



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ESTUDIO DE DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EFECTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autora:

Vilma Saavedra Silva

Asesor:

M. Sc. Marieta Eliana Cervantes Peralta

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud y fortaleza para vencer todos los obstáculos; a mis padres por su gran amor hacia mí y su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida para lograr mis objetivos trazados; a mis hermanos por confiar en mí y apoyarme en los momentos más difíciles. A mis amigos que siempre me coadyubaron y me dieron ánimos para salir adelante; y a mis docentes por el conocimiento impartido, que gracias a ello me convierte en un profesional capaz de afrontar nuevos retos.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, que me ha guiado en mi lucha por lograr mis objetivos personales.

A mis padres, gracias a ellos por confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras de aliento.

A mis hermanos porque siempre han estado a mi lado y supieron inculcarme valores y virtudes que han hecho de mí la persona que soy.

A mis amigos por apoyarme siempre en el logro de mis metas, dándome los mejores consejos y haciéndome una persona de bien.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	14
2.1. Tipo de investigación	14
2.2. Población y muestra	15
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	16
CAPÍTULO III. RESULTADOS	20
3.1. Identificación de las propiedades fisicoquímicas de suelos degradados	22
3.2. Identificación de tipo de degradación de suelos	26
3.2. Caracterización e Identificación de Residuos sólidos	29
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	38
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Protocolo de resultados a analizar según autor</i>	20
<i>Tabla 2. Propiedades Fisicoquímicas de diferentes suelos degradados</i>	22
<i>Tabla 3. Identificación de tipos de degradación según el porcentaje de superficie afectada</i>	26
<i>Tabla 4. Caracterización de residuos sólidos</i>	29
<i>Tabla 5. Consolidada la generación de residuos sólidos</i>	31

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Propiedades Fisicoquímicas de diferentes suelos degradados</i>	24
<i>Figura 2. Propiedades fisicoquímicas de diferentes suelos degradados en valor promedio</i>	25
<i>Figura 3. Superficie afectada por los tipos de degradación del suelo en porcentaje</i>	27
<i>Figura 4. Superficie afectada por los tipos de degradación del suelo en porcentaje promedio</i>	28
<i>Figura 5. Caracterización de residuos sólidos</i>	30
<i>Figura 6. Composición física de los residuos sólidos</i>	30
<i>Figura 7. Generación de residuos sólidos</i>	31
<i>Figura 8. Generación de residuos sólidos en promedio</i>	31

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene por finalidad describir la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos. El tipo de investigación es aplicada, con enfoque mixto, nivel descriptivo y diseño observacional – no experimental con corte longitudinal. Los resultados revelan que la degradación más significativa es la hídrica, cuya representación en promedio es del 15.55%, y la menos significativa es la degradación biológica, la cual representa el 4.15% en promedio. Asimismo, los principales residuos sólidos son domésticos, urbanos y domiciliarios; siendo los residuos de alimentos como los componentes más representativos (67.0%); seguido de los residuos de cocina (27.16%), papel (22.75%), cartón y vidrio (11.33%), sin embargo, los residuos de tejidos significan el 1.2%. En síntesis, existen diversos tipos de degradación de suelos: degradación física, química, biológica, eólica e hídrica. Los residuos sólidos se caracterizan principalmente por la presencia de: Papel, cartón, vidrio, metal, plástico, polvo de barredura, tejidos, residuos de cocina, residuos de alimentos, residuos de jardín; en este sentido se identifican los siguientes tipos de residuos sólidos: domésticos, urbanos y domiciliarios.

Palabras clave: Residuos sólidos, degradación de suelos, efecto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La actividad humana ejerce gran presión sobre la tierra, lo que exagera los procesos de degradación de esta, en referencia Hernández, *et al.* (2011) manifiesta que las actividades humanas son la principal causa de este proceso.

Ciertamente, entre de los principales factores relacionados con el aumento de la degradación ambiental están los cambios frecuentes no planificados en el uso de la tierra, por encima de la capacidad de carga del suelo (Díaz, 2015). Asimismo, entre una de las causas de degradación del suelo se encuentra la erosión, especialmente se deriva de las labores agrícolas (Gómez y Estrada, 2019), la erosión es una de las principales razones por la que los suelos agrícolas pierden su capacidad productiva. (Díaz, 2015). Cabe mencionar que el término sequía es uno de los factores más significativos que contribuyen a la degradación del suelo en las regiones áridas. (Hernández, *et al.*, 2011)

Para Rivera (2011), la degradación del suelo es un proceso incitado por el hombre que menguan la capacidad actual o futura del suelo para sostener la vida humana. Para, Gibbs y Salmon (2015) es una disminución en la productividad de la tierra o suelo debido a la actividad humana, incluyendo una serie de cambios físicos, químicos y biológicos. Santana y Ulloa (2013) patentan que el suelo es un recurso limitado y que, de su uso inapropiado e implementación de pobres prácticas de manejo, resulta la degradación. Por ello Vázquez y Loli (2018) sostiene que recuperar suelos degradados es recuperar sus funciones biológicas, físicas y químicas, principalmente.

Por otra parte, para Fazenda y Tavares (2016) la generación de residuos sólidos representa un problema para el manejo y disposición final de los desechos, debido a la deficiente gestión y poca planificación. Sin embargo, la caracterización de los residuos

sólidos es un estudio que permite medir las actividades relacionadas con los residuos producidos en una población. (Oróstegui, 2010).

La gestión de residuos sólidos es un conjunto de actividades técnicas y administrativas que, a través de la coordinación, concentración el manejo apropiado conllevan al resultado esperado, por el contrario, una mala gestión origina: vertidos incontrolables, contaminación de aguas superficiales como subterráneas, incendios, humos fétidos (Loayza y Matos, 2010). En este sentido, una de las estrategias de la gestión de residuos consiste en la realización de prácticas de reducción y reciclaje de residuos. (Cruz y Ojeda, 2013). En tal sentido, es importante mencionar que un tema que es necesario para la gestión de residuos es su caracterización, y lo es porque contribuye elementos para comprender las dimensiones de la producción, el manejo y su disposición final; así como a sustentar cómo contribuye a la degradación ambiental. (Vázquez y Loli, 2018).

Cabe mencionar que existen variadas definiciones de residuos sólidos. Para Mora y Berbereo (2010), residuo es cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su generador, no usado por la actividad principal, pero susceptible de ser utilizado posteriormente de forma externa o interna. Mazzeo (2012), entiende que residuo es cualquier producto en estado sólido, líquido o gaseoso originado de un proceso de extracción, transformación o utilización, al que su propietario decide renunciar o desprenderse, dado que existe una carencia de valor para o porque ya no puede servir de utilidad para fin que fue adquirido o creado. Fazenda, y Tavares (2016), definen “Residuos son sustancias u objetos de que el detentor se desprende o tiene la obligación legal de desprender, que contienen características de riesgo por ser inflamables, explosivos, corrosivos, tóxicos, infecciosos o radioactivos o por presentar cualquiera otra característica que constituya peligro para la vida o salud de las personas y para el ambiente”.

Quintero (2017) logra evidenciar cambios importantes en las propiedades físicas, químicas, estructurales y mecánicas de muestras, producidos por la presencia de lixiviados de residuos sólidos durante un periodo de tiempo prolongado; sin embargo, el mayor efecto se presenta en las propiedades químicas, afectando notoriamente la estructura del material con consecuencias importantes en las propiedades hidro-mecánicas del suelo, tornando el material inestable y vulnerable ante situaciones externas.

Rivera (2011), en el artículo *Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México*; estudió la Zona II de la Cuenca de Burgos (México) con el objetivo de evaluar y conocer los distintos tipos de degradación, originada por la acción antrópica. Para ello se delimitaron los tipos de suelo, se seleccionaron áreas representativas para realizar perfiles de suelos y se evaluó la degradación de los mismos siguiendo la metodología de ASSOD (Assessment of Soil Degradation in South and Southeast Asia). Los resultados muestran como el 74% del área estudiada presenta evidencias de degradación. Las causas principales son el sobrepastoreo y las prácticas agrícolas superficiales, a lo que hay que añadir las actividades industriales recientes de PEMEX (Petróleos Mexicanos). En conclusión, la degradación más acusada se presenta en Calcisoles. Los Leptosoles, por el contrario, tienen menor degradación, pero es en donde se da la mayor actividad industrial.

Montoya y Martínez (2013) en su artículo *Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque*, se estableció como objetivo identificar el manejo actual de residuos sólidos de empaques generados en zonas de alimentación dentro de la Universidad El Bosque. En la metodología se realizó un trabajo de campo durante 4 meses en el que se identificó el manejo actual de los residuos desde su generación hasta su disposición final en la Universidad; posteriormente se definieron 9 zonas de alimentación para cuantificar y caracterizar los residuos de empaques generados a partir de entrevistas. En

conclusión, las nueve zonas de alimentación producen en conjunto un total de 375 kg de empaques por semana, principalmente.

En el artículo *el reciclaje de residuos sólidos municipales para el desarrollo sostenible de Chiclayo*, Burga (2015) tuvo como principal objetivo describir los problemas que origina la presencia de residuos sólidos en la ciudad de Chiclayo esta investigación de tipo analítico-descriptiva, para lo cual se utilizó las técnicas de entrevista y observación, concluyendo que en 2014 la ciudad de Chiclayo tuvo la posibilidad de desarrollar con éxito el Programa de Segregación en la Fuente y recolección selectiva de residuos sólidos, sin embargo, se canceló por problemas de corrupción.

El tema de investigación surge porque en todas las ciudades alrededor del mundo han sufrido y sufren por obtener una gestión eficaz relacionado al recojo los residuos sólidos que genera el hombre, en consecuencia se estaría dando paso a la degradación del medio donde la actividad humana es ejercida, frente a ello diversas localidades han encontrado la solución mediante la implantación de sistemas de reciclaje y el uso de rellenos sanitarios para la disposición final correcta de los residuos sólidos urbanos, considerando que las políticas de Estado comprenden la protección de la salud y del medio ambiente. (Cruz y Ojeda, 2013). En este sentido nace la presente investigación, por la presencia de cantidades considerables de residuos sólidos y su efecto visto en la degradación de suelos agrícolas.

A pesar de existir una normativa clara en cuanto al tratamiento que se debe dar a los residuos sólidos, siguen existiendo sitios tales como botaderos ilegales o incluso rellenos sanitarios municipales que generan un impacto negativo en el ambiente, al incumplir con los requerimientos mínimos de disposición final de residuos sólidos y su vertimiento.

Se resalta entonces, la necesidad de generar conciencia no solo en las autoridades ambientales sino en la comunidad en general, en lo concerniente a la regulación en la disposición final de residuos sólidos, para que cumplan con todas las normativas de manejo

integral de los residuos y sus lixiviados. Lo cual evitará una contaminación del suelo de fundación; prevenientes así, futuros problemas geotécnicos de consideración.

De hecho, la negligencia o el manejo inconveniente de la eliminación de residuos sólidos peligrosos pueden perturbar el entorno natural, y conllevar a litigios de activistas ambientales y reguladores. La eliminación de residuos por parte de las empresas requiere una inversión mutua para reparar su generación (Bamidele, 2020). Existe la necesidad de encontrar formas sostenibles de eliminación de estos desechos sólidos y determinar las aplicaciones de estos desechos sólidos en diferentes sectores industriales para reducir su cantidad. (Singh, 2019).

Unas de las primeras facetas que deberían abordarse para el estudio del problema, consiste en analizar el medio ambiente, en este sentido Elías (2013) sostiene que los diversos impactos ambientales provocados sobre el medio relacionado por el flujo de materias primas, energía y emisiones, se han organizado en varios factores llamados vectores contaminantes.

1.2. Formulación del problema

¿Qué efectos presenta la degradación de suelos por residuos sólidos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar un estudio de la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos.

1.3.2. Objetivos específicos

Identificación de las propiedades fisicoquímicas de suelos degradados por presencia de residuos sólidos

Identificar los tipos de degradación de suelos por presencia de residuos sólidos

Caracterizar e identificar los tipos de residuos sólidos en la degradación de suelos

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación por su desarrollo es aplicada y recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, se caracteriza por la utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación”. (Montoya y Martínez, 2013). En este sentido, la presente investigación busca tenores afines con el estudio de degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos.

Nivel de Investigación.

Descriptiva, porque busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren (Hernández, *et al.*, 2010). En el presente trabajo se trata de describir la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos.

Diseño de investigación

Observacional: De acuerdo con Zayas (2010) y Ascanio (2017), los estudios observacionales (EO) corresponden a diseños de investigación cuyo objetivo es “la observación y registro” de acontecimientos sin intervenir en el curso natural de estos. Las mediciones, se pueden realizar a lo largo del tiempo (estudio longitudinal), ya sea de forma prospectiva o retrospectiva. En este sentido la presente investigación se basa en el registro de fuentes de información que guardan similitud con la degradación de suelos por actividad de residuos sólidos.

No experimental, se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural

para después analizarlos (Hernández, *et al.*, 2010); en este sentido las variables: degradación de suelos y residuos sólidos buscan ser descritas, por tal no se hará ninguna manipulación.

Corte de investigación

Longitudinal, la medición será a lo largo de un período de tiempo, es decir, se recolectan datos en un lapso de tiempo determinado (Hernández, *et al.*, 2010).

2.2. Población y muestra

Población

La población motivo de esta investigación es finita, dado que se conoce el número exacto de elementos que lo componen, para lo cual se está considerando una población de 28 estudios afines a la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos, considerando un alcance a nivel nacional como internacional.

Muestra

La muestra está constituida por 08 (ocho) estudios relacionados a la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos.

Métodos de investigación

Método Descriptivo: Se describe las variables en estudio y se analiza su comportamiento para la inferencia de las características de la población (Hernández, *et al.*, 2014). Se utilizará este método en el presente estudio para describir los tipos de degradación de suelos producto de los residuos sólidos de acuerdo con las fuentes informativas seleccionadas.

Método Analítico: Permite descomponer un todo en sus partes, con la finalidad de estudiar y conocer sus características, naturaleza y propiedades de los elementos para encontrar la verdad (Romero y Flores, 2010). Mediante este método se buscará los componentes lógicos como los tipos de degradación y tipos de residuos sólidos

Método deductivo: Indica que el estudio parte de lo general a lo particular, de la ley al hecho, puede afirmarse que va de arriba hacia abajo (Romero y Flores, 2010). Para el tema en cuestión se utilizará la información teórica y conceptual que se tiene de la degradación de suelos por actividad de los residuos sólidos.

Método Inductivo: Permite el razonamiento que se analiza una porción de un todo (Espín, *et al.*, 2017). En el presente trabajo de investigación se utilizará en la recolección de datos para llegar a conclusiones de carácter general.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes de Información

Fuente Secundaria: consistente en la revisión documentaria y recopilación de información de trabajos similares. Para lo cual se ha hecho uso como instrumento de recolección de información buscadores online (Scielo, Redalyc, Dialnet, entre otros) de los cuales se han extraído artículos científicos, revistas científicas, tesis e informes con contenido relacionada al trabajo y fichas de observación como parte de la revisión sistemática de la literatura. Es decir, se utilizó la técnica de análisis documental, con el propósito de adquirir la documentación teórica del problema de investigación en cuestión, se revisó textos y sucesos afines al tema. Toda la información ha sido recolectada utilizando

los siguientes términos de búsqueda: Residuos sólidos, degradación de suelos, tipos de degradación de suelos, degradación física, degradación química, degradación biológica.

Los criterios de selección para la muestra son:

Criterios de inclusión: Estudios que tienen un enfoque más práctico que teórico, esto hace referencia a que tiene resultados concisos, de manera explícita y fundamentada, además de mostrar una metodología bien elaborada; especialmente se consideró a estudios con contenido netamente de degradación de suelos.

Criterio de exclusión: Se dejaron de lado los estudios que no presentan resultados técnicos, respecto a la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos.

Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Una vez recogida la información y datos, se procedió al análisis e interpretación de estos; por consiguiente, se organizaron y presentaron mediante gráficos estadísticos, para su posterior interpretación y análisis de los resultados, para ello se presentará utilizando hojas de cálculo de la herramienta técnica de Microsoft Excel.

Gráfico estadístico, es un cuadro que se usa para organizar, clasificar y resumir datos relevantes que se ha recolectado, con la finalidad de informarse sobre algún tema. Su uso permite registrar, ordenar y resumir los resultados cuantitativos recolectados de alguna variable investigada, así como establecer relaciones entre diversas variables (Ministerio de Educación de Guatemala, 2011). Estos gráficos son: gráficos de barras y columnas, gráficos circulares, tablas, entre otros.

2.4. Procedimiento

Etapa 1: Pre-campo

Consistió en la revisión sistemática de la literatura, buscando fuentes informativas con carácter similar al presente tema; esencialmente se ha tomado fuentes o buscadores de información como: scielo, redalyc, science, dialnet, google académico, alicia.net y páginas virtuales de diversas universidades nacionales e internacionales; de los cuales se han podido extraer: artículos científicos, revistas científicas, tesis, papers, informes y conferencias que en cuyo tenor expresan información sumamente importante para poder plasmar y clarificar el objetivo que se viene percibiendo en este presente estudio.

Etapa 2: Trabajo de gabinete

Con la aplicación de los instrumentos se obtendrá la información requerida, con ello se realizará el análisis e interpretación de los resultados, para tal se hará el empleo de cuadros estadísticos, tablas, gráficos circulares haciendo uso de Microsoft Excel.

Etapa 3. Metaanálisis

Esta etapa constituye la evaluación de los diferentes tipos de residuos sólidos, cuya generación y presencia en la superficie genera la degradación de suelos, con efectos muy negativos para el medio ambiente. Estos resultados obtenidos según las fuentes seleccionadas enmarcan la respuesta a la pregunta de investigación, para lo cual se recurrirá a la representación gráfica mediante tablas, haciendo uso de Microsoft Excel.

Etapa 4: Elaboración de tesis

Con los resultados obtenidos se procedió a la redacción del informe de tesis, siguiendo el formato de la Universidad Privada del Norte facilitado por el docente a cargo del curso.

Aspectos éticos de la investigación

La presente investigación se trabajó con base de datos indexadas, lo cual respalda el tipo de información que se obtiene de ellas, además de la manipulación precisa para revelar las fuentes, hallazgos informativos considerados, respetando las interpretaciones de los autores originales. Se brindará información abierta y completa en beneficio de la comunidad científica, cuyos resultados serán mostrados y compartidos para nuevas y futuras investigaciones. El contenido debe ser conciso, con la metodología detallada y una correcta interpretación de análisis de resultados. Finalmente, citar acorde a la norma APA, de manera correcta.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos se revela en las tablas siguientes, de acuerdo con los objetivos de investigación se presentan los estudios en respuesta a dichos propósitos, estas fuentes han sido seleccionadas para la muestra de la presente investigación.

Tabla 1

Protocolo de resultados a analizar según autor

AUTOR	TÍTULO	RESULTADOS
Hernández, Carrasco y Alfaro (2011)	Degradación del suelo en una zona semiárida tropical de México	La erosión química es la que afecta la mayor área, si bien es mayor al 50% de la superficie en las zonas con climas árido y muy árido, el nivel de afectación es ligero en más del 75% de esta superficie. Es menor la superficie degradada por erosión física, pero con una reducción de la productividad biológica extrema en los climas semiáridos (46%) y áridos (67%).
Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013)	Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida	La menor degradación física corresponde a los mezquiales cerrados 1 y 2 (Mc1 y 2) (Figura 3), en el segundo lugar están el mezquital abierto 2 (Ma2) y la parcela con la agricultura activa (Aa), mientras que los sitios con mayor degradación física fueron la parcela agrícola abandonada (Ab) y el suelo desnudo (Sd).
Flores (2017)	Contaminación de suelos agrícolas por actividades socioeconómicas en la ribera del Lago Titicaca del Centro	La producción de sólidos orgánicos e inorgánicos se generó en las islas flotantes con un 59.39 %, un 14.92 % en las instituciones como el municipio, postas medidas, un 8.28% en las viviendas, el

	Poblado de Uros-Chulluni, Puno	11.52% de las instituciones educativas y el 5.889 % en las calles.
Fazenda (2016)	Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos	La producción de materia orgánica le corresponde 67%, papel y cartón 10%; vidrio 8,8%; metal 4,7%; plástico 4,3%; 4% polvo de barradura y los tejidos con un 1,2% de los residuos producidos.
Burga (2015)	El reciclaje de residuos sólidos municipales para el desarrollo sostenible de Chiclayo	Los residuos sólidos generados durante la semana son: orgánicos 389 kg, papel 17.3 kg, metal 4.75 kg, plástico 3.1 kg, vidrio 2 kg y otros 288 kg; en total se generan 704.15 kg/semana.
Ascanio (2017)	Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la Agenda 21	El mayor volumen de generación de residuos sólidos corresponde a los residuos orgánicos con el 79% del total de residuos sólidos urbanos generados en el Distrito de El Tambo; los residuos sólidos Inorgánicos constituyen el 21%.
Loayza y Matos (2019)	Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en la municipalidad distrital de Chaclacayo	Los recipientes usados para almacenamiento de residuos en Chaclacayo son: de bolsa plástica 84.78%, recipiente de plástico duro, 11.58%; Costal de rafia 1.58%, Caja de cartón 1.57% y los de menor uso son los de cilindro de metal, 0.53%.
Oróstegui (2018)	Comportamiento de la Generación de Residuos Sólidos Domésticos en el Distrito de Chaclacayo	Determinó que la producción per cápita de residuos domiciliarios es de 0.62 kg/hab/día para el estrato alto, 0.74 kg/hab/día para el estrato medio y 0.77 kg/hab/día para el estrato bajo

Semarnp (2014)	Estado del medio ambiente: suelo	El 64.2% de los suelos del territorio de México (1.3 millones de km ²) se encuentra afectado por erosión hídrica, eólica o por algún tipo de degradación (gráfica 2.23). La erosión hídrica afecta el 37% de la superficie nacional, la erosión eólica el 14.9% y la degradación química casi el 7%
Nares (2013)	Procesos de degradación del suelo en México: erosión eólica e hídrica, degradación física y química.	De los 200 millones de hectáreas que tiene el territorio nacional, más de 142 millones de hectáreas se encuentran en procesos de degradación física (13.74%), química (27.39%) y biológica (2.55%), lo cual se refleja en el cambio climático y en la severa y creciente escasez de agua y alimentos.
Quintero, A. Valencia, Y. y Lara, A.L. (2017)	Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical	Los resultados permitieron establecer que la exposición de la muestra contaminada a los lixiviados genera cambios significativos en sus propiedades físicas, químicas, estructurales, hidro-mecánicas y mineralógicas. En consecuencia, se presenta una degradación del comportamiento geotécnico de los suelos expuestos a contaminantes.

3.1. Identificación de las propiedades fisicoquímicas de suelos degradados

Para dar respuesta al objetivo de identificación de las propiedades fisicoquímicas de suelos degradados se ha considerado a los autores: Muñoz, *et al.*, (2013); Quintero *et al.*, (2017) y Flores (2017); cuyos resultados se muestran en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 2

Propiedades Fisicoquímicas de diferentes suelos degradados

Propiedades	Quintero, Valencia y Lara (2017)	Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013)	Flores (2017)	Promedio
Porosidad (%)	31.2	61.7	50.4	47.8
Gravedad específica	2.8	2.3	2.8	2.6
Peso unitario (kN/m ³)	17.6	0.9	1.2	6.5
Ph	5.2	7.8	7.6	6.8
Materia orgánica (%)	0.4	9.7	4.8	5.0
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	0.7	34.0	19.9	18.2
Mg (meq/100g suelo)	3.6	4.4	5.5	4.5
Ca (meq/100g suelo)	0.7	25.3	15.9	14.0
K (meq/100g suelo)	2.6	1.1	0.5	1.4
Na (meq/100g suelo)	8.2	0.5	0.1	2.9
Arena (%)	36.4	57.2	59.8	51.1
Arcilla (%)	33.2	14.8	13.8	20.6
Limo (%)	30.4	28.0	26.7	28.4

Nota. De acuerdo con la tabla 2, las propiedades físicas y químicas son: porosidad (%), gravedad específica, peso unitario (kN/m³), pH, materia orgánica (%), capacidad de intercambio catiónico (CIC), magnesio (Mg) (meq/100g suelo), calcio (Ca) (meq/100g suelo), potasio (K) (meq/100g suelo), Sodio (Na) (meq/100g suelo), arena (%), arcilla (%), y limo (%).

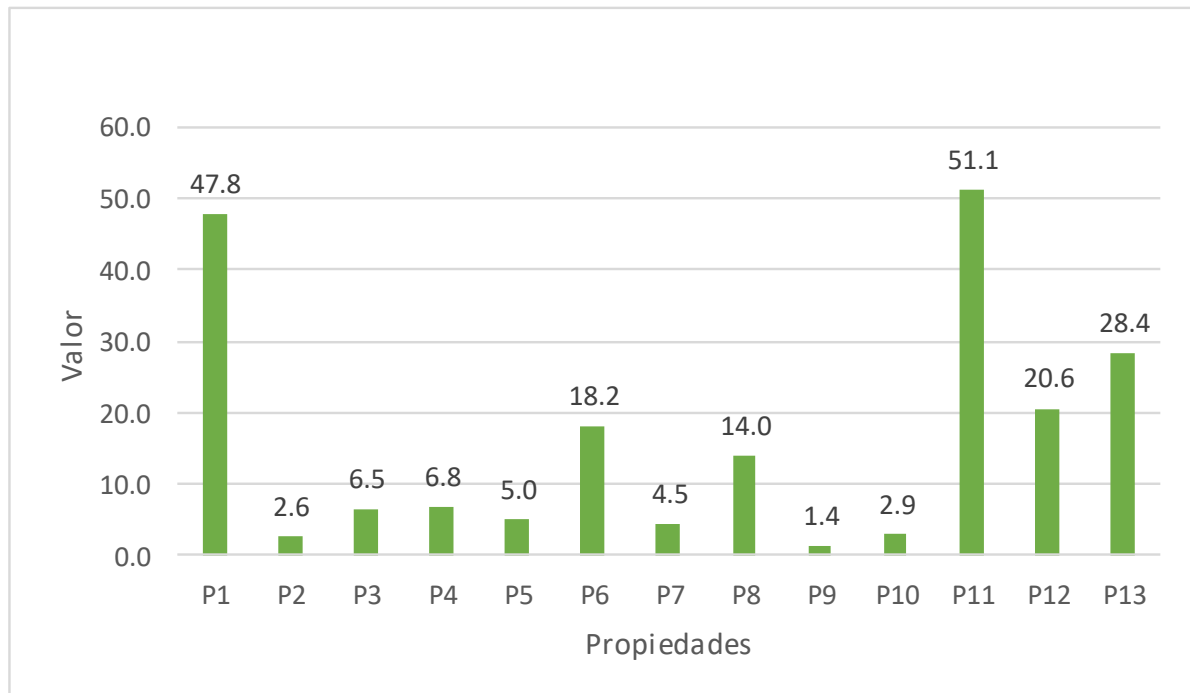
Figura 1. Propiedades fisicoquímicas de diferentes suelos degradados.



P1: porosidad (%), **P2:** gravedad específica, **P3:** peso unitario (kN/m^3), **P4:** pH, **P5:** materia orgánica (%), **P6:** capacidad de intercambio catiónico (CIC), **P7:** Mg (meq/100g suelo), **P8:** Ca (meq/100g suelo), **P9:** K (meq/100g suelo), **P10:** Na (meq/100g suelo), **P11:** arena (%), **P12:** arcilla (%), **P13:** limo (%). **B1:** Quintero, Valencia y Lara (2017); **B2:** Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013), **B3:** Flores (2017),

Nota. En la figura 1, se aprecia las propiedades físicas y químicas de diferentes suelos analizados según autor. Lo valores más altos de cada propiedad pertenecen a Flores (2017) – B3, mientras que los menores a Quintero, Valencia, y Lara (2017).

Figura 2. Propiedades fisicoquímicas de diferentes suelos degradados en valor promedio.



P1: porosidad (%), **P2:** gravedad específica, **P3:** peso unitario (kN/m^3), **P4:** pH, **P5:** materia orgánica (%), **P6:** capacidad de intercambio catiónico (CIC), **P7:** Mg (meq/100g suelo), **P8:** Ca (meq/100g suelo), **P9:** K (meq/100g suelo), **P10:** Na (meq/100g suelo), **P11:** arena (%), **P12:** arcilla (%), **P13:** limo (%).

Nota. De acuerdo con la figura 2, se presenta las propiedades siguientes cuyos valores son en promedio, según las fuentes revisadas: porosidad (P1=47.8%), Gravedad específica (P2=2.6), peso unitario (P3=6.5 kN/m^3), pH, (P4=6.8), materia orgánica (P5=5.0%), capacidad de intercambio catiónico (CIC)(P6=18.2), Mg (P7=4.5 meq/100g suelo), Ca (P8=14.0 meq/100g suelo), K (P9=1.4 meq/100g suelo), Na (P10=2.9 meq/100g suelo), arena (P11=51.1%), arcilla (P12=20.6%), limo (P13=28.4%).

3.2. Identificación de tipo de degradación de suelos

Para dar respuesta al objetivo identificación de tipos de degradación se suelos se ha considerado a los autores: Hernández, Carrasco y Alfaro (2011) ; Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013); Nares (2013) y Semarnap (2014), cuyos resultados se muestran en las siguientes tablas y figuras.

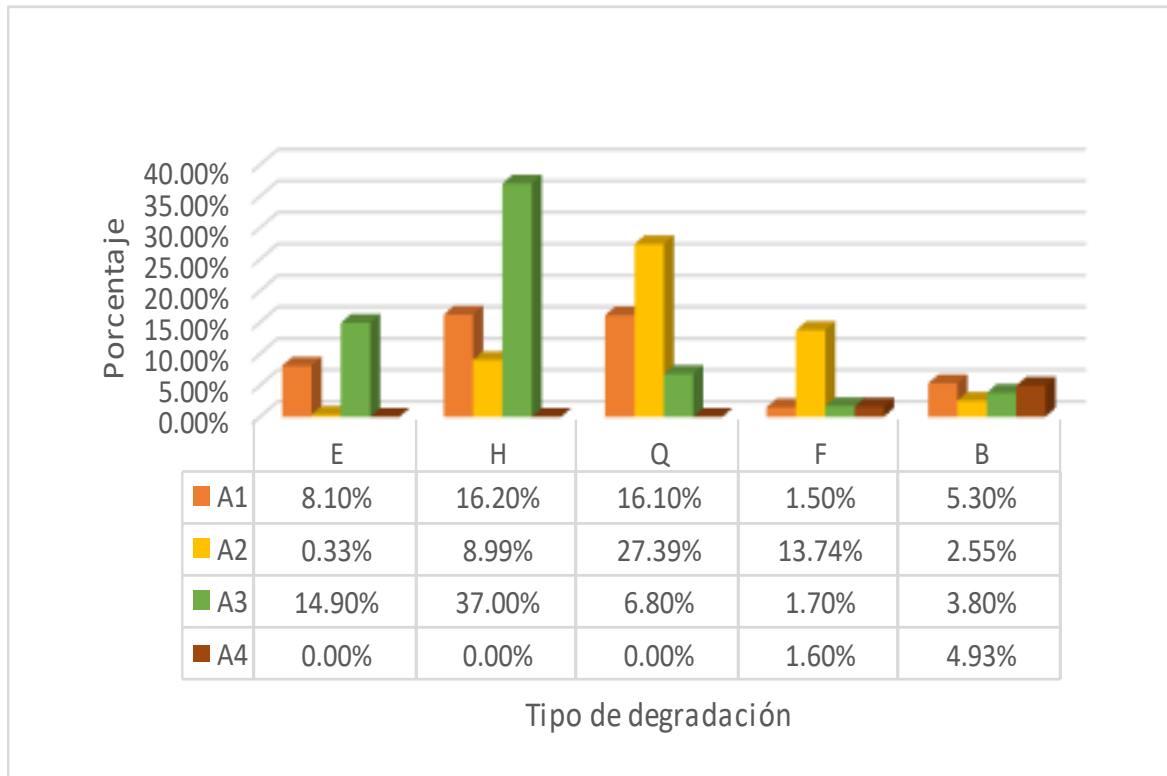
Tabla 3

Identificación de tipos de degradación según el porcentaje de superficie afectada.

Autor	Tipo de degradación						Total
	Erosión Eólica (E)	Erosión Hídrica (H)	Degradación Química (Q)	Degradación Física (F)	Degradación Biológica (B)	Tierras sin uso	
Hernández, Carrasco y Alfaro (2011)	8.10%	16.20%	16.10%	1.50%	5.30%	52.80 %	100.00 %
Nares (2013)	0.33%	8.99%	27.39%	13.74%	2.55%	47.00 %	100.00 %
Semarnap (2014)	14.90%	37.00%	6.80%	1.70%	3.80%	35.80 %	100.00 %
Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013)	0.00%	0.00%	0.00%	1.60%	4.93%	93.47 %	100.00 %
Promedio	5.83%	15.55%	12.57%	4.64%	4.15%	57.27 %	100.00 %

Nota. En la tabla 3, se muestra los tipos de degradación según las fuentes consultadas, rescatando de manera comparativa los siguientes tipos: erosión eólica, erosión hídrica, degradación química, degradación física, degradación biológica.

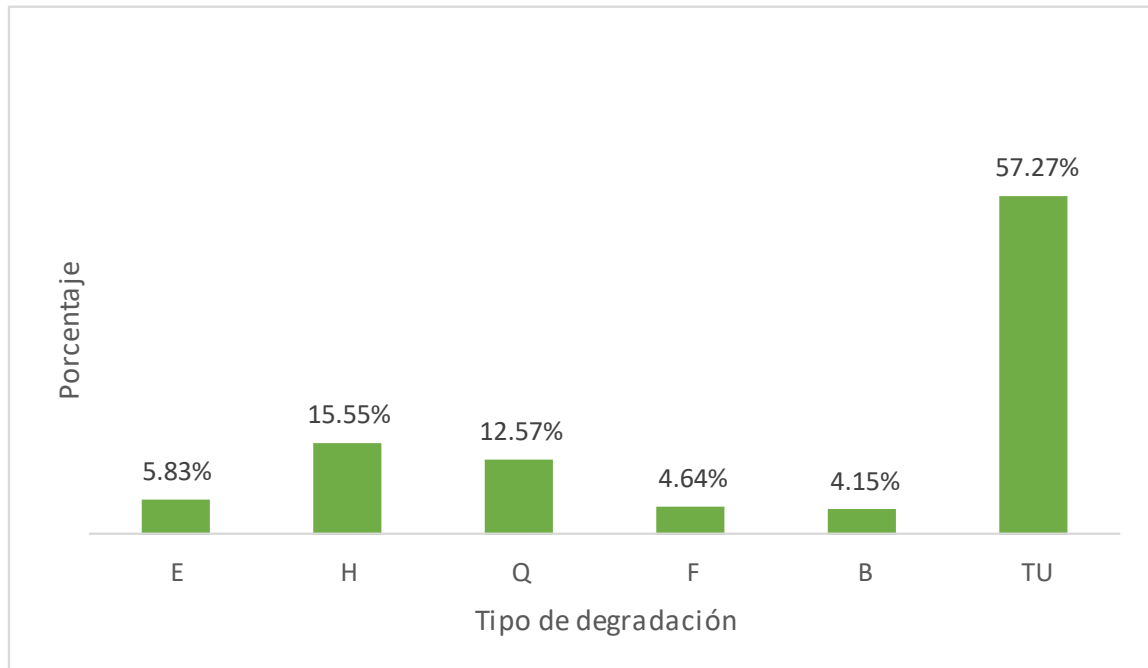
Figura 3. Superficie afectada por los tipos de degradación del suelo en porcentaje.



Erosión eólica (E), erosión hídrica (H), degradación química (Q), degradación física (F), degradación biológica (B); A1: Hernández, Carrasco y Alfaro (2011), A2: Nares (2013), A3: Semarnap (2014); A4: Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013)

Nota. En la figura 3, se aprecia los tipos de degradación según autor: Erosión Eólica, Erosión Hídrica, Degradación Química, Degradación Física, Degradación Biológica.

Figura 4. Superficie afectada por los tipos de degradación del suelo en porcentaje promedio.



Erosión eólica (E), erosión hídrica (H), degradación química (Q), degradación física (F), degradación biológica (B), tierra sin uso (TU).

Nota. Según la figura 4, la degradación por erosión hídrica (H) es la más relevante, representa el 15.55%, seguida de la degradación química (Q) – 12.57%, y la menos significativa la degradación biológica (B), la cual representa el 4.15%; mientras que el 57.27% de suelo no es usado.

3.2. Caracterización e identificación de residuos sólidos

Para dar respuesta al objetivo de caracterización e identificación de tipos de residuos sólidos suelos se ha considerado a los autores: Flores (2017), Fazenda (2016), Burga (2015), Ascanio (2017), Loayza y Matos (2019) y Oróstegui (2018); quienes muestran sus resultados de la forma siguiente:

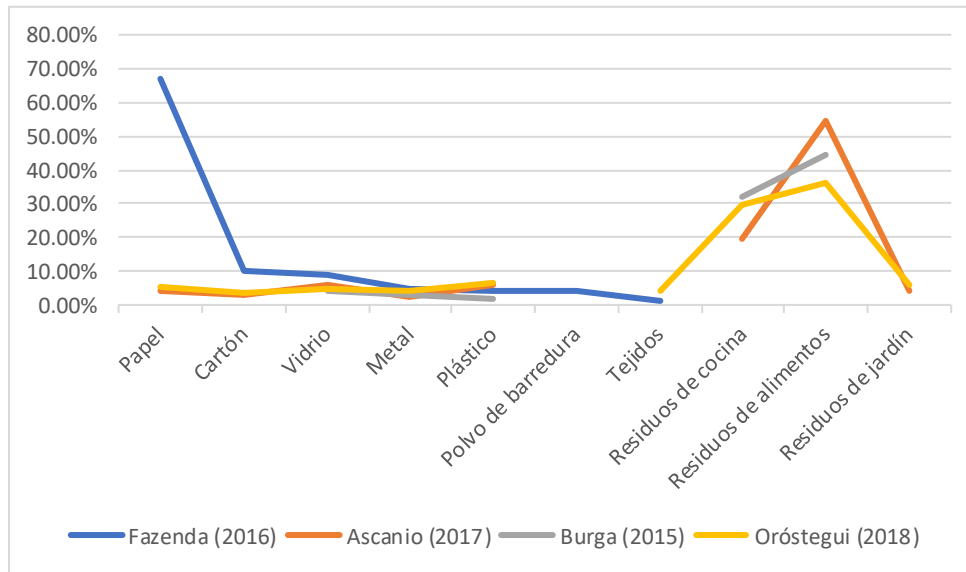
Tabla 4

Caracterización de residuos sólidos

Residuos sólidos	Fazenda (2016)	Ascanio (2017)	Burga (2015)	Oróstegui (2018)	Promedio
Papel	67.00%	3.94%	15.02%	5.04%	22.75%
Cartón	10.00%	2.80%		3.36%	5.39%
Vidrio	8.80%	6.12%	4.12%	4.72%	5.94%
Metal	4.70%	2.32%	2.70%	4.25%	3.49%
Plástico	4.30%	5.89%	1.74%	6.74%	4.67%
Polvo de barredura	4.00%				4.00%
Tejidos	1.20%			4.16%	2.68%
Residuos de cocina		19.81%	32.10%	29.57%	27.16%
Residuos de alimentos		54.78%	44.32%	36.14%	45.08%
Residuos de jardín		4.34%		6.03%	5.19%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

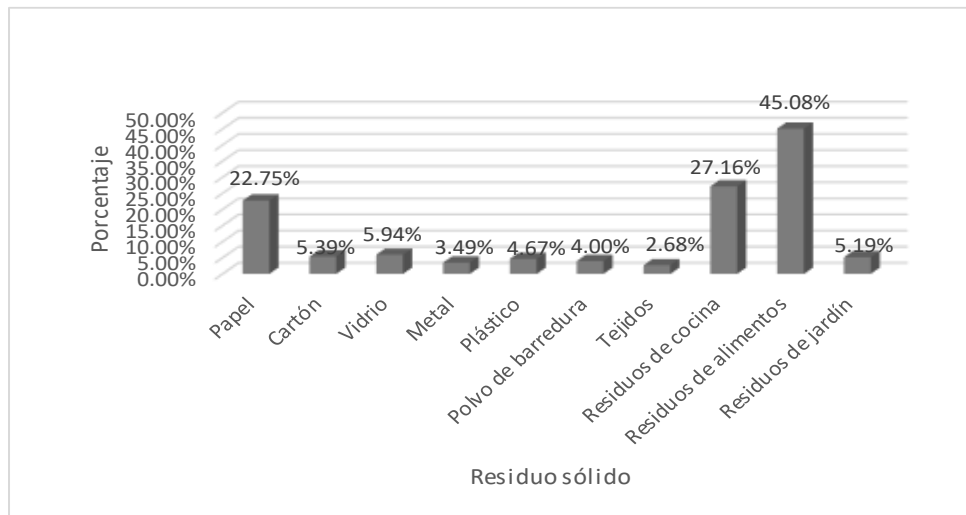
Nota. De acuerdo con las fuentes seleccionadas se observa en la tabla 4 que los residuos de alimentos son los más representativos (67.0%); seguido de los residuos de cocina (27.16%), papel (22.75%), cartón y vidrio (11.33%), sin embargo, los residuos de tejidos significan el 1.2%.

Figura 5. Caracterización de residuos sólidos



Nota. En la figura 5 se muestra la caracterización de los residuos sólidos según las investigaciones revisadas, siendo los componentes principales: papel, cartón, vidrio, metal, plástico, residuos de cocina y residuos de alimentos.

Figura 6. Composición física de los residuos sólidos



Nota. De acuerdo con la figura 6, los residuos sólidos urbanos, según los estudios consultados, la mayor concentración promedio lo representan los residuos de alimentos (45.08%), mientras que los residuos de tejidos sólo representan el 2.68%.

Tabla 5

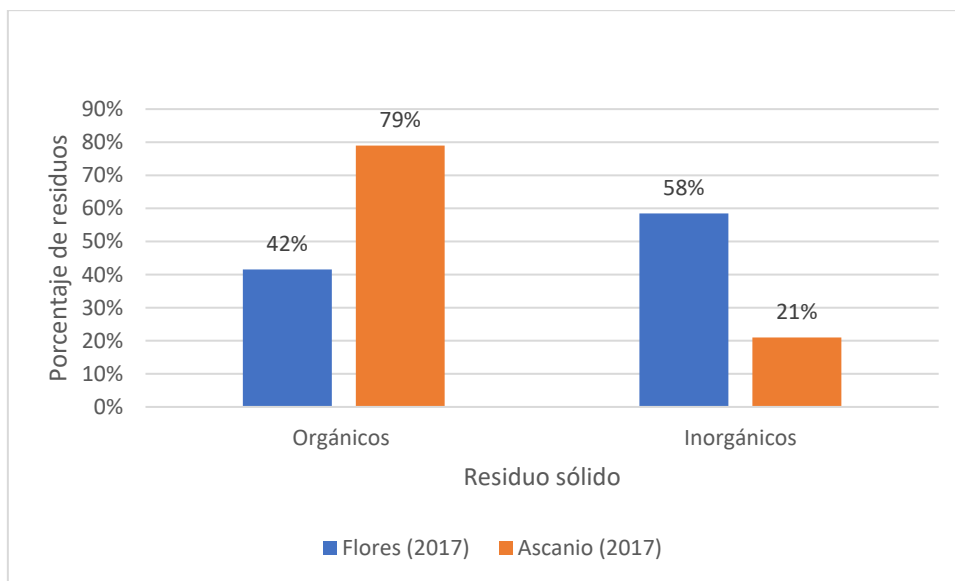
Consolidada la generación de residuos sólidos

Autor	Residuo sólido	
	Orgánicos	Inorgánicos
Flores (2017)	42%	58%
Ascanio (2017)	79%	21%
Promedio	60%	40%

Fuente: Elaboración Propia

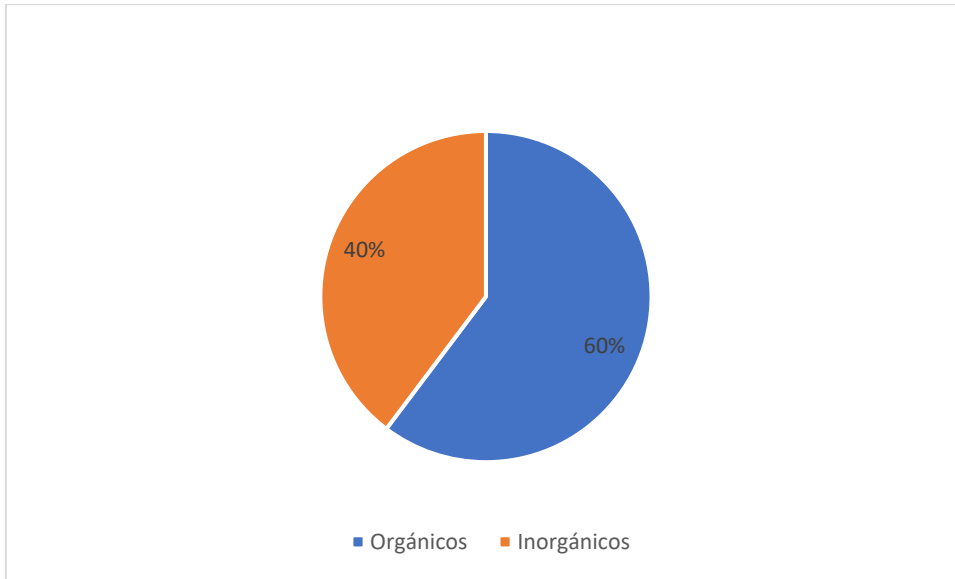
Nota. De acuerdo con la tabla 5, según la fuente revisada se tiene una la representación total de la generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Figura 7. Generación de residuos sólidos



Nota. Los residuos sólidos mostrados en la figura 7 indican que los residuos orgánicos tienen un valor máximo de 79% y mínimo de 42%; los residuos inorgánicos representan un valor del 58% máximo y mínimo del 21%

Figura 8. Generación de residuos sólidos en promedio



Nota. De la figura 8, se infiere que el 60% de los residuos son orgánicos y el 40% son residuos inorgánicos.

Con lo presentado anteriormente se puede dar respuesta la interrogante formulada ¿Cómo se presenta la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos?, de acuerdo con las fuentes revisadas, la degradación depende de los tipos y composición de los residuos sólidos, además de los tipos de residuos sólidos ya sea urbanos, domésticos o domiciliarios que desencadenan degradaciones físicas, químicas, biológicas. Cabe mencionar, que el clima también es un factor que juega un rol importante en la degradación en sus diferentes tipos, el cual depende la zona o lugar donde se concentran suelos degradados.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los suelos degradados se caracterizan por la alteración de sus propiedades, según las fuentes consultadas se destacan a las propiedades siguientes: porosidad (P1=47.8%), gravedad específica (P2=2.6), peso unitario (P3=6.5 kN/m³), pH, (P4=6.8), materia orgánica (P5:=5.0%), capacidad de intercambio catiónico (CIC) (P6=18.2), Mg (P7=4.5 meq/100g suelo), Ca (P8=14.0 meq/100g suelo), K (P9=1.4 meq/100g suelo), Na (P10=2.9 meq/100g suelo), arena (P11=51.1%), arcilla (P12=20.6%), limo (P13=28.4%).

Asimismo, los tipos de degradación por presencia de residuos sólidos son: erosión eólica, erosión hídrica, degradación química, degradación física, degradación biológica. De acuerdo con la evaluación de las fuentes incluidas se determinó que el promedio de superficie afectada es del modo siguiente: Erosión eólica (E) 5.83%; erosión hídrica (H) 15.55%; degradación química (Q) 12.57%; degradación física (F) 4.64% y degradación biológica (B) 4.15%. En este sentido según los resultados de Hernández (2011), la degradación del suelo por tipos climáticos, la erosión química son las que afectan la mayor área, si bien es mayor al 50% de la superficie en las zonas con climas árido y muy árido, el nivel de afectación es ligero en más del 75% de esta superficie. Es menor la superficie degradada por erosión física, pero con una reducción de la productividad biológica extrema en los climas semiáridos (46%) y áridos (67%). Concerniente a la afectación del suelo por erosión eólica, el valor más alto (10.3%), corresponde al clima muy árido y con un nivel de afectación moderado (tabla 4).

Por su parte Muñoz (2013), la menor degradación física corresponde a los mezquiales cerrados, en el segundo lugar están el mezquital abierto y la parcela con la agricultura activa, mientras que los sitios con mayor degradación física fueron la parcela agrícola abandonada y el suelo desnudo (Sd). Los valores del índice de correlación indican que las propiedades relativas con la degradación física del suelo en los sitios estudiados son: la porosidad (-0.945), estabilidad de los agregados (-0.880), materia orgánica (-0.864), nitrógeno (-0.823), densidad aparente (0.785) y capacidad de campo (-0.779).

Además, al analizar la degradación biológica, los mezquiales cerrados presentaron el menor Índice de degradación biológica (IDB), seguido de los mezquiales abiertos y por último el suelo desnudo. Por ende, los sitios con mayor cobertura vegetal (matorrales cerrados), son los que tienen los mayores contenidos de materia orgánica en el suelo y también son los que tienen menor degradación biológica, en cambio, los suelos desnudos y con costra fueron los que tuvieron menos carbono y mayor degradación; en síntesis, entre menos cobertura vegetal o materia orgánica tenga el suelo, mayor es el IDB (Muñoz, *et al.*, 2013).

Por otra parte, los residuos sólidos se caracterizan principalmente por la presencia de: Papel, cartón, vidrio, metal, plástico, polvo de barredura, tejidos, residuos de cocina, residuos de alimentos, residuos de jardín; en este sentido se identifican los siguientes tipos: domésticos, urbanos, domiciliarios. Según Flores (2017), la población de centro poblado de Uros-Chulluni tuvo una generación per cápita de residuos sólidos promedio de 0.65 kg/hab/día, la producción de sólidos orgánicos e inorgánicos se generó en las islas flotantes con un 59.39 %, un 14.92 % en las

instituciones como el municipio, postas medidas, un 8.28% en las viviendas, el 11.52% de las instituciones educativas y el 5.889 % en las calles.

Asimismo, Ascanio (2017) identificó que el mayor volumen de generación de residuos sólidos corresponde a los residuos orgánicos con el 79% (residuos de cocina 54.74%, residuos de alimentos 19.83% y residuos de jardín 4.34%) del total de residuos sólidos urbanos generados en el Distrito de el Tambo; los residuos sólidos inorgánicos constituyen el 21% (residuos de vidrios 6.08%, residuos plásticos 5.89%, residuos de papeles 3.96%, residuos de cartones 2.79% y residuos de metales 2.34%) del total de residuos sólidos urbanos.

También, Fazenda (2016), en la caracterización de residuos sólidos urbanos realizada en la ciudad de Sumbe demostró que la producción de materia orgánica le corresponde 67%, papel y cartón 10%; vidrio 8,8%; metal 4,7%; plástico 4,3%; 4% polvo de barredura y los tejidos con un 1,2% de los residuos producidos. Similarmente Burga (2015), en la tabla 8 obtuvo que los residuos sólidos generados durante la semana son: orgánicos 389 kg, papel 17.3 kg, metal 4.75 kg, plástico 3.1 kg, vidrio 2 kg y otros 288 kg; en total se generan 704.15 kg/semana.

También Oróstegui (2018), determinó que la producción per cápita de residuos domiciliarios es de 0.62 kg/hab/día para el estrato alto, 0.74 kg/hab/día para el estrato medio y 0.77 kg/hab/día para el estrato bajo. Además, se ha generado un total de 29.63 ton diarias de residuos, del cual el 53.74% son residuos orgánicos, seguido por papel y cartón con 9.12%, 3.80% de plástico liviano, 3.07% de plástico rígido, 4.81 de vidrio, 4.14% de aluminio, 0.16% de baterías y pilas, 2.12% de jebe, 1.79% de textiles, 2.12% de cuero, 6.45% de papel higiénico y 6.31% de material inerte. Finalmente, Loayza y Matos (2019) en la tabla 11, presentaron que los recipientes usados para almacenamiento de residuos en Chiclacayo son: de bolsa plástica

84.78%, recipiente de plástico duro, 11.58%; costal de rafia 1.58%, caja de cartón 1.57% y los de menor uso son los de cilindro de metal, 0.53%; en síntesis, sólo se usa el 64% de la capacidad máxima de recolección.

De acuerdo con Flores (2017), los residuos sólidos depositados en suelos o cercanos a ellos, tiene como efecto la generación de una contaminación por plásticos, papeles, latas, embaces, metales pesados, etc. Alterando las propiedades fisicoquímicas y biológicas, de la misma forma también se tiene una contaminación visual, dado que el efecto se agrava al no existir ningún tipo de tratamiento, asimismo por lo que los fenómenos meteorológicos llevan estos residuos a las áreas de cultivo.

Limitaciones

Esta investigación ha tenido como limitantes la restricción de acceso a información de los artículos científicos en páginas virtuales respecto a la degradación de suelos por efecto de residuos sólidos. Asimismo, se ha visto condicionada en algunos artículos científicos en su contenido, donde solamente se presenta título, hasta resumen o hasta índice. Además, otra de las limitaciones ha sido la incompleta estructura de los artículos científicos, principalmente carece de resultados o metodología.

4.2 Conclusiones

Con lo presentado se concluye que se identificó, describió y estudió la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos en sus diferentes tipos, cuyas características y propiedades alteran la composición de los suelos enmarcadas en los tipos de degradación.

Las propiedades fisicoquímicas son: porosidad, gravedad específica, peso unitario pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico (CIC), Mg, Ca, K, Na, arena, arcilla y limo; cuyos valores en promedio revelan: porosidad=47.8%, gravedad específica=2.6, peso unitario =6.5 kN/m³, pH=6.8, materia orgánica =5.0%, capacidad de intercambio catiónico (CIC)=18.2, Mg=4.5 meq/100g suelo, Ca =14.0 meq/100g suelo, K=1.4 meq/100g suelo, Na =2.9 meq/100g suelo, arena=51.1%, arcilla=20.6%, limo =28.4%.

El análisis de las fuentes revisadas conllevó a concluir que el promedio de degradación de suelos es del modo siguiente: erosión hídrica 15.55%, degradación química 12.57%; erosión eólica 5.83%; degradación física 4.64% y degradación biológica 4.15%.

A partir de las investigaciones revisadas se concluye que los residuos sólidos se caracterizan principalmente por la presencia de: papel, cartón, vidrio, metal, plástico, polvo de barridura, tejidos, residuos de cocina, residuos de alimentos, residuos de jardín; en este sentido se identifican los siguientes tipos: domésticos, urbanos, domiciliarios.

REFERENCIAS

- Ascanio, F.H. (2017). *Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la Agenda 21*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú.
- Bamidele, M. (2020). Investment in Hazardous Solid Waste Reduction and Financial Performance of Selected Companies Listed in the Johannesburg Stock Exchange Socially Responsible Investment Index. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.03.007>
- Burga, G. (2015). El reciclaje de residuos sólidos municipales para el desarrollo sostenible de Chiclayo. *Tzhoecoen*, 7(2), 203 – 225. <http://orcid.org/0000-0001-5199-9385>
- Casas, J., Repullo, J.R Labrador y Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Elsevier*, 31, 527-538. doi: [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8)
- Cruz, S.E y Ojeda, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7 – 8.
- Díaz, J. (2015). Diagnóstico del potencial de erosión hídrica mediante técnicas de geoprocésamiento en la sub-cuenca del río Angasmamarca, La Libertad, Perú. *Anales Científicos*, 76(2), 283-293. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.793>
- Elías, X. (2012). Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. *Ediciones Díaz de Santos S.A*, 2.
- Fazenda, A.J, Tavares, M.A. (2016). Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos. *Ciencias Holguín*, 22(4), 1-15. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181548029002>

- Flores, W.H. (2017). *Contaminación de suelos agrícolas por actividades socioeconómicas en la ribera del Lago Titicaca del Centro Poblado de Uros-Chulluni, Puno*. (Tesis de especialización). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Gibbs, H.K. & Salmon, J.M. (2015). Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography*, 57, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>
- Gómez, N. y Estrada, R. (2019). Conservación de suelos mediante la modificación de la frecuencia de labranza: un caso en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 123 – 139. <https://doi.org/10.15359/rca.54-1.7>
- Grant, M., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 91-108. doi: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x
- Grinnell, R. (1997). *Social work research of evaluation: Quantitative and qualitative approaches*. Itasca, Illinois USA: Peacock Publisher
- Haynes, D. (1978). *Registro de Información Estadística*. Cali. Colombia
- Hernández, M., Carrasco, G. y Alfaro, G. (2011). Degradación del suelo en una zona semiárida tropical de México. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1-14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820645>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México. McGraw-HILL
- Loayza, J. y Matos, A. (2010). Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en la municipalidad distrital de Chaclacayo. *Revista de la Investigación Universitaria*, 1(1), 38 – 44.

- Mazzeo, N. (2012). *Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos*. San Martín. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INIT).
- Meléndez, J. (2012). *Diseño de investigación Formulación. Los objetivos de investigación. Niveles de investigación. Tipos de investigación*. Brasil
- Montoya, C. y Martínez, P. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. *Producción + Limpia*, 8(1), 80 – 90.
- Mora, C. y Berbereo, M. (2010). *Manual de Gestión Integral de Residuos*. Gestión de Salud Ocupacional y Ambiental. Colombia.
- Muñoz, Ferreira, Escalante y García (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana*, 31(3), 201-210.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57328903004>
- Nares, A. (2013). Procesos de degradación del suelo en México: erosión eólica e hídrica, degradación física y química. *Geo México*, 126 – 130. Disponible en <http://www.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/448/9.pdf>
- Oróstegui, M.K, (2010). Comportamiento de la Generación de Residuos Sólidos Domésticos en el Distrito de Chaclacayo. *Revista de Investigación Universitaria*, 1(1), 44 – 52.
- Quintero, A. Valencia, Y. y Lara, A.L. (2017). Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. *Dyna*, 83(203), 52-57. Doi: 10.15446/dyna.v84n203.63875
- Rivera, P, Espinoza, M., Limas, C.A., Ortiz, P.R. y Díaz, M.A.R. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de geografía*, 1(53),77-88.

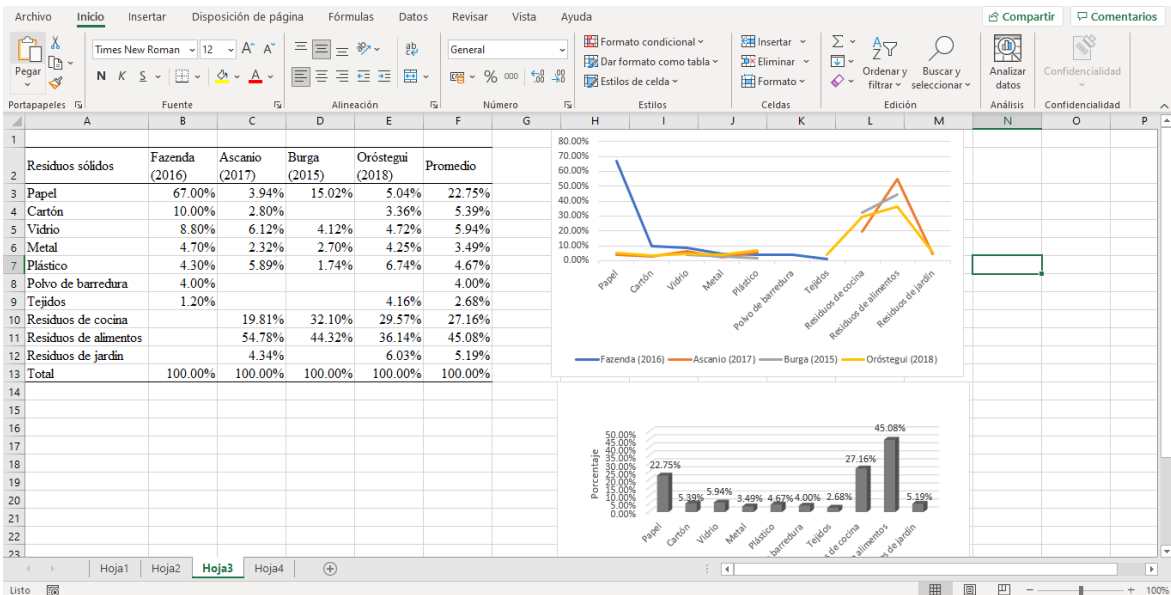
- Santana, J.C.M. y Ulloa, F.E.F. (2013). Efecto de subproductos orgánicos del proceso panelero sobre propiedades físicas de un suelo sulfatado ácido. *Manejo y Conservación de Suelos y Aguas*, 14(2), 207-214.
- Semarnp (2014). Estado del medio ambiente: suelo. *Sagarpa*, 1, 1-24. Disponible en: <https://www.redinnovagro.in/documentosinnov/suelos.pdf>
- Singh, J. & Singh, S. (2019). Geopolymerization of solid waste of non-ferrous metallurgy – A review. *Journal of Environmental Management*, 251, 1 – 12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109571>
- Vargas, J. (2012). The interview in the qualitative research: trends and challengers. Centro de Investigación y Docencia en Educación Universidad Nacional, Costa Rica, 3, 119-139.
- Vázquez, J. y Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43 – 52.
- Zayas, P. (2010). *El rombo de la investigación de las ciencias sociales*. España. Recuperado de http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55708.pdf

ANEXOS

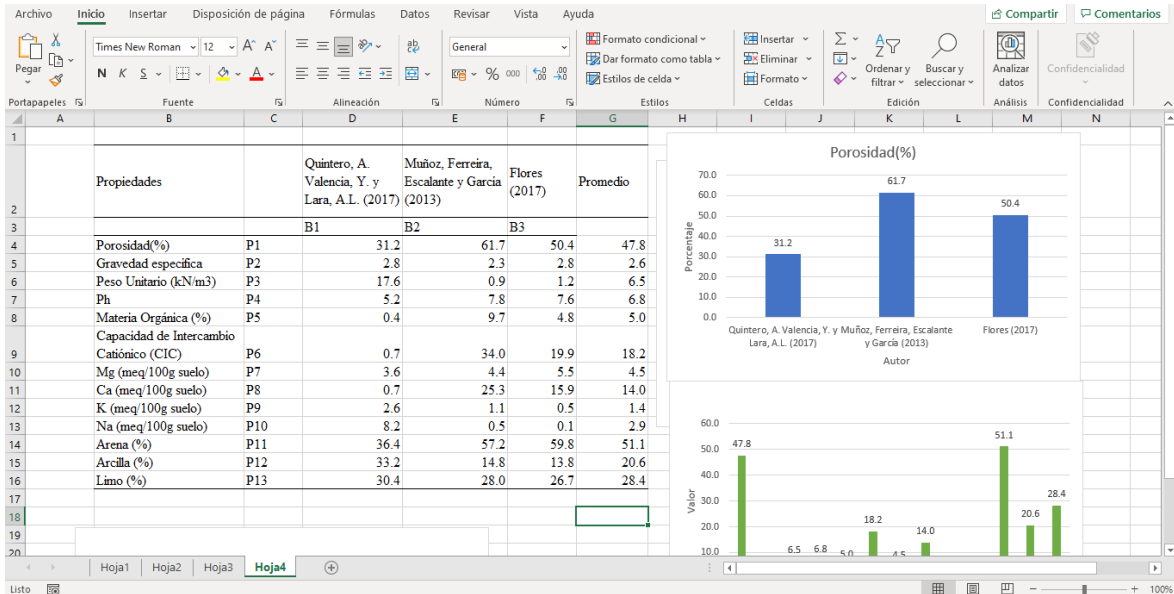
Anexo 1. Buscadores virtuales utilizados en la presente investigación



Anexo 2. Formato para caracterización de residuos sólidos



Anexo 3. Formato para evaluar las propiedades fisicoquímicas de diferentes suelos degradados.



Anexo 4. Formato para identificar el tipo de degradación de suelos según diversos autores

