



Modelo sostenible para gestión de residuos sólidos inorgánicos en la región Valle de Zamora, Michoacán

Sustainable model for inorganic solid waste management in the Zamora Valley región, Michoacán

Modelo sustentável de gestão de resíduos sólidos inorgânicos na região do Vale de Zamora, Michoacán

Ismael Barrera Valdivia / Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores-Tecnológico Nacional de México, México/ ismael.bv@zamora.tecnm.mx

Recibido: 12/12/22

Aceptado: 20/7/23

Publicado: 17/11/23

RESUMEN

El estudio realizado tiene como objetivo diseñar un modelo sostenible de gestión de residuos sólidos inorgánicos, en la región del Valle de Zamora en Michoacán, México; región conformada por los municipios Zamora y Jacona. La investigación es de enfoque mixto: cualitativo mediante la observación en campo, entrevistas semiestructuradas a informantes clave y conocimiento empírico; y cuantitativo mediante estadística inferencial para la selección de una muestra poblacional que fue encuestada. Los problemas en el manejo y gestión de los residuos que se encontraron a simple vista fueron: en forma de depósitos inadecuados en las calles, tiraderos clandestinos y en áreas verdes. Lo anterior evidenció la carencia tanto de un modelo pertinente de manejo y gestión de residuos sólidos inorgánicos, como de una planeación estratégica que evite el incremento de los residuos generados por la población. Como resultados, no solo se obtuvo un modelo adecuado para la región, sino que también se observó la necesidad de una participación conjunta entre el sector académico, empresarial y gubernamental en cuestiones de educación ambiental y capacitación en sostenibilidad. Además, se evidenció la necesidad de participación de toda la población para poder lograr la aplicación de este modelo sostenible de gestión de residuos sólidos inorgánicos.

Palabras clave: bienestar económico, desarrollo regional, educación ambiental, sector académico, sector empresarial, sector gubernamental

ABSTRACT

This paper presents the design of a sustainable model for inorganic solid waste management, in the Valle de Zamora region in Michoacán, Mexico; region made up of the municipalities of Zamora and Jacona. A mixed research approach was developed: qualitative through field observation, semi-structured interviews with key informants and empirical knowledge; and quantitative through inferential statistics for the selection of a population sample that was surveyed. The problems in the handling and management of waste that were found with the naked eye were: in the form of inadequate deposits in the streets, clandestine dumps and in green areas. Making this evident the lack of both a relevant model of management and management of inorganic solid waste, as well as a strategic planning that avoids the increase in waste generated by the population. As a result, not only was an adequate model for the region obtained, but also the need for joint participation between the academic, business and government sectors in matters of environmental education and sustainability training was discovered, evidencing the need for participation of all the population in order to achieve the application of this sustainable model of inorganic solid waste management.

Keywords: academic sector, business sector, economic well-being, environmental education, government sector, regional development

RESUMO

Este artigo apresenta o desenho de um modelo sustentável de gestão de resíduos sólidos inorgânicos, na região do Valle de Zamora em Michoacán, México; região composta pelos municípios de Zamora e Jacona. Foi desenvolvida uma abordagem de investigação mista: qualitativa através da observação de campo, entrevistas semi-estruturadas com informantes-chave e conhecimento empírico; e quantitativa por meio de estatística inferencial para a seleção de uma amostra da população que foi pesquisada. Os problemas no manejo e gerenciamento dos resíduos encontrados a olho nu foram: na forma de depósitos inadequados nas ruas, lixões clandestinos e em áreas verdes. Tornando isso evidente a falta tanto de um modelo relevante de gestão e gestão dos resíduos sólidos inorgânicos, quanto de um planejamento estratégico que evite o aumento de resíduos gerados pela população. Como resultado, obteve-se não apenas um modelo adequado para a região, mas também a necessidade de uma participação conjunta entre os setores acadêmico, empresarial e governamental em questões de educação ambiental e capacitação em sustentabilidade, evidenciando a necessidade da participação de toda a população para conseguir a aplicação deste modelo sustentável de gestão de resíduos sólidos inorgânicos.

Palavras chave: bem-estar econômico, desenvolvimento regional, educação ambiental, setor acadêmico, setor empresarial, setor governamental

INTRODUCCIÓN

La República Mexicana ha experimentado un crecimiento demográfico en los últimos años; en el 2010, la población era de 114 092 063 habitantes según el Banco Mundial (2019) y en el 2020 era de 126 014 024 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Según la información del INEGI (2020) entre 2010 y 2020 la población aumentó un 10.4%, provocando un incremento de los desperdicios domésticos e industriales. Esto resulta negativo en cuestiones de generación de residuos, ya que a mayor población mayor generación de residuos. En este caso el residuo sólido de mayor afectación en México es el plástico.

Durante la década de los 30 del siglo pasado se comenzaron a generar los plásticos, pero no fue sino hasta dos décadas después que su uso empezó a permear en todos los ámbitos de la vida. Este impacto fue tan grande que para la mitad de la década de los 80 su consumo ya había rebasado al de otros materiales como los metales. Un plástico es un polímero, un material formado por la unión repetitiva de miles de átomos hasta formar moléculas de gran tamaño, conocidas como macromoléculas integradas principalmente de hidrógeno, carbono, cloro, oxígeno, azufre, nitrógeno, fósforo y silicio (Santillán, 2018).

La generación de los residuos no se detendrá, esto es un hecho que se debe tener en cuenta, todos los procesos productivos generan residuos, esto es algo presente en todos los países, sean desarrollados o en vías de desarrollo. Producciones masivas, aportan a la generación de residuos, creando un importante problema contemporáneo a nivel global, por lo que resulta urgente encontrar soluciones adecuadas para solventar este problema de manera sostenible (Castells, 2012). La velocidad a la que nuestra sociedad genera residuos, es superior a su capacidad para hacerlos desaparecer; en este caso, el término capacidad incluye disponibilidad de infraestructuras para el tratamiento y reciclado, de ahí la necesidad de contar con personal cualificado con los conocimientos teóricos y prácticos necesarios, aplicación de sistemas de gestión adecuados y sobre todo, en un lugar muy destacado, voluntad para afrontar un problema que hace tiempo afecta a la sociedad (Vargas, 2015).

Tal y como lo plantea Barrera *et al.* (2022) para lograr un desarrollo regional es necesario eliminar los modelos obsoletos o poco amigables con el ambiente. Es por ello que, es de suma importancia la evaluación de los modelos actuales que se están implementando, con la finalidad de realizar constantes investigaciones, con el objetivo de modificar y diseñar nuevos modelos ambientales.

Para Pérez y Gardey (2020) un modelo de gestión es un esquema o marco de referencia para la administración de una entidad. Los modelos de gestión pueden ser aplicados tanto a negocios privados, empresas y la administración pública. Esto significa que los gobiernos cuentan con modelo de gestión en el que se basan para el desarrollo de acciones y políticas,

con el que pretenden alcanzar sus objetivos. El concepto de modelo de gestión, aunque puede ser, empresarial, ambiental, de calidad, tiene una definición similar, lo que permite la estandarización del concepto, aunque la aplicación sea muy diferente. Una definición propia del concepto modelo de gestión integral de residuos sólidos inorgánicos es: marco teórico de referencia que integra las actividades y procesos a realizar, para llevar a cabo el óptimo tratamiento y disminución sostenible de los residuos sólidos inorgánicos generados en una comunidad.

Según Jiménez-Martínez (2021) la sustentabilidad llama a una transformación profunda y la visualiza como una vía para remontar la tragedia ambiental contemporánea. El objetivo principal de la investigación es diseñar un modelo para la gestión de residuos sólidos inorgánicos, que permita generar un bienestar sostenible en los habitantes del Valle de Zamora en Michoacán, mediante la inclusión de los aspectos económico, social y ambiental. Como objetivos secundarios está estudiar la educación ambiental en manejo de residuos sólidos inorgánicos en lo académico, empresarial y gubernamental y determinar la posibilidad para que los residuos sólidos inorgánicos puedan ser aprovechados de nueva cuenta mediante metodologías sostenibles como las *tres erres* (3Rs) y economía circular.

El problema central encontrado fue que, en el Valle de Zamora, no se cuenta con un modelo de gestión integral que permita el aprovechamiento idóneo de los residuos sólidos inorgánicos actuales. Unido a ello se pudo constatar que no cuenta con una planeación estratégica adecuada para evitar que se incrementen los residuos generados por la población; este tipo de conocimientos deben ser transversales para todos los habitantes de la región. La afectación más notoria es el depósito de residuos en calles, tiraderos clandestinos y áreas verdes, lo que no solo evita el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables como una fuente de economía, sino que también generan focos de infección e incluso afecta la estética paisajística de los sitios en los que se encuentran estos depósitos.

Como lo mencionan Fonseca y Barrera (2023) actualmente, existen metodologías que, al llevarse a cabo, generan diversos beneficios, una de estas es la metodología de las 3Rs. El significado de las 3Rs es: Reducir, Reutilizar y Reciclar; la propuesta generada por *GreenPeace*, organización no gubernamental, se basa en tres simples pasos para la disminución en la producción de residuos y con esto contribuir a la protección y conservación del ambiente. Acciones como estas, aportan al desarrollo regional y permiten obtener mejoras en la calidad de vida en las localidades.

Otro modelo óptimo para implementar es la economía circular, esta pretende superar el modelo económico tradicional, basado en el uso de grandes cantidades de recursos, por una alternativa viable y eficiente que minimice el impacto ambiental. Según datos del Parlamento Europeo, la Unión Europea produce más de 2500 millones de toneladas al año de residuos.

Con una economía basada en el reciclaje, los países comunitarios podrían ahorrarse hasta 630 000 millones de euros anuales y crear 580 000 empleos. Un impacto económico iría paralelo al beneficio ambiental, puesto que ayudaría a reducir un 70% las emisiones de CO₂ para 2030 (National Geographic, 2019).

En opinión de Espaliat (2017) la verdadera economía circular es aquella que se caracteriza por ser regenerativa y restaurativa e intenta que componentes, materias y productos, mantengan su valor máximo y su utilidad en todo momento, conciliando los principios de equilibrio y resiliencia característicos de los ciclos biológicos con los ciclos técnicos.

Como caso de éxito, se puede mencionar a España con la Estrategia Española de Economía Circular *España Circular 2030* que sienta las bases para el impulso de un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de recursos, materiales y productos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo la generación de residuos al mínimo y aprovechando con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. La estrategia contribuye a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible y establece orientaciones a modo de decálogo. Además presenta de manera cuantitativa una serie de objetivos que deben ser alcanzados para el año 2030 como reducir en un 30% el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010, reducir un 15% la generación de residuos respecto de lo generado en 2010, reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020 e incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados (Gobierno de España, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Valle de Zamora ubicado en el estado de Michoacán de Ocampo en México, es un valle conformado por dos municipios: Zamora (municipio que aporta el nombre del valle) y Jacona. Zamora de Hidalgo es el nombre completo de este municipio que se encuentra en el estado de Michoacán. El origen de este lugar se remonta a 1574 cuando fue fundado por orden virreinal. En la actualidad, es una importante zona productora de frambuesas, zarzamoras, fresas y arándanos (Cisneros, 2022). Se localiza al noroeste del Estado, en las coordenadas 19° 59' de latitud norte y 102° 17' de longitud oeste, a una altura de 1560 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Ixtlán y Ecuandureo, al este con Churintzio y Tlazazalca, al sur con Juárez y Tangancícuaro, y al oeste con Chavinda y Tangamandapio. Se encuentra a 144 km de la capital del estado (Municipios.mx, 2023).

Jacona de Plancarte es el otro municipio que conforma el Valle de Zamora, Jacona se fundó el 5 de noviembre de 1555 por el Fray Sebastián de Trasierra. La agricultura es la principal actividad económica que se desarrolla en el municipio, se cultiva la fresa, el maíz, trigo, sorgo, así como hortalizas, frutas y flores (Municipios.mx, 2023). Se localiza al noroeste del Estado, en las coordenadas 19° 57' de latitud norte y 102° 18' de longitud oeste, a una altura de 1580 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Zamora, al este y sur con Tangancícuaro y al oeste con Tangamandapio. Su distancia a la capital del Estado es de 150 km. Se estipula que la composición de los residuos sólidos presentes en el Valle de Zamora son 50% orgánico y el 50% inorgánico (Televisión del Valle de Zamora, 2019).

En ambas ciudades, se presenta la generación de residuos a nivel doméstico e industrial, esto en sectores como el agroindustrial, la comercialización, así como pequeñas y medianas empresas (PYMES), que al producir bienes y servicios generan cantidades considerables de estos residuos. Se estipula que tan solo en Zamora, se generan más de 200 toneladas de basura al día (Castro, 2020). El análisis de antecedentes para Jacona carece de certeza y seguridad, pues no existe información específica sobre las cantidades de residuos que se generan, solo se cuenta con información acerca de residuos orgánicos, excluyendo los sólidos inorgánicos.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un enfoque mixto. La parte cualitativa apoyada en la opinión de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) con la finalidad de poder estudiar el fenómeno de manera sistemática, examinando los hechos en sí y revisando los estudios previos, al hacer ambas acciones de manera simultánea, en búsqueda de la generación de una teoría que sea consistente con lo que se observó que ocurre.

Como técnica cualitativa se utilizó la observación participante en campo, aquella donde participa el investigador de manera activa dentro del caso de estudio según Vásquez (2020). Los recorridos se realizaron por las zonas más afectadas por los residuos sólidos inorgánicos dentro del Valle de Zamora. También se empleó las entrevistas semiestructuradas a informantes clave, que según Vásquez (2020) antes de la entrevista el investigador prepara un guion temático sobre lo que quiere que se hable con el informante. Las preguntas son abiertas y el informante puede expresar sus opiniones, matizar sus respuestas, e incluso desviarse del guion inicial pensado por el investigador cuando se atisban temas emergentes que es preciso explorar. Además, el entrevistador debe mantener la atención suficiente como para introducir en las respuestas del informante los temas que son de interés para el estudio, enlazando la conversación de una forma natural.

Para Fresno (2019) los informantes clave son aquellos individuos que poseen conocimientos, posición dentro del grupo, o destrezas comunicativas especiales y que están dispuestos a cooperar con el investigador. La selección de los informantes clave dependerá de la infor-

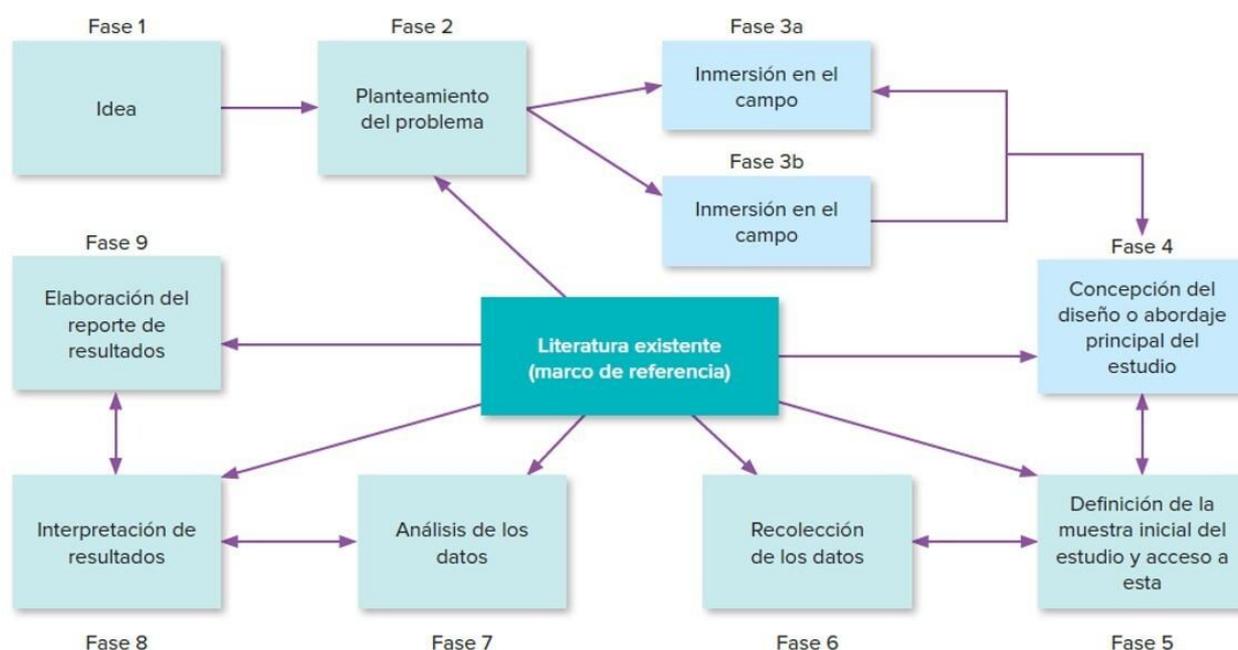
mación que se pretenda obtener según los objetivos del estudio. Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario recolectar información de fuentes bibliográficas; se seleccionó las tres principales Universidades de la zona; así como las tres principales empresas; y se contactó al gobierno de Zamora y de Jacona. La finalidad fue entrevistar al máximo nivel jerárquico posible de cada organización y obtener la información pertinente sobre la manera en que se lleva a cabo la gestión de residuos sólidos inorgánicos. Fueron seleccionadas las tres principales universidades, las tres principales empresas y los gobiernos de cada ciudad, por el alto impacto que generan en la población. El diseño de la entrevista semiestructurada se basó en las siguientes preguntas:

1. ¿Qué programas o iniciativas ambientales manejan en su institución?
2. ¿Qué tratamiento se le da en su institución a los residuos sólidos generados a nivel interno?
3. ¿Cómo se lleva a cabo la educación ambiental en su institución?
4. ¿Cómo se fomenta una cultura sostenible dentro de su institución?
5. ¿Cuentan con alguna certificación ambiental?
6. En cuestión de residuos sólidos inorgánicos en la ciudad, ¿Cuál es su percepción sobre la cultura de la sociedad?
7. ¿Conoce el concepto de economía circular? De ser sí ¿Aplican algo de eso en su institución?
8. ¿Cuál es su percepción sobre las futuras generaciones de la ciudad en lo referente al compromiso ambiental?
9. ¿Considera que en su ciudad está implementado un buen modelo de gestión en los residuos sólidos inorgánicos?
10. ¿Qué apoyo requiere su institución de la sociedad para formar ciudadanos ambientalmente comprometidos?

El conocimiento empírico según Rodríguez y Pérez (2017) hace referencia a la experiencia adquirida. Refiriéndose al uso de los sentidos, tanto en la observación de los objetos y fenómenos, como en la experimentación o manipulación física de ellos. Los sentidos y el aspecto físico de las cosas están en el primer plano de la atención; es por ello que también se tuvo en consideración como parte de la metodología.

Para el procesamiento de la información cualitativa que se obtuvo, se empleó el proceso de investigación cualitativo que aparece en la *figura 1*.

Figura 1. Proceso de investigación cualitativo



Fuente: Hernández-Sampieri y Mendoza (2018).

En la parte cuantitativa, para conocer lo que la ciudadanía percibía del fenómeno de los residuos sólidos inorgánicos, se empleó estadística inferencial, con el objetivo de seleccionar una muestra efectiva y realizar una encuesta con diseño de preguntas de manera dicotómica. Para ello se utilizó la ecuación para calcular el tamaño de una muestra para población finita (ecuación 1), arrojando el número de personas que debían ser encuestadas (QuestionPro, 2021)

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \text{ (ecuación 1)}$$

Donde:

n= Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de la población o universo

Z= Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza

e= Error de estimación aceptable

P= Probabilidad que ocurra el evento estimado

q= Probabilidad de que no ocurra el evento estimado

Para los datos, se manejó un nivel de confianza del 95%, el valor de Z=1.96, el tamaño del universo poblacional es conocido, ya que es el número de habitantes de la región del Valle

de Zamora, que es de 280 657; como se desconocía la probabilidad del evento, se asignó 50% y 50%. Por último, el error estimado usado fue un 5%. Sustituyendo los datos en la ecuación 1 quedaría de la siguiente forma

$$n = \frac{280\,657 * 3.8316 * 0.5 * 0.5}{0.0025 * (280\,657 - 1) + 3.8316 * 0.5 * 0.5}$$

Lo anterior dio como resultado 384 personas como cantidad mínima a ser encuestadas. Los softwares que se emplearon para el procesamiento y manejo de datos fueron: *QuestiónPro* para la generación y procesamiento de los datos, así como *Microsoft Excel* para presentarlos de manera gráfica mediante estadística descriptiva. El cuestionario se elaboró con base a 10 preguntas dicotómicas «cerradas» quedando de la siguiente manera:

1. ¿Qué tipo de residuo sólido considera usted que se genera más, orgánico o inorgánico?
2. ¿Tienen usted conocimiento de donde terminan sus residuos sólidos?
3. ¿Usted ha sido afectado alguna vez por la basura?
4. ¿Ha observado usted a personas tirar basura en lugares inadecuados en Zamora o Jacona?
5. ¿Usted considera que las ciudades de Zamora o Jacona son ciudades limpias?
6. En caso de algún problema con la basura, ¿usted sabe a quién acudir?
7. ¿Conoce las leyes de residuos sólidos para Zamora o Jacona?
8. ¿Considera que la mayoría de las empresas en Zamora-Jacona se preocupan por sus residuos sólidos?
9. ¿Cree que el gobierno brinda apoyo a la ciudadanía con la basura?
10. ¿Conoces las sanciones en Zamora-Jacona por tirar desechos en lugares indebidos?

El medio de transmisión de la encuesta se realizó de forma aleatoria mediante un enlace que proporcionó el sistema *QuestiónPro* que se hizo llegar al público por redes sociales y vía correo electrónico. Buscando una inclusión social, en el desarrollo de las preguntas no se cuestionó sobre sexo, edad o perfil profesional, tampoco se incluyó el giro de trabajo, la única restricción que se manejó para obtener las respuestas, fue que los encuestados perteneciera a la Zona Metropolitana Zamora-Jacona, con el objetivo de obtener datos precisos del caso de estudio. La forma de control fue mediante una observación en la encuesta solicitando por favor solo contestar si radicaba en la ciudad de Zamora o Jacona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La observación participante en el campo fue el aspecto inicial que dio comienzo al análisis de la situación actual en las ciudades de Zamora y Jacona, recopilando la información visual obtenida para exponer el contexto actual en cada una de las ciudades. Para llevar a cabo la

aplicación del método de observación, se realizó un recorrido por las calles de ambas ciudades para validar como se encontraban en materia de residuos sólidos inorgánicos, evaluar la cultura de ambas poblaciones. Además, este método permitió constatar si en efecto la forma del modelo de gestión actual era implementado de manera eficiente y si existía seguimiento o apoyo gubernamental al respecto. En ambas ciudades se detectaron escenarios como el que se muestra en la *figura 2*.

Figura 2. *Depósito de residuos sólidos inorgánicos en sitios inadecuados*



Fuente: Tomada por el autor.

Escenarios inhóspitos como el anterior que afectan la apreciación urbana son el resultado de colocar los residuos sólidos en sitios inadecuados de manera indiscriminada por parte de la población. Lo observado demuestra la necesidad de un trabajo en cultura y educación ambiental, así como la generación de un modelo adecuado de gestión de residuos sólidos, donde se pueda aprovechar las condiciones de la materia para un nuevo proceso tal como lo sugiere la economía circular.

Al realizar las entrevistas semiestructuradas a los informantes clave de las tres instituciones académicas seleccionadas, se logró la interacción con el director académico de cada institución. Dichos informantes argumentaron tener en sus asignaturas temáticas, referentes al cuidado ambiental, fomentar una cultura en el alumnado de sensibilización y aplicación de buenas prácticas para el manejo de residuos. Unido a ello argumentaron tener sistemas de gestión internos, pero, coincidieron en dos cuestiones importantes a destacar: que no cuen-

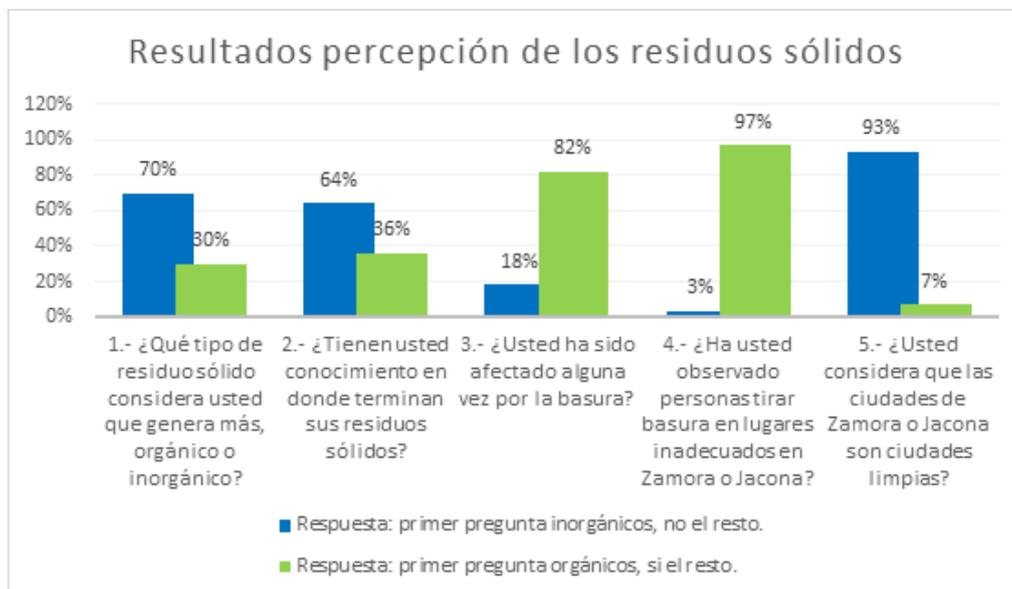
tan con apoyo gubernamental para la investigación o elaboración de proyectos ambientales, lo que dificulta la aplicación en la realidad; y que al final si ellos separan los residuos no sirve de nada puesto que el camión recolector los unifica de nueva cuenta para llevarlos al relleno sanitario de las ciudades.

Por su parte las personas entrevistadas (gerente general) de las tres empresas involucradas en la investigación, argumentaron que es necesario tener mayor enfoque en la temática de gestión de residuos sólidos inorgánicos, expresaron no contar con apoyo gubernamental para la aplicación de proyectos ambientales. Unido a ello indicaron que su percepción sobre la gestión de residuos sólidos inorgánicos puede innovarse, pero depende mucho de que el sector gubernamental quiera llevarlo a cabo. También sugirieron un cambio cultural en la población y que se involucre de manera correcta para hacer frente a la problemática.

En la entrevista al sector gubernamental, la atención se obtuvo del encargado de la logística de residuos y del relleno sanitario de cada ciudad. Dichos entrevistados informaron que en Zamora existen 20 unidades (camiones recolectores), cada unidad tiene una capacidad de 6 a 8 T e inician sus actividades a las 6:00 am y terminan a las 3:00 am. El entrevistado mencionó que son 180 personas las que trabajan para brindar el servicio en Zamora, tanto en aseo público como en el relleno sanitario. Para el caso de Jacona, la persona que concedió la entrevista mencionó que cuentan con 13 unidades y cada unidad representa una ruta de recolección. Ambos gobiernos consideran que es necesario mayor equipo y personal para atender las necesidades poblacionales en el Valle de Zamora, siendo el presupuesto una limitante para llevarlo a cabo. Además, todos están de acuerdo y abiertos a propuestas para generar cambios benéficos para la población, pero también admiten que debe ser un trabajo integral con la sociedad y no solo dejarles a ellos la problemática, puesto que en todos los casos expresaron que todos se deben sumar al cambio.

Con base a la aplicación de la encuesta aleatoria a la población del Valle de Zamora, se logró obtener dos segmentos cruciales, el primer segmento (*figura 3*) muestra el escenario de la percepción de los habitantes en la temática de los residuos sólidos. Ello con la intención de evaluar acorde a su propio pensamiento que tipo de residuos consideraron a nivel empírico era el que más generaban, así como evaluar el conocimiento en otros aspectos culturales de los comunitarios.

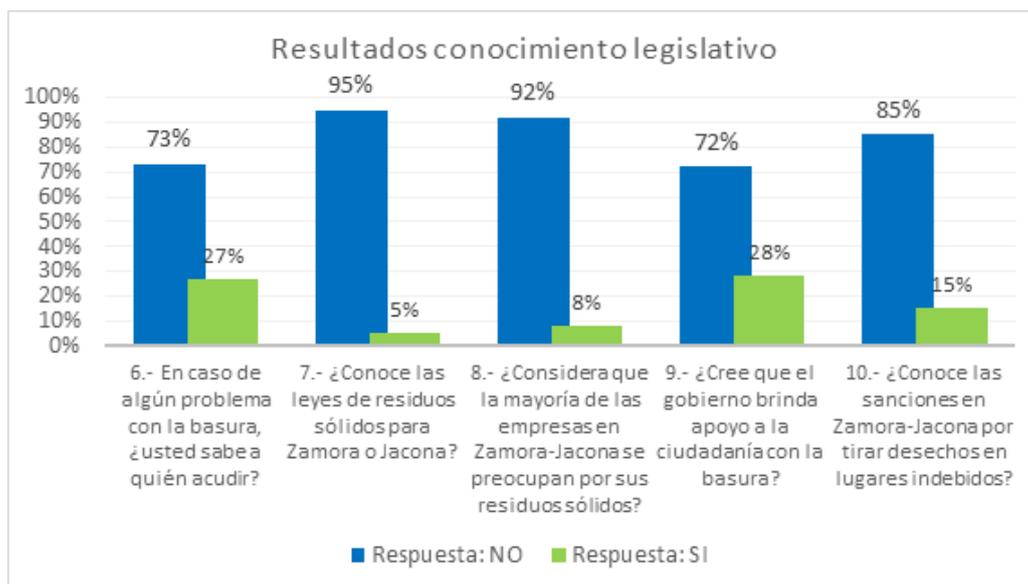
Figura 3. Resultado de encuestas con base a la percepción de la población sobre los residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente segmento (*figura 4*) se enfocó en la evaluación del conocimiento legislativo. El objetivo fue entender si los habitantes del Valle de Zamora tienen el conocimiento pertinente sobre las leyes que imperan en sus municipios; así como también que expresaran si consideraban que los sectores empresariales y gubernamentales tenían involucramiento efectivo en la temática de los residuos sólidos.

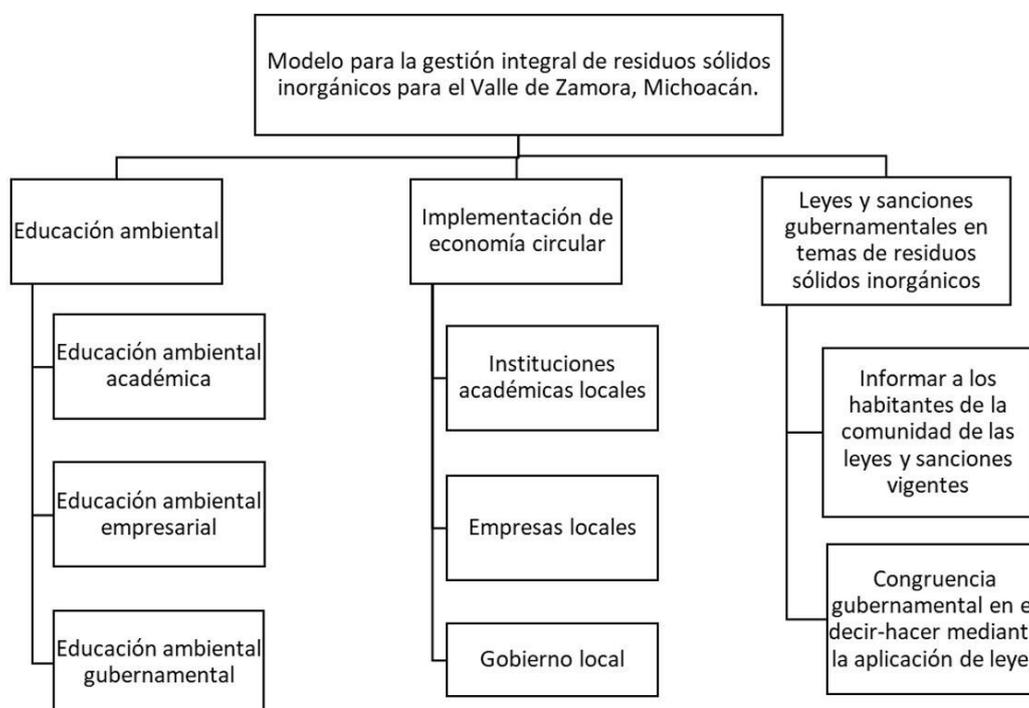
Figura 4. Resultado de encuestas con base al conocimiento legislativo de la población



Fuente: Elaboración propia.

La propuesta resultante (*figura 5*) es el enfoque en un modelo integral en la gestión de residuos sólidos inorgánicos, lo que termina en la generación de bienestar económico y social en la zona del Valle de Zamora en el estado de Michoacán. La investigación conlleva aportación para el desarrollo regional, lo que posibilita la eliminación de afectaciones contaminantes. Para ellos se propone migrar de un modelo tradicional de relleno sanitario a un modelo integral sostenible, no solo enfocado en aspectos logísticos de recolección, traslado y sepultado de los residuos, sino en la búsqueda de la causa raíz que permita garantizar que el modelo integral sea sostenible al paso del tiempo.

Figura 5. *Propuesta de modelo para la gestión integral de residuos sólidos inorgánicos para el Valle de Zamora*



Fuente: Elaboración propia.

Un modelo de gestión de residuos sólidos inorgánicos sea cual sea no puede ser eficiente sin el compromiso e interés del factor humano, por tal motivo, la educación y la sensibilización a los habitantes de la población debe asegurarse, para que todos tengan una estandarización en el conocimiento. Es por ello que propone no solo dejar la educación ambiental a las instituciones académicas, sino que las empresas y los gobiernos se comprometan a llevarla a cabo. Al comparar el modelo de gestión generado donde se incluye la educación ambiental, la implementación de economía circular y la aplicación de leyes y sanciones, con otros modelos aplicados por ejemplo el de España o la Unión Europea se puede inferir que el llevar a cabo el modelo de gestión de residuos sólidos inorgánicos, traerá grandes beneficios económicos, sociales y ambientales en la región del Valle de Zamora.

En la investigación se pudo comprobar que la población carece de educación ambiental y desconoce temas primordiales que deben saber en la temática de gestión de residuos sólidos inorgánicos. La educación ambiental no solo debe dejarse al sector académico, ya que este, aunque no sea su intención es excluyente, porque depende de que los alumnos permanezcan en sus instituciones, de no ser así, ante la ausencia poblacional poco puede hacer. Las empresas deben integrar la educación ambiental, esto generará mejoras, que se observarán en indicadores de mayor rentabilidad en el aprovechamiento de los residuos inorgánicos. Existe además una falta de compromiso gubernamental para llevar a cabo una educación ambiental en la población, que ha sido marginada, aunque no de manera consciente por los otros sectores como el académico y empresarial. Si se logra lo expuesto anteriormente se tendrán habitantes con la información pertinente al manejo adecuado de los residuos inorgánicos y aprovechamiento de estos.

Los resultados generales permitieron no solo obtener información cuantitativa, también aportaron a un análisis cualitativo de las condiciones actuales que refleja la población en el aspecto ambiental en cuanto a la generación de los residuos sólidos inorgánicos. En estos resultados, de manera descriptiva se percibe, la falta de conocimiento en las acciones gubernamentales; el poco o nulo interés de las empresas por generar acciones correctivas y preventivas referente a sus residuos y que el peso de la educación ambiental no solo debe recaer en las instituciones educativas ya que esto es insuficiente. Para el sector académico la educación ambiental deberá ser incluida en sus planes de estudio desde el nivel preescolar, en asignaturas, talleres y otorgar cursos de especialización por parte de expertos a los docentes sobre el correcto tratamiento de los residuos, esto mínimo una vez al año, con motivo de brindar las actualizaciones que se puedan tener al respecto. Es por ello que se sugiere la creación de espacios de expresión y desarrollo, a nivel académico como la creación de una *Semana de Innovación Ambiental*, con la finalidad de estimular la creatividad de los alumnos conforme con su grado académico, desde el nivel básico al superior, sobre mejoras ambientales e ideas sostenibles. En este sentido temas como energías renovables, economía circular y metodologías de aprovechamiento de productos actuales son los que, a nivel docente, se les debe dar apertura y promoción.

De ahí que sea necesaria la migración de modelos tradicionales a modelos sostenibles, esto deberá ser a corto plazo, pues solo mediante esta forma podrá asegurarse el desarrollo regional y sostenible del Valle de Zamora. El tratamiento de residuos sólidos inorgánicos mediante rellenos sanitarios ocasionará en un corto-mediano plazo la invasión de áreas productivas que pueden ser utilizadas para otros fines, por ello, también resulta relevante e importante la incorporación tanto del sector empresarial como gubernamental.

Para el sector empresarial se requiere de la inclusión de buenas prácticas en gestión de residuos sólidos inorgánicos y la capacitación al nuevo personal que se incorpore a sus empresas, así como la capacitación mínima dos veces al año (semestral), para garantizar la estandarización del conocimiento. El incentivo a empleados por mejoras sostenibles puede ser un aportador de cambio en la cultura organizacional como en los actuales procesos productivos, con ello, se puede estimular la creatividad y detectar mejoras en aspectos ambientales que puedan beneficiar a la sociedad. Es importante además que las empresas den el tiempo requerido al tema y permitan a sus colaboradores, ser partícipes en la generación de propuestas.

Para los trabajadores la empresa no sólo debe restringirse a un sitio donde se labora para generar salarios, debe ser también un lugar para sensibilizar y educar, de manera ambiental, a sus empleados, mediante la inclusión de tópicos ambientales a los nuevos colaboradores desde su inducción a la empresa. Las empresas deben incluir en su misión, visión y objetivos, aspectos del compromiso ambiental para que este sea transmitido a sus trabajadores, así como continuar la capacitación constante a sus empleados para actualizarlos sobre los temas ambientales, siempre con amplio enfoque en el manejo de residuos sólidos, añadiendo adicionalmente tópicos como las 3Rs y la economía circular.

Para el sector gubernamental, es necesario comenzar con la generación de cursos-talleres referentes a las afectaciones globales de los residuos sólidos inorgánicos, exponiendo su adecuado manejo y cómo sacar provecho de los residuos sólidos que se tienen, con aspectos como la reutilización y el reciclaje, es decir, la enseñanza de la economía circular con temas que deben ser abordados de manera detallada. Apoyar e incentivar a las ecoempresas permitiría la creación de nuevos empleos y por ende se generaría un mayor desarrollo regional; esta acción debe ser fomentada por el Gobierno mediante facilidades para la constitución formal con ecoemprendedores. El estímulo ecoemprendedor no se detecta en la zona, por lo tanto, es importante que los Gobiernos locales aporten apoyo a los habitantes de las ciudades que tengan el deseo de crear una ecoempresa que, adicional a la generación económica, pueda ser un solucionador de problemas ambientales relacionados con la generación de residuos sólidos.

Todas estas acciones son necesarias para que el *Modelo para la gestión integral de residuos sólidos inorgánicos para el Valle de Zamora, Michoacán* sea viable. Además de ello se requiere de un compromiso social a varios niveles y sectores, no se puede conseguir un correcto manejo de los residuos sólidos inorgánicos y la disminución de residuos en rellenos sanitarios con acciones aisladas. Se debe generar una sinergia en cada uno de los tres ejes estratégicos de la sociedad del Valle de Zamora, como el académico, empresarial y gubernamental, de lo contrario será un modelo fallido y quedaría solo como una propuesta con tintes utópicos.

CONCLUSIONES

Se obtuvo un modelo sostenible para la gestión de residuos sólidos inorgánicos, planteado desde las necesidades específicas del Valle de Zamora. Se determinó que no se puede tener una correcta aplicación de este modelo si no se tiene una participación social amplia, involucrando a los sectores educativo, empresarial y gubernamental. Además, es necesario tener un esfuerzo coordinado en todos los sectores sin dejar de lado a la población en general, lo anterior logrará un desarrollo regional sostenible.

Se detectó la necesidad de una educación ambiental transversal, puesto que no solamente debe quedar relegada al sector académico, sino que el sector empresarial debe mantener una constante capacitación de sus trabajadores y el sector gubernamental generar cursos y talleres tanto para sus empleados como para la población en general. El problema de los residuos sólidos inorgánicos radica en la cultura y falta de conocimiento de los habitantes, no es dejar su tratamiento solo al gobierno municipal, sino que debe ser algo ya interiorizado por toda la población a todos los niveles, cualquier actividad en beneficio del manejo de este tipo de residuos será una actividad en beneficio común para todos los habitantes del Valle de Zamora.

Existe oportunidad de implementación de metodologías como las 3Rs y economía circular ya que en el Valle de Zamora no existe aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos. En las empresas, tampoco se detectó aprovechamiento de este tipo de residuos; aunque existe separación de residuos, no se lleva a cabo ninguna metodología que permita que estos sean incorporados de nueva cuenta en otros procesos. El sector gubernamental tampoco presenta implementación de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos. La implementación de las 3Rs y la económica circular otorgarán beneficios económicos a los habitantes del Valle de Zamora y permitirá la disminución de este tipo de residuos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, I., Hernández, G. y Mendoza, C. E. (2022). Los rellenos sanitarios, una solución paliativa a la problemática de residuos sólidos en Zamora, Michoacán, México. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 1111-1126 <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.170>
- Banco Mundial. (2019). *Población total México*. <https://acortar.link/sRDpP1>
- Castells, E. (2012). *Clasificación y gestión de residuos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Castro, F. (2020). Zamora genera más de 200 toneladas de basura al día. *El Sol de Zamora*. <https://acortar.link/wPtmSk>

- Cisneros, S. (2022). Zamora Michoacán ¿Qué hacer y cómo llegar? *México Desconocido*. <https://acortar.link/M2mrHQ>
- Espaliat, M. (2017). *Economía Circular y sostenibilidad. Nuevos enfoques para la creación de valor* CreateSpace. <https://acortar.link/mCFBHN>
- Fonseca, V. M. y Barrera, I. (2023). Propuesta de implementación de las 3R en residuos sólidos como aportador al desarrollo regional. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3247-3259. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4652
- Fresno, C. (2019). *Metodología de la investigación científica: Así de fácil*. El Cid Editor.
- Gobierno de España. (2020). *Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://acortar.link/pYlfao>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Población total México*. <https://acortar.link/x3n3Qe>
- Jiménez-Martínez, N. M. (2021). La sustentabilidad universitaria en México: avances y desafíos. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 4, e152. <https://doi.org/10.46380/rias.vol4.e152>
- Municipios.mx. (2023). *Municipio Zamora, Michoacán*. <https://acortar.link/dNRERX>
- National Geographic. (17 de junio de 2019). *Economía circular, un paso más allá del reciclaje*. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/economia-circular/economia-circular-paso-mas-alla-reciclaje_14334
- Pérez, J. y Gardey, A. (diciembre de 2020). *Definición de modelo de gestión*. Definición. <https://acortar.link/vQjHbY>
- QuestionPro. (2021). Tamaño de muestra. <https://acortar.link/4JopGz>
- Rodríguez, A. y Pérez, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (82), 175-195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Santillán, M. (27 de julio de 2018). Una vida de plástico. *Ciencia UNAM*. <https://acortar.link/8rDdR7>
- Televisión del Valle de Zamora. (24 de Julio del 2019). *Dan seguimiento al proyecto Zamora Cero Basura*. <https://acortar.link/wF51LI>

Vargas, M. C. (2015). *De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. I Recursos orgánicos. 1. Residuos agrícolas*. Mundi-Prensa.

Vásquez, A. (2020). *Metodología de la investigación. Manual del estudiante*. Universidad de San Martín de Porres. <https://acortar.link/rFa6xk>

AGRADECIMIENTOS

El máximo agradecimiento a los ayuntamientos de Zamora y Jacona por dar las facilidades pertinentes para llevar a cabo la presente investigación, así como a las instituciones académicas y empresariales que presentaron la disponibilidad para el desarrollo del caso de estudio. Gracias a todas las personas que, con su colaboración, se logró realizar esta investigación, sea por contestar una encuesta de manera aleatoria o brindar las facilidades para llevar a cabo el trabajo de campo. A todos y cada uno de ellos muchas gracias por su apoyo.