CIENCIA Y DESARROLLO
EL CONOCIMIENTO A TU ALCANCE
CONACYT

→PRÓTESIS
DE LA MADERA
A LA MECATRÓNICA

→FOTOCOPIADO
INNOVACIÓN PARA
LA INDUSTRIA
DE LA IMAGEN

BACTERIAS
EN LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA

→MICROFAUNA EN CUATRO CIÉNEGAS →PRODUCTOS FERMENTADOS
→NUEVOS PROBIÓTICOS →SECUENCIA GENÓMICA →BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS

→CONTINUAR

HÉLIX
CONACYT
Portal de ciencia y tecnología para niños
Investigadores de lombrices

LA LUZ: UNA OPCIÓN PARA IDENTIFICAR EL TEQUILA ADULTERADO

Las bebidas adulteradas son un grave problema para la industria y para el consumidor, pues no sólo representan pérdidas económicas para los fabricantes, sino que pueden provocar serias complicaciones en la salud de quienes las consumen.

En México, el tequila se elabora desde el siglo XVIII, pero fue hasta la mitad del XX que dejó de producirse de forma artesanal para convertirse en una industria con crecientes demandas tanto en el ámbito nacional como en el internacional. De acuerdo con datos obtenidos en el II Taller Internacional de Autentificación de Bebidas Alcohólicas, realizado en Guadalajara, Jalisco, en septiembre del 2005, para dicho año se esperaba una producción aproximada de 210 millones de litros, de los cuales, 120 millones serían exportados; lo que superaría la de 2004, que fue de 160 millones de litros.

La producción del tequila

El tequila se obtiene a partir de una doble destilación del jugo fermentado del agave azul (agave tequilana Weber, variedad azul). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994, existen sólo dos categorías: 100% agave, que se produce exclusivamente con jugo de agave azul, la mixta que contiene 51% de jugo de agave azul y 49% de jugos de otros azúcares. Con estas categorías se elaboran los tequilas blancos, reposados y añejos.

Sin embargo, la producción del tequila, al igual que el resto de la industria de bebidas alcohólicas, enfrenta un grave problema: la adulteración. La Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) asegura que 30% de las bebidas alcohólicas que se venden en el país son adulteradas. En dinero, este porcentaje implica ventas aproximadas de seis a nueve mil millones de pesos, y una evasión fiscal de dos a tres mil millones de pesos, según publicó la Comisión para la Industria de Vinos y Licores[1]

Técnicas para detectar una bebida adulterada

Una bebida adulterada no asegura calidad ni higiene en su elaboración, y al no existir un control en su proceso de producción, pueden generarse riesgos para la salud de los consumidores. Por ejemplo, en Kenya, 130 personas sufrieron intoxicación al ingerir bebidas alcohólicas adulteradas, con casos de ceguera y muerte, en 2004. En nuestro país casos semejantes han aparecido, aunque no de tal magnitud.

[1] Periódico *MURAL*, miércoles 12 de octubre del 2005, Sección Negocios, Guadalajara, Jal., Mex.

Hay diferentes formas de adulteración; entre las más comunes podemos citar la sustitución del líquido original por otro de menor calidad, o su dilución con agua. También existe el caso en que la bebida se elabora con alcohol saborizado y color artificial.

Actualmente, la técnica química que más se usa para determinar con certeza si una bebida alcohólica ha sido o no adulterada es la cromatografía, la cual consiste en la separación de los componentes del líquido para detectar el elemento ajeno a la fórmula original. Con este método se ha analizado la composición del tequila, que de acuerdo con reportes científicos recientes, puede tener más de 200 componentes[2].

Sin embargo, para realizar una prueba objetiva de adulteración mediante la cromatografía, se requiere de instrumentos sofisticados y personal especializado, sin contar que el estudio demanda la preparación de una muestra. En este sentido, existe la necesidad de buscar métodos alternativos que permitan determinar in situ y en un tiempo razonable, si un tequila obtenido directamente de la botella ha sido adulterado.

Prueba de tequila adulterado propuesta por CIO

En el Grupo de Propiedades Ópticas de la Materia, del Centro de Investigaciones en Óptica, nos propusimos desarrollar una prueba alternativa, la cual debería ser rápida, confiable y susceptible de realizarse in situ. Para ello, se llevaron a cabo una serie de experimentos con diversas técnicas espectroscópicas, las cuales nos permiten conocer de qué manera se modifica la composición de la luz cuando a ésta se le hace interaccionar con la materia, en este caso, el líquido en la botella de tequila.

Se usó una fuente de luz cuyo espectro incluía tres regiones: ultra-violeta, visible e infrarrojo, (UV, VIS e IR). La luz de esta fuente se hizo incidir en una celda de cuarzo fundido (ya que el cuarzo, a diferencia del vidrio, no absorbe la luz ultravioleta), donde se vertieron 2 ml de tequila directamente de la botella. Como resultado, se obtuvo el espectro de absorción del material (una serie de líneas o bandas oscuras), el cual muestra la proporción de luz que la sustancia absorbe en cada longitud de onda de la fuente. En el experimento se observó que los tequilas reposados y añejos absorbieron más luz que el blanco, ya que los dos primeros presentan una coloración, mientras que el último es incoloro.

La tabla 1 muestra el número de botellas utilizadas en los experimentos espectroscópicos, junto con su lugar de adquisición; de ellas sólo tres eran de origen dudoso, ya que fueron compradas en comercios ambulantes del Distrito Federal. Con excepción de estas últimas, todos los espectros de absorción presentaron características similares, siendo la más relevante una banda de absorción

[2] D. K. Aguilera Rojo, Identificación de parámetros obtenidos por métodos analíticos para discriminar al tequila por categoría y región de producción. Tesis de Maestría, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara (2003).

en la región UV del espectro, con un pico muy cerca a los 280 nanómetros (milmillonésima parte de un metro). La conclusión: que este pico de absorción era una característica común a las bebidas alcohólicas genuinas.

TABLA 1

BEBIDAS	BOTELLAS	LUGAR DE ADQUISICIÓN	CATEGORÍA
Tequila blanco	60	Licorerías (58) y fábricas de tequila (2)	100% agave y mixto
Tequila reposado	13	Licorerías	100% agave y mixto
Tequila añejo	8	Licorerías	100% agave
Tequilas adulterados	3	Comercio ambulante del D. F.	----------

De cada marca, se adquirió un tequila en una licorería y el otro en el comercio ambulante. A simple vista, la apariencia de las botellas y de su contenido era idéntica en las marcas correspondientes. La categoría y el precio de un litro de cada uno de los tres tequilas que se compraron en licorerías, se muestran en la parte superior de la tabla 2. En la misma tabla, se muestra el precio de los tequilas comprados en puestos ambulantes, que como podemos ver, era el mismo, sin importar la marca. El precio oscila entre 26% y 50% del valor que tiene el producto en el comercio establecido.

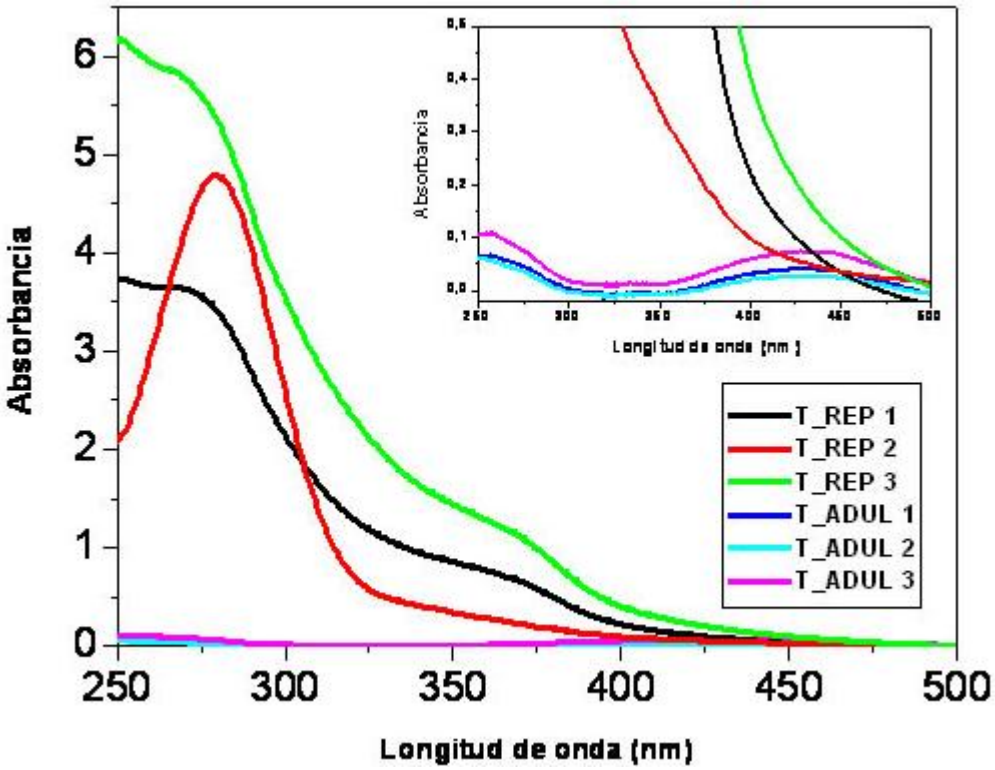
TABLA 2

TIPO DE TEQUILA	NOMENCLATURA	CANTIDAD	CATEGORÍA	PRECIOS (PESOS/L)	LUGAR DE ADQUISICIÓN
Reposado	T_REP 1	1	Mixto	150.00	Licorería
Reposado	T_REP 2	1	100% agave	250.00	Licorería
Reposado	T_REP 3	1	Mixto	130.00	Licorería
Adulterado	T_ADUL 1-3	3	--------	65.00	Comercio ambulante

La figura 1[3] muestra las gráficas de los espectros de absorción de los seis tequilas; en el eje horizontal se despliega la longitud de onda en nanómetros (nm) y en el eje vertical, la cantidad de luz que absorbe cada muestra de tequila, expresada como absorbancia. Por ejemplo, una

[3] Figura 1. Espectros de absorción en la región UV-VIS del espectro electromagnético correspondientes a seis tequilas embotellados. Tres son de tequilas de marcas reconocidas comprados en licorerias (T_REP 1-3), y los tres restantes corresponden a tequilas de las mismas marcas, pero comprados en el comercio ambulante de la Ciudad de México (T_ADUL 1-3).

absorbancia de 2 significa una disminución de la luz por un factor de 100; una absorbancia de 3, por un factor de 1000, etc. Los filtros usados en las caretas de los soldadores (herreros), tienen una absorbancia típica de 12; es decir, la luz se atenúa en un factor de un billón o bien en un millón de millones.



Pudimos darnos cuenta que los tres tequilas comprados en el comercio ambulante, representados con las siglas T_ADUL 1-3, no mostraron ninguna banda de absorción significativa en la región UV.

En la parte superior derecha de la figura 1, se muestra la gráfica de los mismos espectros, pero con un rango de absorción menor, para destacar las bandas de absorción de menor magnitud. Podemos notar que en los espectros de los tequilas adulterados, existe una pequeña banda de absorción, entre 410 y 500 nm. Esto se debe seguramente a que la bebida se elaboró con alcohol saborizado al que después se agregó un colorante para dar la apariencia visual de los tequilas reposados auténticos.

Una prueba al momento

Mediante los resultados obtenidos, podemos decir que con la espectroscopía de absorción se puede determinar si una botella de tequila ha sido o no adulterada, basta con obtener el espectro de absorción de su contenido y compararlo con el de un tequila de la misma marca que se haya comprado para este propósito en una licorería, o bien con una muestra maestra proporcionada

por el fabricante. La confiabilidad de esta prueba se basa en el hecho de que todas las bebidas alcohólicas genuinas incluidas en la tabla 1, presentaron características semejantes en su espectro de absorción, mismas que estuvieron ausentes en los tequilas adulterados.

La espectroscopía de absorción en el UV-VIS, se usa como una técnica alternativa a los métodos de química analítica para determinar la adulteración en cualquier bebida alcohólica y, aunque no ofrece resultados cuantitativos como la cromatografía, sí brinda una fácil implementación, ya que no requiere instrumentos complejos, preparación de muestras, ni personal especializado. Esto permite que la prueba se realice in situ y en poco tiempo, con la posibilidad de diseñar un instrumento portátil para tal fin.

Esta investigación forma parte del proyecto Caracterización óptica del tequila y otras bebidas alcohólicas, que se desarrolla con la Dirección de Vinculación del Centro de Investigaciones en Óptica.

BARBOSA GARCÍA, Oracio; Marco Antonio MENESES NAVA; Enrique LANDGRAVE MANJARREZ; José Luis MALDONADO RIVERA; Gabriel RAMOS ORTÍZ y Juan Luis PICHARDO MOLINA. La luz, una opción para identificar el tequila adulterado. Revista Ciencia y Desarrollo, Junio 2006, vol. 32, no. 196. p. 24-29. ISSN: 0185-0008

Referencias

1.- Periódico MURAL, miércoles 12 de octubre del 2005, Sección Negocios, Guadalajara, Jal., Mex.

2.- D. K. Aguilera Rojo, Identificación de parámetros obtenidos por métodos analíticos para discriminar al tequila por categoría y región de producción. Tesis de Maestría, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara (2003).

Bibliografía adicional

• Barbosa O, Ramos G. et al. “UV-VIS absorption spectroscopy and multivariate analysis as a method to discriminate tequila”. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. Febrero 2006.

• Mexican Ministry of Commerce and Industry. Regulation NOM-006 SCFI 1994. Alcoholic drinks - tequila specifications. Diario Oficial de la Federación. México, September 3, 1997.

• S. M. Benn and T. y L. Peppard. “Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory analysis”. J. Agri. Food Chem., 44, 557-566 (1996).