Artículo **Revista de Aplicación Científica y Técnica**
Septiembre 2018 Vol.4 No.13 18-27

Extracción, caracterización y cuantificación de cafeína en bebidas energéticas más populares de México, y su consumo por estudiantes del CUCEI de la Universidad de Guadalajara

Extraction, characterization and quantification of caffeine in the most popular energy drinks in Mexico, and its consumption by CUCEI students of the University of Guadalajara

AMEZQUITA-CAZAREZ, Karla†, BLANCO-AQUINO, Alicia*, RIOS-DONATO, Nely y MACÍAS-PÉREZ, Martha

ID 1er Autor: *Karla, Amezquita-Cazarez* / **ORC ID:** 0000-0003-1298-7271, **Researcher ID Thomson:** X-2356-2018

ID 1er Coautor: *Alicia, Blanco-Aquino* / **ORC ID:** 0000-0002-6933-1057, **Researcher ID Thomson:** X-2216-2018

ID 2do Coautor: *Nely, Rios-Donato* / **ORC ID:** 0000-0002-4306-8529, **Researcher ID Thomson:** X-2188-2018

ID 3er Coautor: *Martha, Macías-Pérez* / **ORC ID:** 0000-0002-1604-8119, **Researcher ID Thomson:** X-2223-2018

Recibido: Junio 19, 2018; Aceptado: Agosto 30, 2018

Resumen

En esta investigación se utilizó el proceso de extracción líquido-líquido para la obtención de cafeína pura en bebidas energéticas comerciales más consumidas en México (Red Bull® y Monster®), utilizando diclorometano como disolvente extractivo y optimizando la extracción a partir del control de pH. La caracterización de la cafeína se realizó mediante técnicas de espectroscopia: Radiación infrarroja con transformada de Fourier y reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) y Resonancia Magnética Nuclear de protón (RMN-^{1}H). El análisis cuantitativo se efectuó mediante el método de espectrofotometría UV-visible, cuyos resultados fueron comparados con la norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2011 donde se especifica que el límite máximo de cafeína es de 20 mg / 100 mL. El contenido de cafeína en todas las muestras de bebidas analizadas en esta investigación se encontró por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la norma. . El propósito fue realizar un estudio estadístico del consumo de bebidas energéticas por los estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, el cual fue aplicado a 300 estudiantes.

Bebidas energéticas, Cafeína, Extracción, Espectrofotometría UV

Abstract

In this research, the liquid-liquid extraction process was used to obtain pure caffeine in the most consumed commercial energy drinks in Mexico (Red Bull® and Monster®), using dichloromethane as an extractive solvent and optimizing extraction from pH control. The characterization of the caffeine was performed by means of spectroscopy techniques: Infrared Radiation with Fourier transform and attenuated total reflectance (FTIR-ATR) and Nuclear Magnetic Resonance of proton (RMN-1H). The quantitative analysis was carried out using the UV-visible spectrophotometry method, whose results were compared with the official Mexican standard NOM-218-SSA1-2011, which specifies that the maximum limit of caffeine is 20 mg / 100 mL. The caffeine content in all the beverage samples analyzed in this research was below the maximum permissible limits established by the standard. The purpose was to conduct a statistical study of the consumption of energy drinks by students of the University Center of Exact Sciences and Engineering, which was applied to 300 students.

Energy drinks, Caffeine, Extraction, UV spectrophotometry

Citación: AMEZQUITA-CAZAREZ, Karla, BLANCO-AQUINO, Alicia, RIOS-DONATO, Nely y MACÍAS-PÉREZ, Martha. Extracción, caracterización y cuantificación de cafeína en bebidas energéticas más populares de México, y su consumo por estudiantes del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. Revista de Aplicación Científica y Técnica. 2018. 4-13: 18-27.

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: alicia.baquino@academicos.udg.mx)
† Investigador contribuyendo como primer autor.

© ECORFAN-Spain

Introducción

La cafeína ($C_8H_{11}N_4O_2$), es un alcaloide de la familia de las xantinas. Es una sustancia psicoactiva consumida en bebidas, alimentos y fármacos por adultos, adolescentes y niños (Bardoni *et al*., 2015).

La cafeína fue aislada del café en 1819 y del té en 1827 por Friedrich Ferdinand Runge, pero su estructura química no se determinó hasta 1875 por E. Fischer. Se encuentra presente en más de 60 especies de plantas como un constituyente natural (Pardo *et al*., 2007), tales como *coffea* robusta, *theasinensis, theobroma cacao, cola acuminata, ilexparaguayensis, paullinia cupana y coffeaarabica* siendo esta ultima la mayor fuente de cafeína (Moratalla *et al*., 2018).

Las xantinas tienen efectos comunes, de intensidad variable. Por orden de potencia son la teofilina, la cafeína y por último la teobromina (Bardoni *et al*., 2015). Los efectos fisiológicos de la cafeína se pueden atribuir a su capacidad de estimular el sistema nervioso. Debido a su similitud estructural, la cafeína puede conducir al bloqueo de los receptores de adenosina (A1 y A2) (Almeida *et al*., 2017) que es un neuromodulador inhibitorio involucrado en la propensión al sueño (Barreda *et al*., 2012).

Cuando la cafeína se une a los receptores de adenosina, bloquea cualquier unión potencial de este y conduce a un aumento de la actividad neuronal (Cossey *et al*., 2016) incrementando la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) mediante la liberación de catecolaminas plasmáticas, induciendo taquicardia y aumento de la presión arterial (PA) (Almeida *et al*., 2017).

Por otro lado, se sabe que el sueño adecuado, es esencial para la expresión cognitiva óptima. Sin un sueño suficiente, los procesos mentales se vuelven lentos, inestables y existe la tendencia a cometer errores. La pérdida de sueño hace difícil mantener el estado de alerta, con lo cual el tiempo de reacción y la vigilancia psicomotora, se ven afectados.

Además, altera los procesos emocionales, con influencia indirecta en muchos otros aspectos cognoscitivos, como el juicio y la toma de decisiones (Barreda *et al*., 2012).

Existen estudios epidemiológicos en los cuales se ha demostrado, que la privación de sueño provoca fatiga crónica y somnolencia diurna, situaciones que a su vez aumentan el riesgo de accidentes de tránsito, laborales y domésticos. Ante esto, varias sustancias estimulantes se utilizan frecuentemente para mejorar el rendimiento, durante periodos de somnolencia o de vigilia prolongada (Barreda *et al*., 2012).

La cafeína tiene una acción reforzante mediante la liberación de dopamina en el circuito cerebral de recompensa. Tiene un efecto analgésico dependiente de la dosis, potenciado por los inhibidores de la serotonina y un efecto coadyuvante en la analgesia. Sus efectos ergogénicos mejoran el rendimiento deportivo (Pascual *et al*., 2014).

Las xantinas estimulan el centro respiratorio y son broncodilatadoras mejorando discretamente la función respiratoria al aumentar la contractilidad del diafragma. Es uno de los factores de riesgo para la subfertilidad en hombres y mujeres, junto con el tabaco y las drogas recreacionales (Clauson *et al*., 2008).

En el nivel celular, una alta dosis de cafeína produce diversas respuestas, incluida la muerte celular, retrasos en el ciclo celular, deterioro de la reparación y recombinación del ADN. pudiendo aumentar o antagonizar la exposición de potenciales mutagénicos y carcinógenos (Pardo *et al*., 2007), y alteración de la homeostasis del calcio intracelular (Fang *et al*., 2017).

En el caso de los niños, produce una serie, de variaciones en el sistema cardiovascular y en el desarrollo neurológico aumentando el riesgo de dependencia y adicción. Las principales manifestaciones de toxicidad de cafeína en niños son vómitos, taquicardias, convulsiones y poliuria (Pascual *et al*., 2014).

Se ha demostrado que la cafeína provoca estimulación aguda y mecanismos potenciales en las células neuronales del sistema nervioso central e influye; en el rendimiento cognitivo y el estado de ánimo, especialmente entre las poblaciones potencialmente vulnerables (Yu *et al*., 2017).

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Reduce la sensación de cansancio y fatiga, incrementando la capacidad de mantener un esfuerzo intelectual y el estado de vigilia (Pascual *et al*., 2014).

Debido a esto es ampliamente ingerida en el mundo destacándose por ser uno de los componentes más comunes, encontrándose ahora en las bebidas energéticas (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos., 2006), lo que ha originado un incremento del interés de este producto, así como el consumo combinado de cafeína y alcohol (Barreda *et al*., 2012), donde los grupos más propensos a abusar de estas bebidas son los estudiantes universitarios, los deportistas y las personas que realizan largas jornadas de trabajo (Ramón *et al*., 2013).

Las bebidas energéticas aparecieron por primera vez en Asia en la década de los 60´s del siglo XX. Actualmente están compuestas principalmente de cafeína, guaraná, taurina, ginseng, glucuronolactona y vitaminas, algunas poseen minerales además de inositol y carnitina entre otras sustancias que son dañinas para la salud (Vargas *et al*., 2016).

El líder del mercado, Red Bull® Energy Drink está disponible en más de 160 países (Verster *et al*., 2012). Su introducción en Austria en 1807 y en EUA en 1997 desencadenó la reciente tendencia a una comercialización cada vez más agresiva de este tipo de bebidas caracterizadas por su alto contenido de cafeína (Fang *et al*., 2017).

Los efectos adversos más frecuentes de la cafeína son palpitaciones, molestias gástricas, temblor, nerviosismo e insomnio. Dosis elevadas pueden provocar intensa ansiedad, miedo, crisis de angustia, acidosis metabólica, hiperglucemia y cetosis (Clauson *et al*., 2008).

La Procuraduría Federal del consumidor (Profeco) reportó, un análisis estadístico del consumo de bebidas energéticas a nivel nacional donde el 73% de los participantes afirmó consumir bebidas energéticas, del cual se encontró que el 47% lo hace por lo menos una vez por semana siendo la bebida de Red-Bull® la más utilizada (Profeco, 2011).

En la presente investigación se realizó un método de extracción con diclorometano (CH_2Cl_2) para la cuantificación de cafeína, utilizando un ultrasonido para la eliminación de bióxido de carbono, un rotavapor para concentrar la muestra, y de un tamiz molecular para eliminar los restos de agua residuales después de la extracción, que interfieren en el resultado de FTIR ATR de las bebidas energéticas tales como Red-Bull® y Monster®, para evaluar sí las mismas cumplen con la normativa vigente con respecto a la cantidad de mg de cafeína, comparándose los resultados con respecto a lo especificado en la norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2011, donde el límite máximo de cafeína es de 20 mg / 100 mL.

Así mismo, se relacionó el contenido indicado en la información nutrimental de cada bebida que está en el rango de 19-36 mg de cafeína / 100 mL, considerando un envase promedio de 250 a 350 mL con lo obtenido.

Desarrollo experimental

Materiales

Se utilizó cafeína anhidra de alta pureza, marca Fermont con un contenido ($C_8H_{10}N_4O_2$) 100%, para la elaboración de los estándares en la cuantificación por UV-Vis.

Optimización de la extracción de cafeína a partir del control de pH

Se tomó 150 mL de cada muestra de la bebida energética Red Bull la cual se colocó en el ultrasonido digital EUMAX MOD PL6003, para la eliminación de CO_2 por un tiempo de 15 minutos a temperatura ambiente.

Se prosiguió a concentrar el volumen inicial hasta un volumen de 40 mL aproximadamente, en un rotavapor Buchi R-II.

Se realizaron estudios de la extracción de cafeína en bebidas energéticas a pH 7, pH 8 y pH 8.96, agregando una disolución de Na_2C0_3 2 *M* para obtener el pH óptimo de extracción, empleando un Potenciómetro Denver UB-10 y un termo-agitador Thermo scientific modelo SP131325 a temperatura ambiente.

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Posteriormente se hizo la extracción líquido-líquido realizando cuatro extracciones con 10 mL de diclorometano (CH_2Cl_2) cada una, mediante un embudo de decantación, una vez finalizada la extracción se agregó a la fase orgánica aproximadamente 1 g de tamiz molecular con agitación constante a temperatura ambiente por 15 minutos eliminándose así los restos de fase acuosa. La fase orgánica fue filtrada por gravedad con papel filtro Whatman No. 4, finalmente se colocó en un baño de arena para la evaporación del disolvente, obteniendo así, los cristales blancos de cafeína. Así mismo se repitió el proceso, utilizando como muestras la bebida energética Monster®.

Caracterización de la cafeína por Resonancia magnética nuclear de protón (RMN ^{1}H)

La caracterización de la cafeína obtenida a partir de la extracción líquido-líquido con el pH óptimo de 8, se realizó por resonancia magnética nuclear con la transformada de Fourier, empleando un equipo de RMN (60 MHz), utilizando $CDCl_3$, como disolvente para la muestra. Se utilizaron 12 muestras de bebidas energéticas de Red Bull® y Monster®.

Caracterización de la cafeína por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR-ATR)

La caracterización de la cafeína se hizo a través de un equipo ATR, iD5 espectrofotómetro FTIR Nicolet ™ iS5, con transformada de Fourier.

Para la obtención del espectro FTIR se colocó una pequeña cantidad de los cristales de cafeína directamente en el equipo. Obteniendo un espectro en la región de 4000-450 cm^{-1}.

Cuantificación de la cafeína por espectrofotometría UV-VIS

Para el análisis de la cuantificación de cafeína se utilizó un espectrofotómetro UV-Visible GBC modelo cintra 6, serie 3336. La absorbancia de cada disolución fue medida dentro del rango ultravioleta con una longitud de onda máxima de 272.34 nm, obtenida a partir de la curva espectral de 200-600 nm, utilizando para cada medición una celda de cuarzo de 10 mm.

Preparación de estándares

Se preparó una disolución de cafeína pura con agua bidestilada de 5000 ppm y a partir de esta se obtuvo una disolución de 50 ppm, de la cual se elaboró estándares de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 20 ppm. Realizando la curva de calibración.

Preparación de la muestra

Cada una de las muestras de cafeína pura obtenidas a partir del proceso de extracción al pH óptimo de 8, se aforaron por separado en un volumen de 25 mL con agua bidestilada, con una dilución de 1 en 50.

Proceso de métodos estadísticos (estudio descriptivo de tipo encuesta en escala tipo Likert)

Se realizó un estudio usando un cuestionario de tipo encuesta en escala tipo Likert del consumo de bebidas energéticas, el cual se aplicó a 300 estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de la Universidad de Guadalajara en el estado de Jalisco. El rango de edad de los encuestados fue de 18 a 27 años. La recolección de datos se hizo a partir de un cuestionario, con preguntas referentes a las bebidas energéticas más populares, el consumo durante el tiempo de exámenes de evaluación de contenidos, su frecuencia y la información nutricional de las bebidas.

Resultados y discusión

Optimización de la extracción de cafeína a partir del control de pH

Se encontró que el pH 8 fue el óptimo, para extraer la cafeína en ambas bebidas, Red Bull® (Tabla 1), y Monster® (Tabla 2).

En estas tablas se puede observar que la cantidad de cafeína extraída es mayor a pH cercano a 8 (de acuerdo al pKa) que cuando se realiza a pH 7 o pH 8.96 (desde un pH inicial de la bebida, pH_o hasta un pH final ajustado, pH_f).

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Muestra Red Bull®	pH_o Inicial	pH_f Final	mg de cafeína
1	3.29	7	10.7
2	3.34	8.01	19.2
3	3.22	8.07	21
4	3.19	8.96	10.7

Tabla 1 Cantidad de cafeína obtenida a distintos pH. Empleando como muestra bebida energética Red Bull®
Fuente: Autoría Propia

Muestra Monster®	pH_o Inicial	pH_f Final	mg de cafeína
1	3.63	7.07	10.7
2	3.5	8	11.3
3	3.53	8.06	11.5
4	3.53	8.96	8.96

Tabla 2 Cantidad de cafeína obtenida a distintos pH. Empleando como muestra bebida energética Monster®
Fuente: Autoría Propia

Caracterización de la cafeína por Resonancia magnética nuclear de protón (RMN ^{1}H)

Para la interpretación estructural de la cafeína se muestra la numeración de los protones en la molécula de cafeína (Figura 1). La caracterización fue realizada para ambas bebidas energéticas (Red Bull® y Monster®).

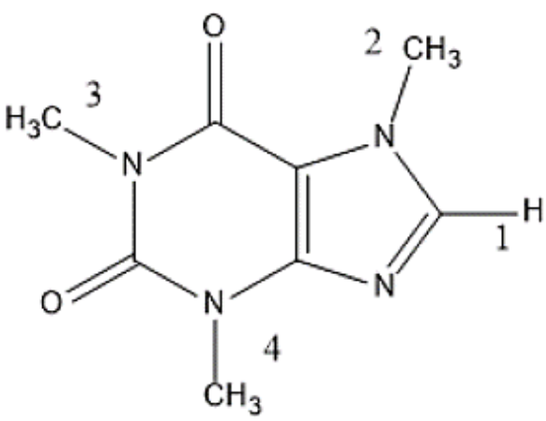

Figura 1 Numeración para la asignación de protones en la estructura de la cafeína
Fuente: Autoría Propia

El Espectro ^{1}H de RMN ($CDCl_3$), de cafeína obtenido de la muestra de bebidas energéticas Red Bull® (Grafico. 1), indica para el hidrógeno 1, asignado en la figura 1, un desplazamiento químico en 7.52 δ del hidrógeno en el anillo imidazólico, provocado por el efecto inductivo en la deslocalización y desprotección del campo magnético en el anillo aromático.

En la señal asignada 2, señala un singulete que integra para 3 protones de hidrógeno —CH_3—, con un desplazamiento químico de 4.12 δ, señal a campo bajo provocado por la presencia del nitrógeno del anillo imidazólico al cual está unido. Finalmente para las señales de los dos singuletes (—CH_3), de los hidrógenos asignados como 3 y 4 se observan desplazamientos químicos de 3.95 δ y 3.53 δ respectivamente, señales a campo ligeramente más bajo que corroboran el efecto de apantallamiento de los carbonilos adyacentes en la estructura del anillo imidazólico en los metilos 3 y 4.

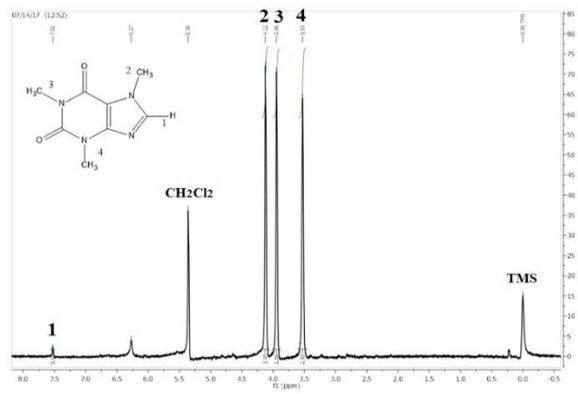

Gráfico 1 Espectro de ^{1}H de RMN ($CDCl_3$), de cafeína, muestra de bebidas energéticas Red Bull®
Fuente: Autoría Propia

En la tabla 3 se muestran los desplazamientos químicos ^{1}H de RMN ($CDCl_3$), del espectro de la cafeína (Gráfico 1), en donde, se observa que existe una similitud entre los desplazamientos químicos experimentales y los reportados por Sitkowski (Sitkowski *et al*., 1995).

Protón	Experimental	Sitkowski
H1	7.52	7.58
H2	4.12	4.01
H3	3.95	3.55
H4	3.53	3.37

Tabla 3 Desplazamientos químicos (δ) del espectro de cafeína de ^{1}H RMN de las muestras analizadas y los reportados por Sitkowski
Fuente: Autoría Propia

ISSN 2444-4928
ECORFAN® Todos los derechos reservados

Caracterización de la cafeína por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR)

Se muestran las bandas de la estructura de cafeína en el espectro obtenido (Gráfico 2) para las bebidas energéticas Red Bull® y Monster®. Se realizó una comparación con la base de datos SDBS (Spectral Database for Organic Compounds), observándose los espectros obtenidos las siguientes señales: de 1646 y 1694 cm^{-1} debido a la presencia de los grupos carbonilo (C=O), aparecen también las señales de estiramiento de 1481 y 1546 cm^{-1} del enlace doble C=C, la señal de flexión en 609 cm^{-1} para el enlace N-C=O y las señales 1236 y 1284 cm^{-1} que corresponden al enlace C-N. La vibración de estiramiento de enlace C-H alifático se observó en 3110 cm^{-1}, el pico de 743 cm^{-1} correspondió al enlace C-H fuera del plano de flexión, mientras que los grupos $-CH_3$ adjuntos al nitrógeno fueron observados en 2953 cm^{-1} (SDBS, 2013).

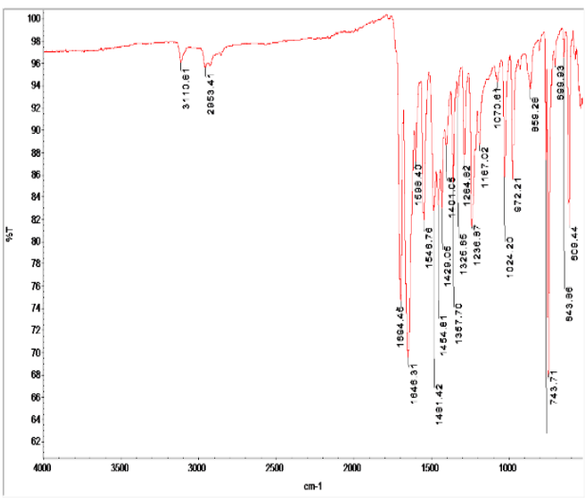

Gráfico 2 Espectro de FTIR-ATR para cafeína, para las muestras de bebidas energéticas Red-Bull® y Monster®
Fuente: Autoría Propia

Cuantificación de la cafeína por espectrofotometría UV-VIS

A partir de la ley de Lambert-Beer, se tiene que A=εbc (1), donde la celda (b) fue de 1 cm, relacionando la ecuación (1) con la ecuación de la línea recta; y = 0.0495x + 0.0278 y su coeficiente de determinación R^2 igual a 0.9994 obtenida en la curva de calibración (Gráfico 3), considerando que la pendiente (m) es igual al producto de la absortividad ε, y la celda (b), se obtiene la concentración de cafeína expresada en ppm:

$$C = \frac{A}{m} \qquad (2)$$

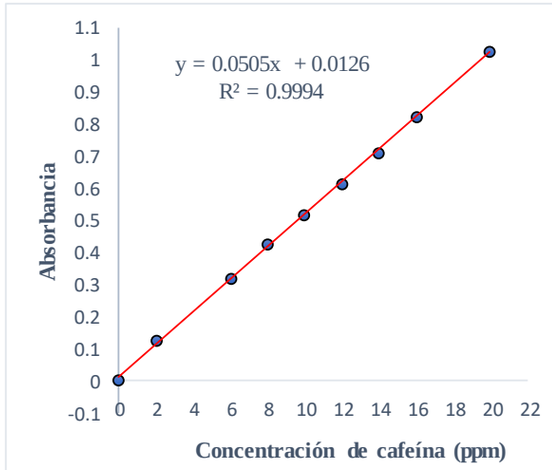

Gráfico 3 Curva de calibración estándar de cafeína pura. Utilizando agua como disolvente, estándares de 2-20 ppm en UV-Vis
Fuente: Autoría Propia

A partir de la ecuación (2), y el tratamiento de la muestra se determinó la concentración de cafeína (tabla 4) en las diferentes bebidas energéticas.

Los espectros de absorción ultravioleta de cafeína obtenidos a una longitud de onda de 272.34 nm, de las muestras de bebidas energéticas, Red Bull® y Monster® con respecto al estándar de 20 ppm (Gráfico 4.).

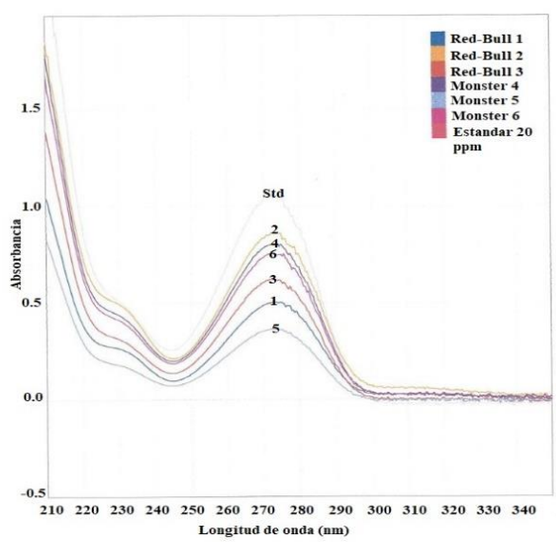

Gráfico 4 Espectro de absorción ultravioleta de cafeína de las muestras de bebidas energéticas, Red Bull®, Monster®. y Std en UV-Vis
Fuente: Autoría Propia

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Muestra	Absorbancia	ppm de cafeína	mg de cafeína
Red Bull® 1	0.5464	88.14	13.22
Red Bull® 2	0.888	144.5	21.67
Red Bull® 3	0.654	105.87	15.88
Monster® 4	0.8298	134.7	20.23
Monster® 5	0.3852	61.54	9.23
Monster® 6	0.7731	125.54	18.83

Tabla 4 Cantidad de cafeína contenida en cada una de las muestras de bebidas energéticas
Fuente: Autoría Propia

Considerando que la distribución de la cafeína en las dos fases (acuosa y orgánica) puede relacionarse de acuerdo al coeficiente de distribución K_D, y la ecuación (3) originada del balance de materia en relación a la constante de distribución K_D, se determinó la cantidad de cafeína teórica remanente en la fase acuosa después de la extracción.

$$W_n = W_o \left(\frac{V_2}{K_D V_1 + V_2}\right)^n \qquad (3)$$

En el proceso de extracción se tiene que W_o es la cantidad de cafeína en la fase acuosa antes de cualquier extracción, K es el coeficiente de distribución de 4.8 en el sistema de CH_2Cl_2 / H_2O, donde la solubilidad de la cafeína en cada disolvente es 10 g / 100 mL y 21 g / 100 mL respectivamente (Guarnizo *et al.*, 2009).

El volumen de disolvente utilizado para cada extracción V_1 fue de 10 mL, el volumen de la muestra V_2 de la bebida energética fue de 150 mL, n es el número de extracciones realizadas, que fueron 4, y finalmente Wn es la cantidad en mg de cafeína remanente en la fase acuosa después de las extracciones. Según el contenido de cafeína establecido en la información nutrimental de la bebida Red Bull® contiene 28.5 mg cafeína / 150 mL, y la bebida Monster® contiene 54 mg de cafeína / 150 mL.

De acuerdo con la ecuación (3), se determinó la cantidad teórica de cafeína en la fase orgánica para la bebida Red Bull® de 19.1 mg, así mismo se determinó la cantidad de cafeína para la bebida Monster® que resultó ser de 36.3 mg. En comparación con la cantidad teórica calculada a partir de la ecuación y lo obtenido en la cuantificación por UV-Visible (tabla 4), la muestra de Red Bull obtuvo mejores resultados con respecto a la bebida Monster®.

La cantidad de cafeína máxima extraída experimentalmente para la muestra de bebida Red Bull® fue de 21.67 mg, y para la muestra de bebida Monster® fue de 20.23 mg (tabla 4) lo que es equivalente a 144.5 ppm y 134.7 ppm (Gráfico 2) respectivamente, se comparó estas cantidades con las especificadas en la norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2011 donde el límite máximo de cafeína es de 20 mg / 100 mL equivalente a 200 ppm, por lo que se tiene que ambas bebidas se encuentran por debajo de los límites permisibles.

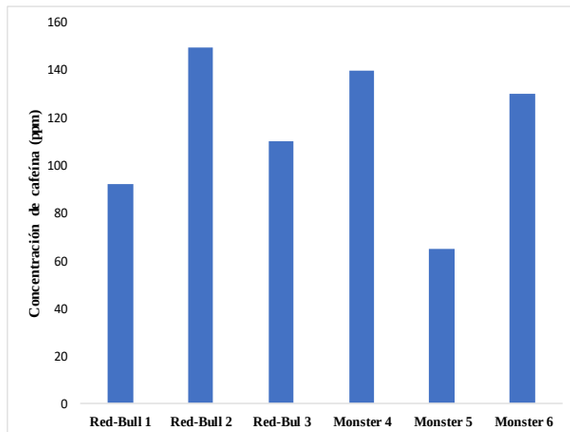

Gráfico 5 Gráfico del contenido de cafeína en las muestras de bebidas energéticas
Fuente: Autoría Propia

Proceso de métodos estadísticos (estudio descriptivo de tipo encuesta en escala tipo Likert)

Se realizó el estudio de tipo encuesta en escala tipo Likert del consumo de bebidas energéticas a 300 estudiantes del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Para la pregunta del consumo de bebidas energéticas el resultado fue que el 38% de los estudiantes contesto que sí consumía bebidas energéticas, siendo el 10% mujeres y el 90% hombres. El 50% de los estudiantes que confirmaron la ingesta aseguraron haber leído la información nutrimental de la bebida.

De los estudiantes que aseguraron su consumo, se determinó la frecuencia de ingesta por semana presentándose que el 61% recurre a una bebida por semana, el 30% de 2 a 3 bebidas y el 9% a más de 4 bebidas (Gráfico 6).

ECORFAN® Todos los derechos reservados

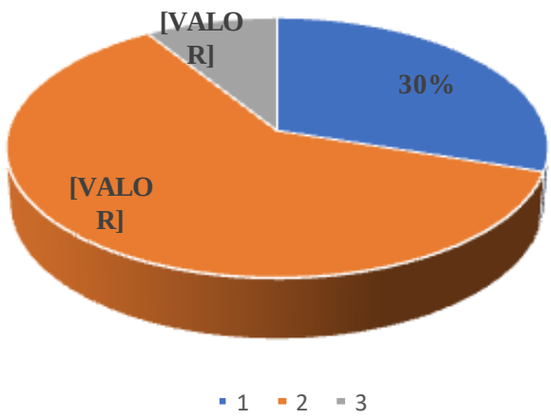

Gráfico 6 Frecuencia del consumo de bebidas energéticas a la semana por estudiantes del CUCEI. (n=114). 61% 1 vez, 30% 2-3 veces y 9% más de 4 veces. (1 vez es equivalente a 1 bebida)
Fuente: Autoría Propia

Se les cuestionó a los estudiantes si antes de presentar un examen ingerían bebidas energéticas, donde el 61% respondió que no, el 24% a veces, y el 15% afirmó que sí (Gráfico 7).

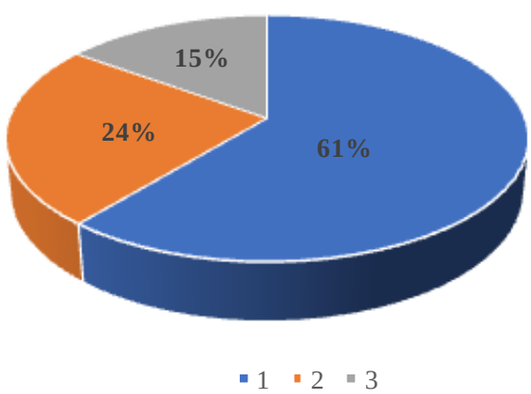

Gráfico 7 Consumo de bebidas energéticas durante exámenes por estudiantes del CUCEI. (n=114)
Fuente: Autoría Propia

Del 38% (114) de los estudiantes que ingieren las bebidas energéticas se observó que Red-Bull® fue la más consumida con el 37%, seguida de Monster® con un 5% menos, después Vive 100 y Boost. En el apartado otros, entran las bebidas, Rock Star, Burn, Volt, Vitamin, Venom, Gladiator (Gráfico 8).

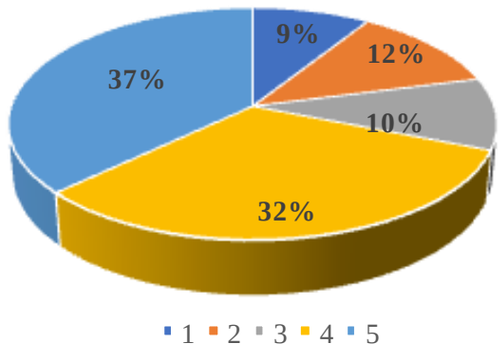

Gráfico 8 Distribución del tipo de bebidas energéticas consumidas por estudiantes del CUCEI. (n=114). La clasificación es: 1-Red.Bull®, 2-Monster®, 3-Boost, 4-Vive 100, y 5-Otros
Fuente: Autoría Propia

Conclusiones

Los resultados para la técnica de extracción indicaron que el proceso fue mejorado a un pH de 8 para ambas bebidas energéticas, Red Bull® y Monster®.

La cantidad teórica calculada a partir del balance de materia en relación a la constante de distribución K_D y lo obtenido experimentalmente por UV-Visible, así como, en relación con lo especificado en la información nutrimental, se obtuvieron mejores resultados con la bebida Red-Bull® con relación a la bebida Monster®. Ambas cumplieron con la cantidad de cafeína especificada en la norma oficial mexicana NOM-218-SSA1-2011.

Los datos obtenidos en el proceso de métodos estadísticos muestran la importancia que se debe tener con respecto al consumo de bebidas energéticas ya que el 38% de los estudiantes la consumen, y el 61% lo hace mínimo una vez por semana, tomando esto en cuenta y que sólo la mitad ha leído la información nutrimental, se sugiere un programa de prevención dentro del Centro Universitario para informar a sus estudiantes de los efectos adversos que puede ocasionar el abuso de dichas bebidas.

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Agradecimientos

Agradecemos al área de Investigación en Remediación Ambiental en el que se desarrolló el proyecto, al Laboratorio de Síntesis Orgánica por los análisis de resonancia magnética nuclear (RMN) y el espectrofotómetro de infrarrojo con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) y al Laboratorio de Análisis Industriales por los análisis de espectrofotometría UV-Visible.

Referencias

Almeida L., Marques L., Loch R., Engrácia V. (2017). Caffeine affects autonomic control of heart rate and blood pressure recovery after aerobic exercise in young adults: a crossover study. *Scientific reports, nature, 7*(14091), 1-8.

Bardoni N., Contartese C., Olmos V. (2015). Evaluación de la ingesta diaria de cafeína en niños y adolescentes de Argentina. *Acta toxicológica Argentina, 23*(1), 5-14.

Barreda R., Molina L., Haro R., Alford C., Verster J. (2012). Actualización sobre los efectos de la cafeína y su perfil de seguridad en alimentos y bebidas. *Revista médica del Hospital General de México, 75*(1), 60-67.

Clauson K., Shields K., McQueen C., Persad N. (2008). Safety issues as sociated with commercially available a nergy drinks. *Pharmacy Today, 14*(5), 52-64.

Cossey K. (2016). The determination of caffeine content in decaffeinated blanck bird. *The corinthian: The journal os student research at Georgia college*, (17), 13-23.

Fang T., Dong H., Hong X., Yuan X., Chen Z., Chen J., Min Q. (2017), Adenosine A_{2A} receptor mediates hypnotc effects of etanol in mice. *Scientific reports, nature, 7*(12678), 1-12.

Guarnizo A., Martinez Y., Nel P. (2009). Experimentos de química orgánica con enfoque en ciencias de la vida. Colombia. Ediciones Elizcom.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2006). Comisión revisora de medicamentos y productos biológicos, de alimentos y bebidas alcohólicas, de insumos para la salud y productos varios, *Acta 03/06*, 1-21.

Moratalla R. (2008). Neurobiología de las metilxantinas. *Revista de Trastornos adictivos. 10*(3) 201-207.

Ramón D., Cámara J., Cabral F., Juárez I., Díaz J. (2013). Consumo de bebidas energéticas en una población de estudiantes universitarios del estado de Tabasco, México. *Revista Salud en Tabasco. 19*(1), 10-14.

Pardo R., Álvarez Y., Barral D., Farré M. (2007). Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso.*Revista adicciones, 19*(3), 255-238.

Pascual M., Sánchez B. (2014). Consumo de bebidas energéticas en la población adolescente de entre 16 y 18 años. *Revista Reduca, 6*(4), 232-238.

"Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba". Norma oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011. Diario Oficial de la Federación, 10 de febrero de 2012.

Profeco. (2011). La chispa enlatada. *Revista del consumidor, 3(18)*, 27-43.

Sitkowski J., Stefaniak L., Nicol L., Martin M, Martin G., Webb G. (1995). Complete assignments of the ^{1}H, ^{13}C and ^{15}N NMR spectra of caffeine. *Elsevier Science Ltd. 51A(5)*, 839-841.

Spectral Database for Organic Compounds, SDBS. (2013). Spectroscopy FTIR, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan.

Vargas W., Duque N., Núñez E., Reyes F., Carranza A. (2016). Percepción de los estudiantes de la FES Iztacala sobre los efectos de consumir bebidas Energizantes. *Revista electrónica de investigación en enfermería FESI-UNAM. 5*(9), 37-44.

Verster J., Aufricht C., Alford C. (2012). Energy drink smixed with alcohol: mis conceptions, myths and facts. *International Journal of General Medicine, 5*, 187-198.

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Yu N., Bieder A., Raman A., Mileti E., Katayama S., Einarsdottir E., Fredholm B., (2017). Acute doses of caffeine shift nervous system cell expression profiles toward promotion of neuronal projection growth. *Scientific reports, nature, 7*(11458), 1-10.

ECORFAN® Todos los derechos reservados