

Técnica de micronúcleos como medidora de salud ocupacional

Micronucleus technique as an occupational health measure

Yoandra Mora Tasé¹ <https://orcid.org/0000-0001-5844-1501>

Diana Esperanza Monet Alvarez² <https://orcid.org/0000-0003-0996-874X>

Nadiezhdá Zambrano Álvarez³ <https://orcid.org/0009-0001-6102-1206>

Larisa Zamora Matamoros⁴ <http://orcid.org/0000-0003-2210-0806>

Justa Carmen Columbié Regüíferos^{1*} <https://orcid.org/0009-0003-6670-4414>

¹Centro de Toxicología y Biomedicina de la Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

²Hospital Provincial Docente Clínico-Quirúrgico Saturnino Lora. Santiago de Cuba, Cuba.

³Hospital Oncológico Conrado Benítez. Santiago de Cuba, Cuba.

⁴Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: justacarmen86@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La salud ocupacional tiene como principal objetivo disminuir los riesgos laborales y promueve la prevención de accidentes en el trabajo que se define como Medicina Ocupacional. Los micronúcleos actualmente son utilizados como biomarcadores para la detección de riesgo de la medicina del trabajo basado en la exposición a contaminantes ambientales y agentes químicos.

Objetivo: Describir las características epidemiológicas y la respuesta citogenética de trabajadores expuestos a través de la técnica de micronúcleos.

Métodos: Se registraron parámetros como la edad, el género, ocupación, variables hematológicas y técnica de micronúcleos.

Resultados: Predominó el género femenino, el grupo de edad de 40-49 años, no existió semejanza estadística ni clínica entre los implicados en el estudio y la técnica de micronúcleos fue negativa en todos los trabajadores expuestos.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Conclusiones: queda demostrada la sensibilidad de la técnica de micronúcleos como biomarcador para la detección del riesgo de enfermedad ocupacional.

Palabras clave: salud ocupacional; técnica de micronúcleos; mucosa oral; seguridad en el trabajo; riesgo laboral.

ABSTRACT

Introduction: Occupational health's main objective is to reduce occupational risks and promote the prevention of accidents at work, which is defined as Occupational Medicine. Micronuclei are currently used as biomarkers for the detection of occupational medicine risk based on exposure to environmental contaminants and chemical agents.

Objective: Describe the epidemiological characteristics and cytogenetic response of workers exposed through the micronucleus technique.

Methods: Parameters such as age, gender, occupation, hematological variables and micronucleus technique were recorded.

Results: The female gender predominated, the age group was 40-49 years, there was no statistical or clinical similarity between those involved in the study and the micronucleus technique was negative in all exposed workers.

Conclusions: the sensitivity of the micronucleus technique as a biomarker for detecting the risk of occupational disease is demonstrated.

Keywords: occupational health; micronucleus technique; oral mucosa; safety at work; occupational risk.

Recibido: 20/02/2025

Aprobado: 3/05/2025



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introducción

La salud ocupacional es una de las líneas fundamentales de trabajo de la especialidad de Higiene y Epidemiología. Además, constituye una de las proyecciones principales de la Medicina Ocupacional. La seguridad del trabajo incluye el medio ambiente laboral, la misma tiene establecido por protocolo la indicación de estudios hematológicos e imagenológicos a los pacientes tratados.

Una de las practicas utilizadas en la medicina ocupacional es la técnica de micronúcleos que está fundamentada en los cambios físicos, químicos, inmunológicos y en última demanda los cambios clínicos teniendo como premisa la prevención de enfermedades ocupacionales para la reducción del costo económico, así como la disminución de los años potencialmente perdidos por incapacidad laboral y los perjuicios sociales hacen que tome realce esta técnica.^(1,2)

Los micronúcleos están identificados como altos exponentes críticos de desequilibrio genómico en los aspectos genotóxicos y citotóxicos, su creciente uso en disertaciones toxicológicas y en investigaciones de salud ambiental incrementa su valor en la biomedicina, se reconoce además que una de sus vitales aplicaciones es la determinación de anomalías en el ADN, esta aplicación está sustentada por la inducción y detección de mutaciones , identificadas por la alta frecuencia de hallazgos de micronúcleos en la mucosa oral.^(3,4) Lo anteriormente expuesto fue el motivo por el cual el Centro de Toxicología y Biomedicina ha diseñado un proyecto para desarrollar las potencialidades de la técnica de micronúcleos como predictor de salud ocupacional y sus ventajas en la detección de enfermedades con base en la citotoxicidad y genotóxicas.

Métodos

Se llevo a cabo un estudio piloto, transversal y retrospectivo. La investigación se realizó desde septiembre hasta noviembre de 2023. El objetivo trazado fue la descripción, un estudio integrado por los parámetros clínicos, humorales y citogenéticos en trabajadores expuestos a riesgos químicos y biológicos del Centro de Toxicología y Biomedicina como medidor de salud ocupacional. La investigación



fue autorizada y aprobada por el Comité de Ética y el Consejo Científico de la institución.

Cada uno de los trabajadores fue incluido en esta investigación según el orden de atención médica, se procedió posteriormente a la lectura y firma del Consentimiento Informado, el criterio de inclusión establecido fue la voluntariedad de cada uno de los trabajadores, así como, trabajar en departamentos expuestos a agentes químicos, para los criterios de exclusión solo se tuvo en cuenta la negativa del trabajador, haber sufrido de infecciones en las últimas 6 semanas o recibido tratamiento radiante en la localización de cabeza y cuello; además si presenta lesiones agudas o crónicas en la mucosa oral. De un universo de 48 trabajadores, la muestra de esta investigación se constituyó por 21 trabajadores, que representó 43,75 %, a estos últimos se le realizó el estudio citogenético.

Variables biológicas dependientes del trabajador:

- Edad (variable cuantitativa continua) medida en años cumplidos al momento del estudio.
- Género (variable cualitativa nominal dicotómica), registrada según las dos categorías biológicas en masculino y femenino.
- Antecedentes patológicos personales (variable cualitativa nominal dicotómica) registrada según dos categorías definidas como presencia de antecedente en familiares de primer orden de diagnóstico confirmado de cáncer o ausencia de ellos.
- Síntomas clínicos (variable cualitativa nominal dicotómica) registrada según dos categorías definidas como asintomático y sintomático en cualquier sistema.
- Signos clínicos (variable cualitativa nominal dicotómica) registrada según dos categorías definidas como asignológico y presencia de algún hallazgo físico.
- Ocupación (variable cualitativa nominal dicotómica) registrada según dos categorías definidas como exposición directa a riesgo químico o biológico y exposición indirecta a estos riesgos.

Variables humorales:



- Hemoglobina (variable cuantitativa continua), hemoproteína de la sangre, de color rojo, transporta el oxígeno. Valor normal en las mujeres (110-150 g/L) y valor normal en los hombres (130-160 g/L).
- Eritrosedimentación: variable cuantitativa continua, mide lo rápido que se asientan los glóbulos rojos en un tubo de ensayo en una hora. Valor normal en las mujeres (2-20mm/h) y valor normal en los hombres (1-10mm/h).
- Conteo de eosinófilos: variable cuantitativa discreta, es un tipo de célula inmunitaria con presencia de gránulos y con una enzima liberadora de estos gránulos ante la presencia de infecciones, las reacciones alérgicas y el asma bronquial. Valor normal (0,00-0,02) en el diferencial del hemograma completo.
- Conteo de plaquetas: variable cuantitativa continua, tipo de célula sanguínea encargada de las defensas orgánicas. Valor normal (150 000-400 000 mL).
- Fosfatasa alcalina (FAL): variable cuantitativa continua, es una isoenzima para determinar enfermedades hepáticas. Valor normal (hasta 140 UI/L).
- Lactato deshidrogenasa (LDH): variable cuantitativa continua, es una isoenzima para determinar nivel de ácido láctico. Valor normal (hasta 400 UI/L).
- Proteínas totales y fraccionadas:

Proteínas totales: variable cuantitativa continua, proteína medible para alteraciones hematológicas. Valor normal (60-80 g/L).

Albumina: variable cuantitativa continua, grupo de proteínas de la sangre encargadas de potenciar la función renal y hematológica. Valor normal (34-54 g/L).

Globulina: variable cuantitativa continua, grupo de proteínas de la sangre del sistema inmunitario producidas por el hígado. Valor normal (diferencia de las proteínas totales y la albumina).

Variables imagenológicas:

- Radiología de tórax (Rx de tórax): variable cualitativa ordinal dicotómica registrada en dos categorías (presencia de sombra de pulmón o no) realizada con alta resolución en los trabajadores seleccionados. Se



considera sombra de pulmón toda imagen radiopaca en cualquier localización pulmonar.

- Ultrasonografía de abdomen: variable cualitativa ordinal dicotómica registrada en dos categorías (presencia de masa abdominal o no) realizada con alta resolución en los trabajadores seleccionados.

Variable citogenética

- Micronúcleos: variable cualitativa ordinal dicotómica registrada en dos categorías (presencia o no de micronúcleos) en la mucosa oral en los trabajadores seleccionados.

Primeramente, se procede al lavado de la cavidad bucal, a continuación, con aplicadores estériles se realiza el raspado en interior de ambas mejillas. Luego las células exfoliadas obtenidas del raspado de la mucosa oral se colocan extendidas en la lámina portaobjetos y se colorean con la tinción con colorante de Giemsa a 5 % y se deja secar al menos 30min. Posteriormente, se lava con agua destilada y se coloca la lámina cubreobjetos para su observación en el microscopio y el análisis de micronúcleos en sus diferentes clasificaciones. El estudio al microscópico lo efectuó el mismo investigador, quien desconocía a quien pertenecían las muestras. Las técnicas estadísticas utilizadas fueron efectuadas en el programa estadístico Minitab® 14 (Minitab Inc for Windows, 2003, free software, *National Institute of Standards and Technology, Pennsylvania State University, USA*, <https://www.minitab.com/en-mx/products/minitabs>). Este programa transitó en una computadora (Departamento de Matemática, Universidad de Oriente) con sistema operativo Windows 8 con RAM 2,6 GB; 64 bits, procesador 64, Inter R coretm. La estabilidad del procesamiento estadístico de los datos fue alrededor de 2 s. Todos los datos originales serán conservados por 5 años en el Centro de Toxicología y Biomedicina.

La investigación cometida fue autorizada por el Centro de Toxicología y Biomedicina de Santiago de Cuba y aprobada por el Comité de Ética y el Consejo Científico del mismo, aspectos de obligatoriedad y establecidos en la Ley de la Salud Pública referida a las investigaciones (Número 41, 13 de julio de 1983). Además, fue regido por las normas éticas de la Declaración de la Asamblea Médica Mundial de Helsinki⁽⁵⁾ el código de ética, las buenas prácticas médicas y las buenas



prácticas clínicas establecidas por el Ministerio de Salud de la República de Cuba.
(6,7)

Resultados

En la tabla 1 se observa un predominio del sexo femenino (12 para 57,0 %), el grupo etario de 40-49 años (9 para 42,8 %) en ambos sexos. Las féminas preponderaron para cada grupo de edad excepto en el de 50-59 años.

Tabla 1. Pacientes según grupo de edad y sexo

Grupos (años)	Femenino	%	Masculino	%	Total	%
30-39	3	14,3	1	4,8	4	19,1
40-49	5	23,7	4	19,1	9	42,8
50-59	2	9,5	3	14,3	5	23,8
60 y más	2	9,5	1	4,8	3	19,1
Total	12	57,0	9	43,0	21	100,0

Aunque del antecedente patológico familiar de enfermedades crónicas no transmisibles no fue declarado variable en esta investigación, hubo predominio de la ausencia de estas enfermedades (hipertensión arterial, diabetes *mellitus* y cáncer) con 18 trabajadores para 85,7 %; igualmente ocurre en los expuestos a agentes químicos con 17 para 80,9 %. Otra variable no declarada fue los síntomas clínicos donde 13 resultaron asintomáticos para 61,9 %; con síntomas generales 4 para 19,1 % y específicos principalmente respiratorios y dermatológicos con 4 para 19,1%. También se tuvo en cuenta que del total de trabajadores 20 (95,2 %) no tenían alteraciones del examen físico general.

Respecto a la ocupación de los trabajadores se encontró que 7 (33,3 %) laboraban en la gestión de servicios, uno (4,8 %) era médico especialista, una (4,8) cocinera, y una (4,8 %) técnica de calidad. Otros eran licenciados en diferentes especialidades como química (3 para 14,3 %), anatomía (uno para 4,8 %), microbiología (2 para 9,6 %), veterinaria (3 para 14,3 %), biología e informática (uno para 4,8 %, respectivamente).

La tabla 2, muestra las variables hematológicas. El error estándar de la muestra permitió discriminar las variables más sensibles clínicamente para el seguimiento



individualizado. Para el seguimiento de la salud ocupacional en trabajadores es más sensible la determinación del conteo de eosinófilos y proteínas totales.

Tabla 2. Trabajadores expuestos según variables hematológicas.

Variable	No.	Media	Error estándar		Varianza	Coeficiente de variabilidad	Mínimo	Máximo
			de la media	Desviación estándar				
Hemoglobina(g/L)	21	125,86	2,30	10,56	111,43	8,39	104,00	153,00
Eritrosedimentación(mm/h)	21	20,00	2,75	12,59	158,40	62,93	5,00	53,00
Eosinófilos	21	0,02667	0,00599	0,02745	0,00075	102,93	0,01000	0,14000
Plaquetas (mL)	21	204,62	6,35	29,10	846,55	14,22	150,00	250,00
Fosfatasa alcalina (U/L)	21	161,8	10,4	47,7	2277,1	29,48	68,0	242,0
Lactato dehidrogenasa (U/L)	21	232,9	13,9	63,7	4053,7	27,34	123,0	354,0
Proteína total (g/L)	21	70,619	0,852	3,905	15,248	5,53	64,000	78,000
Globulinas (g/L)	21	31,29	1,74	7,99	63,81	25,53	21,00	46,00

La tabla 3, revela los resultados de los estudios imagenológicos considerados esenciales en el seguimiento de los trabajadores en la consulta de salud ocupacional, siendo positivos (1 para 4,8 %).

Tabla 3. Trabajadores expuestos según métodos imagenológicos

Trabajadores expuestos	Sin alteraciones	%	Con alteraciones	%	Total	%
Radiología de tórax	20	95,2	1	4,8	21	100,0
Ultrasonografía abdominal	20	95,2	1	4,8	21	100,0

En cuanto a la técnica estadística de amalgamación de los conglomerados de las variables clínicas, hematológicas e imagenológicas (tabla 4) de los trabajadores expuestos del Centro de Toxicología y Biomedicina que evidenció el comportamiento de la semiología clínica con los estudios hematológicos e imagenológicos. Como aspecto fundamental se apreció hubo en un solo trabajador el cual tenía alteraciones semiológicas, hematológicas e imagenológicas. El resto de los trabajadores no presentó alteraciones.



Tabla 4. Amalgamación de los conglomerados en los trabajadores expuestos

Paso	Número de conglomerados	Nivel de semejanza	Nivel de distancia	Conglomerados incorporados		Nuevo conglomerado
1	15	100.000	-0.00000	15	16	15
2	14	81.916	0.36168	8	9	8
3	13	81.907	0.36186	11	12	11
4	12	77.386	0.45228	4	6	4
5	11	77.111	0.45778	2	14	2
6	10	75.252	0.49495	1	13	1
7	9	70.189	0.59621	5	15	5
8	8	63.454	0.73093	4	10	4
9	7	57.264	0.85473	2	3	2
10	6	51.204	0.97591	1	7	1
11	5	48.246	1.03507	8	11	8
12	4	42.718	1.14564	5	8	5
13	3	36.448	1.27104	1	4	1
14	2	27.372	1.45257	1	2	1
15	1	25.127	1.49746	1	5	1

El siguiente dendograma representa las variables uniendo el coeficiente de correlación por un enlace a distancia a aquellas que se encuentran relacionadas estadísticamente y tienen mayor similitud por semejanza con la técnica de micronúcleos (fig. 1). La unión por pares de variable mostró la afinidad de estas por pares clínicos, hematológicos e imagenológicos. Solo la eritrosedimentación y el conteo de eosinófilos tuvo afinidad con la técnica de micronúcleos.



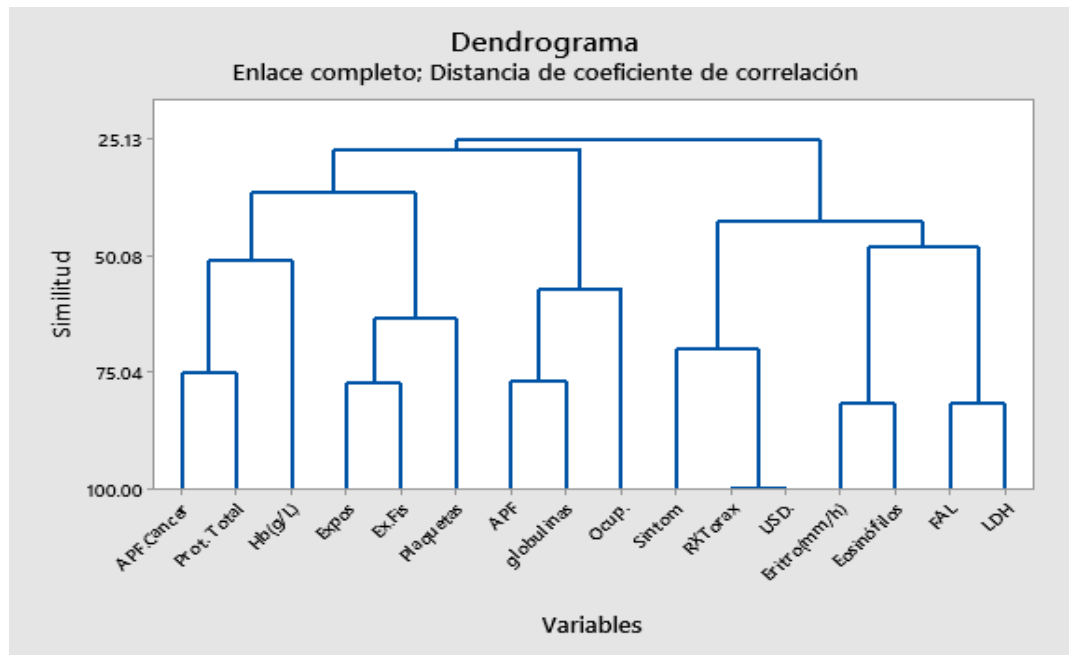


Fig. 1. Dendrograma de representación de enlaces por pares de las variables en los trabajadores expuestos

Discusión

Las enfermedades laborales son el acuciante reto de la medicina del trabajo. La salud ocupacional se convierte en el iceberg donde es necesario determinar el origen de las patologías. Las reconocidas exposiciones laborales incitan a la búsqueda de esos factores sutiles que pasan desapercibidos y siguen siendo los asesinos de la calidad de la salud laboral. Los chequeos periódicos con métodos invasivos, costosos y que despliegan una gran infraestructura con personal altamente calificado no han sido suficientes para la prevención de daño laboral.⁽⁸⁾

La medicina laboral preventiva esta protocolizada en cada centro de trabajo y por tal motivo conociendo que los cambios se suceden en el orden físico, químico, inmunológico y clínico se hace necesario establecer estrategias de trabajo en la detección precoz para antepoñernos a la aparición de los síntomas que es el último escalón de las manifestaciones de estos cambios.⁽⁹⁾

El Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED) de Santiago de Cuba desde el punto de vista demográfico tiene una población representativa de féminas y el grupo de edad que prevalece es la cuarta década de la vida. Además, 14,3 % de los trabajadores del centro tienen antecedentes familiares de cáncer, los de la gestión y los servicios son ambos predominantes; sin embargo, los que se encuentran



expuestos representan 33,3 % del total. Sorprendentemente, desde el punto de vista hematológico los parámetros más representativos fueron el conteo de eosinófilos y las proteínas totales. Este descubrimiento extraordinario no coincide con el trabajador que presenta las alteraciones de los parámetros imagenológicos. Por tal motivo estos hallazgos conllevan a las siguientes consideraciones. Primero estos trabajadores eran clínicamente asintomáticos por lo cual aún no estaban establecidos los cambios clínicos. Segundo, podemos identificar el conteo de eosinófilos y las proteínas totales y fraccionadas como marcadores indirectos de daño orgánico, por tal motivo podemos clasificarlos como indicadores hematológicos que nos hicieron la alerta de daño inmunológico. Esto sin dejar de tener presente que la eritrosedimentación se relaciona con marcadores indirectos o sea que no es discriminativo de enfermedades agudas o crónicas. Tercero, que no es necesario para la detección inicial de alteraciones de la salud ocupacional el uso de métodos diagnósticos imagenológicos.

El uso de la técnica estadística Análisis de Conglomerados^(10,11) con su combinación con la técnica del dendograma muestra la unión en cada paso de las variables con un nivel de semejanza de 100. La medida de distancia es el coeficiente de correlación debido a que permite agrupar por variables y por individuos las semejanzas del comportamiento y las distancias entre variables, este resultado estadístico potencia el uso de la técnica de micronúcleos como predictor de salud ocupacional para la detección de daño orgánico en el ambiente laboral. La técnica de micronúcleos modificada que se presenta en esta investigación es más viable debido a que reporta los mismos resultados que la técnica tradicional, pero con menor movilización de recursos. Además, la prontitud del resultado es más factible pues reduce el tiempo de espera de este. También, elimina la limitación de realizarse solamente en laboratorios o instituciones sanitarias permite que se pueda desplazar el personal al centro laboral ya que se puede ejecutar de manera ambulatoria y permite realizarla a todos los trabajadores en su medio laboral.

De manera relevante este estudio mostró la alta afinidad entre los parámetros hematológicos y la técnica de micronúcleos. Esta alta afinidad más selectivamente entre la eritrosedimentación y el conteo de eosinófilos con la técnica de micronúcleos, ^(12,13) lo cual permite identificar alteraciones de daño genotóxico. Más selectivamente entre las proteínas totales con la técnica de micronúcleos, lo



cual permite identificar alteraciones de daño citotóxico. Con esta apreciación ya que ambas detectan alteraciones inmunológicas, podemos sugerir el uso sistemático y periódico de la técnica de micronúcleos ^(14,15) en trabajadores expuestos según disposición del centro laboral.

A modo general con las presunciones de este primer estudio nos motivamos a desarrollar investigaciones en diferentes centros laborales y realizar estudios de sensibilidad y especificidad para proponer su uso en los protocolos de Medicina del Trabajo. De la misma manera, realizar estudios que permitan desarrollar el potencial pronóstico de esta técnica y sobre todo la validación de los resultados. Además, reconocemos que esta técnica puede ser la herramienta de sustitución de métodos invasivos e inclusive de modificación de tratamientos lo cual encamina a una mejor dispensarización de la atención médica laboral.

Finalmente, cabe destacar que es de vital importancia incorporar el diagnóstico citogenético a las consultas de salud ocupacional como predictivo en la detección de anomalías premalignas. Esta declaración cierra los cambios genotóxicos y citotóxicos como el interior de las lesiones precancerosas.

Se recomienda extender la realización de la técnica para determinar su componente pronóstico y establecer sus potencialidades como alternativa en los protocolos de actuación de la práctica médica habitual en la medicina ocupacional.

Referencias bibliográficas

1. Marales K, Pacheco G, Viera P. Accidentabilidad laboral en el sector de la construcción: Ecuador, período 2016-2019. Revista Ingenio. 2021[citado 05/07/2024];4(2):37-47. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/3206/4260>
2. Gallegos M, Castillo, T. Eficiencia, carga de trabajo, salud y seguridad ocupacional en la industria de la construcción en las principales ciudades del Ecuador. Revista Novasinergia. 2022[citado 20/02/2025];5(1):150-62. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542022000100150
3. Arellano García ME, Torres Bugarín O, García García MR, García Flores D, Toledano Magaña Y, Sanabria Mora CS, et al. Genomic Instability and Cyto-



Genotoxic Damage in Animal Species. In: Updates on Veterinary Anatomy and Physiology. Edited by Catrin Sian Rutland and Samir A.A. El-Gendy. Intech Open. 2021[citado 01/12/2024]:1-19. Disponible en:

<https://www.intechopen.com/chapters/78242>

4. Carracedo RT, Caliri MN, Ferré DM, Gorla NBM, Pedrosa A. Ensayo de micronúcleos citoma bucal en caninos: descripción histológica y citológica del epitelio: Buccal micronucleus cytome assay in canines: histological and cytological epithelial description. CU. Investigación, ciencia universidad. 2024[citado 06/01/2025];7(8):17. Disponible en:

<http://umaza.dspace.theke.io/handle/00261/3316>

5. Williams RJ. The Declaration of Helsinki and public health. Bulletin of the World Health Organization. 2008[citado 25/07/2025];86:6502. Disponible en:

<https://www.scielo.org/article/bwho/2008.v86n8/650652>

6. Penchaszadeh VB. Ética de las investigaciones biomédicas en poblaciones humanas. Rev Cubana Salud Pública. 2002[citado 06/01/2025];28(2):149-56. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662002000200005&lng=es.

7. Sanchez González, Rodríguez Rodríguez J, Galardi Martínez K, Matech Hernández L. Estándares reguladores de avanzada para medicamentos y productos biotecnológicos en Cuba. Revista Cubana de Farmacia. 2020[citado 06/01/2025];53(2):e423. Disponible en:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2020/rcf202h.pdf>

8. Arnold Y. Bioseguridad y salud ocupacional en laboratorios biomédicos. Rev Cub Salud Trabajo. 2024[citado 06/01/2025];13(3):53-8. Disponible en:

<https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/601>

9. Calixto Ramírez CA. Implementación de Plan de seguridad y salud ocupacional y la reducción de riesgos laborales en el Consorcio Vial Chimbote, 2022 [Tesis]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Escuela de Posgrado. 2022[citado 06/08/2025]. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232024000100013&lng=es

10. Buzaglo GBB, Telles GD, Araújo RB, Junior GDS, Ruberti OM, Ferreira MLV. et al. The Therapeutic Potential of Physical Exercise in Cancer: The Role of Chemokines.



International journal of molecular sciences. 2024[citado 06/07/2024];25(24):13740. Disponible en:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11678861/>

11. Torres-Bugarín O, Martínez RS, Barajas AJG, Ríos-Esquivel PE, Ibarra MLR, García EA. Micronúcleos y anormalidades nucleares en células epiteliales orales: Herramienta eficaz y sencilla en la detección temprana de individuos altamente susceptibles a la inestabilidad genómica. Detección de individuos susceptibles a la inestabilidad genómica. Revista Bio Ciencias. 2024[citado 06/01/2025];11(e1650):1-24. Disponible en:

<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/1650>

12. Chinemerem Nwobodo D, Ugwu MC, Oliseloke Anie C, Al-Ouqaili MT S, Chinedu Ikem J, Victor Chigozie U. et al. Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. Journal of clinical laboratory analysis. 2022[citado 10/01/2025];36(9):e24655.

<https://doi.org/10.1002/jcla.24655>

13. Sánchez Zepeda MY, López Herrera M, Gordillo Martínez AJ. Micronúcleos, índice mitótico y aberraciones cromosómicas como biomarcadores de genotoxicidad en Vicia faba por efecto de cadmio. ACI. 2019[citado 01/12/2024]; 10(1):1324-35. Disponible en:

<https://www.executivebs.org/publishing.cl/aci/2019/Vol10/Nro1/3-ACI1324-18-full.pdf>

14. Ceballos DM, Fellows KM, Evans AE, Janulewicz PA, Lee EG, Whittaker SG. Perchloroethylene and Dry Cleaning: It's Time to Move the Industry to Safer Alternatives. Frontiers in Public Health. 2021[citado: 1/12/2024];9(1-12). Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.638082>

15. Murcia JE, Martinez S, Martins V, Herrera D, Buitrago C, Velasquez A et al. Risk assessment and green chemistry applied to waste generated in university laboratories. Heliyon. 2023[citado 06/01/2025]; 9(5). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15900>



Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés. No recibieron financiación para la realización de este trabajo.

Contribución de los autores

Investigación: Yoandra Mora Tassé, Diana Esperanza Monet Álvarez

Conceptualización: Justa Carmen Columbié Regüeiferos, Diana Esperanza Monet Álvarez, Larisa Zamora Matamoros

Análisis formal: Justa Carmen Columbié Regüeiferos, Diana Esperanza Monet Álvarez, Larisa Zamora Matamoros

Metodología: Larisa Zamora Matamoros

Administración del proyecto: Justa Carmen Columbié Regüeiferos

Supervisión: Justa Carmen Columbié Regüeiferos

Redacción- borrador original: Yoandra Mora Tassé, Diana Esperanza Monet Álvarez, Justa Carmen Columbié Regüeiferos

Porcentaje de participación

Yoandra Mora Tasé	15%
Diana Esperanza Monet Álvarez	25%
Nadiezhdá Zambrano Álvarez	15%
Larisa Zamora Matamoros	20%
Justa Carmen Columbié Regüeiferos	25%

Revisores

MSc. Dunia Rodríguez Heredia

MSc. Virgen Yaneisy Gross Ochoa

