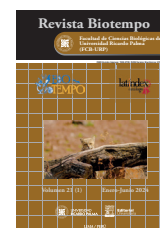


Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

SPATIAL DISTRIBUTION AND ENVIRONMENTAL IMPACT, FOLLOWING FIRES IN THE SANTA CLARA LANDFILL, VILLA CLARA, CUBA

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL E IMPACTO AMBIENTAL, TRAS INCENDIOS EN EL VERTEDERO DE SANTA CLARA, VILLA CLARA, CUBA

Williams Luis Morales-Moya^{1*}; Rafael Armiñana-García¹; Romel Vázquez-Rodríguez¹; José Iannacone^{2,3}; Mikel Moreno-Hernández¹; Lázaro Arsenio Artiles-Vargas¹; Frank Nieve -Fariñas⁴

¹ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. wmmoya@uclv.cu, rarminana@uclv.cu, romel@uclv.edu.cu, mikelm@uclv.cu, lavargas@uclv.cu, joseiannacone@gmail.com

² Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación “One Health”. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. E-mail: joseiannacone@gmail.com

³ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM). Grupo de Investigación GISA. Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima, Perú.

⁴ Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: franknieve@uo.edu.cu

* Corresponding author: wmmoya@uclv.cu

Williams Luis Morales-Moya: <https://orcid.org/0000-0002-7273-2425>

Rafael Armiñana-García: <https://orcid.org/0000-0003-2655-7002>

Romel Vázquez-Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0003-3313-2459>

José Iannacone: <https://orcid.org/0000-0003-36994732>

Mikel Moreno-Hernández: <https://orcid.org/0000-0003-0905-2897>

Lázaro Arsenio Artiles-Vargas: <https://orcid.org/0000-0002-6188-5303>

Frank Nieve-Fariñas: <https://orcid.org/0009-0002-4328-3613>

ABSTRACT

The risks of environmental pollution occupy a relevant place in the scheme of ecological studies at the national and territorial levels. These must be treated with the articulation of a system of preventive measures and proactive solutions that contribute to mitigating the consequences of the negative deterioration of the existing ecosystems. The objective of this research was to evaluate the environmental impact of the solid particles dispersed in the air resulting from the fires that occurred in the Municipal Landfill of the city of Santa Clara, in Villa Clara, Cuba, on the community of Caracatey, due to its proximity to the landfill and the spatial reach that these particles had in the city of Santa Clara. For the development of this research, methods of information collection and methods of processing the information collected were used, among which the following stand out: participatory observation, document review, interview, analytical-synthetic, historical-logical, modeling, deductive-demonstrative and statistical-mathematical. The sample to be interviewed consisted of 600 inhabitants throughout the city, with greater emphasis on the inhabitants of the community of Caracatey. According to the map prepared, the scope of the smoke was 7 km in different directions, and



the inhabitants of the city of Santa Clara, according to interviews conducted, suffered some damage to their health, urban agriculture, and domestic animals, among others.

Keywords: spatial extent – Caracatey – accidental fires – polluting particles – solid particles – environmental pollution – risks – Santa Clara – Municipal Landfill

RESUMEN

Los riesgos de polución ambiental ocupan un escaño relevante en el esquema de estudios ecológicos a nivel nacional y territorial. Estos deben ser tratados con la articulación de un sistema de medidas preventivas y soluciones proactivas que contribuyan a mitigar las consecuencias del deterioro negativo sobre los ecosistemas existentes. La investigación realizada tuvo como objetivo: evaluar el impacto ambiental de las partículas sólidas dispersas en el aire resultantes del incendio ocurrido en el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara, en Villa Clara, Cuba, sobre la comunidad del Caracatey, por su cercanía al vertedero y el alcance espacial que tuvieron estas partículas en la ciudad de Santa Clara. Para el desarrollo de esta investigación se emplearon métodos de recopilación de la información y métodos de procesamiento de la información recopilada, entre las que se destacan: la observación participativa, revisión de documentos, entrevista, analítico - sintético, histórico lógico, modelación, deductivo demostrativo y el estadístico matemático. La muestra a entrevistar estuvo conformada por 600 pobladores en toda la ciudad, con mayor énfasis en los habitantes de la comunidad del Caracatey. Se evidenció según el mapa elaborado que, el alcance estimado del humo fue de 7 km en diferentes direcciones, y que los pobladores de la ciudad de Santa Clara, según entrevistas realizadas sufrieron algunas afectaciones a su salud, a la agricultura urbana, y animales domésticos entre otros.

Palabras clave: alcance espacial – Caracatey – incendios fortuitos – partículas contaminantes – partículas sólidas – polución ambiental – riesgos – Santa Clara – Vertedero Municipal

INTRODUCCIÓN

Los incendios en el mundo, sobre todo los que escapan al control (incendios agrícolas, pecuarios y forestales), son una de las principales causas que atentan contra la biodiversidad de flora y fauna del planeta, pues alteran los procesos naturales a través de cambios en la estructura y composición de las especies, y por ende inciden en la disponibilidad de alimentos y hábitats para los seres vivos (Martínez, 1995; Castillo *et al.*, 2003; France 24, 2021; Lieberherr, 2023). Sin embargo, en la mayoría de los incendios urbanos se desconoce su origen (72,4%), pero se presentan esencialmente en comercios, bodegas, viviendas y baldíos (41%). Mientras que los derivados de basureros y rellenos sanitarios son poco frecuentes (8,3%) (CENAPRED, S/F).

El cambio climático, ya ha prolongado las temporadas de incendios, modificado su actividad y agravado el riesgo de incendios a escala mundial (Clarke *et al.*, 2022).

La primera consecuencia ambiental del incendio es la producción de gases, cenizas y partículas que brotan de la incineración de la biomasa viva y muerta (tejidos

vegetales, grasas de plantas y animales, plástico, madera y otros). Entre los importantes gases químicamente activos expulsados a la atmósfera se acentúan los Óxidos de Carbono (CO y CO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO y NO₂), Óxidos de Azufre, Aldehídos (acroleína y formaldehídos), Metano, Ozono y Micropartículas sólidas suspendidas (Castillo *et al.*, 2003; Kiss & Encarnación, 2006; SEMADET, 2015).

La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud pública. La exposición a altos niveles de contaminación del aire puede causar una variedad de resultados adversos para la salud: aumenta el riesgo de infecciones respiratorias, enfermedades cardíacas, derrames cerebrales y cáncer de pulmón las cuales afectan en mayor proporción a población vulnerable, niños, adultos mayores y mujeres (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2020).

La contaminación del aire ambiental exterior es un término más amplio usado para describir la contaminación del aire en ambientes al aire libre. La mala calidad del aire ambiental exterior ocurre cuando los contaminantes

alcanzan concentraciones lo suficientemente altas como para afectar negativamente la salud humana y/o el medio ambiente (OPS, 2018).

Las partículas (PM por sus siglas en inglés), es el término para partículas que se encuentran suspendidas en el aire, como el polvo, el hollín, el humo y el aerosol. Grandes cantidades de partículas son típicamente emitidas por fuentes tales como los vehículos diésel, la quema de residuos y cultivos, y las plantas generadoras de energía eléctrica a carbón (Agencia de Protección Ambiental (APA), 2023).

Las partículas pueden ser emitidas al aire de forma directa cuando provienen de fuentes como los procesos de combustión o el polvo arrastrado por el viento. En tal sentido el hollín también puede llegar a ser componentes mayoritarios en determinadas condiciones (GreenFacts, 2023).

El material particulado contiene sólidos microscópicos y gotas de líquido que son tan pequeños que pueden inhalarse y provocar graves problemas de salud. Las partículas menores a 10 μm de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo (Omnisalud, 2022).

Generalmente, el humo es una mezcla de gotitas líquidas y partículas sólidas, ambas muy pequeñas, que quedan suspendidas en el aire y pueden permanecer suspendidas hasta una semana. Cuando se habla de contaminación por partículas, se hace referencia a las partículas en suspensión inhalables de menos de 10 μm s de diámetro (PM10, también conocidas como partículas gruesas) y de menos de 2,5 μm de diámetro (PM2,5, también conocidas como partículas finas). Las partículas finas invisibles del humo es una inquietud especial porque pueden alojarse en lo profundo de los pulmones y causar graves efectos sobre la salud, como el empeoramiento del asma, irritación de la nariz y la garganta, bronquitis y daño a los pulmones. Incluso es posible que algunas partículas ingresen al torrente circulatorio y aquejen el corazón. El polvo y el humo visibles, y las partículas de más de 10 μm también pueden irritar los ojos, la nariz y la garganta, pero son una amenaza menor para los pulmones y el corazón (Air Pollution Control District (APCD), 2023).

Para los autores de esta investigación, los riesgos de polución ambiental ocupan un escaño relevante en el esquema de estudios ecológicos en la República de Cuba y, estos deben ser tratados con la articulación de un sistema de medidas preventivas y soluciones proactivas

que contribuyan a mitigar las consecuencias del deterioro negativo sobre los ecosistemas existentes.

La cercanía de la comunidad del Caracatey, a tan solo 1,3 km de distancia aproximadamente del Vertedero de Santa Clara, la convierte en una zona vulnerable y de riesgo, definiéndose el mismo como la probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares (LGPGIR, 2003).

Ante la migración de contaminantes sólidos semi-volátiles y volátiles, los cuales son la secuela de la transformación térmica de los elementos de desechos. Las ocurrencias del incendio en el Vertedero, y mediante la observación participativa y otros métodos empleados se pudo comprobar las afectaciones negativas resultantes de este incendio a la comunidad Caracatey y la ciudad de Santa Clara, reduciendo la calidad del aire, y contaminando copiosamente los bienes y recursos de los habitantes en la medida que avanzaba la nube de cenizas y humo; además de afectar la salud humana. Ante dicha problemática se decide como objetivo de la investigación: evaluar el impacto ambiental de las partículas volátiles resultantes del incendio en el Vertedero Municipal sobre la comunidad del Caracatey y su alcance espacial en la ciudad de Santa Clara.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en una primera instancia en la comunidad el Caracatey, pero luego se extendió hacia diferentes Consejos Populares, de la ciudad de Santa Clara en Villa Clara, República de Cuba (figura 1). Esta comunidad limita al sur con el Municipio de Manicaragua, por el norte con el Consejo Popular Hospital-Chamberí, por el este con la circunscripción No. 53 del propio Consejo Popular, y al oeste con Consejo Popular Condado Sur. La comunidad cuenta con una población al momento del estudio de 4234 habitantes (Informe de Caracterización y diagnóstico del Consejo Popular Sakenaf – Caracatey, 2023). La figura 1, muestra el mapa satelital con la localización de la comunidad Caracatey y el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara.

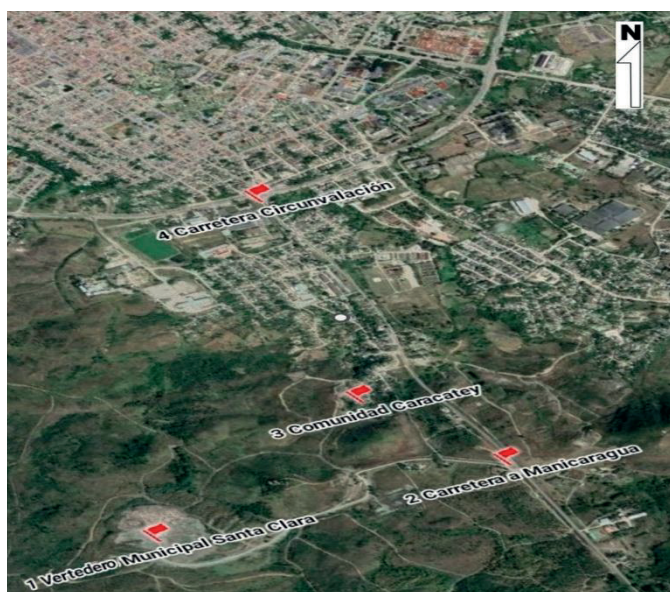


Figura 1. Foto satelital del Vertedero Municipal, la comunidad del Caracatey y al fondo la ciudad de Santa Clara. Fuente: Google Earth.



Figura 2. Provincia de Villa Clara con sus 13 municipios. Fuente: tomado de Google Maps.

Escenario ambiental de la comunidad Caracatey

El escenario medioambiental de la comunidad, se encuentra afectada por el paso de callejones que atraviesan por las calles: Prolongación de C entre 4^{ta} y 5^{ta}, Zona 300, Calle Cochero, Zona 295, Calle F entre 1^{ra} y 2^{da}, y Zona 103. Otras afectaciones y vulnerabilidades están estrechamente relacionadas con la cercanía de las viviendas ubicadas en Calle 1^{ra} entre Calle A y Calle F a la empresa de Productos Lácteos, la cual en varias

ocasiones ha tenido escapes de Amoniaco, afectando en gran medida a los vecinos de las zonas 103 y 295.

El incremento de asentamientos irregulares sin condiciones hidrosanitarias en la zona 187 parte alta, también la zona 103 terreno de Comunales, y detrás de la Academia de Boxeo. Se evidencia la presencia de vertimiento de Aguas Albañales en la Calle A entre 1^{ra} y 2^{da} Zona 103. El abasto y calidad del agua se ve afectada por el deterioro de las redes hidráulicas y la existencia de

salideros de agua, fundamentalmente en las zonas 295 y 103.

Están presentes dificultades en las redes hidrosanitarias fundamentalmente en las zonas 187 y 300. Otra de las problemáticas que presenta la circunscripción No. 54, está relacionada con la creación de microvertederos.

Las áreas más afectadas en la demarcación son: Creación de microvertederos en Carretera Manicaragua entre Circunvalación y Alfredo Alonso. Creación de Micro vertedero en Calle 1^{ra} Final frente a la Empresa de Ómnibus, abundante hierba con presencia de residuales en terreno baldío detrás de la Empresa de Productos Lácteos. Otra de las afectaciones directas con relación a la situación medioambiental está dada por la cercanía de dicha comunidad al Vertedero Municipal de la Ciudad de Santa Clara, afectando con mayor cercanía a los vecinos de la Zona 187 y 300.

En la investigación se emplearon diferentes materiales como: Hoja topográfica de Santa Clara 4283 – III a escala 1: 50 000, conformadas por el Instituto cubano de Geodesia y Cartografía, Reporte de Pronóstico del tiempo en las fechas de los incendios, Croquis, Teodolito, Nivel, Brújula, Anemómetro, fotos de los incendios y de la materia particulada, Data Show, Reglas, Binoculares, laptop, telefonía móvil, y para la referencia cartográfica se utilizaron los softwares QGIS 3.16, Alpinequest (2.2.7. r6488 del 2010), GVSIG 2.5.1, para aplicar la georreferenciación del posicionamiento de la ciudad de Santa Clara en la red de coordenadas; además se empleó la edición de la geometría asimétrica vinculada a los geoprocesos que permitieron la proyección del área de influencia, y en la intersección de las distancias al aplicarse la transparencia en la capa superior del cono de proyección.

Para el desarrollo de la investigación, los autores tomaron la categorización de métodos dada por Armíñana-García *et al.* (2022). Se utilizaron métodos de recopilación de la información y métodos de procesamiento de la información recopilada. Los métodos de recopilación de información utilizados fueron los siguientes:

Observación participativa: para revelar las principales afectaciones medioambientales en la comunidad del Caracatey y el alcance espacial de los contaminantes en la ciudad de Santa Clara.

Análisis de documentos: para proporcionar información precisa y fehaciente del estado del objeto de investigación, valorando los diferentes autores que han abordado la temática y sus resultados.

Entrevistas: para conocer los criterios, declaraciones de los habitantes en la comunidad del Caracatey y de los Consejos Populares de la ciudad de Santa Clara hasta donde arribó la nube contaminante y revelar los efectos indeseables de la polución que tuvo su génesis en los incendios del Vertedero Municipal, dañando la salud, los bienes y recursos de los pobladores.

Es de destacar que, las interrogantes formuladas en su conjunto se perfilaron para que cada entrevistado pudiera ofrecer sus conocimientos y fundamentaciones asociados a los sucesos que se experimentaron durante los incendios fortuitos en el vertedero.

A continuación, se muestra la entrevista aplicada a los pobladores seleccionados, de la comunidad del Caracatey perteneciente al Consejo Popular Sakenaf y de los demás Consejos Populares afectados, entre los que se encuentran Condado Sur y Norte, Brisas del Oeste, Virginia, Hospital, Centro, Chamberí, Sub Planta, Abel Santa María, Camacho Libertad, Osvaldo Herrera y Capiro.

ENTREVISTA N°. 1

Slogan: Estimado vecino, se está realizando una investigación sobre los efectos nocivos que trajo consigo el incendio producido en el Vertedero Municipal de Santa Clara, y se desea que sus respuestas a las preguntas realizadas sean las más fidedignas posibles, en aras de tomar medidas sobre este fenómeno producido.

Objetivo: Constatar los efectos indeseables del humo producido por el incendio de grandes proporciones, ocurrido en el Vertedero Municipal de Santa Clara a los vecinos de la comunidad del Caracatey.

Cuestionario:

1. ¿Presenció usted la nube de humo producto de los incendios ocurridos en el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara?, ¿y qué color y olor tenía?
2. ¿Acompañaban a dicha nube cenizas, hollín?
3. ¿Tuvo alguna influencia este humo que afectara su salud?
4. ¿Cómo usted evaluaría a su juicio, la abundancia de la cantidad de cenizas depositadas sobre su casa y alrededores? Muy abundante, abundante, poco abundante.
5. ¿Hubo alguna afectación de este humo en los animales domésticos que se encuentran en su casa, si es que los tuviera?

6. ¿Fue testigo presencial de las cenizas contaminando fuentes de agua, como tanques, cisternas, pozos artesanales, piscinas?
7. ¿Observó usted cenizas sobre cultivos en organopónicos, patios familiares, huertos escolares y parcelas agrícolas?
8. ¿Podría decir qué tiempo estimado de duración tuvo este fenómeno?
9. ¿Usó usted algún medicamento para aliviar los efectos adversos a su salud, si es que las tuvo?
10. ¿Por favor recuerda usted si los medios de comunicación masiva, dígame prensa escrita, radio y televisión, se hicieron eco de estos acontecimientos?
11. ¿Posee usted algún conocimiento sobre las medidas a tomar durante este tipo de incidente?

ENTREVISTA N°. 2

Slogan: Estimado vecino, se está realizando una investigación sobre los efectos nocivos que trajo consigo el incendio producido en el Vertedero Municipal de Santa Clara, y el alcance migratorio que tuvo el humo y la ceniza en la ciudad, se desea que sus respuestas a las preguntas realizadas sean las más fidedignas posibles, en aras de tomar medidas sobre este fenómeno producido.

Objetivo: Constatar los efectos indeseables del humo producido por el incendio de grandes proporciones, ocurrido en el Vertedero Municipal de Santa Clara a los vecinos de las diferentes comunidades y en diferentes Consejos Populares de la ciudad, así como su proyección de alcance espacial.

Cuestionario:

1. ¿Presenció la nube de humo producto de los incendios ocurridos en el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara?, ¿y qué color y olor tenía?
2. ¿Fue testigo del humo y la ceniza desde esta ubicación actual en la que se encuentra su casa?, de no encontrarse en su residencia, ¿podría especificar la locación dónde se hallaba al momento de atestiguar el fenómeno?
3. ¿Observó la caída de cenizas contaminando fuentes de agua, como tanques, cisternas, pozos artesanales, piscinas?, de ser así, ¿podría especificar la locación exacta de las fuentes de aguas contaminadas?
4. ¿Presenció la caída de ceniza sobre organopónicos,

patios familiares, huertos escolares y parcelas agrícolas?, de ser afirmativa su respuesta, ¿podría precisar la ubicación de estos sembrados afectados?

5. ¿Atestiguó la caída de cenizas sobre superficies cercanas?, de ser así, ¿evaluaría de muy abundante, abundante o poco abundante la cantidad?
6. ¿Tuvo alguna influencia negativa el humo y la ceniza sobre su salud?

Se emplearon además métodos matemáticos y estadísticos entre los que se destacan, estadístico descriptivo para la elaboración de los gráficos y se abordó como procedimiento el análisis porcentual.

Métodos utilizados de procesamiento de la información recopilada:

Histórico-lógico: para examinar el comportamiento del objeto de la investigación y sus conexiones con las etapas más significativas de su desarrollo, la situación actual y las posibles proyecciones.

Deductivo-demostrativo: para hacer inferencias alrededor de la situación real acerca del comportamiento de los contaminantes en la comunidad del Caracatey y en varios Consejos Populares de Santa Clara igualmente afectados, e identificar rasgos que presenta dicho fenómeno.

Analítico-sintético: para valorar los principales aportes de los estudiosos del tema, se conciertan y verifican las evidencias procedentes de las fuentes consultadas, y el análisis de los resultados del diagnóstico para estructurar las fases de trabajo.

Ascensión de lo abstracto a lo concreto: para revelar los elementos teóricos y prácticos necesarios, para la confección de estrategias y medidas.

Modelación: para facilitar la cohesión del diseño de la investigación, y corresponder adecuadamente lo conceptual, lo teórico, lo metodológico, y lo práctico, aportando una mejor explicación de la construcción integral de los elementos.

La muestra estuvo conformada por 600 habitantes de la ciudad de Santa Clara, de ellos 240 pertenecientes a la comunidad del Caracatey y 360 vecinos divididos entre los restantes Consejos Populares afectados por la contaminación. La labor de la aplicación del instrumento se cumplimentó en el lapso de tres meses. Se seleccionó para las entrevistas a delegados de los Consejos Populares y representantes comunitarios entre los vecinos, de acuerdo al criterio de los investigadores.

Se utilizó como referencias para el debate la labor docente de los profesores de las asignaturas: Geografía Física, Biogeografía, Sistema de Información Geográfica, Geografía Regional, Cartografía, en el contexto de las actividades que implicaban estudios de la localidad, factores de riesgos, impactos medioambientales y comunidades vulnerables en Santa Clara. El procesamiento y análisis de datos se organizó a partir de la construcción colectiva de significados dentro del trabajo del grupo de enfoque (Hernández--Sampieri *et al.*, 2010).

Aspectos éticos: Durante el proceso investigativo tuvo un gran significado el respeto a la ética propia de la investigación científica, porque estableció un elemento central desde el inicio hasta el fin y ulterior socialización de resultados; apoyada en el respeto de criterios, juicios, valoraciones, la libertad y la obligación que permitieron la generación de saberes sin quebrantar principios éticos de individualidad y privacidad de la información personal de todos los partícipes implicados en la investigación, tales aspectos fundamentados en posiciones aportadas por (Marulanda & Rojas, 2019).

RESULTADOS

Resultados de la Entrevista No. 1 realizada a 240 pobladores de la comunidad el Caracatey

Por ser esta comunidad la más próxima al Vertedero Municipal de Santa Clara y, tomando en consideración la observación del autor principal de esta investigación por vivir en esa comunidad. A continuación, se muestran los resultados.

La pregunta concerniente a que, si los entrevistados habían presenciado la nube de humo producto de los incendios ocurridos en el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara, y qué color y olor tenía, el 100% respondieron afirmativamente, señalando que su color era negro y con relación al olor, las respuestas fueron diversas como: olor penetrante, apestoso, podrido, maloliente, hediondo, putrefacto, asqueroso, fuerte, repugnante, desagradable y otros.

El 100% aseveran que, la nube traía consigo cenizas y hollín.

El 95,4% (229), afirmaron que con la nube de humo tuvieron algún tipo de problema a la salud, como: tos, irritación en los ojos, dificultades para respirar, garganta irritada, agua en las fosas nasales, fatiga, sofocamiento,

nerviosismo, dolor en el pecho y cabeza, asma, suciedad en pelo y en la piel, entre otras.

Todos los entrevistados, el 100% afirman que, la cantidad de cenizas depositadas sobre su casa y alrededores, fue muy abundante.

Referente a la pregunta que si hubo alguna afectación de este humo en los animales domésticos que se encuentran en su casa, si es que lo tuvieras, los resultados fueron significativos e interesantes. Un 2% (5) señalan que encontraron muertos en sus jaulas, Tomeguín del Pinar *Tiaris canora* (Gmelin, 1789), Tomeguín de la Tierra *Tiaris olivaceus* (Linnaeus, 1766) y Negrito *Melopyrrha nigra* (Linneo, 1758), un 2,91% (7) manifestaron haber encontrado en sus patios insectos y ranas muertas.

El 100% responden afirmativamente a la pregunta relacionada que, si fue testigo presencial de las cenizas contaminando fuentes de agua, como tanques, cisternas, pozos artesanales, piscinas.

Con referencia a la pregunta concerniente que, si los entrevistados habían observado cenizas sobre cultivos en organopónicos, patios familiares, huertos escolares y parcelas agrícolas, el 100% respondió afirmativamente.

Todos los entrevistados, el 100% aseguran que el tiempo del fenómeno estuvo entre las 10 y 12 h aproximadamente.

Respecto a la pregunta si habían usado algún medicamento para aliviar los efectos adversos a su salud, el 5,8% expresaron haberse echado gotas de colirio en los ojos.

La interpelación relativa a que, si los pobladores recordaban si los medios de comunicación masiva, dígame prensa escrita, radio y televisión, se habían hecho eco de estos acontecimientos, 82 entrevistados que representa el 34,1%, señalan haber oído alguna información por la radio local.

La interrogación inherente a los conocimientos que poseen los pobladores de la comunidad sobre las medidas a tomar durante este tipo de incidente, el 100% manifiestan usar nasobucos.

Resultados de la Entrevista No. 2 realizada a 360 pobladores de otros Consejos Populares en Santa Clara

Esta segunda entrevista, se realizó para constatar además la proyección espacial del humo emitido por el incendio ocurrido en el vertedero, en otras zonas o Consejos populares de la ciudad de Santa Clara.

En lo referente a la pregunta sobre si los entrevistados habían presenciado la nube de humo producto de los incendios ocurridos en el Vertedero Municipal de la ciudad de Santa Clara, y qué color y olor tenía, el 97,7% (352) respondieron afirmativamente, explicando que su color era negro con matices grisáceos, sobre el olor, contestaron de diversas formas: olor tóxico, desagradable, fuerte. Mientras que el 2,2% (8) restante no se encontraba en la ciudad en ese momento.

Sobre la pregunta, si fueron testigos del humo y la ceniza desde su ubicación actual en la que se encuentra su casa, y de no ser así, poder especificar donde se hallaban, el 72,7% (262) se encontraba en su casa y especificaron sus ubicaciones, en tanto que el 27,2% (98), se hallaba en centros laborales, y otras locaciones, cada uno detalló con precisión su ubicación en el momento del fenómeno.

En lo concerniente a la interrogante si habían observado la caída de cenizas contaminando fuentes de agua, como tanques, cisternas, pozos artesanales, piscinas, y de ser así, especificar la locación exacta de las fuentes de aguas contaminadas, el 95,8% (345) refirieron afirmativamente el observar la contaminación de las fuentes de aguas y especificaron sus ubicaciones, mientras que el 4,1% (15) solo visualizó humo sin cenizas.

En lo que atañe a la interrogante, si presenciaron la caída de ceniza sobre organopónicos, patios familiares,

huertos escolares y parcelas agrícolas, y de ser afirmativas las respuestas, detallar la ubicación de los sembrados, el 91,9% (331) contestaron positivamente y brindaron con precisión la locación de los plantíos contaminados. Mientras que el 8% (29) respondieron no ver la caída de ceniza.

Sobre la pregunta, si atestiguaron la caída de cenizas sobre superficies cercanas, y de ser positiva su respuesta, explicar si evaluaría de muy abundante, abundante o poco abundante la cantidad, el 88,6% (319) expuso de muy abundante su criterio, un 5,8% (21) de abundante, en tanto que un 5,5% (20) de poco abundante.

En lo tocante a sí tuvieron alguna influencia negativa el humo y la ceniza sobre su salud, el 100% contestó afirmativamente, refiriendo dificultad para respirar, irritación ocular, sensibilidad en la piel, dolor de cabeza, entre otras.

El 16 de febrero de 2023, cuando ocurrió el incendio (figura 3), según parte meteorológico emitido por el Grupo de Pronósticos de la provincia de Villa Clara, perteneciente al Instituto de Meteorología (INSMET), se pronosticó, una marcada influencia de las Altas Presiones migratorias, con una masa de aire seca y estable, cuyo centro de circulación extiende sus isobaras desde el Océano Atlántico hasta Las Bahamas, Cuba y el Mar Caribe oriental.



Figura 3. Foto del Incendio producido en el Vertedero Municipal de Santa Clara, el día 16 de febrero de 2023. Fuente: tomado de Google.

Las figuras 4 y 5 exhiben fotos donde se observa el humo invadiendo diferentes Consejos Populares de la Ciudad de Santa Clara, y la figura 6 muestra un mapa, donde se observa el alcance de la nube de humo y cenizas en

la ciudad, tomando en consideración los datos ofrecidos por los pobladores de diferentes Consejos Populares en Santa Clara.



Figura 4. Diferentes lugares de la Ciudad de Santa Clara, donde llegó el humo del incendio cargado de partículas. (Izquierda Calle Cuba, a la derecha Carretera Central) Fuente: foto cortesía de los internautas.



Figura 5. Varias locaciones de la Ciudad de Santa Clara, en las que se aprecia el humo del incendio. (Izquierda Calle Estrada Palma, a la derecha calle Máximo Gómez) Fuente: foto cortesía de los internautas.

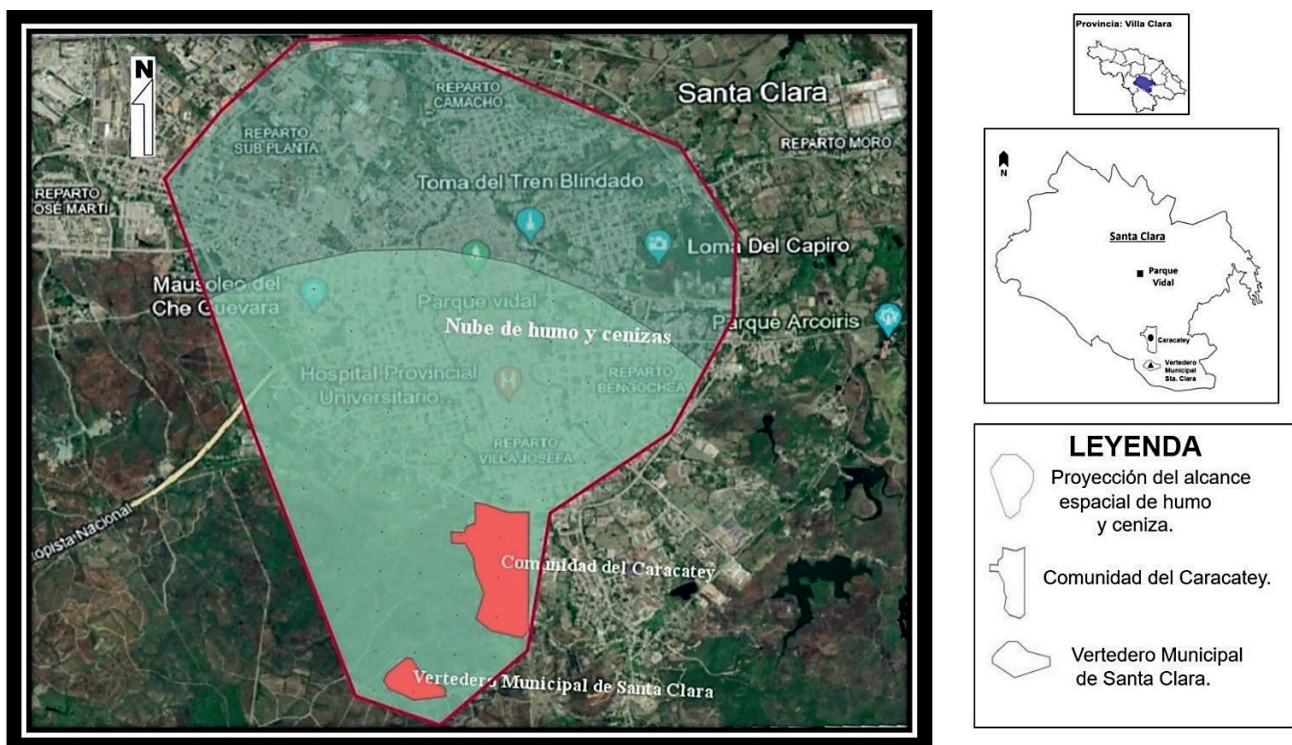


Figura 6. Proyección del alcance de la nube de humo y cenizas en la ciudad de Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Sobre un mapa satelital, tomado de Google Maps y modificado por Williams Luis Morales Moya y Romel Vázquez Rodríguez.

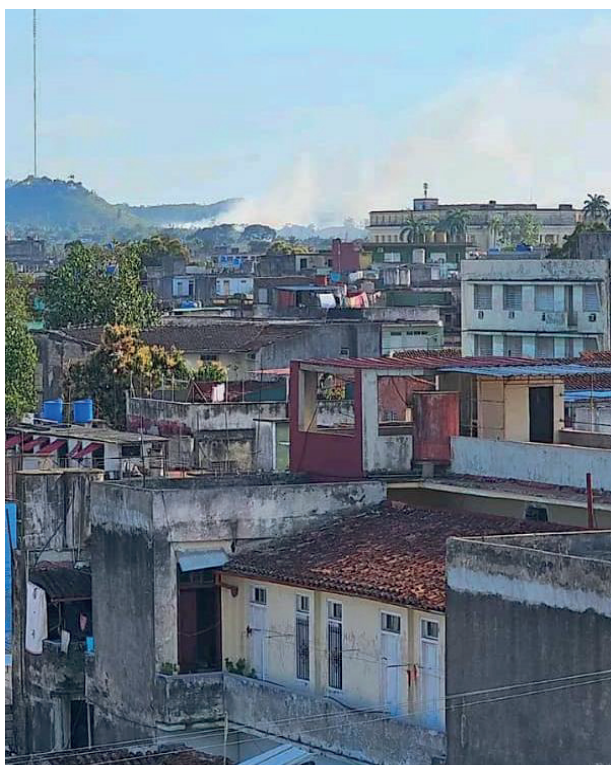


Figura 7. Una nueva nube de humo, se proyecta hacia diferentes zonas de la ciudad de Santa Clara. Fuente: cortesía de los internautas

En los momentos en que se estaba redactando estos párrafos 13 de febrero del 2024, se ha producido un nuevo incendio en el Vertedero Municipal de Santa Clara, y así lo atestiguan las fotos de los internautas (figura 7).

DISCUSIÓN

Evidentemente los incendios en los vertederos de basura acarrear graves daños al medio ambiente, pérdidas materiales, deterioro del equipamiento, impacto e inquietud social. Además, de afectar severamente a las comunidades que se ubican en su vecindad, así como a sus propias instalaciones e infraestructura y en las personas (Sánchez-Gómez, 2021).

Se concuerda con Wang *et al.* (2021) que, la combustión espontánea de los vertederos constituye amenaza importante para la salud y la seguridad de los residentes cercanos y tiene efectos adversos sobre el medio ambiente.

Para los autores de esta investigación, las actividades humanas y las condiciones meteorológicas favorables a la combustión y trasmisión de los incendios siempre han sido las fuentes de los incendios, pero el cambio climático, junto con la extensión de la interfaz urbano-

forestal, que reúne tanto los bienes como los recursos, han favorecido a la propagación de los incendios, lo que concuerda con lo expresado por (Lindenmayer & Taylor, 2020; Ganteaume *et al.*, 2021).

El humo que generó este incendio en el vertedero de Santa Clara, fue producto de la presencia de materiales con alto poder calorífico, presentes en él como: papel, cartón, plásticos de distintas características, hule, madera, fibras en general y textiles y, residuos como materiales volátiles: disolventes, lodos aceitosos, recipientes de pinturas con compuestos y combustibles en general. Esta aseveración concuerda con lo expresado por Barrientos (2022).

Es de destacar que la primera aproximación del incendio ocurrido corresponde a la diversidad de compuestos, donde un vertedero ofrece un amplio abanico de sustancias y materiales con potencial de combustión, teniendo esto un impacto significativo en la generación y tipología de los productos de combustión, los cuales tienen propiedades tóxicas para la salud de las personas y el medio ambiente (Wilson, 2023).

Se concuerda con Pinzón (2019) que, una variante común en el mundo de incendios antrópicos son los derivados de rellenos sanitarios y vertederos al aire libre, los cuales son los sistemas de disposición de los residuos sólidos producidos en los ecosistemas urbanos. En algunos casos su origen es accidental o intencional con la finalidad reducir el volumen de desperdicios, bajar los costos operativos y para aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios. Sin embargo, a pesar de su importante papel sanitario de las urbes, son fuentes importantes de contaminantes del aire, suelo y agua. En tal sentido no se puede afirmar en esta investigación si el fuego producido en el vertedero de la Ciudad de Santa Clara, fue natural o antrópico.

Se desea puntualizar en esta investigación que, la enmarcación que fue designada como vertedero, para la deposición final de los residuos sólidos en Santa Clara, está directamente relacionado con factores estratégicos que tributan a la salubridad comunitaria y a la adecuada contención de los materiales potencialmente perjudiciales para la salud, en un área específica, lo que no difiere de lo mencionado por (Cárdenas-Ferrer *et al.*, 2019).

En el siglo XXI, donde prima la necesidad de eco-habitar de manera óptima en el entorno social y natural se hizo imprescindible conocer la relación entre el consumo poblacional y la generación de materia sólida desechada. El Anuario Estadístico de Villa Clara 2022, muestra una densidad poblacional en la capital provincial de 245 959

habitantes para una relación de 367,8 (hab/km²) y, la gestión de residuos sólidos de 82,3% de tipo domiciliario, 1,1% hospitalario, e industrial 16,6%, los cuales están constituidos por materiales orgánicos como el papel, madera, tela, poda y restos de comida e inorgánicos como el vidrio, escombros, metales entre otros (Cárdenas-Ferrer *et al.*, 2019). En tal sentido el incendio producido en el Vertedero Municipal de Santa Clara, tuvo una incidencia negativa en la comunidad Caracatey y otros Consejos Populares, los que fueron constatados en la investigación *in situ* realizada.

Los datos estadísticos de la Dirección Provincial de Comunales en Santa Clara arrojan información sobre el volumen de desechos sólidos recogidos en el año 2023, exponiendo una totalidad de 1950 m³ recolectados y en cuanto al volumen de desechos sólidos con tratamiento sanitario unos 1640,8 mm³ acopiados.

Se pudo comprobar mediante las entrevistas realizadas que, el humo inhalado provocó ciertas molestias en las vías respiratorias de los habitantes de la comunidad Caracatey, como irritación en los ojos, tos, agua por la nariz, fatiga, flema, alteración en el sistema nervioso (intranquilidad), sofocamiento, dolor en el pecho entre otros, lo que se ajusta con lo esbozado por (Anónimo, 2020; Fire Equipment de México (FEM), 2021; Wilson, 2023).

Es importante conocer que las partículas sólidas microscópicas que se encuentran en el aire pueden ingresar sin problema a los pulmones y pueden ocasionar, además, enfermedades cardíacas y pulmonares crónicas.

Según la APA (2023), las mascarillas quirúrgicas o nasobucos, no protegerán los pulmones de las partículas finas que se encuentran en el humo de los incendios que se producen en los vertederos, y las bufandas o bandanas (húmedas o secas) tampoco ayudarán.

Un hecho muy significativo durante el incendio del 2023, para los investigadores resultó ser el hecho de que algunos pobladores encontraron en sus jaulas aves domésticas muertas, lo que se supone que el hollín haya incidido en ellas, aunque no se puede aseverar con certeza que este fenómeno produjera la muerte de estas aves. Sin embargo, con relación a la muerte de insectos y ranas plataneras en patios e incluso en el interior de las casas, se puede manifestar que los insectos poseen un sistema respiratorio traqueal y que el dióxígeno penetra directamente a las células del cuerpo mediante unas estructuras llamadas espiráculos y no interviene el sistema circulatorio en el transporte del mismo, lo que

al obstaculizarse los espiráculos por el humo y sustancias tóxicas, el dióxigeno no pudo penetrar para oxigenar a las células y el insecto muere, o sea que este humo actuó como un insecticida. Todo lo discutido en este sentido concuerda con lo dicho por diferentes investigadores (D' Ancona, 1975; Weisz, 1978; Storer & Usinger, 1985; Barnes, 1996; Cleveland *et al.*, 2017; Armiñana-García, 2019; Brusca & Brusca, 2022).

Referente a las muertes de ranas plataneras *Ostiopilus septentrionalis* (Duméril & Bibron, 1841), pudiera ser que las cenizas obstaculizaran el intercambio de gases a través de su tegumento, lo que ocasionó la muerte de estos anfibios.

Habrá poca nubosidad en el horario de la madrugada y el amanecer, con nublados ocasionales hacia zonas costeras y del este de la provincia, donde no se descarta la ocurrencia de chubascos ligeros asociado al transporte de nubosidad. El día será de sol y algunas nubes siendo baja la probabilidad de precipitaciones en general. La madrugada será fría: los valores mínimos de temperatura oscilarán alrededor de 13°C en zonas del interior y montañosa del territorio, con 18°C para la franja costera. El día será cálido: los valores máximos se aproximarán a 31°C en zonas del interior del territorio, 28°C hacia la franja costera y 26°C en los puntos más elevados de la región sur montañosa. Los vientos serán variables débiles, con áreas de calma en el horario de la madrugada y el amanecer. Durante el día soplarán del este al sudeste, alcanzando rango entre 15 y 30km/h, superiores en rachas para la franja costera. Habrá condiciones de mar tranquila en las aguas cercanas al litoral; al norte de la cayería prevalecerá el oleaje, de peligro para la navegación en embarcaciones pequeñas.

La presencia de estos factores climáticos y en especial la dirección e intensidad variable débil del viento, entre un rango de 15 y 30km/h, trajo como consecuencia que el humo producido por el incendio del vertedero en horas de la tarde, fuera lanzado hacia la ciudad de Santa Clara, afectando considerablemente a los habitantes de la comunidad Caracatey.

Muy alarmante resultó que, numerosos vecinos de la comunidad Caracatey insistieron en que esta, es una situación que se repite a menudo, porque a finales de 2019, el Vertedero de Santa Clara, se incendió totalmente. Se trabajó intensamente, se aprovechó el desastre y se acometieron muchos trabajos allí pendientes, pero en tres años se incurre en la misma situación. Es preciso que no se violen las normas legislativas, y tanto el Ministerio de Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), así como

comunales, deben tomar partido en esto, ante la falta de vigilancia, impunidad e indisciplina social que hacen posible estos incendios y que tanto daño hace no solo a la salud sino también a la diversidad biológica que existe en estos lugares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. (2020). *Cómo puede afectar la salud el humo de los incendios*. <https://espanol.epa.gov/espanol/como-puede-afectar-la-salud-el-humo-de-los-incendios>
- APA. (2023). *Conceptos básicos sobre el Material Particulado (PM, por sus siglas en inglés)*. <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>.
- Air Pollution Control District (APCD). (2023). *Acerca del humo y la salud*. <https://www.ourair.org/acerca-del-humo-y-la-salud/?lang=es>
- Armiñana-García, R. (2019). *Temas seleccionados de Zoología de los no cordado (volumen II)* Editorial OmniScriptum Publishing KS.
- Armiñana-García, R., Fimia-Duarte, R., Iannacone, J., Gonzales-Gómez, L.A., Huitz-Pech, J.F., & Acosta-Antonio, J. (2022). El álbum en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la zoología de los invertebrados. *The Biologist (Lima)*, 20, 227-240.
- Barnes, D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. Tomo I, Edición Revolucionaria.
- Barrientos, V.H. (2022). *Incendios en Vertederos - Un desafío extremo*. <https://www.linkedin.com/pulse/incendios-en-vertederos-un-desaf%C3%ADo-extremo-victor-hugo-barrientos>
- Brusca, C., & Brusca, G. (2022). *Invertebrates*. Sinauer Associates. Inc., Publishers. Sunderland.
- Brusca, R., Giribet, G., & More, W. (2022). *Invertebrate*. 3rd. ed. Oxford University Press,
- Cárdenas-Ferrer, T.M., Santos-Herrero, R.M., Contreras-Moya, A.M., Rosa-Domínguez, E., & Domínguez-Núñez, J. (2019). Propuesta metodológica para el sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*, 39, 471-488.

- Castillo, M., Pedernera, P., & Peña, E. (2003). Incendios Forestales y Medio Ambiente: Una Síntesis Global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPM*, 19, 44-53.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). (S/F). *Incendios Urbanos*. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/360-INFOGRAFAINCENDIOSURBANOS.PDF>
- Clarke, H., Cirulis, B., Penman, T., Price, O., Boer, M.M., & Bradstock, R. (2022). The 2019–2020 Australian forest fires are a harbinger of decreased prescribed burning effectiveness under rising extreme conditions. *Scientific Reports*, 12, 11871.
- Cleveland, P., Larry, S., & Larson, A. (2017). *Integrated Principles of Zoology*. 17th ed. McGraw-Hill Education.
- D'Ancona, H. (1975). *Tratado de Zoología*. Tomo I. Editorial Labor, S.A.
- FEM (Fire Equipment de México). (2021). *Incendios en basureros: Efectos, Causas, Prevención*. <https://news.fireequipmentmexico.com/incendios-en-basureros-efectos-causas-prevención>
- France 24. (2021). *La fauna silvestre amenazada por los incendios*. <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20210817-la-fauna-silvestre-amenazada-por-los-incendios>.
- Ganteaume, A., Barbero, R., Jappiot, M., & Maillé, E. (2021). Understanding future changes to fires in southern Europe and their impacts on the wildland-urban interface. *Journal of Safety Science and Resilience*, 2, 20–29.
- GreenFacts. (2023). *Contaminación del Aire Partículas en suspensión*. <https://www.greenfacts.org/es/particulas-suspension-pm/index.htm>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5^{ta} Ed. Mac Graw Hill Interamericana Editores S.A.
- Informe de Caracterización y diagnóstico del Consejo Popular Sakenaf-Caracatey. (2023). *Circunscripción No. 54, XVII Mandato, III. Proceso*.
- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta Ecológica INE*, 79, 39- 51.
- LPGGIR. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>.
- Lieberherr, M. (2023). *Animales intoxicados por el humo y con quemaduras: los otros afectados por los incendios de Chile*. Mongabay Latam. <https://es.mongabay.com/2023/02/animales-intoxicados-por-el-humo-y-con-quemaduras-los-otros-afectados-por-los-incendios-de-chile/>.
- Lindenmayer & Taylor, C. (2020). New spatial analyses of Australian wildfires highlight the need for new fire, resource, and conservation policies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117, 12481–12485.
- Martínez, E. (1995). Estimación del Impacto por Incendios Forestales en la Vida Silvestre. Perjuicio Ecológico. *Ecología*, 9, 121-126.
- Marulanda, N., & Rojas, M.D. (2019). Ética en Instituciones de Educación Superior para la Construcción de Relaciones de Confianza con Grupos de Interés (Stakeholders). *Información tecnológica*, 30, 269-276.
- Omnisalud. (2022). *La contaminación del aire: un ejemplo de polución química*. <https://es.linkedin.com/pulse/la-contaminaci%C3%B3n-del-aire-un-ejemplo-de-poluci%C3%B3n-qu%C3%ADmica-omnisalud>
- OPS. (2018). *Contaminación del aire ambiental exterior y en la vivienda: Preguntas frecuentes*. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/contaminacion-aire-ambiental-exterior-vivienda-preguntas-frecuentes>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2020). *Calidad del aire*. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>.
- Pinzón, L. F. (2019). Influencia de los rellenos sanitarios en el Cambio Climático. <https://www.researchgate.net/publication/334000986>
- Sánchez-Gómez, J. (2021). *Guía para el control de incendios en vertederos de residuos sólidos*. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. <https://pcivil.michoacan.gob.mx/wpcontent/>

uploads/2021/03/GUIA_PARA_EL_CONTROL_DE_INCENDIOS_EN_VERTEDEROS_DE_BASURA_CENAPRED_2021.pdf

- SEMADET (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial). (2015). *Plan de Manejo del Fuego para el Estado de Jalisco. Términos de Referencia*. Gobierno del Estado de Jalisco. México.
- Storer, I., & Usinger, R. (1985). *Zoología General*. Ed. Revolucionaria.
- Wang, H., Fang, X., Du, F., Tan, B., Zhang, L., Yanchuan., & Xu, C. (2021). Three-dimensional distribution and oxidation degree analysis of coal gangue dump fire area: A case study. *Science of the Total Environment*, 772, 145606.
- Weisz, P. (1978). *La Ciencia de la Zoología*. Ediciones Omega.
- Wilson, C.D. (2023). *Inhalación de humo*. <https://www.msmanuals.com/es-mx/hogar/traumatismos-y-envenenamientos/quemaduras/inhalaci%C3%B3n-de-humo>.

Received January 16, 2024.

Accepted March 9, 2024.