

(Artículo Original)

Metales Pesados en la Bebida Alcohólica “Pisco” como predictor de riesgo en la salud

ISABEL M. GAVILAN FIGARI

*Biólogo, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial. Distrito de Salas Guadalupe, Ica, Perú.
Maestría en Salud Pública.*

RESUMEN

Objetivo: evaluar los niveles de metales pesados contenidos en el Pisco variedad Quebranta producido en la ciudad de Ica de la región costa sur del Perú y compararlos con los límites máximos permitidos en las normas técnicas (mg/L).

Métodos: se realizó un estudio descriptivo con un diseño experimental. La muestra alcanzó 30 unidades, recolectadas y otorgadas al laboratorio de Alimentos y bebidas del Centro de Innovación Productiva y de Transferencia Tecnológica Agroindustrial – Distrito de Salas Guadalupe, Ica. El método de ensayo utilizado fue la espectrometría de absorción atómica para bebidas alcohólicas.

Resultados: las situaciones más críticas se presentaron en el Cobre y Zinc, con valores superiores a los establecidos en el 90% de las muestras; le siguieron el Plomo y el Arsénico, con un 53% y 23% respectivamente. El 90% de las muestras no cumplía todos los límites máximos permisibles.

Conclusiones: se hace necesario reforzar el control sistemático de los niveles de concentración de dichos metales y diseñar otras medidas preventivas para garantizar la calidad del Pisco y evitar riesgos en la salud de los consumidores.

Palabras clave: bebida alcohólica Pisco, niveles de metales pesados, predictor de riesgo, efectos toxicológicos en la salud.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the levels of heavy metals contained in the Pisco Quebranta variety produced in the city of Ica in the southern coastal region of Peru and comparing them to maximum limits permitted in technical standards (mg/L).

Methods: a study with a quantitative approach was carried out; cross-sectional and descriptive. The sample reached 30 units, collected and given to the laboratory of Food and Beverages of the Center for Productive Innovation and Agro-industrial Technology Transfer - Ica. The test method used was atomic absorption spectrometry for alcoholic beverages.

Results: the most critical situations were found in copper and zinc, with values higher than those established in 90% of the samples; lead and arsenic follow, with 53% and 23% respectively. The 90% of the samples did not meet all the maximum permissible limits.

Conclusions: to reinforce the systematic control of concentration levels of these metals becomes necessary and designing another preventive measures to guarantee the Pisco's quality and to avoid risks in consumers's health.

Keywords: pisco alcoholic beverage, heavy metal levels, risk predictor, toxicological health effects.

INTRODUCCIÓN

La aparición de la pandemia de la COVID-19 ha complicado más el cuadro de salud en el mundo, sobre todo, en los países más pobres, representando una amenaza en la actualidad en cuanto a la salud pública y calidad de vida.

La Organización Mundial de la Salud (2014) define que la salud “Es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Siendo este un derecho fundamental de todo ser humano sin distinción de raza, religión,

ideología política o condición económica o social”.(1,2) Ello incluye a la preservación y la calidad de la vida, donde uno de los factores de influencia es el consumo de bebidas alcohólicas con altas concentraciones de metales pesados por encima de los límites permisibles por las reglamentaciones y normas técnicas aprobadas en cada uno de los países. Ello aparece como riesgo potencial de alto impacto para la salud que además ocasiona situaciones graves de índole social (violencia, descuido y maltrato de menores, otras).(2,3)

En el Perú, la bebida alcohólica nacional denominada Pisco es de agrado para un gran número de personas; contiene

varios alcoholes y otros componentes, donde se incluyen algunos metales pesados como el Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Arsénico (As), requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 211.049 que son evaluados mediante análisis de laboratorio y que pueden causar problemas toxicológicos cuando sus niveles exceden los índices tolerables, sobre todo, para las personas en las edades entre 25 y 40 años, que son las de mayor consumo.(4)

El Cu puede llegar a tener varios grados de toxicidad según los efectos que produce en el organismo: toxicidad inducida, toxicidad aguda y toxicidad crónica. No se asocia al concepto de veneno por sus diferentes usos en la vida cotidiana y constituye un elemento esencial para el organismo.(5) Su acumulación excesiva en el organismo se relaciona con anomalías clínicas del sistema nervioso central, hígado, riñones y córnea.(6)

Altos niveles de Pb almacenados en los tejidos del cuerpo pueden ser letales. Este metal es acumulativo en el organismo, aunque las personas estén expuestas a pequeñas dosis y sumado a un medio laboral o a través del aire, el agua o los alimentos, puede dar lugar a la expresión de una toxicidad crónica, siendo absorbido en la sangre, distribuyéndose en los tejidos y con una mayor concentración en huesos dientes, hígado pulmón, riñón cerebro y bazo. (7) Produce afectaciones en los sistemas nervioso central, hematológico, cardiovascular, gastrointestinal, renal, neuromuscular y hematopoyético.(8)

El consumo de concentraciones elevadas de Zn origina supresión de la respuesta inmune, un deterioro del estado nutricional y en interacción con el Cu, ocasiona alteraciones gastrointestinales, daños hepáticos y una disminución de la actividad fagocítica de los polimorfonucleares.(9)

La alta toxicidad del As genera efectos significativos en el sistema gastrointestinal. Es un agente carcinogénico y produce daños en la piel, las vías respiratorias y los sistemas cardiovascular, inmunológico, genitourinario, reproductivo, digestivo y nervioso.(10)

La demanda nacional y de exportación del Pisco ha crecido significativamente en los últimos años; uno de los requisitos de calidad para el mercado europeo y americano es la ausencia de metales tóxicos. Por ello, la proliferación de su producción y consumo exige un riguroso control por las autoridades de salud.

La Dirección de Normalización del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) es la encargada del control de la calidad en las bebidas alcohólicas mediante el diseño y aprobación de las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Específicamente, en la NTP 211.049 (revisada en el 2014) (11), se establecen los requisitos de contenido máximo de Cu, Pb, Zn y As en las bebidas alcohólicas destiladas. La Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) del Ministerio de Salud, es el órgano técnico normativo que -a partir del análisis de los resultados de un laboratorio acreditado estatal o privado-, verifica y da conformidad del registro sanitario, así como vela por la calidad de

los productos para que cumplan con las exigencias establecidas. En el caso del Pisco, uno de los requisitos se relaciona con los elementos físico - químicos.

La problemática presentada no es ajena al Pisco de la variedad Quebranta producido en la ciudad de Ica de la región costa sur del Perú, sobre el cual existe poca información en relación con el índice de prevalencia real del contenido de los metales pesados como predictor de riesgo para la salud. En consecuencia, resultó importante conocer y profundizar en los conocimientos toxicológicos sobre dicha bebida; evaluar las concentraciones de esos metales y compararlos con los límites máximos permitidos, como objetivo principal de este estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La estrategia metodológica de la investigación se estructuró en cinco etapas: (a) determinación de los fundamentos teóricos que sustentan el objeto de estudio; (b) medición de los niveles de metales pesados mediante el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica según se establece en la NTP.211.047 2006 (Revisada en el 2014) (12); (c) análisis de los resultados y comparación con los límites máximos permisibles; (d) discusión de los resultados, y (e) elaboración de las conclusiones.

La investigación clasifica como descriptiva con un diseño experimental. Se trabajó con 30 unidades (botellas limpias de primer uso de capacidad 500 mL) de Pisco, las cuales fueron muestreadas de cada tanque de reposo en bodega de cada productor. La variable principal de interés fue el nivel de los metales pesados contenidos en la bebida Pisco, operacionalizada en dimensiones (concentraciones de cada metal) e indicadores (nivel específico de cumplimiento del límite permitido y en total).

Reactivos utilizados: (a) estándar Merck 1000 ppm (1000 µg/mL) para Cu, Pb, Zn y As; (b) agua destilada grado máximo de conductividad de 1 µmho/cm, ácido nítrico marca Merck (densidad específica 1,41), grado suprapuro, ácido clorhídrico marca Merck (densidad específica 1,19), grado suprapuro, ácido sulfúrico marca Merck (densidad específica 1,84) suprapuro, ácido nítrico marca Merck 65% v/v grado RA, peróxido de hidrógeno (densidad específica 1,12), nitrato de magnesio hexahidratado marca Merck, aire comprimido, acetileno, óxido nitroso, argón, y nitrógeno grado absorción atómica; (c) muestras comerciales de bebidas alcohólicas con Denominación de origen "Pisco" (n=30); (d) crisoles Vycor de 40 mL, crisoles de platino de 40 mL, micropipetas Oxford de 1000 µL, cristalería de laboratorio, papel Whatman N° 2, lámpara de cátodo hueco o de descarga sin electrodos para Cobre, Cinc, Plomo y Arsénico. Placa de calentamiento de 400°C a 450°C marca JP Selecta, espectrofotómetro de absorción atómica marca Varian, balanza analítica marca AND (sensibilidad de 0,1 mg), mufla marca Thermolyne, estufa marca JT Binder.

Digestión para la determinación de Cu, Zn y Pb por vía seca.

Se pesaron 40 g de la bebida; se añadió 10 mL de ácido nítrico concentrado y se dejó reposar una noche a temperatura ambiente, y más adelante, se procedió a llevar al digestor.

Digestión para la determinación de As por vía seca.

Se pesaron 40 g de la bebida y se añadió 10 mL de nitrato de magnesio al 50% p/v; se homogenizaron con una varilla limpia de plástico extendiendo la mezcla en el crisol; se dejó reposar toda una noche a temperatura ambiente y posteriormente, se procedió a la digestión.

Procedimiento

Las lecturas de los metales de Cu, Zn, Pb y Ar se determinaron con un espectrómetro de absorción atómica marca Varian, modelo AA240, serie AA1002M007. Se elaboró una curva de calibración graficando el área de pico o absorbancia contra concentraciones de estándar correspondiente. A partir de la solución de trabajo de 1 µg/mL, se prepararon los estándares de calibración que contenían 0 µg; 0,5 µg; 1,0 µg; 2,0 µg; 5,0 µg, 8,0 µg y 10,0 µg de Cu, Zn, Pb y As. Se trazó la curva de calibración de absorbancia (altura máxima de pico) en función de la concentración del analito; se introdujeron el blanco reactivo a analizar y se registraron los valores de absorbancia. La lectura de las muestras se realizó por duplicado en el equipo de absorción atómica con horno de grafito para cada elemento según los parámetros instrumentales que se muestran en la tabla 1 para Espectrofotometría de Absorción Atómica por Flama (FAAS).

Tabla 1. Parámetros instrumentales para FAAS.

Tipo de flama	Longitud de onda, nm.			
	Cu	Zn	Pb	As
Aire- acetileno, oxidación	324,7	213,9	244,8	193,7

Fuente. NTP.211.047.

Método de cálculo de las concentraciones de metales pesados.

Se interpolaron los valores de absorbancia o altura de pico de las muestras en la curva de calibración, se obtuvieron los mg/kg de los elementos en las muestras y se realizaron los cálculos empleando la siguiente fórmula:

$Mg/kg = A \times B / C$ donde:

A = Concentración en mg/kg de muestras a interpolar en la curva de calibración.

B = Volumen final al que se llevó la muestra (mL).

C = Volumen de la muestra (mL).

En el equipo que se puede programar, la lectura obtenida directamente la concentración del elemento en mg/kg.

Las especificaciones del límite de detención (LDI) para los analitos, condiciones de operatividad y preparación de los estándares de los metales del conjunto estudiado se realizaron aplicando el método normalizado.

Se acudió al análisis documental para valorar los antecedentes de estudios e investigaciones sobre el tema objeto de estudio. La estimación de incertidumbre de la medición sirve como intervalo de confianza para verificar el cumplimiento del analito de interés con cualquier requisito técnico. En este caso, se aplicó el modelo estadístico – matemático de acuerdo a la ISO/ DTS 21748 (2004) (13) utilizado por el laboratorio de Alimentos y Bebidas del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial (Citeagroindustrial) .

El nivel de significación de las pruebas estadísticas fue 0,05 que equivale a un intervalo de confianza del 95%. Se recurrió al coeficiente de variación de Pearson para relacionar el valor promedio de las concentraciones de las muestras en cada uno de los metales y su distribución. (14) Se utilizó la estadística descriptiva, con el apoyo de algunos estadígrafos para el análisis de la información resultante. Se elaboraron tablas y figuras para la presentación de los resultados, que fueron procesados mediante el programa de Microsoft Excel (v19.0).

En el estudio se respetaron las marcas de los Pisos analizados y la confidencialidad de los productores y sus datos. Además, se contó con la aprobación y apoyo del Citeagroindustrial.

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan las medias muestrales de la concentración de cada uno de los metales estudiados, así como los valores correspondientes a la desviación estándar o típica, el coeficiente de variación y los valores extremos donde se ubica su concentración promedio, calculados con un nivel de confianza del 95%. Al respecto, se puede plantear que la distribución de la concentración de cada metal es homogénea (menor o igual al 80%), expresando un nivel medio de variabilidad y compactación alrededor de las respectivas medias. Específicamente, el rango o intervalo derivado de los valores extremos expresa una mayor dispersión de los valores muestrales en el caso del Cu, donde se presenta también una mayor dispersión del conjunto de valores muestrales.

El análisis de los resultados de la evaluación se puede realizar desde dos perspectivas: (a) las concentraciones existentes en cada uno de los metales en relación con los límites máximos establecidos, y (b) el cumplimiento de todos los requisitos en las muestras analizadas.

Un primer hallazgo para destacar tiene que ver con la existencia de significativas diferencias en las concentraciones de las muestras observadas en cada uno de los metales en relación con los límites máximos permisibles según la NTP. 211.049, las cuales resultan interesantes para conocer las situaciones más críticas que pudieran ocasionar mayor riesgo para los consumidores.

Tabla 2. Medias \pm desviación estándar (DS) de los análisis de metales pesados en las muestras de Pisco.

Metal	Media mg/L	Concentración Mínima mg/L	Concentración Máxima mg/L	\pm DS	Coeficiente de variación (CV)	z	95% de intervalo de confianza	
							Inferior mg/L	Superior mg/L
Cu	5,506	0,15	12,54	2,994	55%	6.414	2,00	9,01
Zn	1,767	0,08	3,90	0,785	44%	1.862	1,50	2,03
As	0,323	0,03	0,76	0,175	54%	-1.844	0,50	0,15
Pb	0,411	0,10	0,67	0,263	64%	-5.539	0,50	0,32

Fuente. Calculado a partir de las mediciones de las concentraciones de las muestras analizadas de Pisco y las NTP 211.049.

Según la figura 1, saltan a la luz los valores resultantes en el Cu y el Zn en relación con los correspondientes al Pb y As; en los dos primeros, el escenario es crítico debido a la presencia de altas concentraciones en una gran cantidad de muestras que superan su tolerancia o los límites máximos; en el caso del Pb, aunque en

menor medida y como una situación intermedia, se observan también muestras con niveles superiores al permisible; la situación más favorable se encuentra en el As, cuyos valores se ubican, en gran medida, por debajo del límite tolerado, sin dejar de considerar que unas pocas lo superan.

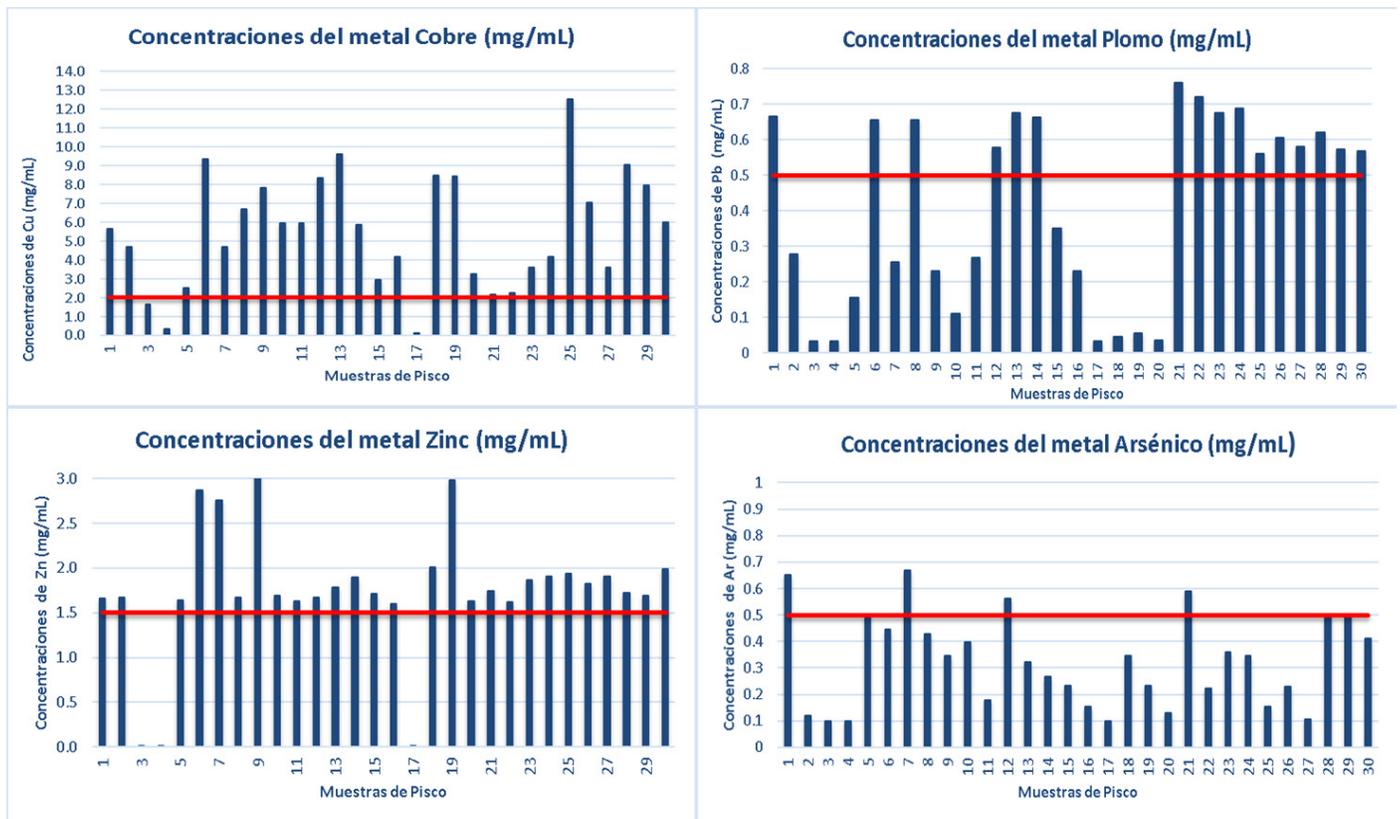


Figura 1. Distribución de las muestras observadas según la medición de las concentraciones (mg/L) en cada uno de los metales del conjunto estudiado. La línea horizontal representa el límite máximo de las concentraciones según la NTP. 211.049.

El análisis de los resultados da cuenta a la presencia de dichas diferencias cuando se analiza, en términos de porcentaje, las muestras en cada metal que no estaban aptas para el consumo y la comercialización (ver tabla 3). Desde esta arista, es interesante notar como se visualizan las diferencias existentes entre el Cu y el Zn y los dos restantes metales analizados (Pb y As).

Tabla 3. Muestras no aptas que superan los límites máximos de concentraciones establecidos en cada uno de los metales.

Metales pesados	Muestras no aptas	
	No.	% del total
Cu	27	90,0
Zn	27	90,0
Pb	16	53,3
As	7	23,3

Fuente. Calculado a partir de los resultados de las mediciones de las muestras observadas y los límites máximos permitidos en cada metal según las NTP. 211.049.

En el tratamiento de este punto resulta, especialmente, interesante la cantidad de muestras que cumplían todas las concentraciones permisibles para cada metal. En este caso, los resultados obtenidos permiten trazar un cuadro muy desfavorable, ya que el 90% del total no estaban aptas para el consumo y la comercialización.

DISCUSIÓN

En el documento "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", se destacó la urgencia de afrontar el uso nocivo de bebidas alcohólicas y reducir los efectos negativos de las sustancias químicas que son peligrosas para la salud y su utilización sin riesgos.(15)

Es común que en muchos países latinoamericanos se produzcan incumplimientos de las normas técnicas establecidas para las concentraciones de metales pesados en bebidas alcohólicas (Brasil, Colombia, etc.). Ello evidencia que no siempre existe una gestión racional del uso de dichos metales en conformidad con los marcos convenidos como factor predictivo de riesgo.

Las alteraciones que se presentan en las concentraciones de Cu (mg/L) en el Pisco variedad Quebranta de Ica han sido ratificadas en algunos estudios. Por ejemplo, en uno de ellos se analizaron 144 muestras presentadas al XI Concurso Nacional del Pisco del 2004 y el 52,8% sobrepasó las normas internacionales (un máximo de 5 ppm).(16) Los autores señalaron que aproximadamente el 50% de los Piscos producidos en el país están contaminados

con Cu. Destacan que la oxidación de este metal del alambique de destilación es un problema que afectaba la duración, composición y calidad organoléptica del Pisco.

En la literatura consultada se pone de relieve también el exceso de Cu en otros tipos de bebidas. Por ejemplo, un estudio sobre la Cachaza de Brasil destaca la presencia de altos niveles de dicho metal, con valores que oscilaron entre 1,0 a 28,0 ppm.(17) Se encontraron también concentraciones elevadas en la bebida alcohólica el Ñeque de Colombia, que sobrepasaban los niveles máximos establecidos en la Norma Técnica Colombiana 410 (<1 mg/L). Se señala que esas alteraciones se debían, probablemente, a que los calderines de destilación, es decir, los alambiques estaban contruidos con aleaciones de Cu y por tanto, en el proceso de destilación se da su desprendimiento durante el arrastre de los vapores.(18) Lo cierto es que este metal -en altas concentraciones- es un contaminante con efectos muy tóxicos; de ahí, la importancia que debe prestársele en el proceso de producción del Pisco.

En el estudio realizado por los autores de este artículo una situación similar a la del Cu se presenta en el caso del Zn, con valores muy por encima de las normas técnicas. En Perú, no existen antecedentes sobre el análisis del contenido de este metal en bebidas alcohólicas. En un trabajo realizado con muestras de Vinos venezolanos, las concentraciones detectadas de Zn fueron menores al límite permisible, con valores promedios de 0,4 y 0,398 mg/L, para los vinos tintos y blancos respectivamente. Su contenido está influenciado por las prácticas agrícolas, la calidad de las máquinas usadas durante el procesamiento y los agentes plaguicidas usados en el control de plagas. De gran significación resultan también los factores climáticos y ecológicos, que influyen en la variabilidad de los patrones nutricionales de los alimentos y productos obtenidos a partir de ellos. (19) El Zn se encuentra entre los oligoelementos considerados imprescindibles para el funcionamiento del organismo en concentraciones bajas. Su concentración plasmática no debe sobrepasar 10 mg diarios; de lo contrario, se asociará a enfermedades hepáticas y a pancreatitis. (20)

En relación con el Pb, en el estudio desarrollado se obtuvieron altas concentraciones en algo más de la mitad de las muestras observadas de Pisco. Estos resultados se ratifican en un trabajo anterior, donde la mitad de las 120 muestras de Pisco a nivel nacional estaban contaminadas con Pb; en las restantes, el nivel no fue detectable. Específicamente, las concentraciones de las 27 muestras del Departamento de Ica se ubicaron en el rango de 0,10 a 0,42 mg/L, inferior al resultante del estudio que se presenta (0,032 mg - 0,76 mg/L).(21) En relación con la bebida alcohólica Ñeque, la totalidad de las muestras analizadas también alcanzaron concentraciones de Pb superiores a las normas internacionales (Mercosur, Unión Europea, otros).

Ello puede atribuirse al agua usada en la elaboración del producto.(22) Otro estudio realizado por investigadoras cubanas plantea que la mayor incidencia de intoxicaciones por metales ha sido provocada por Pb. (23)

Al igual que en el caso del Zn, no existen antecedentes investigativos en el Perú en relación con el contenido de As en el Pisco. En el estudio realizado, la mayoría de las muestras contienen valores menores a los permisibles. Similares resultados se obtuvieron en 100 muestras de vinos de origen catalán. Se señala que el As, generalmente, se encuentra en las plantas que lo adquieren del suelo, y cada vez menos, de los plaguicidas usados especialmente sobre viñedos que pasan alvino. El As se absorbe por el organismo y se almacena, principalmente, en el hígado, riñón, corazón y pulmón; menores cantidades se acumulan en músculos y el tejido nervioso.(24)

En resumen, los resultados del estudio que se presenta son válidos para el Pisco variedad Quebranta producido en la ciudad de Ica, ya que en el país existen otras variedades: Negra criolla, Mollar, Uvina, Moscatel y Albilla. Sin embargo, tienen una gran importancia ya que aportan un mayor conocimiento sobre cómo los niveles de metales pesados en dicha bebida se convierten en predictores de riesgo, lo cual es esencial también para contribuir a asegurar su calidad físico-química.

Las dificultades identificadas apuntan, básicamente, a un conjunto de problemas vinculados con varios actores que reclaman acciones preventivas. Por una parte, cuestiones relacionadas con el desconocimiento de algunos productores sobre las concentraciones reales de metales pesados en el Pisco. Sus posibles fuentes pueden tener también como procedencia el material del equipo destilador llamado "alambique", que es de Cu con aleaciones de otros metales como Pb, Zn y As, provoca que las soldaduras de sus uniones se desprendan, como se expresó anteriormente, por medio del arrastre de vapores durante la destilación.

Se pone de manifiesto además que aún es insuficiente el seguimiento y control sistemático sobre los niveles

de metales pesados en la variedad de Pisco analizada. También se hace presente una posible reflexión en torno a la poca percepción de riesgo que pudieran tener sus consumidores asociada a las altas concentraciones.

En consecuencia, los resultados obtenidos abren nuevas puertas hacia el futuro, ya que de ahí se pueden derivar acciones preventivas privilegiando, en principio, un trabajo directo con los productores; es decir, aquellos que participan en el proceso de elaboración del Pisco, así como los que constituyen sus consumidores, en la práctica, los que son más perjudicados.

Por último, es fundamental mejorar la calidad de la variedad estudiada, reforzando la vigilancia sistemática de las concentraciones de metales pesados por las autoridades sanitarias y otros actores implicados para que se cumplan los requisitos establecidos, incluyendo los físicos – químicos. La observación de su evolución y los efectos de la aplicación de ciertas políticas al respecto ayudarían a constatar ciertas tendencias no deseadas, mejorar su calidad y disminuir el riesgo a la salud. Esta vigilancia debe ser usada además para otras bebidas de fabricación casera o artesanal que usen estos sistemas de destilación sin los adecuados controles de la calidad. Estas acciones y otras posibles, resultan un emprendimiento promisorio.

CONCLUSIONES

La evaluación sistemática de las concentraciones de metales pesados en el Pisco constituye un factor esencial para el control de su calidad. Al respecto, la espectrometría de absorción atómica para bebidas alcohólicas constituyó un método efectivo. Se constató la existencia de una proporción considerable de muestras que no cumplían con los límites máximos establecidos. Los problemas identificados atañen tanto a los productores de la región Ica como a las autoridades sanitarias. Se hace necesario continuar aumentando la conciencia sobre la incidencia que tienen los metales pesados en la salud de los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. *Definición de la salud.* [Internet]. 2014. [citado 22 oct 2019] Disponible en: <https://www.who.int/cancer/palliative/es/>
2. Díaz MT, Hernández L, Licea ME, Calderín JM. *Resultados obtenidos por dos proyectos comunitarios que apuestan por el bienestar y la salud.* Rev. Panor. Cuba y Salud. [Internet]. 2020. [citado 30 jun 2020] 15(3):7-11. Disponible en: <http://www.revpanorama.sld.cu/index.php/rpan/article/view/>
3. Reyes Y, Vergara I, Torres O, Díaz M, Gonzáles E. *Contaminación por metales pesados: Implicados en salud, ambiente y seguridad alimentaria.* Rev Ing. Invest. y Des. [Internet]. 2016. [citado 15 jun 2020] 16(2):66-77. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=25385>
4. *Reglamento de la Denominación de Origen Pisco. Perú.* [Internet]. 1914. [citado 12 sept 2019] Disponible en: <http://www.conapisco.org.pe/eventos-yconcursos/reglamento-denominacion-pisco.pdf>
5. Ruiz S. *El Cobre como veneno.* Rev. Cienc. Universidad Pablo de Olavide. [Internet]. 2018 (45 - 47). [citado 5 de oct 2020] ISSN 2173-0903.30; 1 - 77. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6503005>

6. Marine A, Vidal M. Seguridad y riesgo de toxicidad de los alimentos: Un debate actual. *Rev Arb.* CLXVIII. 2001; 661: 43-46.
7. Ferrer A. Intoxicación por metales. [Internet]. 2003. [citado 11 ago 2019] ANALES Sis San Navarra 26 (Supl. I): 141-153 Disponible en: <http://www.scielo.es/pdf/asisna/v26s1/ocho.pdf>
8. Codex alimentarius. Código de Alimentación. Sobre la contaminación de los alimentos con plomo. [Internet]. 2004. [citado 11 abr 2006] Disponible en: www.codexalimentarius.net/download/standards/10099/CXC_056_2004e.pdf
9. Taboada N. El cinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. [Internet]. 2017. [citado 11 ago 2020] *Acta médica del Centro* vol. 11(2): 79 – 89 Cuba. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2017/mec172n.pdf>
10. Medina M, Robles P, Mendoza M, Torres C. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Rev Per. Medic. Experim. Salud. Púb.* [Internet]. 2018 (febrero – marzo). [citado 10 oct 2020] 35(1): 93 -102. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rpmpesp/2018.v35n1/93-102/>
11. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias. Norma Técnica Peruana. 211.049. 2014. *Bebidas alcohólica. Metales pesados. 2ª Edición 2014-12-30 Lima, Perú.*
12. Dirección de Normalización – INACAL. Norma Técnica Peruana. Determinación de Metales pesados. Método por espectrofotometría de absorción atómica. NTP.211.047.2015. 2ª Edición 2015-12-29. Lima, Perú.
13. International Organization for Standardization - ISO. ISO-TS 21748:2004, IDT. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation. 2017. Published in Switzerland, Suiza. 1 -37.
14. Instituto Nacional de Calidad - INACAL: Directriz CRT-acr-09-D. Directriz para la estimación y expresión de la incertidumbre de la medición. Versión 00. 2008. Indecopi, Perú. 1 -17.
15. ONU - Asamblea General de Naciones Unidas. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Cumbre de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. New York. [Internet]. 2015 [citado 10 oct 2020]; Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/events/meetings/2015/un-sustainabledevelopment-summit/es/>
16. Palma JC, Surco F, Schuler J, Torres E. Cobre en el pisco. En: *IV Congreso Nacional del Pisco-Moquegua, Perú - Lima. 2005.*
17. Negri G, Rodríguez J, Arayo E. Chemical Analysis of Suspected Unrecorded Alcoholic Beverages from the States of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Analytical Methods in Chemistry.* [Internet]. 2015. [citado 1 oct 2020] doi: 10.1155/2015/230170
18. Tirado D, Acevedo D, Montero P. Caracterización del Ñeque, bebida alcohólica elaborada artesanalmente en la Costa Caribe Colombia. *Información tecnológica.* [Internet]. 2015. [citado 2020 oct. 14] 26, 5:81-86. doi: 10.4067/S0718 07642015000500011
19. Fernández M, Berradre B, Sulbarán G, Ojeda de Rodríguez, Peña J. Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. *Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia. Venezuela.* 2009, 382-397.
20. Ramírez O, Cáceres A, Benítez G, Núñez A, Reyes R, Morales C. Repercusiones hepática, pancreática y alveolar y homeostasis alteradas del cinc, vitaminas en tabaquismo y alcoholismo asociados. *Rev. Cub. Investig. Bioméd.* [Internet]. 2015. [citado 12 ago 2020] 34(2): 187-203 Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinvbio/cib-2015/cib152h.pdf>
21. Palma JC, Schuler J. Evaluación del efecto de tres sistemas de destilación de la calidad del pisco de uva Quebranta en el Perú. En: *III Congreso Nacional de Pisco-Lunahuaná, Perú. 2004.*
22. Tirado D, González K, Acevedo D. Determinación de los niveles de metanol, etanol, y metales pesados en el Ñeque elaborado en tres municipios de Sucre Colombia. *Rev Contamin. Amb.* 2016; 33:1-12.
23. Fuentes Y, Pérez S, Tamayo R, Rodríguez I, García MT. Caracterización de la incidencia de las intoxicaciones por metales en Cuba reportadas al Centro Nacional de Toxicología. 2005-2014. *Rev. Panor. Cuba y Salud. Vol. 13, No. Especial.* 2018. 40-45.
24. Romero S, Domingo C, Franquet R, García J, Capdevila J, Albó JA, Guamis B, Mínguez S. Presencia en el Vino y Evaluación del riesgo de aporte a través de la alimentación humana, de componentes relacionados con la seguridad alimentaria. En: *XXX Congreso Mundial de la Viña y el Vino. Budapest. Hungría. 2007.*

Dirección para la correspondencia: Isabel M. Gavilan Figari

Correo electrónico: fila67@hotmail.com