

APORTES DE LA ACADEMIA SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN BOLIVIA: VACÍOS Y PERSPECTIVAS DE UN CAMPO DE INVESTIGACIÓN

THE ACADEMY AND ITS CONTRIBUTIONS ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN BOLIVIA: GAPS AND PROSPECTS OF A RESEARCH FIELD

Autores: Msc. Carla Fátima Torres Linares
Dr. Matheus Valle de Carvalho Ph.D.

Enviado 30 de marzo 2022, aceptado 29 de abril 2022

Resumen

Este trabajo es parte de un esfuerzo para apoyar la construcción del conocimiento en el área de la gestión de los residuos sólidos en Bolivia. La temática no ha recibido aún la atención necesaria de parte de las universidades del país. Si bien algunas carreras y algunas universidades la han analizado en los últimos años, los enfoques de análisis son por lo general limitados. La gran mayoría de las áreas del conocimiento no dedica atención a la temática, lo que podría explicar, al menos parcialmente, el subdesarrollo y la inercia del sector. La gestión de residuos en el país es deficiente en la mayoría de los municipios, pocos son aquellos que cuentan con estrategias sostenibles para el reaprovechamiento, el tratamiento y la disposición final de los mismos. Proponiendo una definición del campo de los residuos sólidos, en este artículo se discuten las tendencias de investigación universitaria en esta temática, con dos objetivos distintos y complementarios: (a) encontrar los principales temas y enfoques utilizados, apuntando los hallazgos más importantes; e (b) identificar vacíos temáticos, indicando caminos de

investigación que serían del interés no solo de la misma academia sino también de los actores públicos y de la sociedad en general. La metodología propuesta es la utilización de herramientas *on-line* de búsqueda de trabajos académicos, seguida de un análisis sistemático de los resultados. Examinar la producción académica es un aporte para la construcción de conocimiento en el campo de los residuos y para la universidad como espacio de formación integral de ciudadanos y ciudadanas. De igual manera, ayuda a poner luz sobre el estado del capital humano en Bolivia.

Palabras Clave: producción académica; Bolivia; residuos sólidos; análisis sistemático.

Abstract

This paper is part of an effort to support the construction of knowledge in the field of waste management in Bolivia. Universities in our country have not yet paid necessary attention to this subject. Although some schools and faculties did it by analyzing it in the last years, analysis approaches are in general limited.

This lack of research could explain at least in part the underdevelopment of the sector. Waste management in most Bolivian municipalities is deficient, only few of them count on sustainable strategies for reuse, treatment and final disposal of them.

Drawing from a conceptual proposal of what is the field of waste management, this paper discusses university research trends with two different and complementary objectives: (a) finding the main subjects and theoretical approaches used highlighting the most important findings, and (b) identifying gaps and loopholes that could provide matter for future research that might be of interest for both academia, public actors and society.

The methodology consists of exploring internet search tools for academic papers published in Bolivia and abroad about waste management, followed by a systematic analysis of results. Examining the academic and scientific production is intended as a contribution to the improvement of knowledge in waste management field and for the University as a locus for an integral education and qualification of citizens. Moreover, it helps to shed light on the state of the Bolivian human capital.

Keywords

Academic production, Bolivia, solid waste, systematic analysis.

Introducción

Este trabajo es parte de un esfuerzo en apoyar la construcción del conocimiento en el área de la gestión de los residuos sólidos en Bolivia. El punto de partida de los autores es la certeza de que el desarrollo de ese sector vendrá siempre y cuando esté acompañado del capital humano que le dé soporte. Desde un punto de vista normativo e institucional, hubo en

la última década un intento de parte de los poderes públicos de avanzar hacia una gestión más adecuada de los residuos sólidos. Muchos estudios, diagnósticos, planes y reglamentos generales fueron elaborados sobre todo en el nivel central. Sin embargo, la institucionalidad del sector sigue siendo débil: faltan mecanismos de planificación y normativas que orienten su implementación, existen vacíos y sobreposición de competencias, resultando en un manejo inadecuado de los residuos y una gestión deficiente (PPGIRS, 2012).

No se hará en este trabajo un mapeo de la institucionalidad de los residuos, pero vale indicar que la Dirección General de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, órgano cabeza de sector, está ubicado en el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. Si bien existen evidentes interfaces entre el sector de agua y saneamiento y el sector de los residuos, no existe un espacio institucional propio y suficiente para abarcar la diversidad de factores que inciden en su manejo. Extrapolando esa aproximación institucional hacia el ámbito académico y universitario, el estudio de los residuos sólidos, aunque marcadamente multidisciplinario, debería estar ubicado dentro de las carreras relacionadas al agua y al saneamiento, pero también debería contar con miradas y abordajes a partir de otras disciplinas. Lo que se verifica en la realidad es que la temática no recibió aún de parte de los investigadores del país la atención merecida. Si bien algunas carreras y algunas universidades la analizaron en los últimos años, los enfoques de análisis son por lo general limitados y poco articulados. La gran mayoría de las áreas del conocimiento no estudia la temática, lo que podría ser una explicación al menos parcial del subdesarrollo y de la inercia del sector.

Proponiendo una definición del campo de los residuos, se busca en este artículo discutir las tendencias de investigación universitaria sobre ese tema con dos objetivos distintos y complementarios: (a) analizar los principales temas y enfoques utilizados, apuntando los hallazgos más importantes y los aportes de estos estudios para el manejo de los residuos; e (b) identificar vacíos temáticos aún no explorados, indicando caminos de investigación que serían del interés de la misma academia, pero también de los actores públicos y de la sociedad en general. Examinar la producción académica de un país no solo consiste en el primer paso metodológico de entrada en un

tema que se quiere analizar, sino más bien ayuda a dar luz sobre el estado de su capital humano y más específicamente sobre el rol de la universidad como espacio de formación integral de ciudadanos y ciudadanas y su éxito más o menos significativo en el alcance de ese objetivo. Como evidencia de esa situación, observamos que, en comparación con los países vecinos, las universidades bolivianas no se encuentran bien calificadas. La tabla 1 presenta un ranking de 1300 universidades evaluadas en todo el mundo y, considerando apenas las mejores universidades de Sudamérica, muestra que las de Bolivia están al final de la lista.

Tabla 1: Ranking de los países de Sudamérica según la calidad de sus universidades

País	Número de universidades*	Nombre de la mejor universidad	Posición de la mejor universidad**
Brasil	27	Universidad de Sao Paulo	121
Argentina	24	Universidad de Buenos Aires	69
Chile	20	Pontificia Universidad Católica	135
Colombia	19	Universidad de Los Andes	236
Perú	8	Pontificia Universidad Católica	395
Ecuador	7	Universidad San Francisco de Quito	701-750
Venezuela	5	Universidad Central de Caracas	701-750
Uruguay	4	Universidad de Montevideo	469
Bolivia	2	Universidad Católica Boliviana San Pablo	1201-1300
Paraguay	1	Universidad Nacional de la Asunción	1001-1200
* Consideradas entre las 1300 mejores universidades			
** A partir de la posición 500, se indica el rango donde se encuentra la Universidad			

Algunos ejemplos de indicadores utilizados por el QS Universities Ranking 2021 para la evaluación de las universidades son la presencia de alumnos extranjeros, la reputación académica, la reputación de la universidad como empleador, las citaciones en publicaciones internacionales de trabajos oriundos de la universidad, entre otros. En otro ranking, la Universidad San Francisco Xavier de Sucre aparece en el séptimo lugar entre las universidades bolivianas y en la 6861ª posición

a nivel mundial (mientras que la Universidad Mayor de San Andrés, la primera boliviana de ese ranking, está en la 2338ª posición)¹. Sin entrar en el mérito de los distintos criterios de clasificación, siempre cuestionables, estos rankings exponen una situación crítica. Mirando hacia la producción científica del país sobre los residuos sólidos, este trabajo cuestiona las razones para la baja evaluación de nuestras universidades para avanzar en el enfrentamiento de nuestros desafíos. La investigación en ese

1 https://www.webometrics.info/es/latin_america_es/bolivia

tema específico sirve como un indicio que nos permite ver donde nos encontramos y a la vez abre perspectivas de avance.

Además de esa introducción, el artículo moviliza en el marco teórico el concepto de campo para delimitar el sector de los residuos sólidos y los conceptos de paradigma y ciencia normal para ilustrar el funcionamiento de la producción científica sobre ese tema. El capítulo siguiente presenta la metodología empleada para el estudio, que consiste, sobre todo, en una revisión bibliográfica digital seguida de un análisis sistemático. Luego se presentan los resultados, es decir, la identificación de los artículos publicados por investigadores de universidades bolivianas sobre residuos sólidos, y a continuación sigue un análisis de los mismos. En ese análisis, se consideran aspectos temáticos y metodológicos, o sea, cuál es el objeto de los artículos y su respectiva metodología. Se buscan también otras tendencias respecto a la producción académica. Al final, las conclusiones y recomendaciones apuntan posibles caminos de investigación científica en el tema de los residuos sólidos en Bolivia.

Marco Conceptual

Antes de describir la metodología del trabajo, es importante presentar tres conceptos clave oriundos de la sociología y de la epistemología: campo, paradigma y ciencia normal. Primeramente, debemos definir lo que concebimos como residuos sólidos y su manejo. Entendemos que esos dos elementos configuran el sector o el campo de los residuos, el cual debería conformar el objeto de estudio de ese tema. Una vez definido el objeto de estudio a través del concepto de campo, utilizamos las nociones de paradigma y de ciencia normal para mostrar la dinámica de funcionamiento

de la práctica científica: producción de conocimiento en el marco de la ciencia normal, crisis de paradigma, configuración de un nuevo paradigma y estabilización de la producción de conocimiento científico en un nuevo contexto. Contribuir para la construcción de las bases materiales, teóricas y metodológicas para que se establezca y se desarrolle una ciencia normal de los residuos sólidos en Bolivia es uno de los objetivos de ese trabajo. A continuación, detallamos ese marco teórico conceptual sucintamente esbozado en este párrafo.

Acudimos a la noción de campo utilizada en estudios de sociología para la construcción conceptual del sector de los residuos sólidos. Un campo se refiere a un espacio social de acción más o menos autónomo en relación a otros campos en donde se dan relaciones entre actores que disponen de distintos tipos de capital y buscan realizar sus aspiraciones e intereses en base a los recursos con los cuales cuentan, operando dentro de las reglas formales e informales vigentes en ese mismo campo (Bourdieu, Wacquant, 2005). La sociología de Pierre Bourdieu entiende el campo desde una perspectiva dinámica, como un sector de actividad en el cual se da una lucha constante por hegemonía, medida en términos de cantidad de recursos (capital económico, simbólico, técnico, etc.) y de capacidad de influenciar el comportamiento de los demás miembros de ese mismo campo y asegurar ventajas y mejores posiciones. Bourdieu desarrolla el concepto en sus análisis sobre temas tan diversos como son el arte, el sistema educativo, los medios de comunicación, la academia, entre varios otros. Desde luego, cuando se habla de un sector de los residuos sólidos, se quiere indicar justamente el campo dentro del cual los actores involucrados en cualquier etapa de su manejo se relacionan en el marco de un conjunto de reglas valiéndose de los recursos disponibles.

De esa manera, los principales elementos que constituyen el campo o el sector de los residuos sólidos son (a) los actores de algún eslabón de la cadena, (b) los recursos de que disponen para actuar y (c) las reglas formales e informales vigentes y válidas para estos actores.

Mapear los actores de los residuos sólidos no es el objeto de este estudio, ya que el universo de entidades públicas y privadas y de personas que intervienen en su manejo es demasiado amplio y diverso. Sin embargo, es necesario indicar algunos de ellos para aclarar aspectos esenciales de ese sector. Por un lado, se encuentran los actores públicos directa o indirectamente responsables por las actividades de gestión y las políticas públicas: a nivel local, se indican las empresas municipales u otras entidades que ejecutan tareas de aseo urbano, recojo y transporte de basura y las secretarías o direcciones municipales de medio ambiente que gestionan proyectos y aprueban normativas locales; a nivel departamental, existen igualmente secretarías y direcciones de medio ambiente que intervienen en la gestión de manera indirecta, ejerciendo a veces algún tipo de fiscalización y control; a nivel nacional, la Dirección General de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, órgano cabeza de sector ubicado en el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, elabora normativas generales y ejecuta estudios. Del lado de los actores privados, se encuentran las viviendas, equipamientos, comercios e industrias que generan basura, demandan los servicios de aseo y recojo y pagan tasas por ellos. Vale indicar que los residuos peligrosos y especiales eventualmente generados por esos actores están fuera del sector de los residuos debido a las reglas vigentes en el mismo, conforme se verá adelante. En el espacio entre los actores públicos y los privados, existe una infinidad de actores que participan de alguna manera

en el complejo manejo de los residuos (Cano et al., 2022), tales como los recolectores y recolectoras de materiales reciclables asociados o no; los varios tipos de acopiadores que adquieren, venden y a veces realizan algún tipo de transformación de esos materiales; o también las ONGs que brindan apoyo técnico en ese tema.

El segundo elemento del marco conceptual del campo se refiere a que cada uno de esos actores dispone de recursos que son empleados en sus actividades y en las relaciones que intervienen para asegurar una posición cada vez mejor dentro de la estructura del campo. Por ejemplo, los acopiadores disponen de un capital económico más grande que los recolectores de reciclables, asegurándoles una mayor capacidad de negociación de los productos en el mercado, reproduciendo posiciones de hegemonía y dominación en el campo. Las empresas de aseo urbano cuentan con recursos técnicos y humanos para ejecutar sus tareas y cuentan además con la legitimidad legal otorgada por el Estado, permitiéndoles efectuar ante todos los usuarios el cobro de tasas que financian en parte los servicios que ejecutan. Los poderes públicos municipales cuentan, entre otros, con recursos o con capital de tipo simbólico que conlleva, por ejemplo, a que una simple manifestación de apoyo del Alcalde a un determinado proyecto sea decisiva para su éxito.

Las reglas vigentes sobre los residuos, tercer elemento del concepto de campo, provienen de distintas fuentes y su identificación ayuda a caracterizar los límites de ese sector. En el caso boliviano, se tienen dos documentos normativos de consulta que son la NB 742 y la Ley 755. Por ejemplo, de acuerdo a la NB 742, “residuos sólidos o basura son los materiales generados en los procesos de extracción,

beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó”. La misma norma define residuo sólido como “cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por sí mismo”. Residuos sólidos municipales serían aquellos que se generan “en las viviendas, parques jardines, vía pública, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, instalaciones, establecimientos de servicios y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de hospitales, clínicas, laboratorios, actividades industriales, artesanales, comerciales y centros de investigación”. Residuos sólidos industriales son aquellos “generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción”, mientras que residuos peligrosos son aquellos que conllevan “riesgo potencial al ser humano o al ambiente, por tener cualquiera de las siguientes características, corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad” (Norma Boliviana NB 742).

Esas definiciones generales, que a veces nos confunden, indican algunos aspectos comunes: se trata de materiales que no pueden ser más utilizados o que ya no se quieren más utilizar; asimismo, tienen por lo general una connotación negativa, no interesan a sus propietarios, deben ser descartados; remeten a su origen, es decir, al local o al proceso en donde son generados. La normativa del sector en Bolivia también sirve de parámetro para una definición más precisa de lo que son residuos sólidos y su manejo, necesaria para los siguientes pasos metodológicos de este trabajo. La Ley 755 de 2015 instituye la Política Nacional de Gestión

Integral de Residuos y define, en el artículo 3, el alcance de la normativa, o sea, a quiénes y a qué se aplica, incluyendo en él “a todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que generen residuos o realicen actividades relacionadas con su gestión, cualquiera sea su procedencia y características”. Al mismo tiempo, excluye de su alcance a los residuos provenientes de las actividades de los sectores de hidrocarburos, energía, minería, metalurgia, industrial manufacturero, agroindustrial, establecimientos de salud y residuos radiactivos, así como las emisiones a la atmósfera y las aguas residuales. En el glosario, esa ley presenta una definición más confusa: residuos sólidos son los “materiales en estado sólido o semisólido de características no peligrosas, especiales o peligrosas tratamiento, cuyo generador o poseedor decide o requiere deshacerse de estos, y pueden ser susceptible de aprovechamiento o requieren sujetarse a procesos de tratamiento o disposición final”. A pesar de la falta de concordancia y coherencia del texto, en el cuerpo de la Ley 755 se encuentran los elementos de una posible definición de lo que se podrían considerar residuos sólidos, más próxima de aquella enunciada en la NB 742 sobre residuos sólidos municipales.

Se considera en este trabajo que la delimitación del campo se construye a partir de una definición de los residuos sólidos que incluya a los actores, sus actividades y elementos relacionados a la gestión integral bajo los términos de la normativa. En ese sentido y para los objetivos de nuestro estudio, consideramos los residuos sólidos como todo material, objeto o bien sólido o semisólido descartado por personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, generados en los domicilios, espacios públicos, mercados, comercios, oficinas, industrias, demoliciones y construcciones, resultante de actividades de producción o consumo, que por

sus características y niveles de peligrosidad no requieran técnicas especiales para su tratamiento. En el campo de los residuos sólidos, se incluyen a las actividades, las reglas y los diversos actores que de alguna manera interfieren en su manejo en cualquiera de los varios eslabones de la cadena desde la generación hasta la disposición final. Teniendo en cuenta los objetivos de la normativa boliviana, es importante indicar los hitos principales de la gestión integral, que configuran al mismo tiempo los desafíos del sector y las pautas prioritarias de investigación y de actuación de la universidad, con énfasis en las actividades de reaprovechamiento de materiales (reciclaje y compostaje) y disposición final (en vertederos o rellenos) adaptadas al contexto del país.

Esas definiciones de los residuos sólidos y de su campo conforman nuestro objeto de estudio. Es decir, entender y explicar las lógicas inherentes a los procesos de manejo de los residuos, las condiciones y desafíos técnicos, económicos, sociales y políticos de gestión, los mecanismos y relaciones de causa y efecto de la configuración y del estado del sector son los objetivos del enfoque científico. La comunidad científica mira hacia aspectos de ese vasto objeto de análisis desde distintas perspectivas metodológicas, pero operando dentro de un mismo paradigma, o sea, un mismo marco cognitivo con supuestos teóricos y leyes generales que explican el objeto analizado. La práctica de la llamada ciencia normal refuerza el paradigma vigente y acomoda en él los resultados de la experimentación. En ese momento, la producción científica avanza y hace avanzar el conocimiento sobre el objeto analizado, hasta que, por alguna razón, el paradigma vigente pierde su poder explicativo y la ciencia normal entra en un periodo de crisis, que culmina con la aparición de un nuevo paradigma al cual la comunidad científica viene

a adherirse y a interpretar su objeto de análisis, dando inicio a una nueva fase de producción científica. Esa es en *grosso modo* la estructura de las revoluciones científicas (Kuhn, 1970). Nuestra hipótesis es que Bolivia se encuentra en un momento de cambio de paradigma cuando identificamos tentativas de pasar de una lógica linear de producción, consumo y descarte de basura a la incorporación de principios de la economía circular (PPGIRS, 2012). Nuestro objetivo es apoyar esa transición. Además de la función de comprender y explicar, apostamos en la ciencia como factor y condición de cambio y desarrollo, de manera que estructurar un campo científico sobre los residuos es un aporte para transformarlo. Un análisis de la producción académica actual sobre los residuos en Bolivia es el primer paso para la construcción de una base teórica asentada sobre experiencias empíricas, que se dará a través de los elementos conceptuales indicados en la metodología a continuación.

Metodología

Para realizar el levantamiento de la producción científica boliviana sobre los residuos sólidos, se utilizaron herramientas de búsqueda *on-line* de artículos académicos, seguida de un análisis sistemático de los resultados, que consistió sobre todo en el examen de las temáticas abordadas y metodologías empleadas. Ese procedimiento metodológico permite que se verifique la pertinencia de los artículos en relación al campo de los residuos sólidos tal como se describía en la sección anterior. El conocimiento acumulado en el pasado sobre cualquier tema es la base sobre la cual se desarrollan las nuevas investigaciones, mediante la confirmación o la refutación de paradigmas vigentes o la exploración de nuevas formulaciones (Guirao Goris, 2015). Por eso, mapear la producción académica existente

sobre nuestro campo es esencial para el avance del conocimiento sobre los residuos en el país².

La revisión bibliográfica es comúnmente un paso previo al proceso investigativo, que permite una aproximación al tema de interés respecto a qué se sabe y a qué se desconoce de él, o sea, cuál es el estado actual del objeto de estudio. Para Hart (1998), la revisión bibliográfica consiste en “la selección de los documentos disponibles sobre el tema, que contienen información, ideas, datos y evidencias por escrito sobre un punto de vista en particular para cumplir ciertos objetivos o expresar determinadas opiniones sobre la naturaleza del tema y la forma en que se va a investigar, así como la evaluación eficaz de estos documentos en relación con la investigación que se propone”. Atiende, por eso, a los objetivos de este estudio, en el cual utilizamos la técnica del Mapeo Sistemático de la Literatura (SLM, por el término en inglés), que consiste de las siguientes etapas (Keele, 2007): (i) definición de las palabras-clave de búsqueda; (ii) definición de las bases de datos; (iii) determinación de los criterios de selección de los estudios; (iv) análisis de los estudios seleccionados; y (v) metodología de síntesis.

En la etapa de definición de las palabras clave de búsqueda, se buscó la mayor generalidad posible. Teniendo en cuenta la normativa de referencia sobre el tema de interés, principalmente la NB 742, se incluyeron las expresiones “residuo sólido” y “residuos sólidos”. Como base de datos de búsqueda, se definió a Scientific Electronic Library Online, SciELO, por su presencia en Bolivia, la

cantidad de revistas indexadas y la existencia de criterios de indexación de las mismas (Bojo Canales et al., 2009). Se consideraron las páginas de SciELO en Bolivia (<http://www.scielo.org.bo/>), que cuenta con 34 revistas vigentes y 4 títulos no vigentes³, y en el exterior (<https://scielo.org/>), donde existen 1805 revistas listadas, siendo 1411 vigentes⁴. Para la búsqueda en la página de SciELO internacional, se añadió la palabra ‘Bolivia’, ya que revistas de varios países están indexadas ahí. La etapa de determinación de los criterios para la selección de los estudios identificados se basó en la lectura de los resúmenes de los artículos para la confirmación de su pertinencia o no para el campo de los residuos. Para la síntesis de la revisión, se agruparon los estudios en dos grupos: (i) grupo de los artículos considerados como enmarcados en el campo de los residuos sólidos, que merecieron un análisis más amplio; y (ii) grupo de los artículos considerados como no enmarcados en ese campo, para el cual el análisis fue más descriptivo y general.

Una vez identificado el universo de artículos considerados como integrantes del campo de los residuos, o sea, la muestra de este estudio, varios análisis fueron realizados: resumen de los respectivos aportes, agregación temática y metodológica; actualidad e importancia de las temáticas para el campo; identificación de la universidad de origen o grupo de investigación de los autores; cantidad y temas abordados por autor; idiomas de publicación de los estudios, etc. Estos análisis permitieron la identificación de tipos distintos de tendencias, como por ejemplo la prevalencia de algunos temas en

2 Cabe indicar que se tiene conocimiento del libro “Residuos sólidos: la basura es un problema de todos” de Jiménez M. (2013). En base a una larga experiencia laboral, el autor toca una serie de temas importantes de nuestro campo, conduciendo a pautas como medio ambiente, salud y cambio climático. Por su alcance, es posiblemente la obra más completa sobre residuos en nuestro país. Sin embargo, por su enfoque que es menos analítico que descriptivo, entendemos que se encuadra en la categoría de manual de referencia, al que los investigadores y sobre todo los profesionales del área deberían acudir. Razón por la cual, por no ser propiamente producción académica, optamos por excluir de la muestra, pero no sin señalar su relevancia.

3 http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_alphabetic&lng=es&nrm=iso

4 <https://scielo.org/es/revistas/listar-por-orden-alfabetico>

detrimento de otros, la presencia más fuerte de un autor o de un área del conocimiento, el análisis más frecuente de alguna zona geográfica, entre otras. Esos hallazgos, por la vía de exclusión, fueron cruciales para la

identificación de los vacíos en términos de investigación del campo de los residuos, lo que configura a su vez una dimensión importante de la pauta para la consolidación y el desarrollo de producción académica en ese tema.

Resultados

En fecha 10 de febrero de 2022, se realizó la búsqueda en internet por las expresiones ‘residuo sólido’ y ‘residuos sólidos’ en Sielo Bolivia y ‘residuo sólido Bolivia’ y ‘residuos

sólidos Bolivia’ en SciELO internacional. Los resultados de la búsqueda en la página de Scielo Bolivia se encuentran en las figuras abajo.



Figura 1: Resultados de la búsqueda por ‘residuo sólido’ en SciELO Bolivia.

The screenshot shows the SciELO Bolivia search interface. At the top, there are navigation tabs for 'revistas' and 'artículos', each with sub-tabs for 'alfab', 'materia', and 'búsqueda'. Below this is the title 'Colección de la biblioteca' and a set of action buttons: 'su selección', 'enviar resultado', 'nueva búsqueda', 'config', and 'fin de la página'. The search query is 'residuos [Todos los índices] and sólidos [Todos los índices]'. It shows 21 references found, with the first three displayed. Each result includes a checkbox for selection, a printer icon, and a link to print. The first result is by APAZA PACO, JUAN PABLO, ASPILLAGA SÁNCHEZ, HILDA LUZ and ESPADA SILVA, ANGÉLICA MARIA, titled 'Evaluación de los indicadores de desempeño de 3M Petrifilm Staph Express (STX) frente a la norma ISO 6888-1: 2003 en el recuento de Staphylococcus aureus en quesos frescos por contaminación artificial'. The second result is by Díaz, Luis et al., titled 'Tratamiento de suelos mineros mediante co-compostaje con Biochar, estiércol ovino y residuos orgánicos domiciliarios'. The third result is by Aduviri, Osvaldo, titled 'Técnicas de prevención y control de la generación ácida en minería'.

Figura 2: Resultados de la búsqueda por ‘residuos sólidos’ en SciELO Bolivia.

Los resultados de la búsqueda por Residuos Solidos Bolivia y Residuos Solidos Bolivia en la página de SciELO internacional se encuentran en las siguientes figuras.

The screenshot shows the SciELO international search interface. It features a search bar with the text 'Entre una o más palabras' and a 'Buscar' button. Below the search bar, there are options for 'Todos los índices' and 'Historico de búsqueda'. The search results section shows 'Resultados: 0' and a list of results, including 'residuo sólido Bolivia'. There are options to 'Ordenar por' (Order by) 'Publicación - Más nuevos primero' and 'Mostrar 15 ítems por página'. A 'Filtros' section is visible on the left with a 'Filtrar' button. At the bottom, there is contact information for SciELO - Scientific Electronic Library Online, including the address 'Rua Dr. Diogo de Faria, 1087 - 9º andar - Vila Clementino 04037-003 São Paulo/SP - Brasil' and the email 'scielo@scielo.org'.

Figura 3: Resultados de la búsqueda por ‘residuo sólido’ en SciELO internacional.

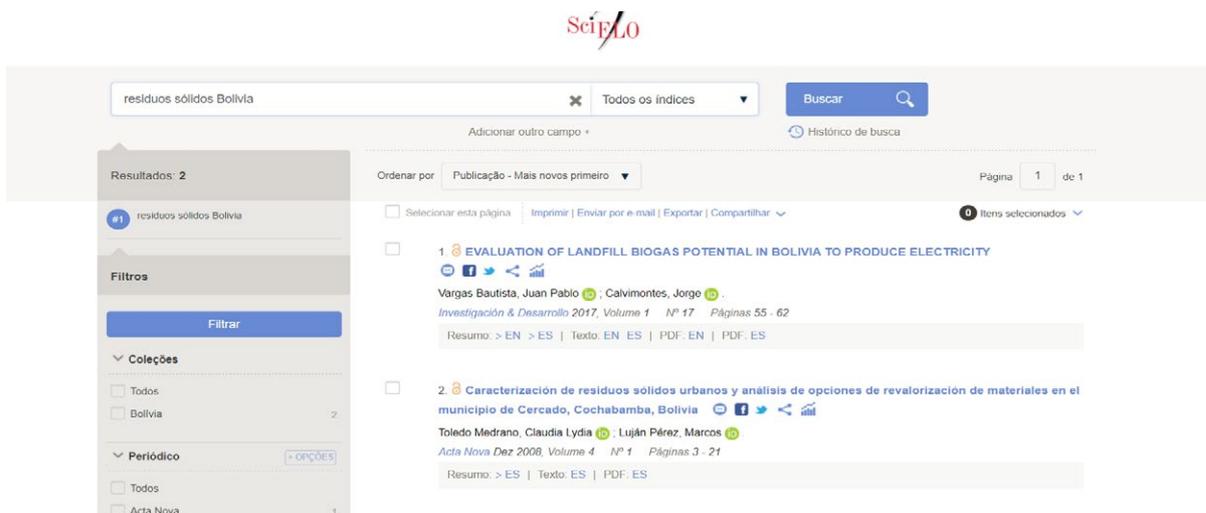


Figura 4: Resultados de la búsqueda por ‘residuos sólidos’ en SciELO internacional.

La tabla 2 sintetiza la información sobre la cantidad de artículos encontrados en cada registro de búsqueda.

Tabla 2: Cantidad de artículos encontrados en cada registro de búsqueda

	SciELO Bolivia	SciELO internacional*
Residuo sólido	0 artículos	0 artículos
Residuos sólidos	21 artículos	2 artículos
* Se añadió la palabra ‘Bolivia’ a la búsqueda		

La búsqueda en la página de SciELO nacional por ‘residuos sólidos’ fue la que más artículos resultó, 21 artículos en total (ver lista completa en el anexo). La búsqueda por ‘residuos sólidos Bolivia’ en SciELO internacional llevó a 2 artículos, los mismos que se encontraban en la lista anterior. La búsqueda en ambas páginas por ‘residuo sólido’ no tuvo resultados. Para uno de los estudios, el link de acceso estaba quebrado, no siendo posible leer ni el resumen ni el texto completo. De esa manera, para los

demás 20 artículos, se realizó la lectura de los respectivos resúmenes, permitiendo identificar a aquellos cuyo objeto está en el campo de los residuos sólidos tal como está definido en el marco conceptual y que por tal motivo integran la muestra de nuestro estudio. Los artículos que se consideran como no pertenecientes al campo de los residuos fueron excluidos del análisis luego de la indicación de los motivos de su exclusión.

En algunos casos, la exclusión del artículo se debió a que el objeto de análisis no guardaba ninguna relación con el campo, como los textos sobre recuperación de suelos contaminados por minería. En otros casos, ocurrió que el tema del artículo tenía con el campo una relación indirecta, como por ejemplo los textos sobre compostaje de residuos de la industria agrícola. Sin embargo, hubo muchos artículos cuyo

objeto estaría incluido en nuestro campo, que fueron publicados en una revista boliviana, pero fueron escritos por autores del extranjero y aplicados en sus países, siendo por eso desclasificados. El artículo cuyo link estaba quebrado también fue excluido. La tabla 3 indica sucintamente los motivos de exclusión de los artículos que no integran la muestra.

Tabla 3: Identificación de los artículos excluidos de la muestra y motivos de exclusión.

Autor y año	Motivo de exclusión de la muestra
Apaza Paco et al., 2018	Análisis bioquímico de la presencia bacteriológica en quesos frescos y de métodos de descontaminación con indicadores de la norma ISO aplicable.
Díaz et al., 2020	Uso de compost orgánico para la recuperación de suelos contaminados por actividad minera.
Aduviri, 2018	Técnicas de minimización de residuos sólidos oriundos de la actividad minera.
Ramos-Ramos et al., 2020	Producción agrícola limpia e industrialización ecoeficiente de la pasta de cacao en Ecuador.
Sánchez-Yáñez et al., 2015	Aplicación de técnicas biológicas para la recuperación de suelos contaminados por aceite residual automotriz.
Zambrana Vás, 2010	Link quebrado.
Belizario Quispe, 2019	Análisis de la contaminación por Fósforo, Arsénico y otros metales en las aguas superficiales del Río Coata, cuenca del Titicaca, Perú.
Callisaya et al., 2016	Análisis mecánico de alambres de nitinol.
Escalante-Canizal et al., 2017	Aplicación de técnicas biológicas para la recuperación de suelos contaminados por aceite residual automotriz.
Baltierra-Trejo et al., 2016	Aplicación de técnicas biológicas para la degradación de residuos oriundos de la producción agrícola.
Yáñez et al., 2007	Evaluación del compostaje de residuos oriundos de la industria agrícola.
García-Ortiz et al., 2015	Análisis de la contaminación de lixiviados de rellenos sanitarios en México.
Márquez-Benavides et al., 2014	Análisis de la contaminación de lixiviados de rellenos sanitarios en México.
Sánchez-Yáñez et al., 2012	Análisis del impacto de gases generados en un relleno sanitario sobre el crecimiento vegetal en México.
Petri Flores et al., 2005	Estudio del tratamiento previo de residuos sólidos urbanos con aire en Argentina.

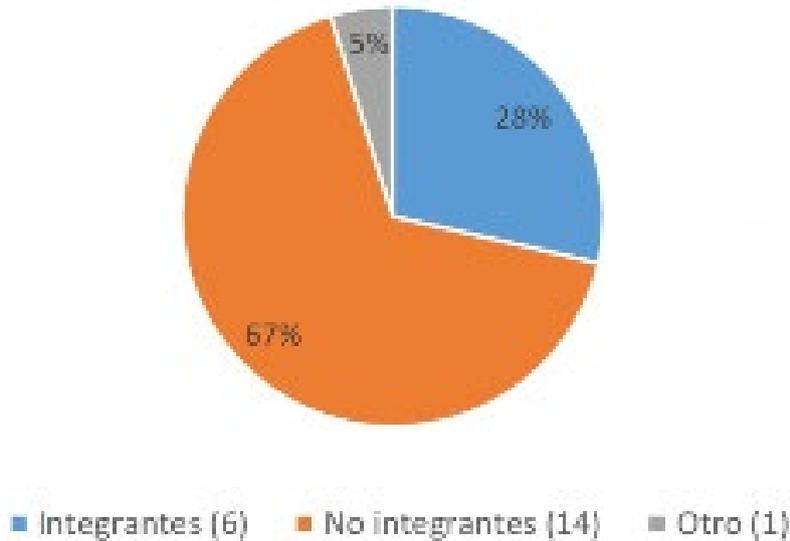
Es importante dejar claro que los autores de este estudio no excluimos la posibilidad de

que existan otros artículos que no hayan sido encontrados en la herramienta de búsqueda. No

obstante, el enfoque de este trabajo consiste en valorizar la publicidad y la accesibilidad de la producción científica nacional, es decir, sin desmerecer a otras publicaciones, consideramos sobre todo los artículos con acceso a través de SciELO, una herramienta de búsqueda de fácil manejo y amplio alcance. Desde nuestro punto de vista, sirve de poco que un texto de

calidad no llegue a la comunidad científica y demás interesados por tener una divulgación limitada. La publicidad de las investigaciones es un elemento importante de la producción científica. La figura 5 consolida los datos finales sobre cantidades y porcentajes de artículos incluidos y excluidos de la muestra.

Figura 5: Cantidades y porcentajes de artículos integrantes y no integrantes del campo de estudio.



Para los artículos no considerados como parte de la muestra, se describió de manera resumida su objeto de estudio. Vale insistir que no se valoró ni la calidad del artículo ni tampoco la pertinencia para su campo de origen, es decir, no se evaluaron sus contribuciones incluso porque algunos de ellos tienen utilidad en nuestro campo. La propuesta era únicamente identificar la contribución de la producción científica para el campo de los residuos sólidos. La cantidad de artículos encontrados que no conciernen el tema, a pesar de la

elección de las palabras-clave de búsqueda, se debe posiblemente a cuestiones técnicas de la herramienta de búsqueda o al empleo de la expresión ‘residuos sólidos’ por los autores en sentido diverso de aquel empleado en nuestro estudio y en el marco de nuestro campo.

Análisis de los Resultados

La tabla 4 muestra las principales informaciones sobre los artículos integrantes del campo de los residuos y, por lo tanto, de la muestra de este estudio.

Tabla 4: Lista de los artículos científicos integrantes del campo de los residuos sólidos en Bolivia.

Título (resumen)	Autores	Año
Comportamiento de la lombriz roja en sistemas de compostaje	Mamani-Mamani et al.	2012
Caracterización de residuos sólidos urbanos en Cochabamba	Medrano y Pérez	2008
Caracterización y revalorización de residuos de la construcción	Meneses y Pérez	2016
Propuesta para la gestión de residuos en Cochabamba	Pérez	2003
Potenciales abonos para la producción orgánica	Ruiz et al.	2015
Evaluation of landfill biogas potential in Bolivia	Vargas y Calvimontes	2017

Una vez definida la muestra de nuestro estudio, se pasó a la fase de análisis. Asimismo, el análisis de los resultados constó de dos partes: (i) análisis crítico de los artículos cuyo objeto guarda relación con el campo de los residuos, con la finalidad de recalcar los respectivos aportes para ese campo; (ii) análisis profundado de diferentes criterios sobre estos artículos, para identificar tendencias de investigación.

Aportes de los artículos de la muestra para el campo de los residuos sólidos en Bolivia.

Como indicado en el marco conceptual, la investigación científica ocurre en el contexto de un paradigma o conjunto de paradigmas vigentes, los cuales orientan al investigador en sus procesos de estudio. Desde perspectivas y disciplinas distintas y utilizando enfoques metodológicos diferentes, los investigadores exploran los diferentes objetos de análisis en el campo científico y contribuyen cada cual a su manera a la comprensión del tema estudiado. En lo que se refiere a los residuos sólidos, muchas son las contribuciones de los artículos identificados en la Tabla 3. A continuación, se muestran esos aportes. El orden de presentación y análisis sigue el trayecto mismo de los residuos sólidos, empezando de aquellos que se refieren a su gestión, siguiendo por aquellos que tratan de la generación y de técnicas de tratamiento y cerrando con aquellos que enfocan su disposición final en los rellenos sanitarios.

El artículo de Pérez (2003) plantea un sistema de gestión integral de residuos sólidos para la región metropolitana de Cochabamba como solución a los problemas ambientales y sociales ocasionados por una generación cada vez mayor de “basura”. A pesar de la falta de datos técnicos de consulta en Bolivia, el autor se basa en fuentes alternativas válidas para su estudio. Utiliza el concepto de sistema de gestión integral en una doble perspectiva, además de la actuación y articulación de diversos actores, considera también requerimientos espaciales (terreno), infraestructura, recursos económicos, humanos y tecnológicos para el funcionamiento de este sistema. El artículo propone la separación de los residuos en origen en dos fracciones: húmeda y seca, para su mayor aprovechamiento con la implementación de métodos y tecnologías que mejor se adapten al contexto de nuestro país, y que, consecuentemente permitan un desvío considerable de materiales reciclables de los vertederos. Con razón, indica el autor que ese desvío prolonga la vida útil de los vertederos que, a pesar de ser la alternativa más usada en muchos países, es una tecnología cara (debido al costo del terreno y transporte de los residuos) y difícil de ser lograda, debido a la resistencia de la población, que tarde o temprano llega a morar en las cercanías a estos vertederos. Indica también la necesidad de estudios específicos para el éxito del sistema, tales como el de caracterización, viabilidad económica, proyección, movilizaciones para educar y

garantizar la participación de la población. El artículo provee información completa sobre los componentes necesarios de un plan de gestión integral de residuos.

El artículo de Medrano y Pérez (2008) relata la experiencia de realización de una caracterización de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Cochabamba, destacando la importancia de este tipo de estudios como información base para la implementación de medidas para un manejo adecuado. Se trata de un documento de consulta claro (suficientemente amplio y detallado) para cualquier persona entendida en el área, sirviendo principalmente para los gestores y los operadores del manejo de residuos como las empresas de aseo urbano. Puede servir también para entidades que trabajan en el tema de medio ambiente y urbanismo. En él son enunciados datos de generación actual (ton/día), producción per cápita, clasificación de los tipos de residuos generados en porcentajes, etc. Además, complementan el análisis con un estudio de viabilidad económica sobre la recuperación de residuos orgánicos e inorgánicos a partir de implementación de un sistema de separación en origen y de una planta de recuperación y transformación. Esa prueba de factibilidad es de importancia general para todas las empresas de aseo urbano, que por lo usual funcionan en nuestro país deficitariamente, y tanto los datos como la metodología pueden ser aplicados a otros contextos. Desde el punto de vista metodológico, el trabajo se asienta primeramente en una consulta bibliográfica sobre estudios similares acontecidos en el mismo ámbito, arrojando informaciones sobre cambios en la composición de los residuos, datos del INE para cálculos de proyecciones, etc. Finalmente, para la descripción de la parte operativa de la caracterización, los autores se basan en la normativa vigente (NB 784) para

todo el procedimiento: delimitación y división del área de estudio, toma de muestras, cálculos de peso y volumen, porcentajes de error, etc. Este artículo elabora una serie de análisis que están en el centro de las preocupaciones de nuestro campo.

El objetivo del artículo de Meneses y Pérez (2016) es analizar las perspectivas de revalorización de los residuos de la construcción civil en la ciudad de Cochabamba para proponer un sistema de gestión de dichos residuos. De acuerdo a la norma boliviana, estos son clasificados como residuos “especiales” y demandan un manejo distinto. Sin embargo, afirman los autores, la realidad muestra la carencia de un sistema de gestión y de instrumentos normativos que orienten sobre su manejo, así como de equipamiento y tecnología adecuada para su tratamiento y disposición final, la cual acontece sin ningún control por lo general al borde de ríos, en la vereda de las carreteras, en terrenos baldíos, etc. Los autores proponen 3 contextos para la caracterización de esos residuos: en la construcción de una vivienda nueva, en la demolición de una vivienda de adobe y en la demolición de una de ladrillo. Luego, fue realizada una proyección de la generación de residuos entre (2016-2030). En base a esos datos, los autores proponen un complejo Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición considerando la reducción en su generación; el establecimiento de responsabilidades del generador; la creación de un sistema de recolección y transporte y de un sistema de procesamiento y transformación de los residuos; y finalmente una propuesta de disposición final. Este artículo se constituye en una referencia de consulta útil tanto para los expertos como los novatos en el tema. Está estructurado de una manera clara, su lectura y comprensión son fáciles. A pesar del contenido

ser puramente técnico, la alternancia entre texto e imagen amena su lectura.

Dos fueron los artículos de la muestra cuyo objeto de análisis era algún aspecto del proceso de compostaje, el cual tiene mucho potencial en nuestro país dada la composición mayoritariamente orgánica de nuestros residuos urbanos. Avanzar en esa actividad de recuperación y tratamiento de residuos es un reto importante de la política del sector. La ampliación del compostaje traería beneficios importantes en términos de prolongación de la vida útil de rellenos y botaderos (disminuyendo la cantidad de residuos aterrados) e igualmente para minimizar los impactos ambientales (disminución del potencial contaminante de los lixiviados y de los gases oriundos de la descomposición de materia orgánica, cuyas consecuencias son severas incluso para la vegetación como indica uno de los artículos). La producción y venta de compost por los operadores de los servicios de aseo urbano podría también generar ingresos que ayudarían a equilibrar las cuentas de estos actores que casi siempre funcionan en situación de déficit financiero (gastan más de lo que logran recaudar). Además de esas contribuciones para el campo de los residuos, el compostaje puede mejorar la calidad de suelos contaminados, como sugiere uno de los artículos de nuestra muestra, favoreciendo la producción agrícola. Por fin, la disminución de la emisión de gases en los rellenos es una medida importante de atenuación de las causas del cambio climático y puede ayudar a nuestro país en el cumplimiento de sus compromisos internacionales en esta materia. A continuación, se indican los principales aportes de los artículos cuyo tema de análisis es el compostaje.

Ruiz et al. (2015) analizan el comportamiento del compost luego de distintas técnicas de

rescate y recuperación, argumentando que la producción autosostenible del humus de lombriz representa una alternativa para la reducción de residuos orgánicos, con beneficios para los municipios y el medio ambiente. Describen en la metodología los pasos utilizados para la investigación, que consistieron en una caracterización de los residuos generados en Tiquipaya, la zona de estudio; la elaboración del compost con y sin activador orgánico; preparación y manejo del lombricompostado; cosecha y aplicación de los distintos composts y medición de la capacidad nutritiva en las plantas. Se identificó que un 63% del residuo municipal consiste en materia orgánica, indicando gran potencial de aprovechamiento a pesar del estudio solo haber utilizado residuos generados en áreas públicas, el cementerio, el matadero. Midiendo características físicas y químicas de las distintas muestras, los autores concluyen que el uso de activadores acelera la descomposición y disminuye el volumen de materia orgánica, facilitando la actuación de las lombrices y llegando a una mayor cantidad y una mejor calidad de humus al final del proceso. Demuestran, al final, que la producción de compost a partir de residuos orgánicos urbanos es viable y apta para la producción agrícola.

Utilizando un enfoque similar, Mamani-Mamani et al. (2012) evalúan el comportamiento de una especie de lombriz en ambientes que utilizan distintos sustratos de residuos orgánicos, residuos de cocina y estiércol vacuno. Los residuos de cocina presentan mayor agresividad para las lombrices, debido a que tienen alta salinidad y mayor tamaño de partícula, perjudicando su desarrollo y llevando a un compost de mayor toxicidad. Ese dato es muy relevante para orientar las medidas de gestión de residuos a nivel municipal. El sustrato de estiércol vacuno incrementó el desarrollo de las lombrices, aunque no cumplió

con todos los parámetros fitosanitarios para su comercialización. Corroborando en parte las conclusiones de Ruiz et al. (2015), los autores concluyen que es necesario desarrollar mejor la técnica del vermicompostaje de residuos orgánicos domésticos. Las contribuciones de los dos artículos para el tema del compostaje son relevantes y podrían probadas en otros pisos ecológicos del país.

En su análisis del potencial de producción de energía a través del biogás en rellenos sanitarios de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, Vargas y Calvimontes (2017) emplean un método reconocido internacionalmente para estimar la cantidad de metano producida y calculan la viabilidad económica del aprovechamiento energético utilizando un indicador de tasa interna de retorno de inversión. Los enfoques metodológicos son adaptados a la propuesta temática y presentan igualmente los límites del análisis, con sugerencias de cómo profundizar la temática a futuro. De acuerdo a los autores, no existían datos técnicos fiables para algunos factores, ya que no se produjo estudios sobre el tema en Bolivia. A pesar de eso, el artículo es innovador para el contexto de Bolivia en varios

ámbitos. Trata de un tema clave en la gestión de los residuos, o sea, el manejo de los rellenos, sugiriendo para ese problema una solución enmarcada en el concepto de sostenibilidad. Además, integra al análisis una cuestión actual extremadamente importante: el impacto positivo del reaprovechamiento energético en los rellenos respecto al cambio climático. Al fin y al cabo, ese artículo podría ser usado como base para nuevas investigaciones.

Análisis de la muestra bajo diferentes criterios

Una vez identificados los aportes de los artículos de la muestra para el campo de los residuos, se pasó a su análisis bajo diferentes criterios. Primeramente, se indican los principales objetos de análisis. Aquí queda clara la prevalencia de temas sobre la gestión de los residuos (caracterizaciones y propuestas de manejo para ciudades), del compostaje (factores que inciden en la producción de un compost de calidad) y de aspectos técnicos en el manejo de los rellenos sanitarios. La figura 6 ilustra los temas de análisis preponderantes.

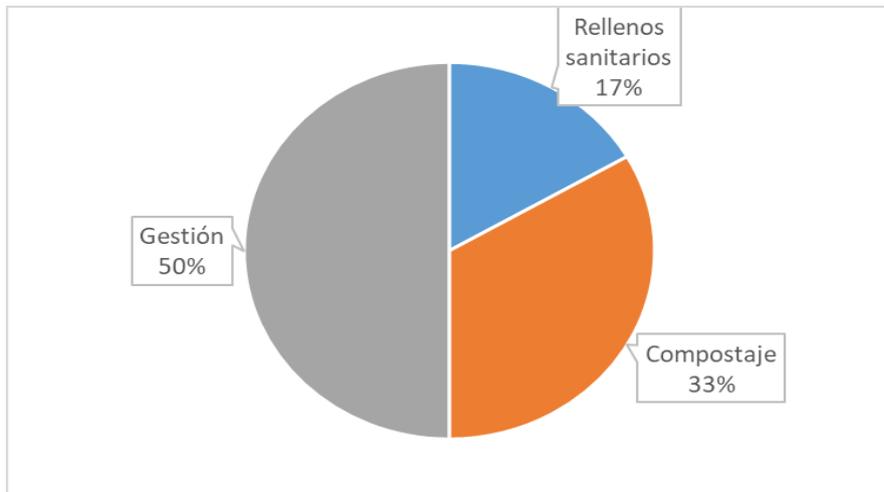


Figura 6: Temas de análisis preponderantes en la muestra de este estudio.

Desde una perspectiva metodológica, queda claro que los temas de análisis están directamente relacionados, en su abordaje, con las disciplinas de origen. Por ejemplo, los análisis sobre compostaje son casi siempre realizados por investigadores de las ciencias agrarias y los textos que tratan sobre los rellenos sanitarios tienen un enfoque a partir de la ingeniería química. Eso sugiere la existencia de potencial para implementar líneas de investigación interdisciplinarias, que generen posibles sinergias y diálogos entre distintas miradas. Cabe indicar también que

existe una concentración importante de autoría en términos de producción científica. En un universo de 6 artículos, un único investigador (Pérez) aparece como autor de 3 textos que, además, tratan de los temas más relevantes para nuestro estudio: gestión y manejo de residuos.

De igual manera, existe otra concentración en términos de origen de los investigadores. La figura 7 indica que los investigadores de nuestra muestra provienen de Cochabamba o de La Paz.

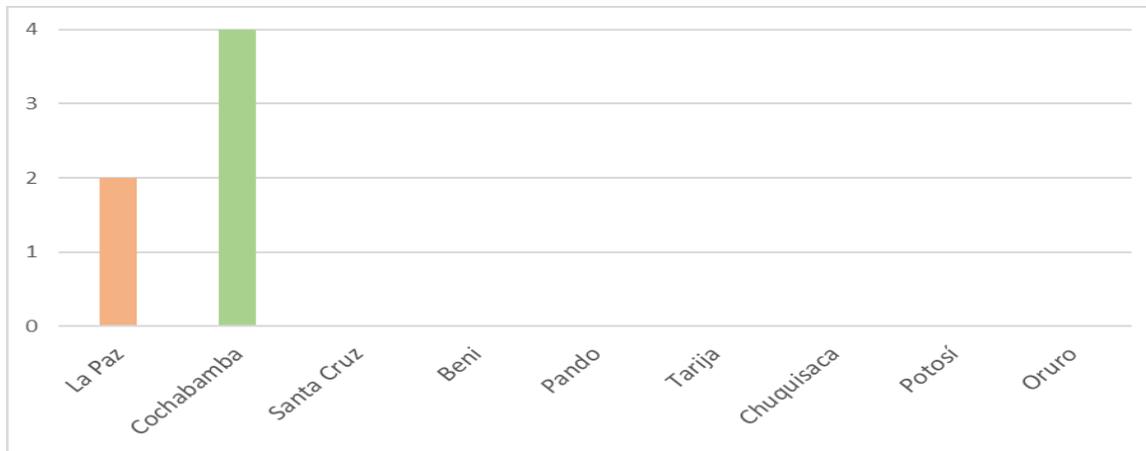


Figura 7: Origen de los autores.

Un tipo más de concentración acontece en el contexto geográfico y espacial de los artículos. Los 3 artículos sobre gestión de residuos tienen como autores a investigadores de Cochabamba y el objeto analizado se refiere a esa ciudad. Lo mismo ocurre con los artículos sobre compostaje. El texto de Ruiz et al. (2015), investigadores cochabambinos, se basa en experimentos que ocurrieron en Tiquipaya y el texto de Mamani-Mamani et al. (2012), que tiene autores paceños, en los Yungas. Si bien Vargas y Calvimontes (2017) son investigadores paceños, su texto analiza rellenos sanitarios en

el eje central, contexto espacial coherente con el tema propuesto. Esa concentración espacial de los artículos puede ser un indicio de la existencia de condiciones favorables en las universidades de esas ciudades a la producción y publicación de los trabajos científicos referentes a la temática de los residuos. De todas maneras, la metodología que emplean y sus conclusiones pueden ser extrapoladas hacia otros contextos nacionales.

De los 6 artículos de nuestra muestra, sólo uno fue escrito en inglés (Vargas y Calvimontes, 2017), y aunque una revisión de la traducción

hubiese sido necesaria, el hecho de haber sido escrito en otro idioma amplía el alcance y la visibilidad internacional de la producción académica en el país. Finalmente, se debe indicar que varios investigadores extranjeros publicaron en Bolivia artículos sobre residuos sólidos en sus países, lo que sugiere que existe espacio entre nosotros para la producción académica nacional e internacional.

Conclusiones y Recomendaciones

En este estudio, buscamos trazar un panorama de la producción académica nacional sobre el tema de los residuos sólidos. Utilizando herramientas de búsqueda en internet, se identificaron los artículos que conforman el campo de los residuos y su manejo, así como sus respectivos aportes. Se analizaron además algunas tendencias de investigación, sus posibles causas y efectos. Los principales temas investigados son la gestión municipal de residuos, el compostaje y los rellenos sanitarios. Esos elementos permiten afirmar que, aunque con algunas limitaciones temáticas, metodológicas y espaciales, se está produciendo conocimiento científico en Bolivia sobre el tema de los residuos sólidos. La baja cantidad de artículos en ese tema puede verse por el lado positivo, como la oportunidad abierta a los investigadores nacionales para aportar a la construcción de conocimiento en ese campo con un gran potencial de expansión. A continuación, se sintetizan los principales hallazgos de nuestro estudio, se indican posibles líneas de investigación complementarias a las que ya existen en Bolivia y se proponen medidas para la mejor articulación de las investigaciones y promoción del desarrollo del sector de los residuos sólidos a través de una mayor incidencia de la academia en la elaboración de políticas públicas.

Los artículos sobre compostaje traen aportes importantes para esa técnica de tratamiento de residuos orgánicos, los cuales constituyen un porcentaje mayoritario de la basura que generamos en Bolivia. Asimismo, el compostaje guarda relación con el manejo de residuos urbanos. En algunos municipios existen estructuras y espacios para el tratamiento de residuos orgánicos a través de la producción de compost, pero muchas veces el material utilizado es únicamente aquel obtenido a partir de la poda de plantas en los espacios públicos (parques, plazas, etc.). Sin embargo, debido a la inexistencia de políticas que incentiven la separación en origen, el residuo orgánico generado en los domicilios, restaurantes, mercados aún sigue siendo enterrado, lo que cambia la calidad de los lixiviados y aumenta la emanación de gases en los rellenos. El análisis del potencial de generación de energía a partir de esos gases tiene igualmente gran aplicabilidad como forma de minimizar los impactos ambientales de esos equipamientos, como muestra el estudio de Vargas y Calvimontes (2017). Esos autores recomiendan, sin embargo, que el método de determinación de la viabilidad económica del aprovechamiento energético sea mejor calibrado. La academia puede contribuir identificando maneras de mitigar la producción de gases, por ejemplo, a través de un mejor manejo de los residuos en los eslabones anteriores a la destinación final.

Si bien el compostaje y el reaprovechamiento energético son temas importantes para nuestro campo debido a su aplicabilidad en la revalorización de los residuos a través de su uso como insumos en otros procesos productivos, los estudios de caracterización de los diversos tipos de residuos y la propuesta de Pérez (2003) para Cochabamba tienen un objeto en nuestra óptica aún más central. Por un lado, estos análisis enfocan temas más relacionados a la

gestión misma de los residuos: los dos primeros muestran que un conocimiento específico sobre la naturaleza de los residuos es esencial para la toma de decisiones respecto a su manejo, mientras que el tercero cuida de varios aspectos de la gestión urbana de los mismos. La centralidad de esos temas reside en el hecho de que configuran un soporte para la ampliación de aquellas actividades de revalorización de los residuos. Es decir, una buena gestión – una gestión integral, como plantea la normativa – es la condición para que el reaprovechamiento ocurra, se desarrolle y se vuelva más sostenible. Por otro lado, estos estudios merecen un reconocimiento aun mayor debido a su carácter pionero. Desde nuestro punto de vista, comprender las características, los cuellos de botella, las dificultades, impases de gestión de residuos e igualmente las potencialidades es el desafío más importante en nuestro campo y, por lo tanto, la tarea más urgente puesta para los actores y para la academia. Si bien existen pocos estudios en esta línea, los que existen sirven como base sólida para avances en la investigación. En síntesis, disponemos de un punto de partida adecuado y consistente.

En ese sentido, para complementar el universo de temáticas prioritarias en el campo de los residuos en nuestro país, proponemos una agenda de investigación con los temas indicados abajo. Importante insistir que esa agenda y los resultados a los cuales llevará pueden fortalecerse aún más en la medida en que los objetos de investigación se apoyen en proyectos de extensión, que servirán de campo de aplicación para corroborar los análisis científico-académicos.

Operación de los servicios de aseo y recolección: evaluación de la operación de los servicios, alcance de la colecta domiciliaria, colecta de residuos especiales y peligrosos,

análisis en municipios de diferentes tamaños, comparación de formatos institucionales de operadores de servicios, análisis económico-financiero de servicios urbanos;

Reaprovechamiento de materiales reciclables: recolección diferenciada, costos, procesos operativos, campañas de comunicación para la separación en origen, técnicas y efectividad; recolección formal e informal de reciclables, mapeo, fortalecimiento y formalización de cooperativas de recolectores informales; procesos de gestión asociativa, mercados potenciales y efectivos;

Reaprovechamiento de materiales orgánicos: compostaje en los distintos pisos ecológicos de Bolivia; tecnologías sociales y prácticas comunarias ancestrales; campañas de comunicación para la separación residuos orgánicos en origen, técnicas de reaprovechamiento y efectividad;

Botaderos y rellenos sanitarios: impactos ambientales, operación de botaderos y rellenos y medidas de mitigación de impactos; efectos sociales, cierre y alternativas de uso para estos equipamientos; integración de estudios sobre cambio climático en el campo de los residuos.

Paralelamente, se sugieren otras medidas para fortalecer el campo de los residuos en Bolivia.

Conformar una red de investigadores, profesionales e interesados sobre el tema en Bolivia, desde una perspectiva interdisciplinaria;

Construir una agenda de investigación y realizar encuentros periódicos de intercambio;

Formalizar acuerdos y convenios de universidades bolivianas con centros de investigación de otros países para internacionalizar los intercambios científicos;

Gestionar junto al MMAyA, ONGs y fundaciones, cooperación internacional y otros potenciales financiadores recursos para investigación y extensión en el área de los residuos sólidos;

Crear condiciones e incentivos para que los alumnos se dediquen al tema (becas, concursos, espacios de publicación, grupos de estudio, etc.), tanto en la perspectiva de la investigación como de la extensión;

Firmar convenios entre las universidades y los gobiernos municipales para la realización de estudios, análisis y proyectos de extensión.

Además de una agenda de investigación y de sugerencias para fortalecer nuestro campo, los autores apostamos en una estrategia de formación universitaria en la que los ejes de enseñanza, investigación y extensión se alimentan mutuamente. Entendemos que la educación a nivel universitario, sobre todo en las entidades públicas, debe formar no apenas a profesionales de alto nivel sino también a ciudadanos y ciudadanas capaces de posicionarse como actores para el desarrollo del país. La adquisición de conocimiento en la universidad debe basarse en un aprendizaje contextualizado, es decir, en una inmersión del estudiante en su contexto social, generando condiciones para que nuevas prácticas y nuevos saberes aparezcan. La vivencia en aula adquiere una dimensión más profunda cuando se suma a la intervención en la realidad y a la reflexión sobre ella. Además, cuando alumnos y profesores salen de los muros de la Universidad y se enfrentan a los problemas cotidianos de nuestra sociedad, se hacen más legítimos y se prestan al diálogo con los poderes públicos y demás actores, ampliando su capacidad de incidir en las políticas públicas. Nuestro campo ofrece ese espacio necesario para la

aproximación integral e interdisciplinaria entre los ejes de enseñanza, investigación y extensión. Un mejor manejo de los residuos llevará no solo a una reducción en la contaminación del aire, del suelo y de las aguas, sino también disminuirá la necesidad de actividades de explotación de recursos naturales, ayudará en una racionalización del uso de energía y minimizará los efectos del cambio climático, presentando incluso ventajas en términos de generación de puestos de trabajo (OIT, 2012). Paso anterior para aquello, el camino hacia una gestión integral de los residuos en Bolivia pasa asimismo por un rol más activo de parte de nuestras universidades en esa temática y los beneficios sociales, económicos y ambientales serán concretos.

Referencias

- Aduviri O (2018) Técnicas de prevención y control de la generación ácida en minería. REV. MAMYM 4:24-31
- Apaza Paco JP, Aspillaga Sánchez, HL, Espada Silva, AM (2018) Evaluación de los indicadores de desempeño de 3M Petrifilm Staph Express (STX) frente a la norma ISO 6888-1:2003 en el recuento de *Staphylococcus aureus* en quesos frescos por contaminación artificial. Rev. Cs.Farm. y Bioq. 6(1),15-26
- Baltierra-Trejo E, Silva-Espino E, Márquez-Benavides L, Sánchez-Yáñez JM (2016) Inducción de la degradación de lignina de paja de trigo en aromáticos por *Aspergillus spp.* Y *Penicillium chrysogenum*. J. Selva Andina Res. Soc. 7(1),10-19
- Belizario Quispe G, Coila JC, Ramos EH, Olarte DAC, Betancur HNC (2019) Determinación del contenido de Fósforo y Arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales

del Río Coata, afluente del lago Titicaca, Perú. Rev. Bol. Quím. 36,5:223-228.

Bojo Canales C., Fraga Medín C., Hernández Villegas S., Primo Peña, E. (2009) SciELO: un proyecto cooperativo para la difusión de la ciencia. Revista Española de Sanidad Penitenciaria, 11(2), 49-56. Recuperado en 14 de febrero de 2022 de shorturl.at/kpF13

Bourdieu P, Wacquant L (2005) Una invitación a la sociología reflexiva. Buenos Aires, Siglo XXI.

Callisaya CE, Soria S, Soul, H (2016) Análisis del daño por fretting en alambres de nitinol. Revista Boliviana de Física, 29 (29), 17-22.

Cano NSSL, Iacouvidou E, Rutkowski EW (2022) Typology of municipal solid waste recycling value chains: a global perspective. Journal of Cleaner Production 336. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130386>

Díaz L, Laguna H, Gutiérrez Y, Melo A, Vega A (2020) Tratamiento de suelos mineros mediante co-compostaje con Biochar, estiércol ovino y residuos orgánicos domiciliarios. REV. MAMYM.5(2):11-18

Escalante-Canizal S, Márquez-Benavides L, Baltierra-Trejo E, Saucedo-Martínez BC, Sánquez-Yáñez JM (2017) Biorremediación y fitorremediación de un suelo impactado por aceite residual automotriz con *Helianthus annuus* y *Burkholderiavietnamiensis*. J. Selva Andina Res..8(2):104-114

García-Ortiz VR, Márquez-Benavides L, Sánchez-Yáñez JM (2015) Evaluación de la fitotoxicidad de un lixiviado de Relleno Sanitario sobre *Phaseolus vulgaris* L y supervivencia de microorganismos de importancia sanitaria. J. Selva Andina Res. Soc. 6(2):51-63

Guirao Goris SJA (2015) Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene, 9 (2) <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>

Jiménez MOJ (2013) Residuos sólidos: la basura es problema de todos. La Paz, s.e., 5ª edición actualizada

Keele S (2007) Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering Durham, University of Durham

Kuhn TS (1970) A estrutura das revoluções científicas. São Paulo, Editora Perspectiva

Hart C (1998) Doing a literature review. London: Sage Publications

Luján Pérez M (2003) Propuesta Básica para la Gestión de los Residuos Sólidos de la Zona Metropolitana de Cochabamba. Rev Acta Nova. 2(2):187-207

Mamani-Mamani G, Mamani-Pati F, Sainz-Mendoza H, Villca-Huanaco R (2012) Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. J. Selva Andina Res. Soc. 3(1):44-54

Márquez-Benavides L, Sánchez-Yáñez JM (2014) Evaluación del Índice de Contaminación de Lixiviados de Relleno Sanitario y Efecto fitotóxico en la Germinación y Plántula de *Phaseolus vulgaris* L. J. Selva Andina Res. Soc. 5(1):13-23

OIT (2012) Hacia el desarrollo sostenible: oportunidades de trabajo decente e inclusión social en una economía verde. Organización Internacional del Trabajo. Disponible en: shorturl.at/lxAFU

Pettri Flores MD, Reta MR, Acuña GM, Barboza OM, Kruzolek C, Smorzewski MB, Meichtry MB (2005) Tratamiento con aire previo a la degradación anaeróbica de residuos

- sólidos urbanos. Estudio comparativo. Rev ActaNova. 3(1):29-43
- PPGIRS (2012) Programa Plurinacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. MMAyA. Disponible en: shorturl.at/iyEIZ
- Ramos-Ramos TP, Guevara-Llerena DJ, Sarduy-Pereira LB, Diéguez-Santana K (2020) Producción más limpia y ecoeficiente en el proceso del cacao: un caso de estudio en Ecuador. Inv. y Des. 20(1):135-146
- Ruiz J, Acero M, Ortuño N (2015) Potenciales abonos para uso en la producción orgánica: manejo de residuos orgánicos municipales con activadores. J. Selva Andina Biosph. 3(1):39-55
- Sánchez-Yáñez JM, Baltierra-Trejo E, Márquez-Benavides L (2012) El efecto de los gases de relleno sanitario en el crecimiento vegetal. J. Selva Andina Res. Soc. 3(1):55-65
- Sánchez-Yáñez JM, Alonso-Bravo JN, Dasgupta-Schuber N, Márquez-Benavides L (2015) Biorremediación de suelo contaminado con 55000 y 65000 de aceite residual automotriz y fitorremediación con Sorghum bicolor inoculado con *Burkholderia cepacia* y *Penicillium chrysogenum*. J. Selva Andina Biosph. 3(2):86-94
- Toledo Medrano CL, Luján Pérez M (2008) Caracterización de residuos sólidos urbanos y análisis de opciones de revalorización de materiales en el municipio de Cercado, Cochabamba, Bolivia. Rev ActaNova.4(1):3-21
- Vargas Bautista JP, Calvimontes J (2017) Evaluation of landfillbiogas potential in Bolivia to produce electricity. Inv. y Des. 1(17):55-62
- Vargas Meneses Rodrigo, Luján Pérez M (2016) Estudio de Caracterización y Propuestas de Revalorización de Residuos de Construcción y Demolición en la Ciudad de Cochabamba. Rev ActaNova.7(4):399-429
- Zambrana Vás DA (2010) Estudio de la valorización energética de la “fracción resto” del ecovertedero de Zaragoza. RevActaNova. 4(4):447-463.