



Universidad de Guanajuato
Campus León
División de Ciencias de la Salud
Departamento de Medicina y Nutrición

**CONSUMO DE BEBIDAS SABORIZADAS EN
ADULTOS JÓVENES Y SU EFECTO
GENOTÓXICO**

Tesis para obtener el grado de Licenciada en
Nutrición

Presenta

Vanessa Báez Gutiérrez

Directora:

Dra. Ana Lilia González Yebra

Codirectora:

Dra. Daniela Beatriz Muñoz López

León, Guanajuato

Marzo del 2022

DEDICATORIAS

Las metas se logran depositando dosis constantes de perseverancia, dedicación y humildad para tener una mayor apertura al aprendizaje, también se requiere de tus redes de apoyo para lograr las metas, es por ello que a cada uno de ustedes les agradezco y les dedico mi tesis, por siempre confiar en mi e impulsarme en lograr mis sueños ya que sin ustedes este proceso no hubiera sido posible.

-A mis padres por todo el amor, el apoyo incondicional, la confianza y la guía en cada una de las etapas de mi formación.

-A mis hermanos Flor y Alfredo, por inspirarme y apoyarme para nunca dejar de luchar por mis metas hasta cumplirlas.

-A Pablo, mi novio por ser un compañero incondicional y apoyarme en todo momento.

-A todos mis seres queridos, pero especialmente para mi abuelita Ma. Luisa, porque hasta el último instante, nunca dejo de animarme.

AGRADECIMIENTOS

-A todas las personas que han dejado huella en mi vida, ustedes han sido fuente de alegría e inspiración para lograr culminar este proceso y seguir en constante aprendizaje.

-A la Dra. Ana Lilia por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica, fundamentales para la elaboración de este proyecto.

-A mi codirectora Dra. Daniela por brindarme su tiempo y conocimiento para retroalimentar este proyecto.

-A mi universidad, mis docentes y amigos que han aportado a mi formación académica y personal.

-A mi coordinadora de estancia la Lic. Daniela, por la paciencia, los ánimos y el apoyo que me brindo durante mi trabajo en la EMNS para que así yo pudiera continuar con el desarrollo de mi tesis y a la par realizar las labores de la estancia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS	7
INTRODUCCIÓN	8
MARCO TEÓRICO	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
HIPÓTESIS	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
METODOLOGÍA.....	19
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	21
CONSIDERACIONES ÉTICAS	22
RECURSOS E INFRAESTRUCTURA	22
RESULTADOS.....	23
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIÓN	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO	43
ANEXO 1. TABLA DE INGREDIENTES DE BEBIDAS SABORIZADAS.....	43
ANEXO 2. TÉCNICA DE MICRÓNÚCLEOS.....	45
ANEXO 3. ESQUEMA DE LA GENERACIÓN DE DAÑO CITOGENÉTICO O EFECTO GENOTÓXICO.....	46
ANEXO 4. PRESENTACIÓN DE PROYECTO EN EL PRIMER COLOQUIO DE JÓVENES INVESTIGADORES EMITIDO POR EL IMJU	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. FRECUENCIA DE FACTORES ASOCIADOS A GENOTOXICIDAD	24
GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE IMC EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.	24
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE GRASA CONFORME AL ICC EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	25
GRÁFICA 4. FRECUENCIA DE CONSUMO DE BEBIDAS SABORIZADAS AL DÍA	26
GRÁFICA 5. ASOCIACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE BEBIDAS SABORIZADAS Y MICRONÚCLEOS	26

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	23
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO DE MACRONUTRIMENTOS	25
TABLA 3. RESULTADO DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA Y LA ASOCIACIÓN CON ANORMALIDADES NUCLEARES..	28
TABLA 4. RESULTADO DE LA REGRESIÓN MÚLTIPLE Y LA ASOCIACIÓN CON ANORMALIDADES NUCLEARES ..	30

ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
SSA	Secretaría de Salud y Asistencia.
NOM	Norma Oficial Mexicana
ml	Mililitros
mg	Miligramos
pp	Páginas
CODEX	Código de alimentación
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
DOF	Diario Oficial de la Federación
MN	Micronúcleos
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ENN	Edulcorantes no nutritivos
FDA	Administración de Medicamentos y Alimentos
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
PPM	Partículas por millón
Kg	Kilogramo
IDR	Ingesta diaria recomendada
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IMC	Índice de masa corporal
m²	Metros cuadrados
ICC	Índice cintura – cadera
FC	Frecuencia cardíaca
TAS	Tensión arterial sistólica
TAD	Tensión arterial diastólica
N	Número de muestra
mmHg	Milímetros de mercurio
DE	Desviación estándar
P	Significancia
OR	Oddsratio
IC	Índice de correlación
R²	Coefficiente de determinación

CONSUMO DE BEBIDAS SABORIZADAS EN ADULTOS JÓVENES Y SU EFECTO GENOTÓXICO.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el consumo de bebidas saborizadas se ha incrementado en el mundo. Respecto a los efectos nocivos a la salud, existen varios estudios nacionales e internacionales que señalan la asociación directa del consumo elevado de bebidas saborizadas y enfermedades crónico-degenerativas, así como otros riesgos a la salud, de ahí que éstas se relacionan directamente con otras enfermedades metabólicas. Sin embargo, poco se sabe sobre el efecto genotóxico que puedan tener la gran gama de bebidas consumidas en exceso por la población.

En este estudio se analizó el posible efecto genotóxico en adultos jóvenes que consumen bebidas saborizadas, mediante diferentes formulaciones existentes en el mercado, tomando en cuenta el análisis del recordatorio de 24 horas, la frecuencia de consumo de alimentos y bebidas y los valores identificados de la frecuencia de anomalías nucleares, los cuales, previamente fueron observados mediante la prueba de micronúcleos.

Se buscó la asociación con micronúcleos por ser el biomarcador de excelencia para identificar la genotoxicidad, pero también buscamos la posible asociación con otras anomalías nucleares, donde se identificó que existe indicios de citotoxicidad por el consumo de bebidas energéticas, jugos procesados y refresco.

Por otro lado, se observaron asociaciones importantes entre el impacto de dieta y la composición corporal con la presencia de micronúcleos y algunas anomalías nucleares, como se podrá abordar de manera más detallada en los resultados.

MARCO TEÓRICO

Es importante que el ser humano cubra su requerimiento hídrico a partir de agua, para mantener niveles adecuados de hidratación, pero al tener una variedad de bebidas disponibles en el mercado se fomenta el consumo de otro tipo de bebidas, las cuales, de acuerdo con la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se clasifican en dos grandes grupos, bebidas de consumo humano no alcohólicas y bebidas de consumo humano alcohólicas. Conforme a la NOM-218-SSA1-2011, las bebidas saborizadas no alcohólicas se definen como los productos elaborados por la disolución en agua para uso y consumo humano, de ingredientes opcionales.

Para fines de análisis en las diferentes bebidas consumidas por los participantes, se indagó algunas clasificaciones conforme a la literatura vigente, donde se identificaron las siguientes:

I. Clasificación de bebidas saborizadas según la NOM-218-SSA1-2011:

1. Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición: Son aquellas a las que se les disminuye, elimina o adiciona uno a más nutrimentos, tales como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales o fibras dietéticas

2. Bebida para deportistas: Son las bebidas saborizadas no alcohólicas que son elaboradas por la disolución de sales minerales, edulcorantes u otros ingredientes con el fin de reponer el agua, energía y electrolitos perdidos por el cuerpo humano durante el ejercicio.

3. Bebida adicionada con cafeína: Son los productos elaborados por la disolución en agua para uso y consumo humano, de azúcares, ingredientes opcionales, adicionados o no de aditivos que pueden estar o no carbonatadas y con un contenido mayor de 20 mg de cafeína por 100 ml de producto. No incluye al café, sucedáneos del café, té e infusiones de hierbas.

4. Polvo para preparar bebidas no alcohólicas: Son el producto con o sin azúcares, con o sin edulcorantes calóricos y no calóricos, adicionados o no de jugo, leche y aditivos para alimentos (Diario Oficial de la Federación, 2011 pp 3-4).

Aunque dicha norma, define algunos grupos de bebidas saborizadas, para el objetivo del presente estudio, se optó por buscar otras clasificaciones, dentro estas se identificó el sistema de clasificación de bebidas del *Codex Alimentario 192 del 2015*, así como la definición del grupo de bebidas energizantes, emitido por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP).

II. Sistema de clasificación de bebidas saborizadas conforme al CODEX-192, 2015:

1. **Aguas:** Comprende las aguas naturales y otras aguas embotelladas, cada una de las cuales puede ser sin gas o con gas. Además, pueden estar carbonatadas (con la adición de anhídrido carbónico), descarbonatadas (contener menos anhídrido carbónico que el agua de manantial, de modo que no libera espontáneamente anhídrido carbónico en condiciones normales de temperatura y presión) o enriquecida (con anhídrido carbónico del manantial) o bien no contener gas (sin anhídrido carbónico libre).

2. **Zumos (jugos) de frutas y hortalizas incluyendo los industrializados:** Esta categoría comprende únicamente los zumos (jugos) de frutas y hortalizas. Los cuales, se categorizan en función de sus componentes.

3. **Néctares de frutas y hortalizas:** Los néctares de frutas y hortalizas son bebidas producidas a partir de purés, zumos (jugos) o concentrados de cualquiera de ellos, mezclados con agua y azúcar, miel, jarabes y/o edulcorantes. Las mezclas de néctares de frutas u hortalizas se clasifican en función de sus componentes:

3.1 **Concentrados para néctares de frutas u hortalizas:** Preparados mediante la eliminación física del agua del néctar de fruta o de los materiales de los que se obtiene. Se venden en forma líquida, en jarabe y congelados para la preparación de néctar listo para el consumo mediante adición de agua.

4. **Bebidas a base de agua aromatizadas incluidas las bebidas para deportistas, bebidas electrolíticas y bebidas con partículas añadidas:** Comprende todas las variedades y concentrados con gas y sin gas, productos a base de zumos (jugos) de frutas y hortalizas. También incluye las bebidas a base de café, hierbas aromáticas y té.

4.1 **Bebidas a base de agua aromatizadas con gas:** Comprende todas las bebidas aromatizadas a base de agua con adición de anhídrido carbónico

y con edulcorantes nutritivos, no nutritivos o intensos y otros aditivos alimentarios permitidos. Incluye la gaseosa (bebida a base de agua con adición de anhídrido carbónico, edulcorantes y aromatizantes) y bebidas con gas como “colas”, bebidas refrescantes a base de raíces y ciertos tipos de especias, limón y otros tipos de cítricos, tanto los de tipo dietético o ligero como normal. Estas bebidas pueden ser transparentes, turbias o pueden contener partículas (p. ej. trozos de fruta). Incluye las así llamadas bebidas para deportistas con gas que contienen niveles elevados de nutrientes y otros ingredientes. (p. ej. cafeína, taurina, carnitina).

4.2 Café, sucedáneos del café, té, infusiones de hierbas y otras bebidas calientes a base de cereales y granos, excluido el cacao: Comprende los productos listos para consumir (p. ej. enlatados) y sus mezclas y concentrados. Ejemplos: bebidas calientes a base de achicoria (postum), té de arroz, infusión de yerba mate, y mezclas para bebidas calientes a base de café y té (p. ej. café instantáneo, polvos para capuchino caliente). Se incluyen también los granos de café tratados para la elaboración de productos de café (Codex,2015, pp 44 -46).

Considerado esta clasificación se agregó el grupo de bebidas energizantes las cuales según el Instituto Nacional de Salud Pública se definen de la siguiente manera:

- **Bebidas energizantes:** También conocidas como bebidas energéticas o hipertónicas, son bebidas sin alcohol y se refiere a las bebidas que contienen cafeína en combinación con otros ingredientes como taurina, guaraná y vitaminas del complejo B (López,2020).

III. Bebidas saborizadas y su relación con daños a la salud

De acuerdo con la hoja informativa de la Comisión de Salud Pública de Boston 2014, se reportó que existían varios estudios de investigación, donde demostraban que las bebidas saborizadas hacen daño a la salud de los jóvenes, indicando que una ingesta de este tipo de bebidas conduce a un mayor riesgo de aumento de peso, desarrollo de diabetes tipo 2, enfermedades del corazón, síndrome metabólico, hipertensión, y gota. Uno de los estudios de la American Heart Association, identificó

que las bebidas endulzadas con azúcar pueden estar relacionadas a unas 180,000 muertes en todo el mundo (Muth,2019).

En México, en los últimos años, los datos de la ENSANUT 2018 reportaron una transición entre los tipos de alimentos y bebidas consumidas, mostrando un alto consumo de alimentos densamente energéticos y bebidas saborizadas. Es por ello, la importancia del etiquetado nutrimental ya que este es obligatorio en los productos preenvasados para comprender la declaración y la información nutrimental complementaria, por lo cual, la declaración nutrimental se debe manifestar principalmente para informar al consumidor y que éste tome mejores elecciones, sobre todo si el producto presenta un ingrediente específico o con daños a la salud (Diario Oficial de la Federación, 2010).

IV. Genotoxicidad y prueba de micronúcleos

Se entiende por genotoxicidad como la capacidad relativa de un agente de ocasionar daño en el material genético, originando efectos biológicos adversos a la integridad genética (Tolbert, 1991). Es por ello, que, aunque existen varias técnicas disponibles para identificar genotoxicidad o daño citogenético, la prueba de micronúcleos es una de las técnicas con mayor uso, debido a sus diferentes ventajas para medir el daño genético en estudios de población humana (Leonardi,2020). Además, es una técnica sencilla, de carácter no invasivo y de bajo costo (Tóth,2020). Siendo el micronúcleo el biomarcador de influencia de agentes mutagénicos y genotóxicos, por el resultado de fragmentos cromosómicos, que indican una segmentación de la cadena de ADN o una mala segregación cromosómica (Çetinkaya,2020), (Fenech,2021), (Torres,2014), (Hopf,2020).

De tal manera que, la prueba de micronúcleos consiste en visualizar la morfología de las células bucales ya que éstas son susceptibles al daño de agentes, antes de reflejar una condición sistémica. A pesar de que estas células tienen una respuesta proliferativa que permite que la población celular tenga una tasa constante de división, también son propensas al daño del ácido desoxirribonucleico (ADN), esto podría reflejar la salud del individuo, los cambios de la enfermedad y el primer contacto con contaminantes como lo son el tabaco, el alcohol, los efectos por quimioterapias o radioterapias, por mencionar algunos factores (Torres,2014).

Los micronúcleos se pueden originar de manera espontánea o como resultado de la acción de determinados agentes clastogénicos y/o anéugicos (Tolbert,1991). La división celular del material genético puede producirse de manera errónea debido a fallas durante la replicación, y posterior división del ADN, con lo que se produce una pérdida cromosómica, haciendo que el reparto del material genético sea inequitativo. Así, el material genético que se desprende queda excluido y no se incorpora correctamente al núcleo de la célula hija, originando un nuevo núcleo de menor tamaño que el núcleo principal (Tolbert, 1991) (Fenech,2021).

Para el caso de las otras anomalías como lo son los binúcleos se ha identificado que son un biomarcador de defecto en la citocinesis, por lo que la picnosis, la cromatina condensada, la cariólisis y la cariorrexis tienen una asociación para identificar estadios de la necrosis celular, y a su vez la picnosis y la cromatina condensada permiten identificar el daño celular (Torres, 2014), (Tolbert,1992).

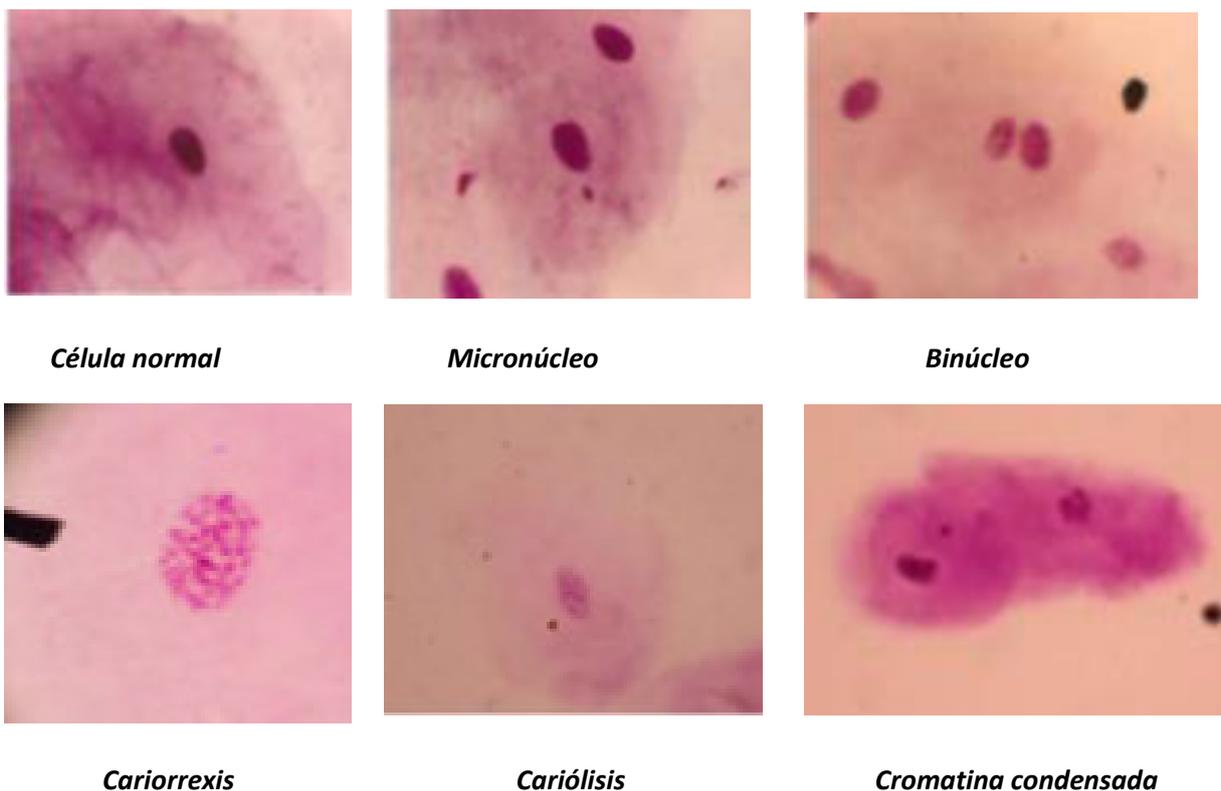
IV.I Criterios de clasificación de células con la prueba de micronúcleos

- a. Célula normal:** El núcleo está teñido uniformemente, tiene forma ovalada o circular y más pequeña que el citoplasma. Las células basales se distinguen porque son más grandes. Hay ausencia de cualquier otra estructura además del núcleo (Torres,2014).
- b. Célula micronucleada:** Caracterizada por un núcleo principal y estructuras más pequeñas (MN). El MN tiene forma circular u ovalada, su longitud está entre $1/3$ y $1/16$ del núcleo principal, la intensidad de la mancha, textura y plano es igual en ambas estructuras (Torres,2014).
- c. Célula binucleada:** Célula con dos núcleos muy próximos, incluso en contacto, ambas con forma similar (Torres,2014).
- d. Cariorrexis:** Núcleo con agregación de cromatina, visualizando un patrón de manchado nuclear, indicativo de fragmentación nuclear que se conducirá a la desintegración nuclear (células atravesando una fase de avanzada apoptosis) (Torres,2014).
- e. Picnosis:** Núcleo pequeño, con alta densidad nuclear que se distribuye uniformemente, pero muy teñido. El diámetro del núcleo es de $1/3$ en

comparación del normal, su origen se desconoce, pero se cree que representa muerte celular (Torres,2014).

- f. **Cariólisis:** Núcleo sin ADN, probablemente representa una etapa avanzada de muerte celular, se cree que la cariólisis se deriva de la cromatina condensada o la picnosis (Torres,2014).
- g. **Brotos nucleares:** Tiene una constricción aguda que forma una yema de material nuclear, unidos al núcleo principal con un puente plasmático con tinción similar al núcleo principal con un diámetro de 1/3 a 1/16 y solo en casos raros casi del mismo tamaño que el núcleo principal (Torres,2014).

Figura 1. Microfotografías de algunas anomalías nucleares de células bucales, teñidas con la técnica de Feulgen, fotografiadas a un aumento de 100X



Fuente: Tonina, 2017

V. Bebidas saborizadas y su efecto genotóxico

En relación con la problemática expuesta se ha indagado sobre la posible asociación entre el consumo de bebidas saborizadas y un efecto genotóxico. Pero hasta la fecha solo se ha identificado que existe una creciente evidencia de que el consumo de bebidas energéticas se asocia con una variedad de resultados adversos y comportamientos de riesgo en términos de salud y bienestar, sobre todo con enfermedades crónico-degenerativas (Visram, 2016).

De acuerdo con la literatura revisada, se desconoce si el consumo de las bebidas saborizadas podría tener alguna asociación con la genotoxicidad, ya que no existen estudios similares que aborden la misma problemática empleando la prueba de micronúcleos, solo contamos con la información de los dos estudios previos a éste. En el estudio que aborda el consumo de bebidas energéticas y su posible efecto genotóxico, se reportó que, aunque no se encontraron significancias estadísticas con estas bebidas y micronúcleos, sí se observó daño citogenético asociado con anomalías nucleares como picnosis, cariorexis y binúcleos en el grupo conforado por 17 personas que solían ingerir este tipo de bebidas (Morales, 2013).

En relación al otro estudio donde abordaron el efecto genotóxico por el consumo de aspartame en una población de 9 individuos con antecedentes de consumo, fue relevante debido a que el aspartame es uno de los ingredientes que suele estar presente en formulaciones que se consumen actualmente en las diferentes bebidas saborizadas, además fue importante para el planteamiento de este estudio, porque aunque no se abordó el análisis de las bebidas saborizadas con la presencia de anomalías nucleares, su estudio sí reportó una ingesta de cantidades superiores a las parámetros establecidos como seguros en edulcorantes artificiales y además se presentó correlación positiva entre el daño citogenético y la ingesta diaria de aspartame con una $p=0.004$ (González, 2009).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas el consumo de bebidas saborizadas ha aumentado de manera considerable en la población mexicana, cada vez en grupos de población más joven, por ejemplo, de acuerdo a los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018) el 85.8% de la población de 20 años o más consume bebidas saborizadas de manera cotidiana, convirtiéndose en un problema de Salud Pública; ya que su consumo frecuente es un factor de riesgo asociado a problemas de salud como sobrepeso, obesidad, diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólico e hipertensión.

Aunado a ello, el estilo de vida se ha identificado que impacta a nivel genético, conocido como genotoxicidad, sobre todo ante la exposición de diversos factores que dañan nuestra integridad genética, tales como: exposición a compuestos de la industria, el cambio climático, tratamiento médico, entre otros. Si consideramos los factores de estilos de vida, tales como la ingesta excesiva de bebidas saborizadas, una dieta inadecuada y un consumo de toxicomanías podemos hipotetizar que el efecto genotóxico se incrementa en las células de los individuos con dichos hábitos.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) en México existen 10 millones de jóvenes entre 20 a 24 años, y 30.5% (9.4 millones) entre 25 y 29 años, por otro lado, de acuerdo los valores referidos de hábitos de consumo, se ha identificado que esta población cada vez aumenta la ingesta de bebidas saborizadas, lo cual, podría ser un riesgo a su salud.

Como se refirió anteriormente la ENSANUT 2018, reportaba que 85.8% de la población de 20 años a más, consumía de manera cotidiana las bebidas saborizadas, conforme a la revisión de la literatura poco se sabe sobre el impacto de su consumo a nivel genético. Además, al convirtiéndose en un fenómeno mundial, los efectos biológicos de estas bebidas deben ser evaluados para comprender completamente el impacto potencial de estos productos en la salud, debido a que el tipo de dieta que se consume está estrechamente relacionado con efectos beneficios o perjudiciales para la salud.

Es por ello, que con este estudio se pretendió identificar si existía dicha asociación entre el consumo de bebidas saborizadas y la presencia de anormalidades nucleares y en caso de ser así, contribuir a la generación de conocimiento científico que ayude a la toma de decisiones más informadas para el consumidor, así como evidencia científica que contribuya a su regularización en el mercado.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe asociación entre el tipo de bebidas saborizadas que se consume y el daño citogenético como indicador de efecto genotóxico en adultos jóvenes?

HIPÓTESIS

- **Hipótesis alterna:** El consumo de bebidas saborizadas por adultos jóvenes se relaciona con el efecto genotóxico.
- **Hipótesis nula:** El consumo de bebidas saborizadas por adultos jóvenes no se relaciona con el efecto genotóxico.

OBJETIVO GENERAL

Identificar el efecto genotóxico a través del daño citogenético mediante micronúcleos en células bucales en adultos jóvenes que consumen bebidas saborizadas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar y clasificar el patrón de consumo de bebidas saborizadas de la población de estudio.
2. Generar grupos de estudio mediante la clasificación de la literatura de los diferentes tipos de bebidas saborizadas.
3. Analizar el efecto genotóxico a través del daño citogenético mediante la frecuencia de micronúcleos y anormalidades nucleares, las cuales previamente se determinaron en los estudios piloto.
4. Medir la asociación entre el efecto genotóxico por consumo de bebidas saborizadas en los grupos de estudio.

METODOLOGÍA

1. Tipo de estudio

Se realizó un estudio piloto retrospectivo de corte transversal de asociación con datos de expedientes de estudios previos, realizados en el laboratorio de Toxicología de la Universidad de Guanajuato asociados con daño citogenético.

2. Población y muestra

- Población: Expedientes completos de adultos jóvenes que consumen bebidas saborizadas y edulcorantes con cuantificación completa de micronúcleos y otras anomalías nucleares.
- Muestra: 87 adultos jóvenes.

3. Proceso y plan de análisis de datos

- ***Caracterización de bebidas saborizadas:***
 - a) Se caracterizó el consumo de bebidas saborizadas en la población de estudio mediante el análisis de los recordatorios de 24 horas y frecuencia de consumo de alimentos con el uso del software del Nutrimind.
 - b) Se obtuvo un patrón de consumo de bebidas saborizadas mediante el análisis de la frecuencia y cantidad de consumo de las bebidas saborizadas en los expedientes completos de los participantes, esto fue registrado y analizado en base de datos Excel.
 - c) Se generaron grupos de estudio mediante la clasificación de sus patrones de consumo en subgrupos de bebidas saborizadas conforme a los criterios de clasificación de bebidas saborizadas del CODEX Alimentario y de la NOM-218-SSA1-2011 y la definición de bebidas energéticas.
 - d) Se analizó la composición corporal y los recordatorios de 24 horas mediante software de Nutrimind.

- ***Efecto genotóxico:***

De los expedientes de los participantes se revisaron los resultados de la prueba de micronúcleos para determinar el efecto genotóxico.

- Análisis estadístico:

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa SPSS v.21:

- Estadística descriptiva:

- a) Se analizó la distribución de los datos. (Pruebas de normalidad).
- b) Se reportaron medias, medianas, frecuencias, desviación estándar.

- Estadística inferencial:

- a) Se verificaron diferencias entre los grupos de acuerdo con la distribución que presentaron los datos mediante el análisis multivariado de Kruskal Wallis.
- b) Se determinó el riesgo de presentar micronúcleos y otras anormalidades nucleares asociadas al consumo de bebidas saborizadas, mediante el análisis de regresión logística y cálculo de odds ratio.
- c) Se llevó a cabo un análisis de regresión múltiple para buscar la asociación planteada en el objetivo del presente estudio.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tipo de Variable	Variable	Dimensiones	Indicador	Índice	Instrumento	Escala de Medición
Variable Dependiente	<u>Efecto Genotóxico</u>	Alteraciones nucleares en células bucales exfoliadas	<ul style="list-style-type: none"> • No de micronúcleos • No. de binúcleos • No. de macronúcleos • No. de cariólisis • No. de picnosis • No. de núcleos rotos • No. de cariorrexis • No. de células normales 	Examen de frotis epitelial para determinar anomalías nucleares	Ensayo de micronúcleos en células bucales exfoliadas	Discretas
Variable Independiente (VI)	<u>Bebidas Saborizadas</u>	Clasificación de bebidas saborizadas conforme al CODEX-STAN-192/NOM_218	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua mineral/natural • Consumo de jugos • Consumo de concentrado de jugos y hortalizas • Consumo de néctares de fruta / hortaliza • Consumo de bebidas para deportistas • Consumo de bebidas aromatizadas (limonadas, ponches, agua de fruta) • Consumo de refresco • Consumo de bebidas energizantes • Consumo de electrolitos • Consumo de café • Consumo de té 	Identificación de tipo de bebidas consumidas en la población de estudio	Análisis de frecuencia de consumo de alimentos y recordatorio de 24 horas	Dicotómicas
Variables Intervinientes	<u>Estilo de vida</u>	Características sociodemográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Sexo • Edad • Ocupación 	Recolección de datos personales	Expediente de datos personales	Dicotómica Discreta Politémica
		Hábitos	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de alimentos • Estado Nutricio • Tipo de Dieta • Consumo de alcohol • Consumo de drogas • Consumo de tabaco • Exposición a radiaciones • Actividad Física 	Evaluación del estado nutricional	Evaluación del estado nutricional mediante la antropometría y evaluación de la dieta Ficha de antecedentes personales	Politémica Politémica Dicotómica Dicotómica Dicotómica Dicotómica Dicotómica

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio piloto retrospectivo cuenta con datos de expedientes de los protocolos “*Consumo de bebidas energizantes y su posible efecto genotóxico en estudiantes universitarios*” y “*Efecto genotóxico del aspartame en trabajo de oficina*” ambos con consentimiento informado, realizados en el laboratorio de Toxicología de la Universidad de Guanajuato. Aunque es un estudio retrospectivo, el manejo de los datos se apegó a lo señalado por la Declaración de Helsinki en su versión 2013 y lo dispuesto en la Ley General de Salud en materia de investigación.

RECURSOS E INFRAESTRUCTURA

Los expedientes, el microscopio con software de microscopia y las laminillas de las citologías para el desarrollo de este protocolo fueron proporcionados por parte del laboratorio de Toxicología del Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo. El software para la cuantificación de los nutrimentos fue proporcionado por el laboratorio de Nutrición y Deporte del Departamento de Medicina y Nutrición. El equipo de cómputo y el software del SPSS fue gestionado por la pasante.

RESULTADOS

Análisis descriptivo

1. Características generales de la población

La población de estudio fue conformada por 87 adultos jóvenes, de los cuales 29.9% fueron hombres y 70.1% mujeres, con una edad promedio de 31.84 años. El 50.6% profesionistas, 29.9% empleados de oficina y 19.5% estudiantes universitarios siendo el 47.1% solteros. De acuerdo con el índice de masa corporal (IMC) el 56.5% de la población presentó una media de 25.21 kg/m² indicando un diagnóstico de sobrepeso.

Otro aspecto evaluado fue la actividad física y de acuerdo con lo referido en la encuesta el 55.3% era activo ya que el 23% practicaba ejercicio aeróbico de una a tres veces por semana, pero solo 18.4% lo hacía con una duración de 60 minutos por día.

Referente al análisis de toxicomanías se identificó que el 54% no consumía alcohol, mientras que 46% sí lo hacía con una frecuencia de 1 a 6 veces por semana siendo el 37.9% de la población. Para el consumo de tabaco se observó que el 83.9% no consumía, pero el 16.1% sí, con una frecuencia de 3 a 5 cigarros al día y en promedio desde hace 7 años, tal como lo podemos observar a detalle en la tabla 1 y los gráficos del 1 al 3.

Tabla 1. Valoración del estado de salud de la población de estudio

Características	Media/DE n=87
Edad (años)	31.8 ± 9.5
IMC (kg/m ²)	25.2 ± 4.1
ICC	
Hombres	2.7 ± 0.6
Mujeres	2.59 ± 0.8
FC	71.2 ± 9.6
TAS (mmHg)	118.1 ± 13.9
TAD (mmHg)	70.9 ± 21.8

Gráfico 1. Frecuencia de factores asociados a genotoxicidad

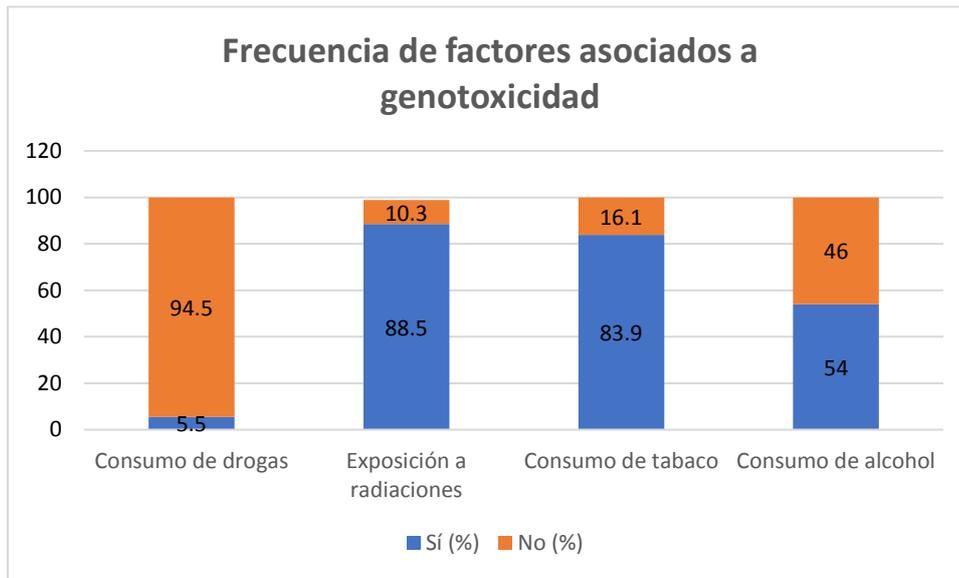


Gráfico 2. Distribución del diagnóstico de IMC en la población de estudio.

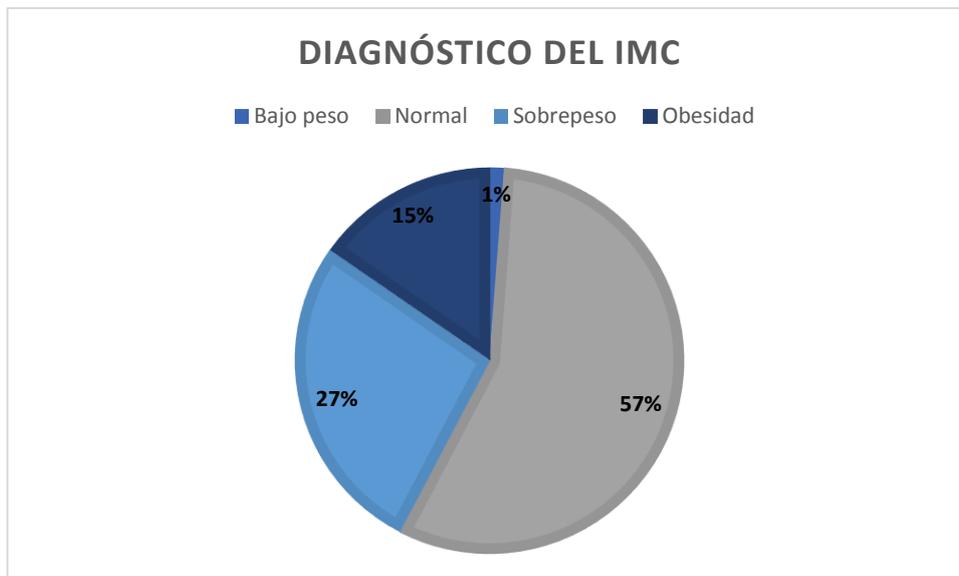
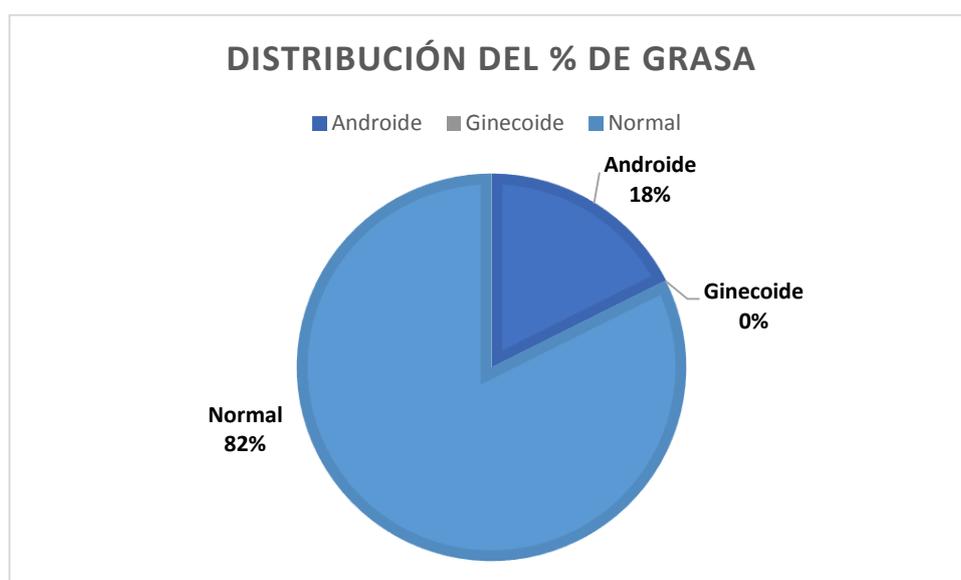


Gráfico 3. Distribución de grasa conforme al ICC en la población de estudio.



2. Características de la dieta:

Conforme a los indicadores para evaluar una dieta correcta y los valores referidos de consumo pudimos indicar que en promedio la población de estudio tuvo una dieta incorrecta con bajos consumos principalmente de verduras con 8 %, frutas un 12.60% y leguminosas con un 6.08% diariamente, lo cual indica una baja ingesta de vitaminas, minerales y fibra, como se puede observar de manera más exacta en el consumo de macronutrientes en la tabla 2.

Tabla 2. Características de consumo de macronutrientes

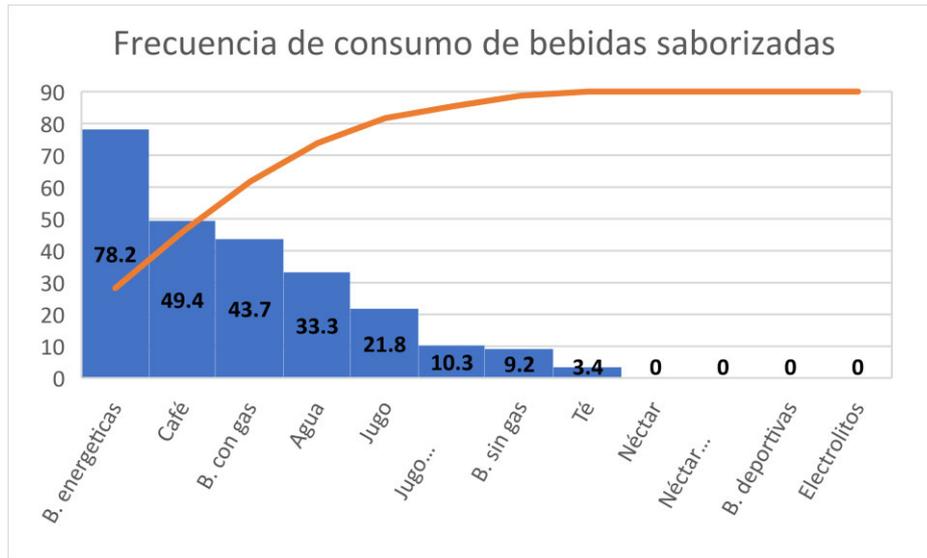
Macronutrientes	Medía/DE n=87
Energía consumida (kcal/día)	
2017 hombres	1978 ± 669.1
2221 mujeres	1980 ± 736.8
Hidratos de carbono (%)	48.6 ± 8.3
55-60% *	52.2 ± 8.8
Proteína (%)	19.3 ± 4.7
15-20% *	18 ± 3.6
Lípidos (%)	32.1 ± 8.2
25-30%*	29.7 ± 8.3

* porcentaje de macronutrientes recomendados

3. Consumo de bebidas saborizadas

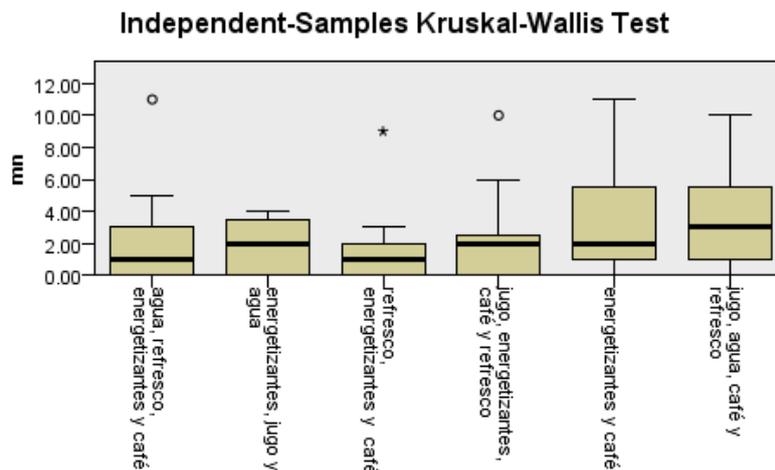
Referente al consumo de las bebidas saborizadas se observó que las de mayor ingesta son las bebidas energéticas con un 78.2%, el café con 49.4% y las bebidas con gas con 43.7%. A su vez, se identificó únicamente un 33.3% los participantes solían ingerir agua natural, como se puede observar en la gráfica 1.

Gráfica 4. Frecuencia de consumo de bebidas saborizadas al día



Para encontrar diferencias entre los grupos de bebidas saborizadas consumidos, emitidas en su recordatorio de 24 horas y frecuencia de consumo se realizó el análisis de Kruskal Wallis, pero el resultado no mostró diferencias entre sí, como podemos observar en el gráfico 5

Gráfica 5. Asociación entre el consumo de bebidas saborizadas y micronúcleos



n=87; p=0.347

Análisis Inferencial

4. Resultados de la regresión logística

Entre los resultados de la regresión logística con significancia estadística se encuentran anomalías como los micronúcleos, núcleos rotos y cariólisis. En el caso de los micronúcleos la variable que presentó asociación significativa fue IMC con una ($p=0.003$), ($OR=7.3$, IC del 95% que va de [2 a 27.4]), mostrando una asociación dependiente ante el incremento por unidad de IMC y la presencia de micronúcleos.

A su vez, el consumo de bebidas energéticas de la marca boost® mostró una ($p=0.026$), ($OR=30.9$, IC del 95% que va de [1.5 a 629.7]) para la marca energy® una ($p=0.019$), ($OR=25$, IC del 95% que va de [1.7 a 367.4]). Ambas con una relación positiva con la variable dependiente, lo cual, indicó que conforme a los valores de referencia de la OR el consumo de estas bebidas puede incidir en la presencia de micronúcleos, como se puede observar a detalle en la columna de micronúcleos de la tabla 3.

Posteriormente, la asociación entre núcleos rotos y el consumo de jugos industrializados, se encontró una ($p=0.038$), ($OR=8$, IC del 95% que va de [1.2 a 56.5]) y nuevamente el consumo de la bebida energética de la marca energy® mostró asociación con una ($p=0.017$), ($OR=92.4$, IC del 95% que va de [2.25 a 3791]). Ambas indicando un aumento del riesgo de presentar núcleos rotos por el consumo de estas bebidas, como se puede analizar a detalle en la columna de núcleos rotos de la tabla 3.

Para el caso de la cariólisis y el consumo de refrescos se observó una ($p=0.018$), ($OR=11.5$ IC del 95% que va de [2.3 a 5454]), además el consumo de jugo mostró una ($p=0.045$), ($OR=4.9$ IC del 95% que va de [1.03 a 22.8]), Respecto al consumo de bebidas energéticas de la marca monster® se identificó una ($p=0.047$), ($OR=24.3$ IC del 95% que va de [1.03 a 570.9]), para la marca boost® se mostró una ($p=0.045$), ($OR=22.8$ IC del 95% que va de [1.07 a 485.07]), para la bebida de la marca energy® una ($p=0.012$), ($OR=37$ IC del 95% que va de [2.2 a 614.5]) y por último con la marca de bebida energética Red Bull® se observó una ($p=0.045$), ($OR=23.2$ IC del 95% que va de [1.1 a 501.3]), como se puede observar a continuación..

Tabla 3. Resultado de la regresión logística y la asociación con anomalías nucleares

REGRESIÓN LÓGICA Y ASOCIACIÓN CON ANORMALIDADES NUCLEARES									
n=87	Micronúcleos			Núcleos rotos			Cariólisis		
<i>Variables</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>
Jugo industrializado	0.24	0.3	0.06 – 2	0.03	8.0	1.2 - 56.5	0.04	4.9	1.03-22.8
Refresco	0.51	1.6	0.3 – 8	0.21	2.4	0.5 - 10.4	0.01	11.5	2.3 -5454
Café	0.30	0.4	0.09 – 2	0.59	1.4	0.3 – 5.8	0.03	0.1	0.02 – 0.9
B. Energéticas	0.08	0.08	0- 1.4	1	0	0	0.99	3.2	0
Monster	0.68	0.4	0.005 - 31.1	0.54	2	0.2 - 20.5	0.04	24.3	1.03-570.9
Energy	0.01	25	1.7-367.4	0.01	92.4	2.2 - 3791	0.01	37.0	2.2 - 614.5
Red Bull	0.53	0.3	0.01 - 9.6	0.13	7.5	0.5 - 109.5	0.04	23.2	1.1 - 501.3
BOOST	0.02	30.9	1.5-629.7	0.05	9.9	0.9 - 106.7	0.04	22.8	1.07- 485
Diagnóstico de IMC	0.003	7.3	2-27.4	0.33	1.4	0.6 - 3.3	0.47	0.7	0.3 - 1.6
Edulcorantes artificiales	0.05	0.08	0.08 – 1	0.42	0.4	0.04 - 3.7	0.04	0.08	0.008 - 0.9
Edad	0.35	1.5	0.6 - 4.1	0.19	0.5	0.2 -1.3	0.22	0.3	0.07 - 1.8
Sexo	0.21	2.9	0.5 – 16	0.62	1.4	0.3 - 7	0.25	0.6	0.2 - 1.4
Tabaquismo	0.05	0.1	0.01 – 1	0.10	0.2	0.03 - 1.3	0.77	1.3	0.2 - 6.6
Años fumando	0.20	0.7	0.4 - 1.1	0.55	0.9	0.7 - 1.2	0.13	3.5	0.6 - 17.6
No. de cigarrillos consumidos/día	0.15	4.7	0.6 - 40.7	0.32	6.7	0.1 - 302	0.25	0.004	2.3 - 55.9
No. de cigarrillos consumidos/semana	0.99	0	0	0.68	0.6	0.08 - 5.1	0.99	0	0
Alcoholismo	0.44	0.5	0.1 - 2.4	0.45	1.7	0.4 - 7.2	0.52	1.6	0.3 - 6.6
Años de consumo de alcohol	0.89	0.9	0.8 - 1.2	0.21	0.8	0.6 – 1	0.01	0.5	0.3 - 0.8
Frecuencia de consumo de alcohol	0.81	1	0.6 - 1.8	0.71	1	0.7 - 1.6	0.27	1.3	0.8 – 2

5. Resultados de la regresión múltiple

Para concluir el proceso de análisis estadístico se aplicó una regresión múltiple a cada anomalía nuclear, sin embargo, solo se mostró relevancia con picnosis y cariólisis, las cuales más adelante se detallarán con mayor precisión. Comenzando con la picnosis se mostró significancia con las de kilocalorías consumidas con una ($p=0.049$), ($OR=0.9$, IC del 95% que va de [0 a 0.1]) y en el resumen del modelo se mostró una $R^2=0.254$, lo cual parece indicar una ligera asociación como factor de protección.

Finalmente, para el caso de la cariólisis se mostró en el resumen del modelo una $R^2=0.353$ y a la par se encontró significancia con el consumo de jugos con una ($p=0.016$), ($OR=2$, IC del 95% que va de [1.9 a 17.5]), lo cual parece indicar un aumento del riesgo de presentar cariólisis por un consumo prolongado de jugos industrializados, posteriormente se observó asociación con las kilocalorías consumidas con una ($p=0.003$), ($OR=1.2$, IC del 95% que va de [0.008 a 0.03]), esto parece indicar indicios de aumento del riesgo por un consumo mayor al requerimiento de kilocalorías, posteriormente se observó factores de protección con el consumo en gramos de proteínas con una ($p=0.013$), una ($OR= -0.6$, de IC 95% que va de [-0.4 a 0.5]) y para el consumo de HC en gramos una ($p=0.027$), una ($OR= -0.6$, IC del 95% de [-0.1 a 0.12]) como se puede observar a detalle en la columna de cariólisis de la tabla 4.

Tabla 4. Resultado de la regresión múltiple y la asociación con anomalías nucleares

REGRESIÓN MÚLTIPLE Y ASOCIACIÓN CON ANORMALIDADES NUCLEARES									
n=87	Micronúcleos R²=0.41			Cariólisis R²= 0.35			Picnosis R²=0.25		
<i>Variables</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>p</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>
Jugo industrializado	0.108	-0.2	-3.2 - 0.3	0.01	2	1.9 - 17.5	0.24	0.2	-12.4 - 48.1
Refresco	0.979	.003	-1.4 - 1.4	0.66	0.05	-5 - 7.7	0.32	-0.1	-36.6 - 12.3
Café	0.625	0.1	-1.2 - 1.9	0.98	0	-7.6 - 7.4	0.83	0	-25 - 31
B. energéticas	0.619	0.4	-8.3 - 13.9	0.37	-0.7	-71.2 - 27	0.71	-0.3	-224.3 - 155.7
Monster	0.314	1	0.1 - 3	0.11	0.2	-1.8 - 15.6	0.76	0.04	-28.6 - 38.7
Energy	0.411	0.1	-1 - 2.5	0.08	0.2	-1 - 14.5	0.06	0.3	-1.2 - 59.4
Red Bull	0.134	-0.2	-3.1 - 0.4	0.04	0.3	0.1 - 16	0.28	0.2	-14 - 47
BOOST	0.511	0.1	-1.2 - 2.3	0.15	0.2	-2.1 - 13.6	0.27	0.1	-14 - 47.3
Diagnóstico de IMC	0.019	0.3	0.2 - 1.7	0.05	0.6	-4.2 - 2.7	0.13	-0.1	-20.8 - 6.3
Edulcorantes artificiales	0.086	-0.2	-3.8 - 0.3	0.38	-0.1	-14.1 - 5.4	0.54	0.1	-25.3 - 47.8
Edad	0.345	0.3	-0.1 - 0.3	0.13	0.5	-2.6 - 18.7	0.87	-0.05	-3.7 - 3.1
Género	0.191	0.2	-0.5 - 2.7	0.85	-0.02	-8 - 6.6	0.68	0.06	-22.4 - 33.7
Tabaquismo	0.251	-0.1	-3 - 0.8	0.01	0.9	-9 - 8	0.83	0.03	-29.4 - 36
Años fumando	0.693	0.05	-0.1 - 0.2	0.10	0.5	-1 - 0.5	0.27	-0.2	-4.5 - 1.3
No. de cigarrillos consumidos/día	0.215	0.2	-0.1 - 0.5	0.06	0.7	-1.2 - 1.8	0.98	-0.004	-6 - 6
No. de cigarrillos consumidos/semana	0.184	-0.3	-3.1 - 0.6	0.24	0.3	-4.3 - 12.3	0.90	0.04	-30 - 34.2
Alcoholismo	0.211	-0.2	-2.6 - 0.5	0.35	0.01	2.1 - 16.2	0.93	0.01	-26.3 - 28.4
Años de consumo de alcohol	0.819	0.04	-0.1 - 0.1	0.03	0.8	-0.6 - 0.7	0.38	0.1	-1.5 - 4
Kcal consumidas	0.622	-0.2	-0.004 - 0.002	0.003	1.2	0.008 - 0.3	0.04	0.9	0 - 0.1
HC consumidos (g)	0.514	0.2	-0.01 - 0.03	0.02	-0.7	-0.1 - 0.12	0.16	-0.4	-0.6 - 0.10
Proteínas consumidas (g)	0.916	-0.03	-0.04 - 0.4	0.01	-0.6	-0.4 - 0.5	0.07	-0.5	-1.4 - 0.5
Lípidos consumidos (g)	0.653	0.06	-0.006 - 0.01	0.39	-0.1	-0.05 - 0.02	0.61	-0.07	-0.2 - 0.1

Por otro lado, aunque la evaluación del daño celular mediante la prueba de micronúcleos ya no fue parte de la metodología de esta tesis, porque ya contábamos con dicha información, la cual, fue obtenida de los expedientes previos, sí consideramos importante observar algunas muestras de la citología bucal, para entender cómo se pueden identificar las anomalías nucleares que nos llevan a evidenciar el daño citogenético. A continuación, se muestran algunas imágenes de la citología de la población de estudio.

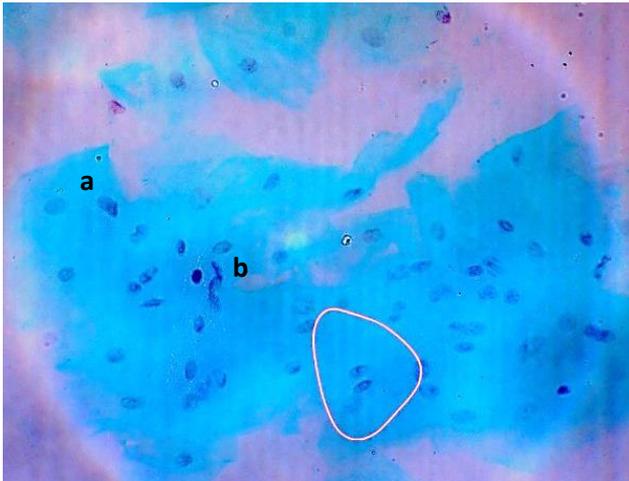


Figura 1. Células bucales observadas al microscopio (40x) donde se puede identificar anomalías nucleares como (a) kariólisis y (b) núcleos rotos.

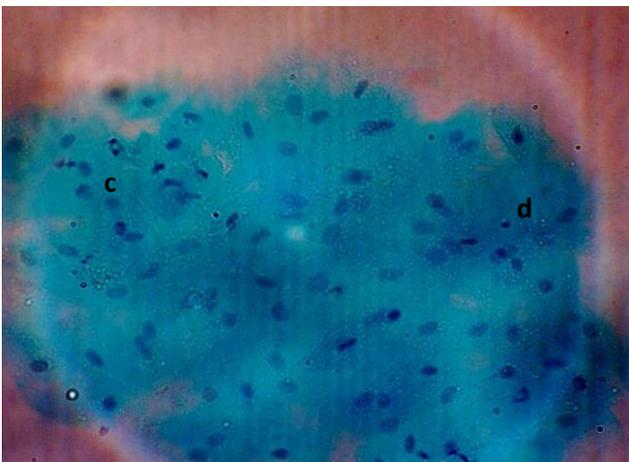


Figura2 Células bucales observadas al microscopio (40x) donde se puede identificar anomalías nucleares como, (c) micronúcleos y (d) picnosis.

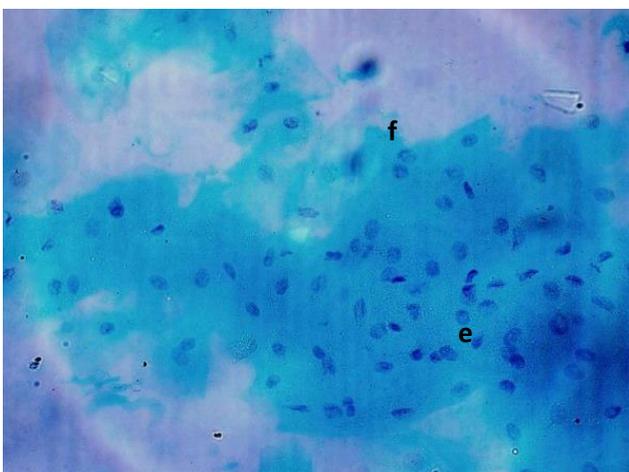


Figura 3. Células bucales observadas al microscopio (40x) donde se puede identificar anomalías nucleares como (e) cromatina condensada y (f) binúcleos.

DISCUSIÓN

Las células de la mucosa oral son un sitio diana que permite reconocer eventos genotóxicos tempranos inducidos por sustancias cancerígenas, por lo tanto, la aplicación de la prueba de micronúcleos es aceptada como herramienta de biomonitoreo de daño genotóxico en población humana (Naga, 2016). En función de ello, analizamos la asociación entre el consumo de bebidas saborizadas realizado por jóvenes y la presencia de anomalías nucleares como micronúcleos, binúcleos, cromatina condensada, cariólisis, cariorrexis, picnosis y núcleos rotos; enfatizando en los micronúcleos por ser el biomarcador de excelencia genotóxica a un total de 87 adultos jóvenes, que presentaron un consumo de bebidas saborizadas principalmente de bebidas energéticas con un 78.2%, café con un 49.4% y refresco con un 43.7%.

Nuestro estudio mostró una correlación positiva con los consumos de bebidas energéticas, jugo industrializado y refresco, asociados con micronúcleos, núcleos rotos y cariólisis, este resultado podría sugerir que los jóvenes que consumen con mayor frecuencia este tipo de bebidas, pueden presentar una inestabilidad genómica y por ende un incremento del riesgo para desarrollar dichas anomalías muy independiente de otros factores de predisposición, los cuales fueron evaluados en nuestra población.

Estos factores se consideraron en función de la literatura reciente donde se encontró que aquellos que podrían impactar en el citoma bucal, desencadenando efectos genotóxicos son la exposición laboral (Leonardi, 2020), (Anlar,2019), (Ferre, 2018), (Arul, 2017) la edad (Franzke,2020), (Hopf,2020), el consumo de tabaco (DehghanNezhad,2020), el consumo de alcohol (Ramirez,2002), (Leonardi,2020), el consumo de drogas (Oliveira,2019), y en general el impacto de un estilo de vida determinado.

Es por ello, que dentro de estos factores y de acuerdo a las características de nuestra población de estudio se analizó los consumos de alcohol, tabaco, drogas, la composición corporal, la ingesta de alimentos, la edad y el sexo. Observando principales asociaciones significativas entre el IMC y los micronúcleos ($p=0.003$) así como las kilocalorías consumidas con la cariólisis ($p=0.003$).

Posteriormente, al analizar cada una de las bebidas, se buscó la asociación con algunas marcas de mayor consumo de bebidas energéticas, donde se identificó que

las marcas Boost®, Energy®, Monster® y Red Bull® tuvieron asociación con micronúcleos, núcleos rotos y kariólisis.

Pese a la revisión continua sobre estudios similares al nuestro parece ser que el abordaje que se le ha dado al análisis de estas bebidas no ha sido el mismo, ya que hasta la fecha se ha reportado asociaciones significativas con insomnio, nerviosismo y molestia gastrointestinal, tal como lo refiere Nadeem y colaboradores en el 2021, mientras que en la revisión sistémica realizada por De Sanctis y colaboradores en el 2017, identificaron correlaciones con problemas cardiovasculares, obesidad y erosión dental.

Considerando los antecedentes de los estudios previos a este, donde Morales y colaboradores en el 2013 evaluaron el posible efecto genotóxico del consumo de bebidas energéticas con la frecuencia de micronúcleos y anomalías nucleares, mencionaron que aunque no encontraron significancia estadística, sí se observó una tendencia a desarrollar daño citogenético en el grupo que sí consumió bebidas energéticas, debido a las frecuencias de otras anomalías nucleares como la pincosis, cariorrexis y los binúcleos.

Por otro lado, retomando las otras bebidas con significancia estadística, asociada con kariólisis y núcleos rotos, nos encontramos que cada vez siguen aumentando su consumo en la población en general, tanto de refrescos como de jugos industrializados; lamentablemente hasta la fecha, ambas bebidas se encuentran en el mismo caso que las bebidas energéticas, ya que solo existe evidencia de análisis asociados con obesidad y enfermedades crónicas degenerativas, así como erosión dental con ambas bebidas (Çetinkaya,2020), (Trapp, 2014), (Miller, 2020) pero no de estudios que busquen asociaciones con genotoxicidad, lo cual, se convierte en una oportunidad para ahondar más al respecto con este tema.

Por consiguiente, se indagó un poco sobre el etiquetado de dichas marcas, donde nos encontramos con un estudio realizado por el laboratorio de la Profeco para la revista de Consumidor en el 2015, ellos analizaron 20 bebidas que contienen cafeína, taurina y otros ingredientes, evaluando a detalle el contenido y el tipo de azúcares, el aporte calórico, el contenido de conservadores, la información del consumidor y la veracidad de la información de cada una de las bebidas de acuerdo a su etiqueta, al final se

reportó que varias de las bebidas excedían los límites permisibles de cafeína, la cual está asociada con riesgo a intoxicación, presentando problemas cardiovasculares.

Si bien, nosotros no abordamos de esta manera, el consumo de las bebidas saborizadas, pero consideramos que es relevante para comprender el resultado de nuestro estudio, ya que esta bebida fue la de mayor ingesta. Además, en estudios posteriores se podría abordar este aspecto, porque lamentablemente su consumo sigue incrementando en nuestro país y cada vez se encuentran más efectos adversos asociados a su consumo. De hecho en el 2019 en un reporte emitido por Rodney Sacks, presidente y CEO Global Monster Energy aseguró un incremento del 12.6% en junio del mismo año, así como un aumento en ventas del 11% (Jefes, 2019).

En cuanto a su regularización en el mercado de México, sí existen esfuerzos para disminuir su consumo, entre ellas nos encontramos con la Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011 y el PROY-NOM-173-SE-2020, estas normativas incluyen establecer las especificaciones de las denominaciones de producto y la información comercial que debe contener el etiquetado, así como establecer los límites específicos para las formulaciones de dichas bebidas.

Además, existen iniciativas para prohibir las ventas de refresco en las escuelas, restringir su publicidad, modificar su composición e introducir impuestos por su alto contenido en azúcar (Tahmassebi, 2020), Pero, lamentablemente aún hace falta mucho por trabajar, porque las estadísticas de ENSANUT más recientes muestran un consumo elevado cada vez en población más joven y esto es preocupante.

Es por ello, que, aunque no es parte de los objetivos de nuestro estudio, pero sí un factor importante para englobando el impacto de la dieta en la salud se buscó resaltar los vínculos entre la dieta y la inestabilidad genómica, debido a que en el análisis de regresión múltiple fue uno de los factores de asociación principalmente con el consumo de kilocalorías y la presencia de cariólisis. Considerando este análisis se encontró que en un estudio realizado por Ladeira y colaboradores en el 2017 observaron correlaciones positivas y negativas con la frecuencia de los micronúcleos y para el caso de la ingesta de calorías se correlacionaron negativamente con el daño del ADN medido por el ensayo cometa.

Retomando estos datos y la significancia del IMC con micronúcleos se encontró con un estudio de Wickliffe y colaboradores en el 2016, los cuales reportaron que la

obesidad, en ausencia de exposición a un mutágeno exógeno, es en sí misma mutagénica. Los mecanismos biológicos responsables de este aumento de riesgos no se conocen bien en la actualidad, pero se cree que el aumento de la inflamación sistémica y el estrés oxidativo, la producción endógena de metabolitos mutagénicos, la señalización alterada en las vías proliferativas y el aumento de la sensibilidad a los mutágenos y carcinógenos exógenos son algunos de los posibles factores que contribuyen.

Finalmente, con nuestros resultados podemos mencionar que es importante evaluar el estilo de vida de nuestra población y su relación con la genotoxicidad, ya que esto engloba los hábitos de consumo de alimentos y bebidas, así como una adecuada orientación en materia de nutrición, para contribuir a la toma de decisiones más informadas con respaldo científico, que contribuyan al cuidado de nuestra salud y a la gestión de políticas públicas enfocadas a este ámbito.

CONCLUSIÓN

En relación con la problemática expuesta y los resultados de nuestro estudio se puede observar que sí existe una correlación significativa para genotoxicidad principalmente con bebidas energéticas y para el consumo de bebidas como el refresco y jugo industrializado al encontrar asociaciones con micronúcleos, núcleos rotos y kariólisis, dicho esto se puede mencionar que sí existen indicios de una citotoxicidad, por un consumo prolongado de este tipo de bebidas.

Por lo cual, es importante indagar más al fondo en los ingredientes que las formulan y que en estudios posteriores se cuenten con muestras más amplias, con procedimientos de reclutamiento más precisos y una recopilación de datos más completa, para indagar dicha relación de manera más profunda. Además, se sugiere analizar la correlación entre el impacto de la nutrición en genotoxicidad para proporcionar una base científica que permita mejorar la salud pública a través de los hábitos de alimentación, porque como se pudo observar anteriormente la alimentación y la composición corporal sí puede estar influyendo en el desarrollo de anomalías nucleares y por ende el impacto a nivel genético.

BIBLIOGRAFÍA

- Anlar, H., Bacanlı, M., Kurt, Ö. Y Eraydin, C. (2019). Evaluación del daño del ADN con ensayo de citoma de micronúcleo bucal en mineros de carbón turcos. Archivos de higiene y toxicología industrial, 70 (4) 283-289. <https://doi.org/10.2478/aiht-2019-70-3332>
- Arul, P., Shetty, S., Masilamani, S., Akshatha, C., & Naveen Kumar, B. J. (2017). Evaluation of Micronucleus in Exfoliated Buccal Epithelial Cells Using Liquid-based Cytology Preparation in Petrol Station Workers. Indian journal of medical and paediatric oncology: official journal of Indian Society of Medical & Paediatric Oncology, 38(3), 273–276. https://doi.org/10.4103/ijmpo.ijmpo_26_16
- Arul P. (2017). Application of liquid-based cytology preparation in micronucleus assay of exfoliated buccal epithelial cells in road construction workers. Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research, 28(4), 413–417. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_665_16
- Assiri, K., Hameed, M. S., Dawasaz, A. A., Alamoudi, E., Asiri, A. M., Hitesh, V., & Ajmal, M. (2020). Correlation of Buccal Micronucleus with Disease Activity Score Using Buccal Micronucleus Cytome Analysis (BMCA) in Systemic Lupus Erythematosus. Indian journal of dermatology, 65(4), 265–268. https://doi.org/10.4103/ijd.IJD_620_18
- Badui, s. (2013). Química de los Alimentos. México: Pearson
- Benermex – Info bebidas energéticas. (2016). Benermex. Recuperado 15 de marzo de 2022, de <https://www.infobebidasenergeticas.mx/>
- Committee on Nutrition and the Council on Sports Medicine and Fitness (2011). Sports drinks and energy drinks for children and adolescents are they appropriate. Pediatrics, 127(6), 1182–1189. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-0965>
- Comité Científico de Alimentos de la Comisión Europea. (SCF, 2003). Bebidas Energizantes
- Çetinkaya, H., & Romaniuk, P. (2020). Relationship between consumption of soft and alcoholic drinks and oral health problems. Central European journal of public health, 28(2), 94–102. <https://doi.org/10.21101/cejph.a5745>
- Diario Oficial de la Federación. (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011: 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. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5233379&fecha=10/02/2012
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590668&fecha=27/03/2020

- DehghanNezhad, M., Jalayer Naderi, N., & Semyari, H. (2020). Micronucleus Assay of Buccal Mucosa Cells in Waterpipe (Hookah) Smokers: A Cytologic Study. *Iranian journal of pathology*, 15(2), 75–80. <https://doi.org/10.30699/ijp.2020.101701.2010>
- De Sanctis, V., Soliman, N., Soliman, A. T., Elsedfy, H., Di Maio, S., El Kholy, M., & Fiscina, B. (2017). Caffeinated energy drink consumption among adolescents and potential health consequences associated with their use: a significant public health hazard. *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, 88(2), 222–231. <https://doi.org/10.23750/abm.v88i2.6664>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). (2018). Presentación de resultados. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- FAO/OMS. (2015). Norma general para aditivos alimentarios CODEX STAN 192–1995. FAO. Recuperado 15 de agosto de 2020, de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf
- FAO. (2019). Azúcares añadidos son el 12.5% en la dieta de las y los mexicanos: INSP. Noviembre, 27,2020, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Sitio web: <http://www.fao.org/mexico/noticias/detail-events/es/c/1307077/>
- Fennema O. (2010). *Química de los alimentos*. España. Person
- Fenech, M. y Bonassi, S. (2011). El efecto de la edad, el sexo, la dieta y el estilo de vida sobre el daño del ADN medido utilizando la frecuencia de micronúcleos en linfocitos de sangre periférica humana. *Mutagénesis*, 26(1), 43-49. <https://doi.org/10.1093/mutage/geq050>
- Ferré, Daniela M., Quero, Martín, Hynes, Valentina, Saldeña, Eliana, Lentini, Valeria, Tornello, Marcelo, Carracedo, Rocío, & Gorla, Nora B. (2018). Ensayo de micronúcleos de citoma bucal en trabajadores de fincas frutícolas que han aplicado plaguicidas alrededor de 15 años. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(1), 23-33. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.01.02>
- Franzke, B., Schober-Halper, B., Hofmann, M., Oesen, S., Tosevska, A., Nersesyan, A., Knasmüller, S., Strasser, E. M., Wallner, M., Wessner, B., & Wagner, K. H. (2020). Chromosomal stability in buccal cells was linked to age but not affected by exercise and nutrients - Vienna Active Ageing Study (VAAS), a randomized controlled trial. *Redox biology*, 28, 101362. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101362>

- Hopf, N. B., Danuser, B., Bolognesi, C., & Wild, P. (2020). Age related micronuclei frequency ranges in buccal and nasal cells in a healthy population. *Environmental research*, 180, 108824. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108824>
- Graneri, L. (2021, 3 mayo). The Consumption of Energy Drinks Induces Blood-Brain Barrier Dysfunction in Wild-Type Mice. *Frontiers*. Recuperado 20 de febrero de 2022, de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.668514/full>
- Jefes, D. (2019, 12 agosto). Mercado de bebidas energéticas se pone 'heavy'. *El Financiero*. Recuperado 28 de marzo de 2022, de <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/de-jefes/mercado-de-bebidas-energeticas-se-pone-heavy/>
- Ladeira, C., Carolino, E., Gomes, M. C., & Brito, M. (2017). Role of Macronutrients and Micronutrients in DNA Damage: Results from a Food Frequency Questionnaire. *Nutrition and metabolic insights*, 10, 1178638816684666. <https://doi.org/10.1177/1178638816684666>
- Larson, N., Laska, M., Story, M., & Neumark-Sztainer, D. (2017, agosto). Consumo de bebidas deportivas y energéticas en una muestra poblacional de adultos jóvenes. *Salud pública Nutrición*, 18(15). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5575757/>
- Lea, I. A., Chappell, G. A., & Wikoff, D. S. (2021). Overall lack of genotoxic activity among five common low- and no-calorie sweeteners: A contemporary review of the collective evidence. *Mutation research. Genetic toxicology and environmental mutagenesis*, 868-869, 503389. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2021.503389>
- Leonardi, S., Poma, A. M., Colafarina, S., D'Aloisio, F., Scatigna, M., Zarivi, O., Mastrantonio, R., Tobia, L., & Fabiani, L. (2020). Early genotoxic damage through micronucleus test in exfoliated buccal cells and occupational dust exposure in construction workers: a cross-sectional study in L'Aquila, Italy. *Ecotoxicology and environmental safety*, 203, 110989. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110989>
- López, N. (2020, 26 agosto). ¿Qué son las bebidas energéticas? Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado 7 de febrero de 2022, de <https://www.insp.mx/insp/cuidando-tu-salud/bebidas-energeticas.html>
- Martínez, C. (2015, junio). Bebidas con cafeína, taurina y otros ingredientes. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100355/RC460_Bebidas_con_Cafeina_Taurina.pdf
- Muth, N. D. (2019). Public Policies to Reduce Sugary Drink Consumption in Children and Adolescents. *American Academy of Pediatrics*. Recuperado 15 de septiembre de 2020. <https://publications.aap.org/pediatrics/article/143/4/e20190282/37217/Public-Policies-to-Reduce-Sugary-Drink-Consumption>
- Magnuson, B. A., Roberts, A., & Nestmann, E. R. (2017). Critical review of the current literature on the safety of sucralose. *Food and chemical toxicology: an international journal*

- published for the British Industrial Biological Research Association, 106(Pt A), 324–355. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.047>
- Mateo-Fernández, M., Valenzuela-Gómez, F., Font, R., Del Río-Celestino, M., Merinas-Amo, T., & Alonso-Moraga, Á. (2021). In Vivo and In Vitro Assays Evaluating the Biological Activity of Taurine, Glucose and Energetic Beverages. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(8), 2198. <https://doi.org/10.3390/molecules26082198>
- Miller, C., Ettridge, K., Wakefield, M., Pettigrew, S., Coveney, J., Roder, D., Durkin, S., Wittert, G., Martin, J., & Dono, J. (2020). Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Juice, Artificially Sweetened Soda and Bottled Water: An Australian Population Study. *Nutrients*, 12(3), 817. <https://doi.org/10.3390/nu12030817>
- Morales, B. K., Hernández, K., González, B., Pérez, M. J., Mendiola, C. & González, A. L. (2013). Consumo de bebidas energizantes y su posible efecto genotóxico en estudiantes universitarios [Manuscrito no publicado] Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo. Universidad de Guanajuato.
- Müllner, E., Brath, H., Nersesyan, A., Nitz, M., Petschnig, A., Wallner, M., Knasmüller, S., & Wagner, K. H. (2014). Nuclear anomalies in exfoliated buccal cells in healthy and diabetic individuals and the impact of a dietary intervention. *Mutagenesis*, 29(1), 1–6. <https://doi.org/10.1093/mutage/get056>
- Nadeem, I. M., Shanmugaraj, A., Sakha, S., Horner, N. S., Ayeni, O. R., & Khan, M. (2021). Energy Drinks and Their Adverse Health Effects: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports health*, 13(3), 265–277. <https://doi.org/10.1177/1941738120949181>
- Naga, MB, Gour, S., Nallagutta, N., Ealla, KK, Velidandla, S. y Manikya, S. (2016). Ensayo de citoma de micronúcleos bucales en la anemia de células falciformes. *Revista de investigación clínica y diagnóstica: JCDR*, 10 (6), ZC62 – ZC64. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/19984.7998>
- Oliveira, L. B., Parreiras, J., Sebastião, E., & Silva, G. (2019). Increase of binucleated cells in the oral mucosa: a study on the use of psychotropics by students of a Brazilian institution. *Revista da Associação Médica Brasileira* (1992), 65(6), 870–879. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.65.6.870>
- Otabe, A., Ohta, F., Takumi, A., & Lynch, B. (2019). Mutagenicity and genotoxicity studies of aspartame. *Regulatory toxicology and pharmacology: RTP*, 103, 345–351. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.023>
- Panico, A., Grassi, T., Bagordo, F., Idolo, A., Serio, F., Tumolo, M. R., De Giorgi, M., Guido, M., Tutino, M., & De Donno, A. (2020). Micronucleus Frequency in Exfoliated Buccal Cells of Children Living in an Industrialized Area of Apulia (Italy). *International journal of environmental research and public health*, 17(4), 1208. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041208>

- Prakash, G., Hosetti, B. B., & Dhananjaya, B. L. (2014). Protective effect of caffeine on ethyl methanesulfonate-induced wing primordial cells of *Drosophila melanogaster*. *Toxicology international*, 21(1), 96–100. <https://doi.org/10.4103/0971-6580.128814>
- Ramirez, A., & Saldanha, P. H. (2002). Micronucleus investigation of alcoholic patients with oral carcinomas. *Genetics and molecular research: GMR*, 1(3), 246–260.
- Reimann, H., Stopper, H., Polak, T., Lauer, M., Herrmann, M. J., Deckert, J., & Hintzsche, H. (2020). Micronucleus frequency in buccal mucosa cells of patients with neurodegenerative diseases. *Scientific reports*, 10(1), 22196. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78832-y>
- Reglamento de la ley general de salud en materia de control sanitario de actividades, productos y servicios <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmcsaeps.html>
- Rodríguez, E. (2006). *Ingredientes Para Bebidas*. alfa editores
- Stephens Camacho, N. A., Valdez Hurtado, S., Lastra Zavala, G., & Félix Ibarra, L. I. (2018). Consumo de edulcorantes no nutritivos: efectos a nivel celular y metabólico. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 20(2), 185–202. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v20n2a06>
- Tahmassebi, J. F., & BaniHani, A. (2020). Impact of soft drinks to health and economy: a critical review. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(1), 109–117. <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00458-0>
- Trapp, G., Allen, K. L., O'Sullivan, T., Robinson, M., Jacoby, P., & Oddy, W. H. (2014). Energy drink consumption among young Australian adults: associations with alcohol and illicit drug use. *Drug and alcohol dependence*, 134, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2013.09.006>
- Tolbert, PE, Shy, CM & Allen, JW (1991) Micronuclei y otras anomalías nucleares en frotis bucales: desarrollo de métodos. *Mutat. Res. Reinard. Mutageno. Relat. Subj.* 271, 69–77. [https://doi.org/10.1016/0165-1161\(92\)90033-I](https://doi.org/10.1016/0165-1161(92)90033-I)
- Tonina, E., Garcete, T., Samaniego, M. J., Aveiro, R., & Aranda, A. (2017, 2 abril). Anomalías nucleares en células exfoliadas de la mucosa bucal de estudiantes fumadores. *Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana*, 22(1). Recuperado 29 de marzo de 2022, de <https://www.cimel.felsocem.net/index.php/CIMEL/article/view/742>
- Torres-Bugarín, O. (2014, 4 febrero). Potential Uses, Limitations, and Basic Procedures of Micronuclei and Nuclear Abnormalities in Buccal Cells. *Hindawi*. <https://www.hindawi.com/journals/dm/2014/956835/>

- Tóth, Á. (2020). Energy Drink Consumption, Depression, and Salutogenic Sense of Coherence Among Adolescents and Young Adults. *MDPI*, 17(4). <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/4/1290>
- Villarini, M., Levorato, S., Salvatori, T., Ceretti, E., Bonetta, S., Carducci, A., Grassi, T., Vannini, S., Donato, F., Bonetta, S., Verani, M., de Donno, A., Bonizzoni, S., Bonetti, A., Moretti, M., Gelatti, U., & MAPEC LIFE Study Group (2018). Buccal micronucleus cytome assay in primary school children: A descriptive analysis of the MAPEC_LIFE multicenter cohort study. *International journal of hygiene and environmental health*, 221(6), 883–892. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.05.014>
- Wickliffe, J. K., Dertinger, S. D., Torous, D. K., Avlasevich, S. L., Simon-Friedt, B. R., & Wilson, M. J. (2016). Diet-induced obesity increases the frequency of Pig-a mutant erythrocytes in male C57BL/6J mice. *Environmental and molecular mutagenesis*, 57(9), 668–677. <https://doi.org/10.1002/em.22058>
- González, A. L., Huerta, M. R. Mendiola, C., Kornhauser, C., Salazar, A. M. (2009). Efecto genotóxico de aspartame en trabajadores de oficina [manuscrito no publicado]. Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo. Universidad de Guanajuato.
- Zalacain, M., Sierrasesúmaga, L., & Patiño, A. (2005). El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28(2), 227-236. Recuperado en 30 de marzo de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113766272005000300007&lng=es&tlnq=es

ANEXO

Anexo 1. Tabla de Ingredientes de Bebidas Saborizadas

INGREDIENTES DE BEBIDAS SABORIZADAS Y SU FUNCIÓN	
Ingrediente	Función
Azúcar	Ingrediente principal, teniendo como principal función endulzar la bebida.
Hidrocoloides o Espesantes	Se utilizan como espesantes, agentes gelificantes, estabilizantes, etc. Su función es proporcionar cuerpo y palatabilidad a las bebidas saborizadas, pueden ser utilizados como agentes de suspensión de sólidos en néctares y jugos con pulpa, mejorando su estabilidad y alargando su vida de anaquel. Entre ellos, se encuentran: la goma arábiga, carboximetilcelulosa de sódica (CMC), goma de Xanthano, goma Guar, etc (Badui, 2013).
Acidulantes	<p>Desempeñan un papel fundamental en la determinación de la calidad sensorial de las bebidas, ya que ayudan a desarrollar el perfil de sabor deseado. Al disminuir el Ph se contribuye a mejorar la vida de anaquel de la bebida. Los acidulantes más usados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ácido cítrico (coadyuva en la conservación de los alimentos, actúa como saborizante, modificador de la viscosidad, inhibe las reacciones de oscurecimiento y favorece la formación de geles de pectina (Fennema O, 2010) (Badui, 2013). • Ácido ascórbico (aumenta la vida de anaquel del producto y ayuda al consumidor con un aporte vitamínico.)
Edulcorantes	<p>Son compuestos que producen una percepción sensorial dulce. En términos genéricos se pueden dividir en naturales y sintéticos (CODEX, 2015). Estos se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edulcorantes naturales: mono y oligosacáridos (glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, etc.), glucosidos (filodulcina, esteviosido, osladina, glicerina, etc.), alcoholes polihidricos (sorbitol, xilitol, etc.), proteínas (miralina, monelina y taumatina) • Edulcorantes sintéticos: Acesulfame K, aspartame, ciclamatos, dulcina, alitame
Saborizantes	Sustancia o mezcla de sustancias de origen natural, idénticas al natural y sintéticas artificiales, con o sin diluyentes inocuos, agregados o no, de otros aditivos que

	se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor de los alimentos o bebidas (Badui, 2013).
Colorantes	Brinda el color correspondiente a la bebida de acuerdo con su sabor, los más usados son: <ul style="list-style-type: none"> • Dióxido de titanio • Amarillo No. 5 • Rojo No.3 • Betalaínas • Clorofila • Carotenos
Conservantes	<p>Previene el crecimiento microbiano de hongos, levaduras y bacterias, la efectividad de estos aditivos depende de varios factores como especificidad y el nivel inicial de contaminación.</p> <p>El benzoato de sodio y el Sorbato de potasio son los conservadores más utilizados, estos se utilizan en una concentración de 0.05-0.1% con respecto a la bebida final. (Fennema O, 2010)</p>
Antioxidantes	Son compuestos que retardan o reducen las reacciones de oxidación de las grasas y aceites. Los antioxidantes más utilizados para prevenir la oxidación de los aceites esenciales son los donadores de protones, butihidroxianisol (BHA), Butilhidroxitolueno (BHT), Terbutilhidroxiquinona (TBHQ) y Galato de propilo, estos se utilizan en una concentración de 200 ppm (0.02%) con respecto a la cantidad de grasa o aceite presente en la fórmula (CODEX).

Fuente: Cuadro adaptado de Badui, 2013, Fennema, O., 2010 & Codex, 2015.

Anexo 2. Técnica de Micronúcleos

Procedimiento

- **Células bucales:**

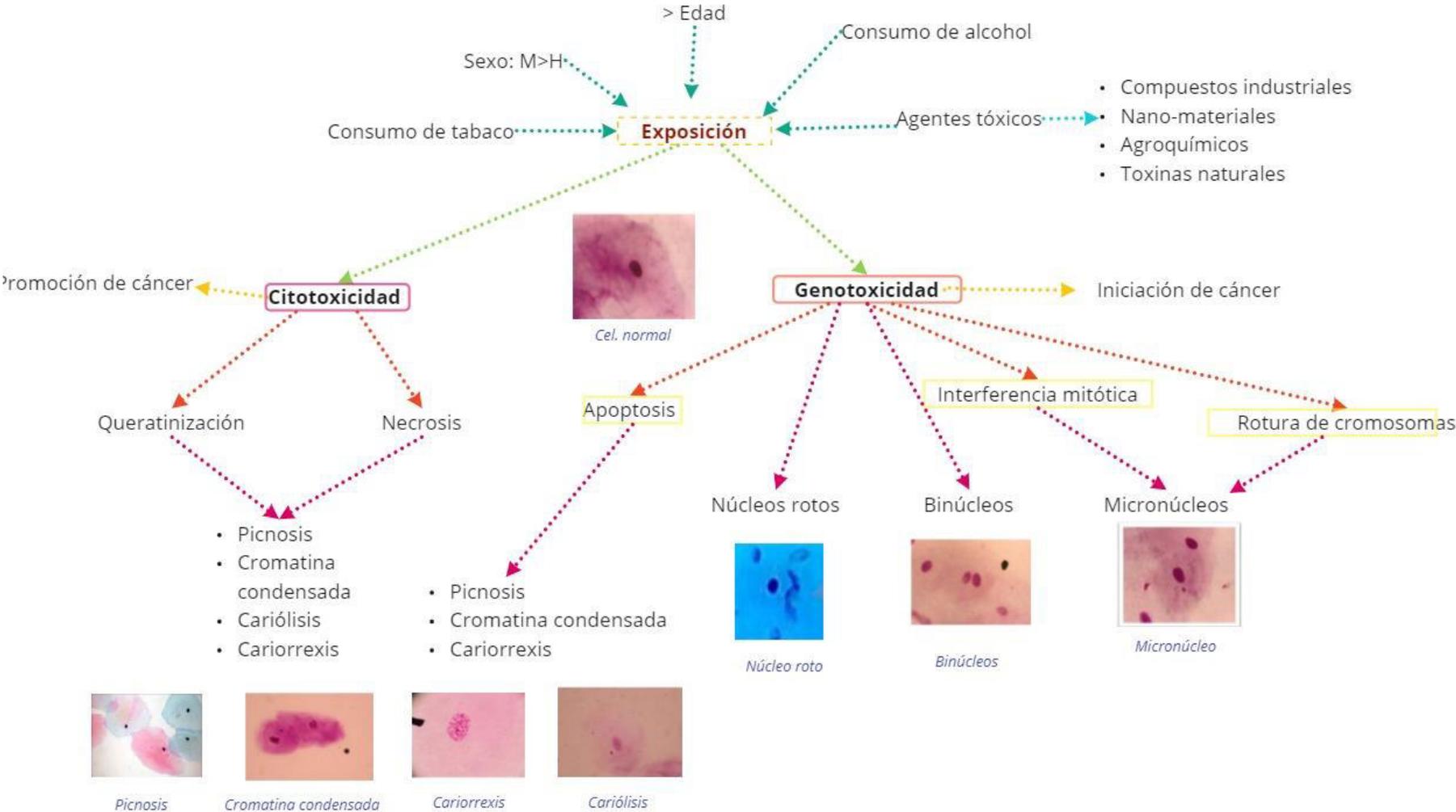
1. Se obtendrán células bucales mediante el raspado de la mucosa de ambas mejillas con espátula de plástico o cepillo.

- **Determinación de la frecuencia de micronúcleos y anomalías nucleares**

2. Mediante la tinción de Feulgen y contratinción con Fast Green en células bucales y endoteliales:
3. Las células se fijarán en una solución de metal/ácido acético en una proporción de 3:1 durante 5 minutos.
4. Los portaobjetos con las células exfoliadas se introducirán en una solución de HCl 1 N a temperatura ambiente durante 5 minutos.
5. Posteriormente en una solución de HCl a 60°C durante 5 minutos, y 3 minutos en agua destilada a temperatura ambiente.
6. La tinción se llevará a cabo durante 5 segundos en colorante Fast Green y se enjuagarán las laminillas inmediatamente.
7. Se observarán núcleos rojos y citoplasma azul en un microscopio de luz, 40X.
8. Se realizará un conteo de 2000 células por individuo para identificar los micronúcleos y otras anomalías nucleares.
9. La evaluación se realizará de manera cegada.

Fuente: Metodología empleada de los estudios previos de Morales, 2013 & González, 2009.

Anexo 3. Esquema de la generación de daño citogenético o efecto genotóxico



Fuente: Adaptado de Turkez H., 2017, Tolbert, PE., 1991, Tonina, E., 2017 & Zalacain, M., 2005

Anexo 4. Presentación de proyecto en el primer coloquio de jóvenes investigadores emitido por el IMJU

León, Guanajuato a 22 de marzo 2021

Folio: IMJU/INV/40

ASUNTO: Aceptación a 1re Coloquio de Investigadores

Vanessa Báez Gutiérrez

PRESENTE. -

Por medio de este escrito me complace saludarle e informarle, que su proyecto de investigación "Efecto Genotóxico del consumo de bebidas saborizadas en adultos jóvenes" ha sido admitido para presentarse durante el "1re coloquio Municipal de Investigadores e investigadoras jóvenes, Juventudes en perspectiva" los días 22 y 23 de abril del presente año.

Como se indicó en la convocatoria, se les adjuntará la información detallada sobre la exposición de su proyecto en el coloquio de acuerdo con las fechas establecidas, así como el proceso para participar en el Libro "Juventudes en Perspectiva 2.0", y la liga para la reunión virtual que tendremos con todas y todos los ponentes para conocernos, ahí podremos responder todas las dudas que tenga acerca del evento.

Sin más por el momento, le felicito y quedo atento por cualquier cosa.

Atentamente:

"EL TRABAJO TODO LO VENCE"
"2021 año de la Independencia"

gms/2021





*“290 años de excelencia educativa”
“2022 Año del Festival Internacional Cervantino, 50 años de diálogo cultural.”
“En la Universidad de Guanajuato, todas y todos, nos comprometemos a garantizar el derecho de las mujeres a vivir libre de violencia”*

Dra. Elia Lara Lona

Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatihu García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Secretario** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Nutrición** y que sustentará la **C. Vanessa Báez Gutiérrez**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de Tesis que con el título de **“Consumo de bebidas saborizadas en adultos jóvenes y su efecto genotóxico”**, ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise el trabajo de Tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente

La Verdad Os Hará Libres

León, Gto a 07 de abril de 2022

La Secretaria Académica de la División



Cipriana Caudillo Cisneros

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: Aprobado

Firma:



"290 años de excelencia educativa"
"2022 Año del Festival Internacional Cervantino, 50 años de diálogo cultural."
"En la Universidad de Guanajuato, todas y todos, nos comprometemos a garantizar el derecho de las mujeres a vivir libre de violencia"

Dra. Ana Lilia González Yebra
Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Vocal Suplente** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Nutrición** y que sustentará la **C. Vanessa Báez Gutiérrez**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de Tesis que con el título de **"Consumo de bebidas saborizadas en adultos jóvenes y su efecto genotóxico "**, ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise el trabajo de Tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente

La Verdad Os Hará Libres
León, Gto a 07 de abril de 2022
La Secretaria Académica de la División



Cipriana Caudillo Cisneros
Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: aprobado

Firma: *[Firma]*



"290 años de excelencia educativa"

"2022 Año del Festival Internacional Cervantino, 50 años de diálogo cultural."

"En la Universidad de Guanajuato, todas y todos, nos comprometemos a garantizar el derecho de las mujeres a vivir libre de violencia"

Dra. Daniela Beatriz Muñoz López

Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Vocal** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Nutrición** y que sustentará la **C. Vanessa Báez Gutiérrez**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de Tesis que con el título de **"Consumo de bebidas saborizadas en adultos jóvenes y su efecto genotóxico "**, ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise el trabajo de Tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente

La Verdad Os Hará Libres

León, Gto a 07 de abril de 2022

La Secretaria Académica de la División



Cipriana Caudillo Cisneros

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: Aprobada

Firma:

[Firma manuscrita]



León, Gto., a 26 de enero de 2022

Oficio: CCC/DMN/1844/22

Asunto: Carta Modalidad de titulación
Por Tesis

LAE. Verónica Meza Bedolla

Coordinadora del Área de Asuntos de Escolares

Campus León

P R E S E N T E

El Director de la División de Ciencias de la Salud, Campus León de la Universidad de Guanajuato, comunica a Usted que el (la) **C. Vanessa Báez Gutiérrez NUA 279290**, ha cumplido íntegramente con los requisitos Académico-Administrativos, incluyendo el requerimiento del idioma extranjero, necesarios para que le sea autorizado la obtención del Título de la **Licenciatura de Nutrición**, bajo la **Modalidad de Tesis**.

Sin otro particular, me suscribo a su disposición para realizar cualquier aclaración.

Atentamente

La Verdad Os Hará Libres

La Secretaria Académica de la División

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros



C.c.p. Interesado (a)

C.c.p. Dra. Luz Elvia Vera Becerra-Coordinadora de la Lic. de Nutrición.

C.c.p. Archivo.

SECRETARÍA ACADÉMICA DE LA DIVISIÓN CIENCIAS DE LA SALUD CAMPUS LEÓN

Blvd. Puente Milenio No. 1001 Fracción Predio San Carlos C.P. 37670 Tel. (477) 267 49 00 Ext. 3657