una operación de fermentación continua. Esta estación tiene un control automático de temperatura, velocidad de flujo, operación de templado y operación de alimentación. Usualmente el ciclo de fermentación dura de 2-3 días. Dado que el alcohol etílico es formado por levadura desde monosacárido, es necesario descomponer la sucrosa en d-glucosa y d-fructuosa. Las enzimas producidas por la levadura cambian los monosacáridos en alcohol y dióxido de carbono. Después que ha sucedido la reacción, el alcohol etílico presente en los fermentadores puede ser separado por destilación. El contenido de alcohol de la masa es de 7-12% de su volumen, es bombeada hasta la sección de destilación del alcohol. Después de pasar a través de varios intercambiadores de temperatura, el residuo en la base del destilador transporta proteínas, residuos de azúcar y otras impurezas que pueden ser extraídas y usadas como componentes para alimento animal. El diseño de la estación elimina los errores de operación y puede alcanzar resultados efectivos a bajos costos de operación. La capacidad de esta estación puede presentar el requerimiento para la manufactura suficiente del caldo fermentado para la estación de destilación con una producción diaria de 30 KL de alcohol etílico. (7)

- **Estación de Destilación y Rectificación:** El caldo conteniendo alcohol etílico, agua, aldehído, ácido acético, etc.; pasa a través de un intercambiador de temperatura hacia un condensador parcial para mantener el alcohol en la columna y para proporcionar un reflujo para las placas superiores. Los productos más volátiles, los cuales todavía pueden contener rastros de aldehídos y alcohol, son condensados completamente y transportados detrás de la parte superior del destilador de aldehído. Cerca de la parte superior de la columna, el 95-96% del alcohol es absorbido a través del condensador para su almacenamiento (7).

2.2.2 PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES

Según los datos obtenidos de las investigaciones de Sandoval, H. (1984 – 1988), las bebidas fermentadas tradicionales son las que se obtienen por fermentación de los jugos azucarados de frutas, o que se elaboran por cualquier proceso de conversión de almidón de los cereales en azúcar y se producen en diversas regiones del mundo en desarrollo, son generalmente bebidas espesas, ácidas y efervescentes que contienen en suspensión residuos de la fermentación, levaduras fermentativas y otros microorganismos. Una de las bebidas fermentadas tradicionales de Guatemala, de mayor consumo es la chicha, la cual es una bebida alcohólica de maíz, clara, amarillenta y efervescente, consumida desde hace muchos siglos; también se conocen el boj de Alta Verapaz, el cual, es resultado de la fermentación del jugo de caña de azúcar, el caldo de frutas, el rompopo de Salcajá y el fresco de suchiles.

El principal proceso bioquímico involucrado en la producción de bebidas alcohólicas es la degradación de azúcares simples a etanol y dióxido de carbono con liberación de energía, el cual es realizado generalmente por las levaduras. La serie de reacciones en las que los carbohidratos se degradan a unidades de dos o tres átomos de carbono se conoce como glucólisis. El alcohol etílico que se produce como resultado de la fermentación alcohólica puede ser oxidado en condiciones aeróbicas a ácido acético por la acción de microorganismos pertenecientes principalmente al género *Acetobacter*. Los microorganismos que llevan a cabo la fermentación alcohólica pertenecen casi en su totalidad al grupo de las levaduras, en el que se encuentran incluidas diversas especies de los géneros *Saccharomyces*, *Cándida*, *Torulopsis* y *Kloecker* (8).

La producción de bebidas alcohólicas fermentadas varía mucho de región en región, tanto por las materias primas, como por los equipos, sistemas y aditivos utilizados. Entre las materias primas que generalmente se utilizan se encuentran el arroz, afrecho, maíz, trigo, azúcar, panela, jugo de caña, entre otros. Los equipos varían según su capacidad y los materiales con que están contruidos, que pueden ser, barro, cobre, hierro y cobre estañado. La fabricación del equipo se realiza en forma rudimentaria con desechos como toneles, tubos, botes de lata, entre otros (9).

Con el fin de acelerar la fermentación, se utilizan aditivos como: ácido sulfúrico, borax, cal viva, etc; a los cuales se les conoce como *muñeco*. Además en la fermentación, se producen además de etanol, sustancias conocidas como congenéricos los cuales coadyuvan a las propiedades organolépticas de las mismas (9).

2.2.2.1 PROCESO SISTEMÁTICO DE ELABORACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES DE GUATEMALA

Normalmente las fábricas dedicadas a la elaboración de este tipo de bebidas, cuentan con equipo poco sofisticado, el cual en la mayoría de los casos consiste en: un tonel fermentador, un tonel cocedor, un cabezote de barro o un platillo de madera y cana de carrizo perforada. Los fermentadores generalmente son subterráneos, con el fin de que sean difícilmente descubiertos (9-25).

3. TOXICOLOGÍA DEL METANOL

3.1 METANOL COMO CONTAMINANTE EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS

El contenido de alcohol etílico en una bebida que no se haya sometido a controles de calidad y sanidad, puede estar diluido o rebajado con metanol, un alcohol derivado de la madera que al metabolizarse ocasiona ceguera permanente. Su ingestión causa ceguera porque destruye irreversiblemente el nervio óptico y una dosis mayor a 30 ml puede causar la muerte (10).

3.1.1 INTOXICACIÓN POR METANOL

La contaminación con metanol, se produce en el momento de la fermentación de jugos azucarados implementada para la obtención de bebidas alcohólicas, en la cual, además de etanol, se producen también cantidades variables de metanol y otros compuestos volátiles (10).

El metanol no es un producto de la fermentación alcohólica, ya que su presencia en este tipo de bebidas se debe a la desesterificación de las pectinas estearasas presentes en las frutas. El contenido de metanol en vino tinto es de 2,122 mg metanol/L, en vino blanco 1,118 mg/L, en brandy 1,500 mg/L, en whisky 1,000 mg/L y en ron 800 mg/L, aún cuando este tipo de bebidas alcohólicas es destilada para aumentar el contenido de alcohol etílico y disminuir el de otros alcoholes contaminantes. El límite permisible de este alcohol según las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1193, es de 3,000 mg/L de bebida cuando éstas son destiladas y 3,000 mg/L de alcohol cuando se trata de bebidas fermentadas (10-12-13).

La intoxicación por metanol ocurre frecuentemente por vía digestiva en el caso de bebidas alcohólicas adulteradas con alcohol desnaturalizado o por vía respiratoria, digestiva o a través de la piel intacta en el caso de exposición en ambientes laborales, desde donde se pueden originar intoxicaciones graves y aún mortales. El o los individuos pueden sobrevivir dejando como secuela la ceguera irreversible pues la retina, es el sitio de manifestación de la toxicidad del metanol (11).

El metanol se absorbe con rapidez en el cuerpo por inhalación, por vía oral y tópica, el metabolismo hacia ácido fórmico es rápido, y se oxida a dióxido de carbono por una enzima dependiente de la presencia de ácido fólico (11).

La mayor parte de los métodos usados en la determinación de metanol se basan en su oxidación a formaldehído y la posterior determinación de éste último, aunque actualmente por medio de la cromatografía de gases, es posible la determinación del metanol como tal (14).

El alcohol metílico se absorbe por todas las vías (oral, dérmica y respiratoria), aunque la absorción por piel difícilmente pueda dar lugar a intoxicaciones agudas. Con frecuencia se plantea el problema bajo la forma de intoxicación crónica (14).

Su carácter irritante genera frecuentes lesiones de entrada, muy típicas en la contaminación crónica por vía respiratoria, como bronquitis crónicas, frecuentemente con componentes asmatiformes, y alteraciones en la mucosa de las vías respiratorias altas. Puede provocar neumonía por aspiración pulmonar. El metanol se distribuye rápidamente en los tejidos de acuerdo al contenido acuoso de los mismos, ya que su volumen de distribución es de 0.6 l/Kg de peso. La mayor parte del metanol circula en el agua plasmática. Una vez absorbido se dirige al hígado donde sufre procesos de oxidación a una velocidad 7 veces menor comparada con las del alcohol (14).

3.1.1.1 INTOXICACIÓN AGUDA

La vía más frecuente de absorción en una intoxicación aguda es la digestiva. La dosis letal varía entre 20 y 100 ml aunque algunos autores informan dosis letales de 240 ml. La muerte por metanol va siempre precedida de ceguera. Se sabe que incluso 15 ml de metanol han causado ceguera y el responsable de ello es el formaldehído (15).

De acuerdo a la dosis absorbida, las formas de presentación son las siguientes:

Forma Leve: Sensación nauseosa, molestias epigástricas y cefaleas. Si el tiempo de absorción es de algunas horas se presenta visión borrosa (15).

Forma Moderada: Se producen vómitos. Hay taquicardia y depresión del sistema nervioso central. Si se produce el cuadro de embriaguez, es poco intenso y corto en su duración. La piel está fría y sudorosa, la visión es borrosa y hay taquipnea (15).

Forma Grave: El paciente está en coma y presenta acidosis metabólica. La respiración es superficial y rápida. El color de la piel y las mucosas es francamente cianótico. Las dificultades para respirar pueden llegar al edema agudo de pulmón. La orina y el aliento huelen a formaldehído. Se presenta edema cerebral; coma y a veces convulsiones. Las intoxicaciones graves presentan insuficiencia renal aguda (15).

3.1.1.2 INTOXICACIÓN CRÓNICA

La exposición crónica al metanol, fundamentalmente por vía respiratoria, produce alteraciones mucosas en las vías respiratorias superiores y en la conjuntiva. Se favorecen extraordinariamente los procesos alérgicos respiratorios, que mejoran en cuanto se evita el contacto con la sustancia. Si la cantidad absorbida es suficientemente alta, pueden producirse trastornos de la visión que oscilan desde la pérdida de la agudeza visual hasta la ceguera. Las lesiones por contacto se presentan con mayor frecuencia en antebrazos y manos, y se producen por exposiciones prolongadas (16).

Las intoxicaciones en adultos se dan casi siempre por ingestión de bebidas alcohólicas adulteradas, luego de la cual, la midriasis precoz es signo de mal pronóstico y significa pérdida irreparable de la función visual. Y en niños, por el empleo de fricciones de alcohol para fiebre, dolor abdominal, tos, etc (16).

3.2 ANATOMÍA PATOLÓGICA

Anatomopatológicamente, se observaron hemorragias cerebrales, edema del encéfalo, áreas necróticas del putamen y desmielinización del nervio óptico. En otros órganos, se observó necrosis pancreática e infiltración grasa de hígado y riñones. En pulmón y corazón se observaron alteraciones inespecíficas. Ante cualquier sospecha de que la intoxicación pueda deberse a metanol y no a alcohol etílico es necesario buscar ayuda médica, provocar el vómito lo antes posible y hacer que la persona ingiera cualquier bebida que contenga alcohol etílico (no alcohol de uso externo o industrial), para que el hígado metabolice éste y no el metanol. Con ello se impide que se forme el metabolito que daña el nervio óptico. Esta medida puede salvar la vista del intoxicado (16).

3.2.1 DIAGNÓSTICO

Los criterios para el diagnóstico son:

- a. Antecedente de ingesta de alcohol
- b. Visión borrosa
- c. Respiración rápida y superficial (acidosis)
- d. Nivel de metanol en sangre. Cifras superiores a 20 mg/100 ml son indicativos de intoxicación severa y requieren tratamiento con etanol. Niveles superiores a 50 mg/100 ml son indicación para la hemodiálisis.

- e. Gases arteriales; el pH y la concentración sanguínea de bicarbonato delimitan la gravedad del cuadro.
- f. Presencia de formaldehído o ácido fórmico en la orina (16).

3.2.2 TRATAMIENTO

- a. Lavado gástrico con carbón activado en las primeras 4 horas después de la ingestión
- b. Líquidos parenterales
- c. Vendaje ocular precoz
- d. Manejo de la acidosis mediante la administración de bicarbonato de acuerdo con los gases arteriales
- e. Administración parenteral de etanol (1 mg/kg). Se utiliza la infusión endovenosa de etanol absoluto diluido en dextrosa al 5% en AD, para pasar en 15 minutos, continuando con una dosis de 125 mg/kg/hora para mantener concentraciones sanguíneas de etanol de 100-200 mg/dl, las cuales causan ebriedad; este tratamiento se debe mantener por 72 horas.

El etanol se presenta en ampollas de 2 ml y 5 ml al 97%; 1 ml de etanol contiene 790 mg de alcohol. Cuando no se cuente con el etanol para vía parenteral, el tratamiento se hace por vía oral, con:

- a. Aguardiente (100 ml tienen 30-35 ml de etanol puro)
- b. Whisky 40-45% de etanol en volumen, o
- c. Vodka 40-45% de etanol en volumen

La hemodiálisis se utiliza cuando los síntomas progresan a pesar del alcohol etílico, o bien si la concentración de metanol en la sangre es igual o superior a 50 mg/100 ml (16).

3.3 RELACIÓN ENTRE LA OXIDACIÓN DE ETANOL Y METANOL

El metanol ocasiona menos ebriedad que el etanol y de hecho, este signo no es importante en la intoxicación por alcohol metílico, salvo que se consuma una cantidad muy grande o se ingiera además etanol. Hay un período de latencia asintomático de 8 a 36 horas antes de que surjan los síntomas de la intoxicación (16).

Si el sujeto bebió etanol simultáneamente en volúmenes suficientes, puede retrasarse en grado extraordinario y a veces, abortarse la aparición de signos y síntomas de intoxicación por metanol. En tales casos, es notoria la intoxicación por etanol y quizás no se sospeche que el sujeto ingirió metanol (16).

El alcohol etílico compite con el alcohol metílico por la enzima alcohol deshidrogenasa, teniendo el primero mucha mayor afinidad por la enzima. De esta manera, el metanol se desvía de su ruta metabólica y no se biotransforma a formaldehído y ácido fórmico, responsables de su toxicidad. Por los motivos mencionados, se utiliza etanol (alcohol puro) diluido en agua o en alguna bebida gaseosa para administración oral o soluciones adecuadas para administración intravenosa como tratamiento en una intoxicación con metanol. Se realiza un tratamiento alcalino (bicarbonato) para combatir la acidosis metabólica (17).

4. METODOLOGÍA ANALÍTICA DE ALCOHOLES POR CROMATOGRAFÍA DE GASES

Es una técnica que se empezó a utilizar en las destilerías a fines de la década de los años cincuenta, y actualmente es ampliamente utilizada para separar los componentes o solutos de una mezcla sobre la base de las cantidades relativas de cada soluto, distribuidos entre un fluido que se mueve, llamado fase móvil, y una fase estacionaria adyacente. La fase móvil puede ser un líquido, un gas o un fluido supercrítico, mientras que la fase estacionaria puede ser un líquido o un sólido. El movimiento cinético molecular continuamente intercambia las moléculas del soluto entre las dos fases. Si para un soluto en particular, la distribución favorece a la fase móvil, las moléculas gastarían la mayor parte de su tiempo migrando con el fluido, y podrían ser transportadas lejos de las otras moléculas que son más retenidas por la fase estacionaria (18).

El detector FID (ionización de llama) permite analizar la muestra sin necesidad de destilación, es decir, que la misma no requiere ningún tratamiento preliminar, lo que elimina errores por pérdida durante la extracción u otra manipulación de la muestra, además de que es sensible a bajos niveles de ppm, e insensible al agua (18).

4.1 COLUMNAS CAPILARES

Los materias principales del tubo son la silica fundida y el acero inoxidable; la mayoría son polímeros, líquidos o gomas, de alto peso molecular, estables térmicamente. Las fases estacionarias de este tipo más comunes son los polisiloxanos y polietilenglicoles, las otras más comunes son aquellas con fases estacionarias de pequeñas partículas porosas, compuestas de polímeros o zeolitas (19).

5. ESTUDIOS PREVIOS

En Guatemala, se han realizado varios estudios acerca de la presencia de metanol en diversos productos, como adulterante de los mismos, pero ninguno se ha enfocado en la investigación de las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales del país.

El estudio más reciente relacionado con el tema, fué realizado como trabajo de tesis por Salas, O (2002), en el cual se determinó la cantidad de metanol en perfumes de cinco marcas nacionales, y se estableció su ausencia en todas las muestras analizadas, por lo que todas cumplen con las normas de calidad establecidas en Guatemala para este tipo de productos. Este estudio se tomó como base de la metodología analítica actualizada para la determinación de alcoholes por cromatografía de gases (20).

Pirir, G. (1990) realizó la determinación de la concentración de componentes volátiles (incluyendo metanol) en vinos de uva y naranja elaborados en la ciudad de Guatemala, y concluyó que el metanol no es una sustancia común en los vinos elaborados en Guatemala, sin embargo, pudo constatar su presencia en algunas muestras (21).

Sandoval, H. (1984 – 1988), realizó una extensa investigación, sobre la determinación cuantitativa de metanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 3-metil-1-Propanol, 2-pentanol y 3-metil-1-butanol, en licores de preparación clandestina (Aguardientes), así como un análisis del Boj, bebida fermentada indígena tradicional elaborada en el departamento de Alta Verapaz, respectivamente y concluyó que los aguardientes nacionales de elaboración clandestina no reunían los requisitos sanitarios establecidos por la OPS, ya que determinó la presencia de n-propanol, isobutanol,, alcohol isoamílico, 2-butanol y acetato de etilo en todas las bebidas clandestinas analizadas (22-23).

El primer estudio realizado, relacionado con la presente investigación, es el trabajo de análisis de aguardientes clandestinos, elaborado como tesis de graduación de Cordero, E. (1979), donde se enfocó en la detección de alcoholes superiores en este tipo de bebidas, sin incluir el metanol y se determinó su presencia en pequeñas cantidades (24).

IV. JUSTIFICACIÓN

Las bebidas alcohólicas de todo tipo, incluidas las de producción tradicional son elaboradas a partir de compuestos inocuos, donde la esencia es el etanol, el cual, puede adulterarse o producirse junto con el metanol, compuesto que, debido a la toxicidad que presenta, no debe encontrarse en ninguna formulación de consumo humano, ya que provoca intoxicaciones que pueden ir desde ceguera permanente hasta cianosis, hipotensión, coma y en el peor de los casos muerte por insuficiencia respiratoria.

Debido a la toxicidad del metanol, a que el consumo de bebidas alcohólicas fermentadas populares alcanza niveles considerables en las comunidades rurales y a que éstas son generalmente elaboradas de forma casera, sin un estricto control de la fermentación y de la producción y contaminación con metanol, es necesario realizar un control de calidad de estos productos para determinar la presencia y concentración del metanol como contaminante. Además, hasta la fecha no se han efectuado estudios acerca de la presencia de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales o populares de Guatemala.

El realizar este tipo de investigación, pondrá en evidencia la posible contaminación de metanol en este tipo de productos y en aviso a las industrias nacionales, las autoridades de sanidad y a los consumidores, en cuanto a aumentar sus exigencias y realizar un control de calidad más profundo a este tipo de productos.

V. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

1. Determinar la presencia de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de mayor consumo en Guatemala.

4.2. ESPECÍFICOS

1. Evaluar la calidad química de las bebidas tradicionales fermentadas de mayor consumo en la población de la región norte y occidental de Guatemala.
2. Cuantificar el metanol en las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales de mayor consumo en Guatemala, por medio de cromatografía de gases.
3. Determinar si el contenido de metanol presente en las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de mayor consumo en Guatemala, se encuentra por debajo del límite permitido de 300 ppm, según las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1193.
4. Presentar los resultados obtenidos a las autoridades de salud de Guatemala, para que sean tomados como base para la regulación y vigilancia en la producción y distribución de bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

1. UNIVERSO:

Bebidas alcohólicas tradicionales fermentadas de mayor consumo y de más bajo costo en la región norte y occidental de Guatemala.

2. MUESTRA:

Muestras de cuatro bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales de mayor consumo (boj, caldo de frutas, fresco de suchiles, cicha) en el norte y occidente de Guatemala.

3. MEDIOS:

3.1 RECURSOS HUMANOS:

- Autora: Lidia Azucena Sánchez Paz
- Asesor: Lic. Estuardo Serrano Vives, Ms.A.
- Consultor: Ph.D. Jorge Zúñiga

3.2 RECURSOS MATERIALES:

3.2.1 Equipo:

- Cromatógrafo de gas con horno de temperatura programable, y detector FID.
- Columna cromatográfica capilar HP innowax de 30m x 0.53mm x 1.2um.
- Oxígeno, hidrógeno y nitrógeno

3.2.2 Cristalería y Materiales:

- Jeringa graduada en microlitros y papel filtro
- Pipetas volumétricas de vidrio de 1 mililitro
- Balones de vidrio aforado de 100 mililitro
- Erlenmeyers de vidrio de 50 mililitro con tapón
- Beaker de 50 mililitro
- Pipetas pasteur
- Embudos de vidrio

3.2.3 Reactivos:

- Metanol de pureza cromatográfica
- Etanol de pureza cromatográfica
- Agua destilada de pureza cromatográfica

4. MÉTODOS:

Cromatografía de gases para la identificación y cuantificación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales de mayor consumo en Guatemala.

El análisis se realizó por duplicado en cada muestra (10).

4.1 PROCEDIMIENTO:

- **Preparación de la Muestra:** Tomar 10 mililitros de la muestra a 40°C y llevar a volumen con agua destilada en un balón de 100mililitros. Filtrar la solución con papel Whatmann No. 4
- **Preparación del Estándar:** Tomar 1mililitro de metanol y 1 mililitro de etanol y llevar a volumen con agua destilada en dos balones de 100 mililitros, respectivamente.
- **Condiciones Cromatográficas:** Gas portador nitrógeno 20 ml/min., temperatura de horno 85°C, temperatura inicial 50°C, rampa de temperatura 10°C/min hasta 80°C, temperatura del inyector y del detector 250°C.

4.2 CÁLCULOS:

$$\% \text{ Metanol} = \frac{\text{Área de la Muestra}}{\text{Área del Estándar}} * 0.01 \text{ mg/ml} * 100 * 100\%$$

5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de tesis se basa en una investigación no experimental, transversal y descriptiva.

5.1 DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN:

5.1.1 Diseño del Muestreo: Se analizaron tres muestras de cuatro diferentes bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales, por duplicado, para hacer un total de 24 análisis. Las 24 muestras se tomaron a conveniencia, en un muestreo no probabilístico, en la región norte y occidental del país.

5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se determinó y cuantificó la presencia de metanol en las bebidas bajo estudio, por medio de la relación del área y el tiempo de retención de dicho alcohol en el estándar y en las muestras.

5.2.1 Análisis Estadístico: Se determinó la media del área y del tiempo de retención del metanol, por cada bebida alcohólica fermentada tradicional.

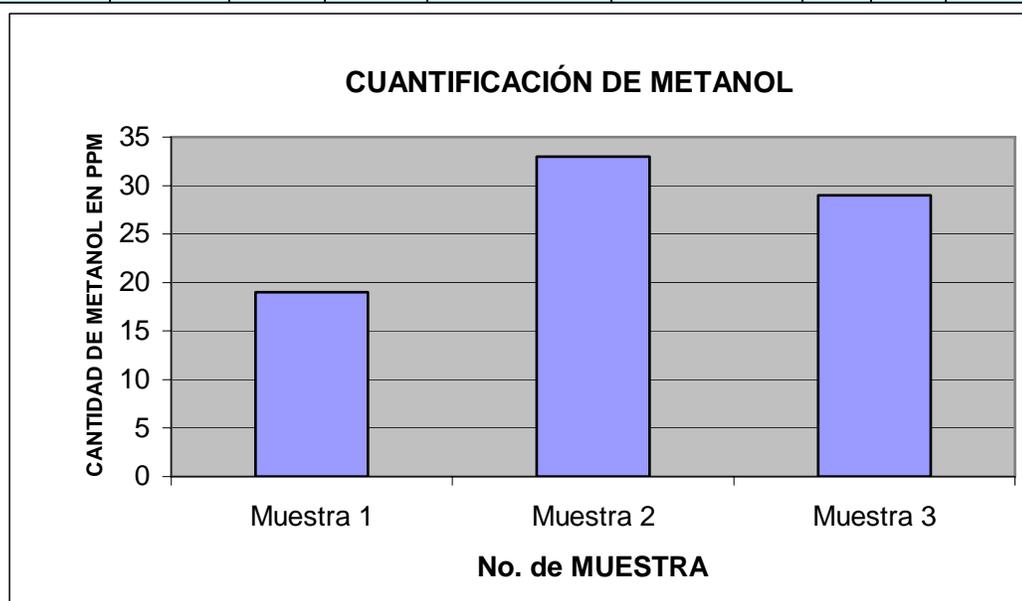
5.2.2 Análisis de Datos: Se determinó por cada una de las cuatro bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales, la existencia o ausencia de contaminación con metanol.

VIII. RESULTADOS

CUANTIFICACIÓN DE METANOL Y ETANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES DE LA REGIÓN OCCIDENTAL DE GUATEMALA

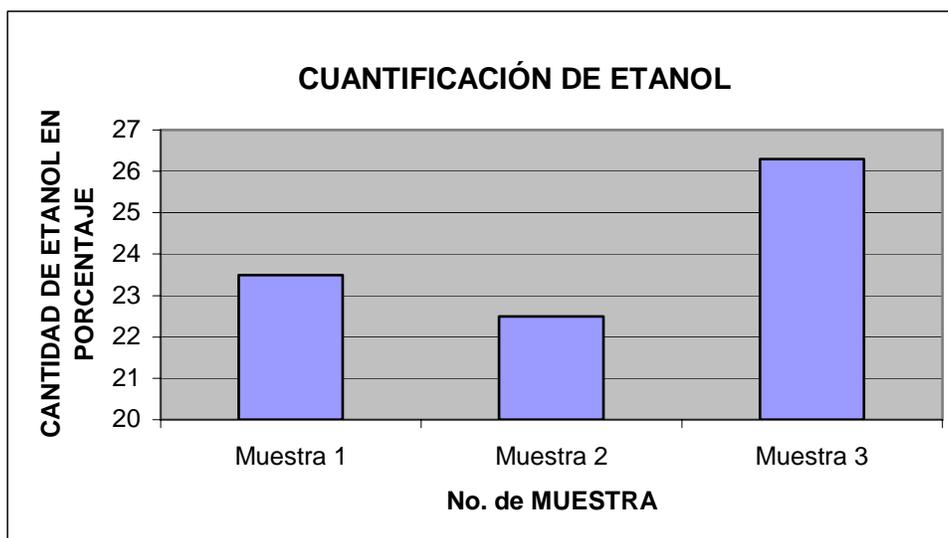
METANOL EN BEBIDA No. 1 (CUSHA)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Concentración de Metanol en %
Muestra 1	San Marcos 1	Cusha	1.027	1.027	0.104087	4371.3623	0.10	10.0	0.0024
Muestra 1	San Marcos 2	Cusha	1.027	1.028	0.062288	4371.3623	0.10	10.0	0.0014
Muestra 1	Promedio	Cusha		1.0275	0.083188				0.0019
Muestra 2	San Marcos 1	Cusha	1.032	1.032	0.129596	3569.5205	0.10	10.0	0.0036
Muestra 2	San Marcos 2	Cusha	1.032	1.031	0.103451	3569.5205	0.10	10.0	0.0029
Muestra 2	Promedio	Cusha		1.0315	0.116524				0.0033
Muestra 3	San Marcos 1	Cusha	1.032	1.033	0.144453	5094.7822	0.10	10.0	0.0028
Muestra 3	San Marcos 2	Cusha	1.032	1.033	0.148142	5094.7822	0.10	10.0	0.0029
Muestra 3	Promedio	Cusha		1.033	0.146298				0.0029
Promedio	6 Muestras	Cusha							0.0027



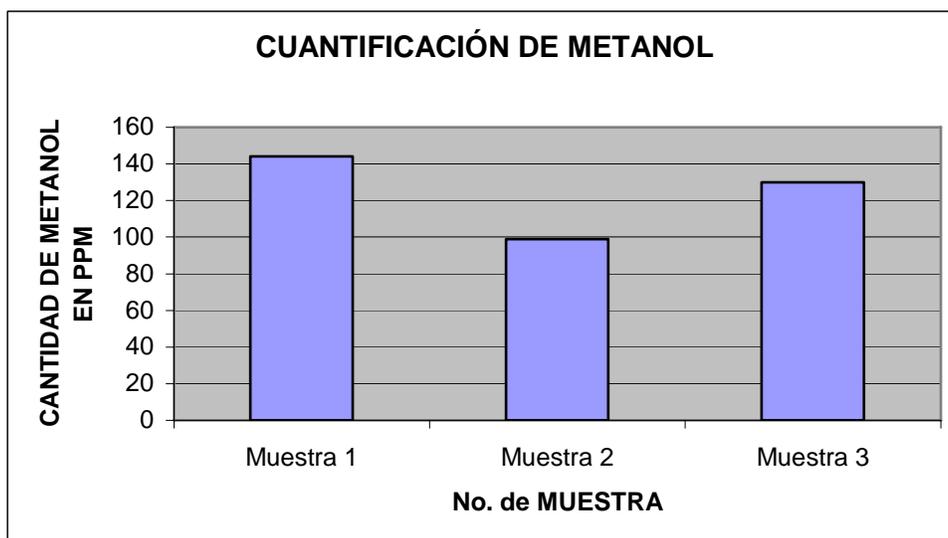
ETANOL EN BEBIDA No. 1 (CUSHA)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Concentración de Etanol en %
Muestra 1	San Marcos 1	Cusha	1.067	1.067	1884.5426	5825.1567	0.10	10.0	32.3518
Muestra 1	San Marcos 2	Cusha	1.067	1.066	854.9535	5825.1567	0.10	10.0	14.6769
Muestra 1	Promedio	Cusha		1.0665	1369.7481				23.5144
Muestra 2	San Marcos 1	Cusha	1.07	1.069	889.8063	4043.5625	0.10	10.0	22.0055
Muestra 2	San Marcos 2	Cusha	1.07	1.069	933.2649	4043.5625	0.10	10.0	23.0803
Muestra 2	Promedio	Cusha		1.069	911.5356				22.5429
Muestra 3	San Marcos 1	Cusha	1.072	1.071	861.9387	5276.0898	0.10	10.0	16.3367
Muestra 3	San Marcos 2	Cusha	1.072	1.072	1919.0848	5276.0898	0.10	10.0	36.3732
Muestra 3	Promedio	Cusha		1.0715	1390.5118				26.3550
Promedio	6 Muestras	Cusha							24.1374



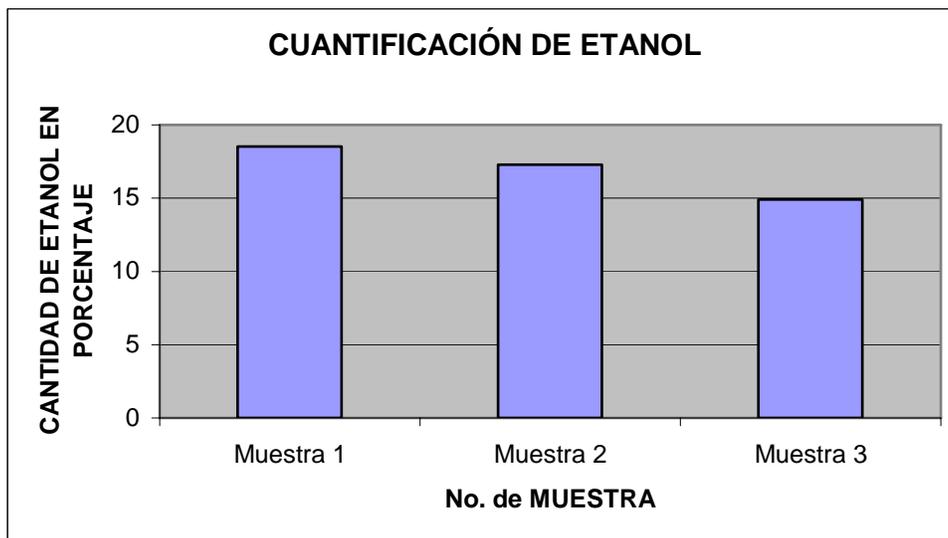
METANOL EN BEBIDA No. 2 (CALDO DE FRUTAS)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Concentración de Metanol en %
Muestra 1	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.027	1.028	0.490507	4371.3623	0.10	10.0	0.0112
Muestra 1	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.027	1.028	0.772311	4371.3623	0.10	10.0	0.0177
Muestra 1	Promedio	Caldo de frutas		1.028	0.631409				0.0144
Muestra 2	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.031	1.031	0.308159	4922.7305	0.10	10.0	0.0063
Muestra 2	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.027	1.028	0.595868	4371.3623	0.10	10.0	0.0136
Muestra 2	Promedio	Caldo de frutas		1.0295	0.452014				0.0099
Muestra 3	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.025	1.024	0.738794	4417.7114	0.10	10.0	0.0167
Muestra 3	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.025	1.022	0.406352	4417.7114	0.10	10.0	0.0092
Muestra 3	Promedio	Caldo de frutas		1.023	0.572573				0.0130
Promedio	6 Muestras	Caldo de frutas							0.0125



ETANOL EN BEBIDA No. 2 (CALDO DE FRUTAS)

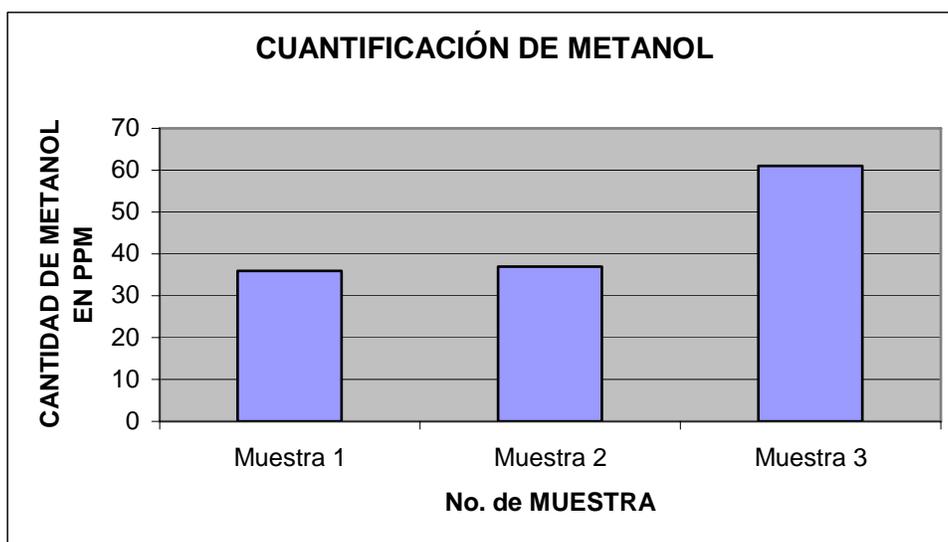
Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Concentración de Etanol en %
Muestra 1	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.068	1.067	725.1004	5260.4609	0.10	10.0	13.7840
Muestra 1	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.068	1.066	1219.063	5260.4609	0.10	10.0	23.1741
Muestra 1	Promedio	Caldo de frutas		1.0665	972.0821				18.4790
Muestra 2	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.068	1.069	733.0099	5057.8813	0.10	10.0	14.4924
Muestra 2	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.066	1.065	992.4417	4924.5732	0.10	10.0	20.1528
Muestra 2	Promedio	Caldo de frutas		1.067	862.7258				17.3226
Muestra 3	Quetzaltenango 1	Caldo de frutas	1.062	1.062	882.7636	5426.5024	0.10	10.0	16.2676
Muestra 3	Quetzaltenango 2	Caldo de frutas	1.062	1.06	733.1481	5426.5024	0.10	10.0	13.5105
Muestra 3	Promedio	Caldo de frutas		1.061	807.9559				14.8891
Promedio	6 Muestras	Caldo de frutas							16.8969



CUANTIFICACIÓN DE METANOL Y ETANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES DE LA REGIÓN NORTE DE GUATEMALA

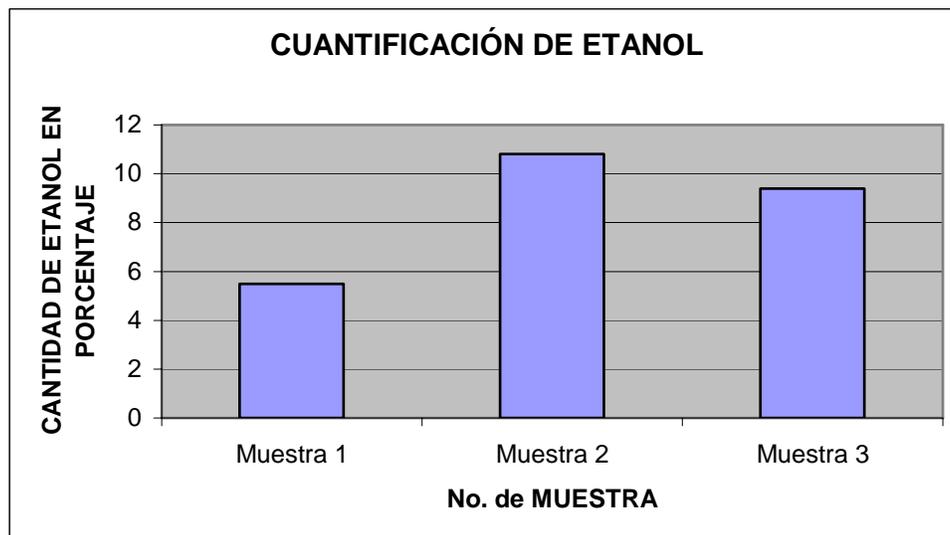
METANOL EN BEBIDA No. 1 (BOJ)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Quantificación de Metanol en %
Muestra 1	Coban 1	Boj	1.035	1.034	0.104517	4797.3999	0.10	10.0	0.0022
Muestra 1	Coban 2	Boj	1.035	1.034	0.238007	4797.3999	0.10	10.0	0.0050
Muestra 1	Promedio	Boj		1.034	0.171262				0.0036
Muestra 2	Coban 1	Boj	1.037	1.038	0.126501	4353.1094	0.10	10.0	0.0029
Muestra 2	Coban 2	Boj	1.035	1.035	0.197043	4467.7378	0.10	10.0	0.0044
Muestra 2	Promedio	Boj		1.0365	0.161772				0.0037
Muestra 3	Coban 1	Boj	1.035	1.034	0.230716	4467.7378	0.10	10.0	0.0052
Muestra 3	Coban 1	Boj	1.035	1.035	0.316570	4467.7378	0.10	10.0	0.0071
Muestra 3	Promedio	Boj		1.0345	0.273643				0.0061
Promedio	6 Muestras	Boj							0.0045



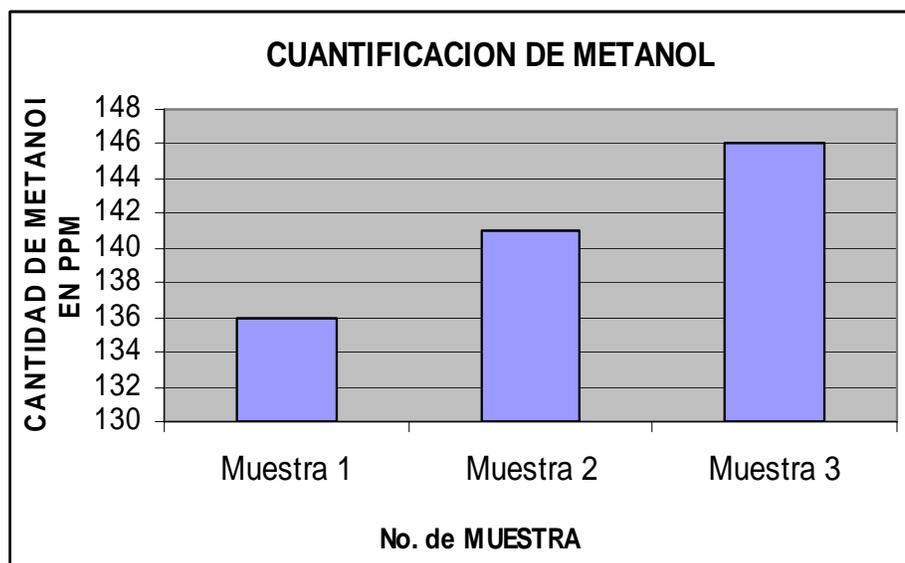
ETANOL EN BEBIDA No. 1 (BOJ)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Concentración de Etanol en %
Muestra 1	Coban 1	Boj	1.071	1.072	417.1258	7837.0332	0.10	10.0	5.3225
Muestra 1	Coban 2	Boj	1.071	1.072	447.4228	7837.0332	0.10	10.0	5.7091
Muestra 1	Promedio	Boj		1.072	432.2743				5.5158
Muestra 2	Coban 1	Boj	1.076	1.076	494.0414	4737.9722	0.10	10.0	10.4273
Muestra 2	Coban 2	Boj	1.076	1.073	527.3380	4737.9722	0.10	10.0	11.1300
Muestra 2	Promedio	Boj		1.0745	510.6897				10.7787
Muestra 3	Coban 1	Boj	1.073	1.072	477.8891	4323.8813	0.10	10.0	11.0523
Muestra 3	Coban 1	Boj	1.073	1.073	339.3339	4323.8813	0.10	10.0	7.8479
Muestra 3	Promedio	Boj		1.0725	408.6115				9.4501
Promedio	6 Muestras	Boj							8.5815



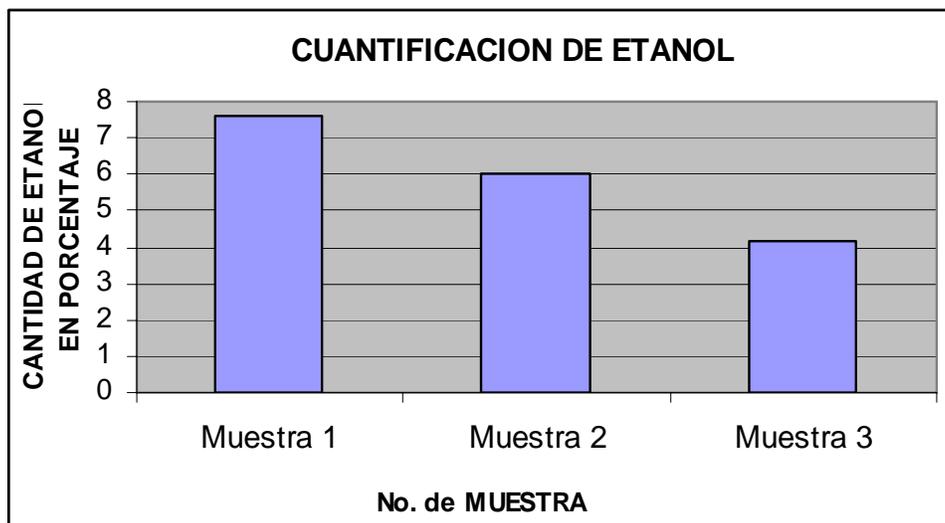
METANOL EN BEBIDA No. 2 (FRESCO DE SUCHILES)

Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Cuantificación de Metanol en %
Muestra 1	Norte 1	Suchiles	1.037	1.037	0.371391	2629.9241	0.10	10.0	0.0141
Muestra 1	Norte 2	Suchiles	1.037	1.038	0.341949	2629.9241	0.10	10.0	0.0130
Muestra 1	Promedio	Suchiles		1.0375	0.356670				0.0136
Muestra 2	Norte 1	Suchiles	1.037	1.038	0.387513	2629.9241	0.10	10.0	0.0147
Muestra 2	Norte 2	Suchiles	1.037	1.039	0.351970	2629.9241	0.10	10.0	0.0134
Muestra 2	Promedio	Suchiles		1.0385	0.369742				0.0141
Muestra 3	Norte 1	Suchiles	1.041	1.042	0.452643	2343.9558	0.10	10.0	0.0193
Muestra 3	Norte 2	Suchiles	1.041	1.041	0.232688	2343.9558	0.10	10.0	0.0099
Muestra 3	Promedio	Suchiles		1.0415	0.342666				0.0146
Promedio	6 Muestras	Suchiles							0.0141

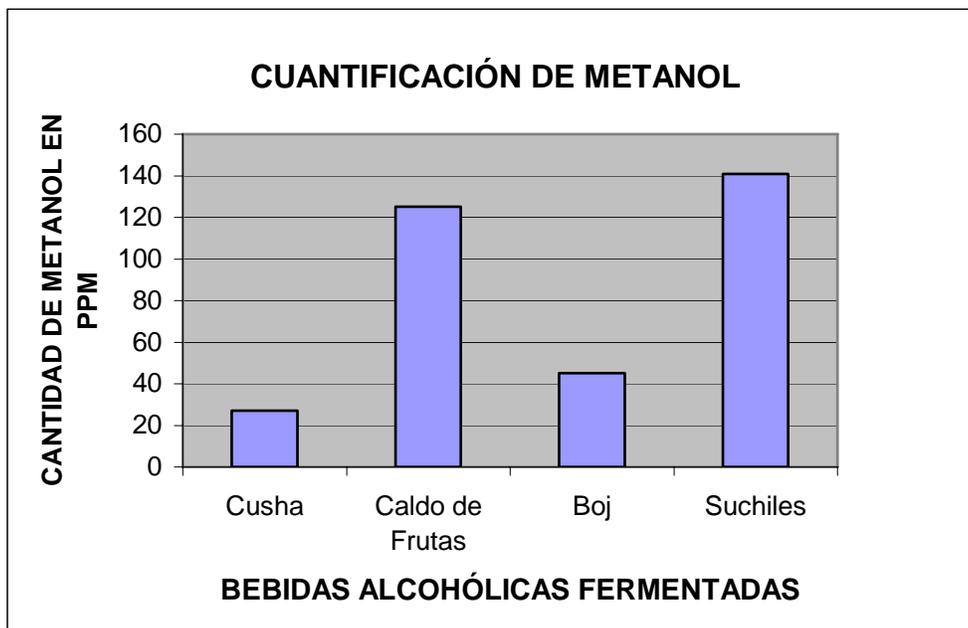


ETANOL EN BEBIDA No. 2 (FRESCO DE SUCHILES)

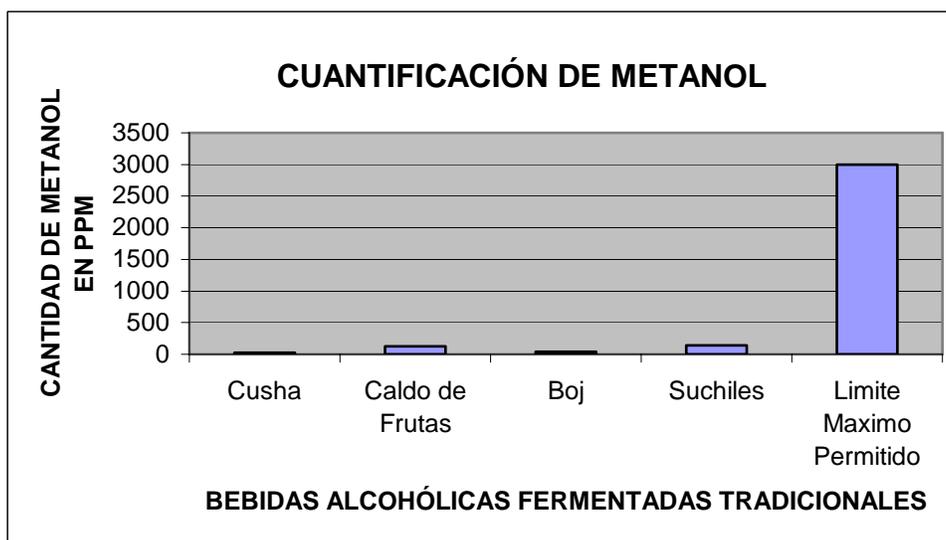
Muestra	Lugar	Bebida	TR St.	TR Mx.	Área Muestra	Área Estándar	CSt.	CMx.	Cuantificación de Etanol en %
Muestra 1	Norte 1	Súchiles	1.075	1.074	231.8207	3004.8682	0.10	10.0	7.7148
Muestra 1	Norte 2	Súchiles	1.075	1.075	224.6564	3004.8682	0.10	10.0	7.4764
Muestra 1	Promedio	Súchiles		1.0745	228.2386				7.5956
Muestra 2	Norte 1	Súchiles	1.077	1.075	320.9919	4352.7544	0.10	10.0	7.3745
Muestra 2	Norte 2	Súchiles	1.077	1.077	201.6893	4352.7544	0.10	10.0	4.6336
Muestra 2	Promedio	Súchiles		1.076	261.3406				6.0040
Muestra 3	Norte 1	Súchiles	1.079	1.079	267.2439	4924.3779	0.10	10.0	5.4270
Muestra 3	Norte 2	Súchiles	1.079	1.08	141.8362	4924.3779	0.10	10.0	2.8803
Muestra 3	Promedio	Súchiles		1.0795	204.5401				4.1536
Promedio	6 Muestras	Súchiles							5.9178



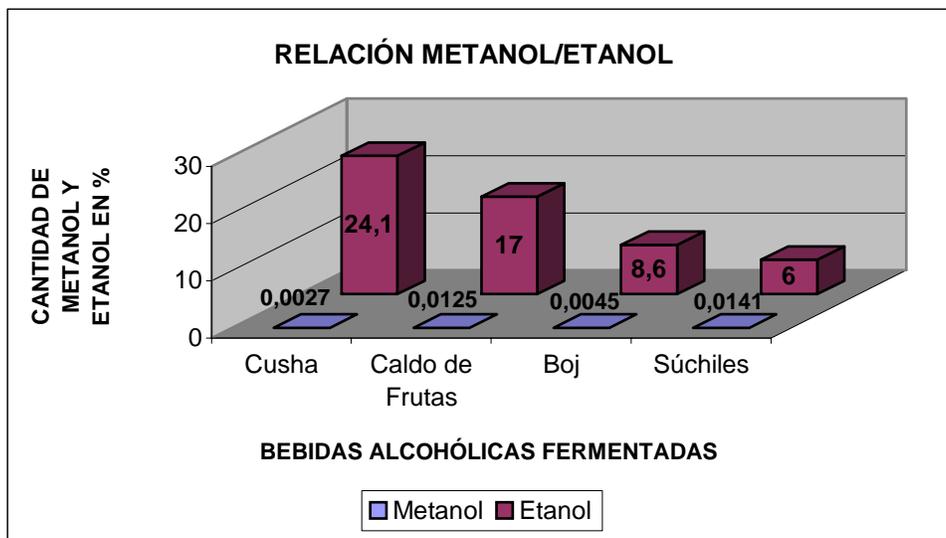
CANTIDAD DE METANOL EN CADA BEBIDA ALCOHÓLICA FERMETADA TRADICIONAL DE GUATEMALA



COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE METANOL EN LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES DE GUATEMALA CON EL LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO



CANTIDAD DE METANOL Y ETANOL ENCONTRADOS EN LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES ANALIZADAS



RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE RETENCIÓN DE LOS ESTANDARES DE METANOL Y EL TIEMPO DE RETENCIÓN DE LOS ESTANDARES DE ETANOL

No. de MUESTRA	BEBIDA ALCOHOLICA	METANOL TR St.	ETANOL TR St.	RELACION ENTRE TR
Muestra 1	Cusha	1.027	1.067	0.963
Muestra 1	Cusha	1.027	1.067	0.963
Muestra 2	Cusha	1.032	1.07	0.964
Muestra 2	Cusha	1.032	1.07	0.964
Muestra 3	Cusha	1.032	1.072	0.963
Muestra 3	Cusha	1.032	1.072	0.963
Muestra 1	Caldo de Frutas	1.027	1.068	0.962
Muestra 1	Caldo de Frutas	1.027	1.068	0.962
Muestra 2	Caldo de Frutas	1.031	1.068	0.965
Muestra 2	Caldo de Frutas	1.027	1.066	0.963
Muestra 3	Caldo de Frutas	1.025	1.062	0.965
Muestra 3	Caldo de Frutas	1.025	1.062	0.965
Muestra 1	Boj	1.035	1.071	0.966
Muestra 1	Boj	1.035	1.071	0.966
Muestra 2	Boj	1.037	1.076	0.964
Muestra 2	Boj	1.035	1.076	0.962
Muestra 3	Boj	1.035	1.073	0.965
Muestra 3	Boj	1.035	1.073	0.965
Muestra 1	Súchiles	1.037	1.075	0.965
Muestra 1	Súchiles	1.037	1.075	0.965
Muestra 2	Súchiles	1.037	1.077	0.963
Muestra 2	Súchiles	1.037	1.077	0.963
Muestra 3	Súchiles	1.041	1.079	0.965
Muestra 3	Súchiles	1.041	1.079	0.965

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación tuvo como fin la determinación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de la región occidental y norte de la República de Guatemala, donde se determinó que su presencia está por debajo de los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas NOM-142-SSA1-1995 y NOM-053-SSA1-1193, referentes al mismo, sin embargo, su presencia expone la peligrosidad que trae consigo el consumo continuo de estas bebidas, ya que no se elaboran bajo buenas practicas de manufactura, ni con el consecuente control de calidad adecuado.

La normativa tomada como referencia para la comparación de resultados, es la mexicana, debido a que en Guatemala no se cuenta con ningún reglamento oficial referente al control de metanol en bebidas alcohólicas, aunque si existe una normativa que especifica su análisis, el cual es realizado eventualmente por laboratorio nacional de salud (LNS), principalmente a la cusha, tomando como límite extraoficial de metanol un 3.0% (30,000 ppm), siendo éste muy elevado comparado con normas internacionales.

La investigación fue realizada tomando dos muestras de la región norte del país y dos muestras de la región occidental. Las bebidas analizadas fueron en la región norte, el boj y el fresco de súchiles, y la región occidental el caldo de frutas y la cusha.

Los tiempos de retención del metanol tanto en el estándar, como en las muestras fue variable desde 1.027 hasta una máximo de 1.041 debido, principalmente a las condiciones ambientales, ya que el equipo de cromatografía de gases utilizado es muy sensible a cambios ambientales como temperatura, humedad e incluso vibraciones, así como al error humano al momento de realizar las inyecciones al equipo, ya que el ingreso de aire en exceso también varia los tiempos de retención. Sin embargo, puede asegurarse que todos los tiempos corresponden al metanol por la semejanza entre el tiempo de retención del estándar y las muestras analizadas bajo las mismas condiciones ambientales de trabajo. Además en el análisis de resultados se estableció que en todas las muestras la relación entre el tiempo de retención del metanol y el tiempo de retención del etanol, fue el mismo (0.96).

Según los resultados obtenidos, se determinó que las bebidas analizadas con mayor porcentaje de etanol son el caldo de frutas con un 17.0% y la cusha con un 24.1%, mientras que el boj y el fresco de súchiles presentan un porcentaje menor, siendo de 8.6% y 6.0% respectivamente encontrándose todas dentro del rango aceptable de etanol. En cuanto al metanol, se observó que todas las muestras de las cuatro bebidas alcohólicas analizadas presentan dicho alcohol dentro de su composición, principalmente el fresco de súchiles, que tiene la mayor cantidad, siendo esta de 0.0141% (141ppm), seguido del caldo de frutas con un 0.0125% (125ppm), el boj con un 0.0045% (45ppm) y la cusha con un 0.0027% (27ppm); esta contaminación con metanol se debe, principalmente a un proceso de fermentación inadecuado, donde se facilita la formación de metanol por la desesterificación de las pectinas estearasas presentes en las frutas y en muchos casos por la adición de diversas sustancias como cal o excrementos animales que aceleran la fermentación favoreciendo la formación de alcoholes superiores y de metanol (9).

Aunque el metanol no es un producto común de la fermentación, ni se considera proporcional a la cantidad de etanol, es importante mencionar que, en este caso, el fresco de súchiles que presenta la mayor cantidad de metanol, tiene la menor cantidad de etanol, mientras que la cusha que tiene la menor cantidad de metanol, presenta la mayor cantidad de etanol, debido, en el caso del fresco de súchiles, a que el tiempo de fermentación es menor, lo que influye en que la cantidad de etanol sea menos en el producto final y en el caso de la cusha, a que aunque el tiempo de fermentación es mayor, el proceso es más adecuado ya que se evitó en gran parte la formación de metanol, aunado a que la cusha como tal si es sometida a controles esporádicos por parte del ministerio de salud.

Finalmente pudo determinarse que aunque la cantidad de metanol en este tipo de bebidas es mínimo, es necesario realizar un seguimiento, verificar su proceso de manufactura y velar por el cumplimiento de las buenas practicas, así como del control de calidad necesario para salvaguardar la salud de los consumidores principalmente en el interior del país, donde es más económico obtener bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales, que bebidas alcohólicas comerciales que cuentan con registro sanitario, producidas bajo normas de calidad que garantizan su pureza, ya que se comprobó la ausencia de contaminantes como el metanol, siendo esta la diferenciación básica entre ambos tipos de bebidas alcohólicas.

IX. CONCLUSIONES

1. El metanol se encontró presente como contaminante en las cuatro bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares analizadas (cusha, caldo de frutas, boj y fresco de súchiles).
2. Las bebidas alcohólicas tradicionales fermentadas que fueron analizadas cumplen con las especificaciones de calidad para bebidas de su tipo, sin embargo, no presentan calidad química debido a la presencia de metanol además de etanol dentro de su composición.
3. La concentración de metanol que fue cuantificada en las cuatro bebidas analizadas no sobrepasa el límite aceptado para este tipo de bebidas de 3000 ppm, sin embargo su presencia es un indicador de malas prácticas de manufactura de bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de Guatemala.

X. RECOMENDACIONES

1. Por tratarse de una investigación descriptiva no es posible generalizar los resultados obtenidos hacia todas las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales de Guatemala, pero puede ser utilizada como una guía que encamine la realización de nuevas investigaciones que tomen en cuenta poblaciones mayores para establecer un patrón de resultados más exacto.
2. Por su alto costo y por la necesidad de contar con instalaciones especiales, la cromatografía de gases no es una metodología recomendable para realizar el control de calidad de bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares a gran escala, sin embargo puede lograrse por medio de la determinación cualitativa de dicho alcohol.
3. Realizar estudios donde se compare la calidad fisicoquímica de las bebidas destiladas elaboradas comercialmente, con las bebidas alcohólicas fermentadas elaboradas de forma artesanal en el interior del país.
4. Realizar controles de calidad fisicoquímica por medio del Laboratorio Nacional de Salud (LNS), de forma continua, capacitando a los fabricantes y consumidores acerca del peligro de su producción y consumo inadecuado.

XI. REFERENCIAS

1. Enciclopedia Larouse Tomo I. 1999. Editorial Larouse. 10ª. Edición. Barcelona, España.
2. Katzung, Bernad. 2000. **Farmacología Básica y Clínica**. 8ª edición. Editorial El Manual Moderno. México.
3. Goodman y Gilman. 2000 **Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica**. 10 edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
4. The Merck Index. 13ª. Edición. Merck Co. Inc. Rahway, NJ, USA. 1983. 1463 p. p(853)
5. Karlson, P. **Introduction to Modern Biochemistry**. 10a. Edition. Academia Press. California, USA. 1999.
6. Enciclopedia Encarta Microsoft 2000. 1993. Microsoft Corporation. Estados Unidos de América.
7. Raymond, Chang. 1998. **Química**. Editorial MacGraw Hill. 6ta. Edición.
8. Seese, W. 1998. **Química**. Editorial Prentice Hall. 5ª. Edición.
9. Documento Técnico. **Evaluación de Riesgos: Bebidas Alcohólicas Artesanales**. Ministerio de Salud. Perú. 2001. 87 p.
10. Intoxicación y Acidosis Metabólica producida por Metanol. 2002. Estados Unidos de América, Disponible en :
www.intox.org/pagesource/treatment/spanish/acidosis_metabolica.htm
11. Klaassen, Curtis; Watkins, Jonh. **Manual de Toxicología**. 5ª. Edición. Editorial McGraw-Hill. Mexico. (p. 471, 587, 744-745)
12. Norma Oficial Mexicana **NOM-053-SSA1-1993**. **Medidas Sanitarias del Proceso y Uso del Metanol (Alcohol Metilico)**. Mexico. 1993.

13. **Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Bienes Y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial.**
14. Uribe, C. **Manual de Toxicología Clínica.** Bogota, Colombia. Temis. Pp 85, 86.
15. Córdoba, Darío. **Toxicología.** 4ª. Edición. Editorial Manual Moderno. p(393-398, 473)
16. Trae, Bev-Lorraine; Dreisbach, Robert. **Manual de Toxicología Clínica de Dreisbach, Prevención, Diagnostico y Tratamiento.** 7ª. Edición, Traducido de la 13ª Edición en Ingles. Editorial Manual Moderno. p(34, 165-167)
17. **Jacobs, Morris.** The Chemical Analysis of Foods and Food Products. 3rd. Edition. **Roberte Krieger Publishing Co. Inc. United Status of America. 1980. 970p. p(246, 255).**
18. Harris, Daniel. 1995. **Análisis Químico Cuantitativo** 3ª Edición. Editorial Iberoamericana. Estados Unidos.
19. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 14th Edition. 1984. Método No. 9.091-9.093.
20. Salas O. 2002. **Identificación y Cuantificación de Metanol en Perfumes de Cinco Marcas Nacionales por Cromatografía de Gases.** Guatemala. Tesis de Graduación, Carrera de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. 56 p. (p. 1-6, 13, 16-18).
21. Pirir G. 1990. **Determinación de la Concentración de Componentes Volátiles y Azúcares Reductores en Vinos de Uva y Naranja Elaborados en la Ciudad de Guatemala.** Guatemala. Tesis de Graduación, Carrera de Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 103 p. (p. 9, 13-14, 51, 98, 100-10).

22. Sandoval H. 1988. **Análisis del Boj, Bebida Fermentada Indígena Tradicional Elaborada en el Departamento de Alta Verapaz.** Guatemala. Tesis de Graduación, Carrera de Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 73 p. (p. 2, 5-8, 10).

23. Sandoval H. 1984. **Determinación Cuantitativa por Cromatografía Gas-Líquido de los Alcoholes: Metanol, 1-Propanol, 2-Propanol, 1-Butanol, 2-Butanol, 3-Metil-1-Propanol, 2-Pentanol y 3-Metil-1-Butanol, que se encuentran presentes en Licores de Preparación Clandestina (Aguardientes).** Guatemala. Informe del Examen General de Integración, Carrera de Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 31 p. (p. 3-4, 7, 12-14, 26-27, 29)

24. Cordero, E. 1979. **Determinación de Congenéricos en Aguardientes Fabricados en Forma Ilícita.** Guatemala. Tesis de Graduación, Carrera de Química, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 73 p. (p. 2, 5-8,10).

25. Entrevistas Personales realizadas a personas originarias del área occidental y norte de Guatemala, específicamente, de Salcajá, Xela, Quiché, y Cobán. Guatemala. Noviembre de 2004. – Enero 2005.

ANEXOS

MAQUINARIA Y EQUIPO

A. Equipo de fermentación:

- Fermentadores continuos.
- Equipo de disolución de la melaza.
- Tanque de almacenamiento del caldo.
- Tanque medidor del caldo.

B. Equipo de destilación:

- Columna de la masa.
- Columna del aldehído.
- Refrigerador del producto.
- Tanque de almacenamiento de polvo.
- Refrigerador.
- Máquina de entrega de residuos.
- Tanque medidor de alcohol.
- Columna del producto.
- Columna de tratamiento.
- Examinador de residuos.
- Columna de aceite combustible.
- Separador.
- Columna A para el refrigerado.
- Precalentador de la masa.
- Columna-Pu para el refrigerado.
- Columna A para el refrigerador de la base.
- Columna M para el refrigerador.
- Columna T para el refrigerador.
- Sistema de entrega de los desechos de gas.
- Columna-Pr para el refrigerador.

C. Equipos de servicio:

- Caldera de vapor.
- Bombas de alcohol.
- Tanque de la masa.
- Bomba de agua.
- Panel eléctrico.
- Filtros de alcohol

D. Equipo automático:

- Sistema de entrega automática.
- Control automático de vapor.
- Registrador de temperatura.
- Controlador de flujo.
- Regulador automático de la masa o mezcla.

E. Equipo de laboratorio:

- Medidor de pH.
- Microscopio.
- Medidor de viscosidad.
- Medidor de sacarina.
- Fotómetro eléctrico.
- Medidor de atincado.
- Refractómetro.

