



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y
Recursos Hidráulicos, (ERIS)

**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DETERMINANDO SU FRACCIÓN
VALORIZABLE Y ESTABLECIENDO LINEAMIENTOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL PARA
LA PLANTA DE UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**

Inga. Priscila Guadalupe Muñoz Monzón

Asesorada por el M.Sc. Ing. Adán Pocasangre Collazos

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DETERMINANDO SU FRACCIÓN
VALORIZABLE Y ESTABLECIENDO LINEAMIENTOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL PARA
LA PLANTA DE UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**

ESTUDIO ESPECIAL

PRESENTADO AL COMITÉ DE LA MAestrÍA EN INGENIERÍA SANITARIA

POR

INGA. PRISCILA GUADALUPE MUÑOZ MONZÓN

ASESORADA POR EL M.Sc. ING. ADÁN POCASANGRE COLLAZOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA (*MAGISTER SCIENTIFICAE*) EN INGENIERÍA SANITARIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Christian De Leon
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Jorgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**DIRECTOR DE LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y
RECURSOS HIDRÁULICOS**

MSc. Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE ESTUDIO ESPECIAL

EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis
EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Joram Matías Gil
EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Adán Pocasangre Collazos

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DETERMINANDO SU FRACCIÓN VALORIZABLE Y ESTABLECIENDO LINEAMIENTOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL PARA LA PLANTA DE UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

Tema que me fuera asignado por la Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos ERIS, el 19 de noviembre de 2015.



Inga. Priscila Guadalupe Muñoz Monzón



Guatemala 17 de noviembre de 2017

Señores Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS)

Respetuosamente les comunico que he revisado y aprobado, en mi calidad de asesor de estudio y coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria, el informe final del Estudio Especial titulado:

**MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DETERMINANDO SU
FRACCIÓN VALORIZABLE Y ESTABLECIENDO LINEAMIENTOS PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL PARA LA PLANTA DE UNA INDUSTRIA DE
FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**

Presentado por la estudiante:

Ing. Priscila Guadalupe Muñoz Monzón

Cumplió en forma satisfactoria con el contenido, revisión de lingüística y con todos los requisitos establecidos por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos – ERIS – y por la Universidad de San Carlos de Guatemala en la realización de su estudio.

Agradeciéndoles la atención a la presente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.Sc. Ing. Adán Pocasangre
Coordinador Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria



Guatemala 22 de noviembre de 2017

El director de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos - ERIS- después de conocer el dictamen del tribunal examinador integrado por los profesores siguientes: M.Sc. Ing. Adán Pocasangre, M.Sc. Ing. Joram Gil y, M.Sc. Ing. Pedro Saravia, así como el visto bueno del Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria; M.Sc. Ing. Adán Pocasangre y la revisión lingüística realizada por la Licenciada Virsa Valenzuela Morales, colegiada No. 6237, al trabajo de la estudiante Inga. Priscila Guadalupe Muñoz Monzón, titulado: **MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DETERMINANDO SU FRACCIÓN VALORIZABLE Y ESTABLECIENDO LINEAMIENTOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL PARA LA PLANTA DE UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS.** En representación de la Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado, procede a la autorización del mismo, en Guatemala a los 22 días del mes de noviembre de 2017.

Imprímase

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


M.Sc. Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis

DIRECTOR

ACTO QUE DEDICO A:

A la Trinidad

En mi creencia, ningún ser viviente estuviera en la tierra, si no es por el Padre, y nadie va al Padre, si no es por el Hijo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad San Carlos
de Guatemala**

Porque me brindó la oportunidad de titularme, por segunda vez en educación superior.

**Escuela Regional de
Ingeniería
Sanitaria y Recursos
Hidráulicos
(ERIS)**

Por todas las enseñanzas impartidas en especial al Ing. MSc. Adán Pocasangre, por toda la guía brindada.

Mi familia

Mis papás, Ricardo y Guadalupe, mis hermanos, Alma, Pedro y Pamela, Rocco y Luke, porque a su manera cada uno, siempre me ha apoyado.

A mi compañero de viaje

Erick, la sinergia de la vida nos puso en el mismo camino.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IIX
OBJETIVOS.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVV
HIPÓTESIS.....	XVII
JUSTIFICACIÓN.....	XIXIX
VIABILIDAD	XXII
ALCANCE	XXIII
LIMITACIONES.....	XXVV
INTRODUCCIÓN	XXVIII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Agroquímicos.....	1
1.2. Objetivo del análisis de residuos sólidos	2
1.3. Prueba de composición física (base húmeda).....	4
1.4. Prueba de densidad	6
1.5. Contenido energético de los componentes de los residuos sólidos.	6
1.6. Reciclaje de papel	8
1.7. Proceso de reciclaje del papel.....	9
1.8. Papel reciclado	9
1.9. Reciclaje de plástico.....	10
1.10. Proceso de reciclaje de plástico	10

2.	ANTECEDENTES	13
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
3.1.	Aspectos vinculados con la salud de las personas al medio ambiente	15
4.	METODOLOGÍA	17
4.1.	Delimitación del área de estudio	17
4.2.	Muestreo	17
4.2.1.	Diagrama de actividades por realizar	19
4.3.	Sensibilización y capacitación de colaboradores	19
4.3.1.	Equipo utilizado para la caracterización de los residuos.....	20
4.4.	Período de captación de muestras.....	20
4.4.1.	Determinación de la densidad.....	21
4.4.2.	Cuarteo.....	21
4.4.3.	Determinación de la composición física de los residuos sólidos.....	23
4.4.4.	Determinación de residuos susceptibles a valorización	23
4.4.5.	Metodos estadísticos aplicados a los resultados obtenidos.....	23
5.	RESULTADOS.....	25
5.1.	Densidad	25
5.1.1.	Composicion física de los residuos sólidos	27
5.2.	Peso de cada grupo de residuos sólidos obtenidos del cuarteo.....	29
5.3.	Capacidad calorífica de los residuos sólidos.....	29

5.4.	Determinación de residuos susceptibles a valorización	30
5.5.	Ahorro de emisiones a la atmosfera con residuos no susceptibles a valorización.....	32
5.6.	Ahorro de combustible kerosina durante 11 meses.....	32
5.7.	Ingresos proyectados en 10 años con los residuos sólidos valorizables.....	33
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
	CONCLUSIONES	43
	RECOMENDACIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA.....	47
	ANEXOS	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ejemplo para realizar el cuarteo	5
2	Ubicación de la planta en el municipio de Amatlán.....	14
3	Diagrama de actividades	19
4	Ingresos proyectados sobre los residuos sólidos valorizables	33
5	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día uno de cuarteo.....	36
6	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día dos de cuarteo.....	36
7	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día tres de cuarteo.....	37
8	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día cuatro de cuarteo.....	37
9	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día quinto de cuarteo.....	38
10	Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día cuatro de cuarteo.....	38
11	Gráfica de Pareto, densidades de los residuos sólidos no susceptibles a valorización, por línea de producción.....	39
12	Composición física de los residuos sólidos no susceptibles a valorización.....	40
13	Capacidad calorífica de los residuos sólidos no susceptibles a valorización.....	41
14	Residuos susceptibles a valorización	42

TABLAS

I	Valores típicos de contenido energético de los residuos sólidos urbanos	7
II	Descripción de los productos que se envasa por cada línea	16
III	Densidad de los residuos sólidos no susceptibles a valorización.....	25
IV	Composición física de los residuos sólidos.....	27
V	Kilogramos obtenidos de cada grupo de residuos sólidos en el cuarteo	29
VI	Capacidad calorífica de los residuos sólidos.....	30
VII	Valorización de los residuos.....	31
VIII	Emisiones a la atmosfera en un año de trabajo del Incinerador.....	32
IX	Ahorro de combustible kerosina durante 11 meses	32

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Q	Caudal
ρ	Densidad
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
g	Gramo
Ha	Hectárea
hr	Horas
J	<i>Joule</i> (julio)
kg	Kilogramo
kcal	Kilo calorías
kJ	Kilo <i>joule</i> (kilojulio)
lb	Libra
mm	Milímetro
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
n	Número de datos analizados
ppm	Partes por millón
%	Porcentaje con base 100
T	Tonelada
V	Volumen

GLOSARIO

Agroquímicos	Son sustancias químicas que se emplean con frecuencia en la agricultura y que tienen la finalidad de mantener y conservar los cultivos que esta actividad desarrolla. Normalmente su uso está vinculado a la intención de proporcionarles nutrientes a los cultivos, matar insectos o cualquier otro organismo que los afecte de manera negativa y también para eliminar de las malezas y los hongos. Buscan optimizar el rendimiento de cualquier explotación agrícola, es decir, producir más para lograr mayores ganancias económicas.
Basurero	Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generen riesgos sanitarios o ambientales. Carece de autorización sanitaria.
Biodegradable	Sustancia o material que puede ser descompuesto por microorganismos.
CDR	Combustibles derivados de residuos.
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), es la Unidad de

Saneamiento Básico del Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (SDE) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Fue creado en 1968 y desde entonces funciona en Lima, Perú.

Compostaje

Descomposición controlada de los residuos orgánicos sólidos en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Puede ser en pilas, pilas estáticas o contenedores cerrados.

Concesión

Acuerdos por los cuales la empresa privada financia y, por un período de tiempo, es propietaria de las instalaciones (infraestructura y equipo). Estas instalaciones son utilizadas para el manejo de residuos sólidos a cambio de concesiones de una cantidad específica y calidad de manejo de residuos sólidos.

Gestión integral de residuos sólidos

Disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, economía, ingeniería, conservación, estética y de otras consideraciones ambientales, también responde a las expectativas públicas.

Lixiviado	Líquido percolado a través de los residuos sólidos, en un relleno compuesto, principalmente por el agua de lluvia, humedad y descomposición orgánica, materiales disueltos y suspendidos.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
PPC	Estimación de la producción promedio de residuos sólidos por persona, puede ser a nivel domiciliario, comercial, institucional, municipal o de otro tipo.
PPL	Estimación de la producción promedio de residuos sólidos por línea de producción.
Tratamiento	Transformación física, química, biológica de los residuos sólidos para alterar sus características, proporcionando una mayor estabilidad o posibilidad de aprovechar su potencial.
Trapos	Residuos sólidos donde se incluyen restos de tela, ropa, y mantas, que se clasifican dentro de este grupo de acuerdo con la teoría del doctor Kunitoshi Sakurai.

OBJETIVOS

General

Proponer mejoras en el manejo integral de residuos sólidos, determinando su fracción valorizable y estableciendo lineamientos para la disposición final para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos.

Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la planta en materia del manejo integral de residuos sólidos.
2. Caracterizar los residuos sólidos, determinando los residuos valorizables.
3. Establecer lineamientos para una adecuada disposición final.
4. Análisis económico de los residuos sólidos valorizables.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta de una industria de fabricación de agroquímicos genera residuos sólidos que es necesario clasificar y valorizar, esto para evitar poner en riesgo la salud de los mismos trabajadores, a la población de los alrededores de la planta y a las personas del municipio de Amatitlán, evitando así la contaminación, con residuos biodegradables de cuerpos de agua y rellenos municipales. Con una adecuada gestión integral de los residuos sólidos generados por la planta de una industria de fabricación de agroquímicos, ¿se obtendrá un 50 % de residuos valorizables?

HIPÓTESIS

Con una adecuada gestión integral de los residuos sólidos generados por la planta de una industria de fabricación de agroquímicos se obtendrá un 50 % de residuos valorizables.

JUSTIFICACIÓN

La falta de organización, planificación y manejo adecuado de los desechos sólidos dentro de la planta, ha tenido como consecuencia un manejo empírico que se realiza de forma incorrecta desconociendo los residuos que pueden ser valorizados.

Con la aplicación de esta investigación se tendrá un documento técnico que establezca el correcto manejo de los desechos sólidos, dando énfasis en la fracción valorizable y lineamientos adecuados para su disposición final, beneficiando la salud de los trabajadores y reduciendo posibles fuentes de contaminación.

No existen estudios similares que establezcan una metodología para la recuperación de inversión en proyectos de residuos sólidos, ya que se pierden recursos y existe el riesgo de no manejar los residuos sólidos adecuadamente.

VIABILIDAD

La información que se origina en este trabajo de investigación, proporcionará a la planta de una industria de fabricación de agroquímicos, una guía para el manejo integral de residuos sólidos; el porcentaje que pueda ser aprovechado y lineamientos específicos para la disposición final.

Se cuenta con el recurso financiero provisto por la misma, para llevar a cabo todas las actividades derivadas de la caracterización de los residuos sólidos, la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos - ERIS- provee el acceso a la bibliografía relacionada al tema y asesoramiento.

ALCANCE

El alcance de este trabajo de investigación, es la disponibilidad de información técnica sobre volumen de generación, características y composición física de los residuos sólidos en las líneas de envasado de la planta de una industria de fabricación de agroquímicos, para proponer un manejo integral que beneficie la salud de los trabajadores y reduzca las fuentes de contaminación.

LIMITACIONES

1. La información obtenida aplica solamente para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos.
2. La planta de fabricación de agroquímicos tiene los procesos de formulación y envasado de los mismos.
3. Los residuos sólidos no incluyen materia orgánica biodegradable, solo residuos sólidos de la industria.

INTRODUCCIÓN

La realización de este trabajo comprende el diagnóstico de la situación actual de la planta, y cómo se realiza la recolección de residuos. Se muestra la sensibilización y capacitación de los colaboradores, para que tomen parte de los cambios que se realizarán; se les explicó la importancia de esta investigación y los pasos por seguir.

Se prosiguió con la caracterización de los residuos sólidos, siguiendo con la realización del cuarteo, la prueba de densidad, composición física y valorización de los residuos.

Se llevó a cabo un análisis estadístico de los datos obtenidos para la densidad, realizando regresiones polinomiales y analizando el R^2 ; de estos resultados se hizo la discusión de los datos y, se concluyó. Por último se redactaron las recomendaciones de las acciones que no se pudieron desarrollar durante esta investigación

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Agroquímicos

Los agroquímicos más usados, como los plaguicidas se colocan en los cultivos mediante la fumigación para eliminar o evitar que se acerquen hongos, bacterias, insectos o cualquier otro organismo que pueda afectar de manera letal el desarrollo conforme de los cultivos.

Todo plaguicida comercial consta de cuatro componentes que son: la materia activa, la materia inerte, los coadyuvantes y los aditivos.

La materia activa es el componente nocivo para el organismo que se quiere combatir, puede ser una sustancia orgánica, inorgánica y natural o de síntesis.

La materia inerte es aquella sustancia destinada a diluir la concentración de materia activa y permitir un mejor reparto de la misma.

Los coadyuvantes mejoran las propiedades del producto, lo hacen más permeable al agua a la hora de ser mezclados o al reducir su tensión superficial, de manera que el producto se distribuye mejor sobre la planta.

Los aditivos son sustancias que se agregan para modificar las propiedades de la materia activa, aunque no mejoran la eficacia del producto, tales como: colorantes, espesantes, repelentes, anticongelantes, etcétera. Algunas materias activas son por ejemplo, inodoras, de manera que se les

adiciona un aditivo para conferir al producto un olor que alerte de su presencia, y de que es un producto tóxico, al igual que ocurre con el butano.

1.2. Objetivo del análisis de residuos sólidos

Los volúmenes de producción y características de residuos sólidos son muy variables, ciudad por ciudad, país por país, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, del clima, de las estaciones y otras condiciones locales que se modifican con el transcurso de los años.

Estas variaciones influyen mucho en la búsqueda de la solución más apropiada a los problemas involucrados en las operaciones del servicio y de aseo. Las operaciones básicas a las que es necesario dar solución son: almacenamiento, recolección y disposición final.

En primer lugar es preciso, determinar las características que deben tener los receptáculos para almacenar los residuos sólidos en lo referente a su forma, tamaño y material, a fin de asegurar su fácil manejo y condiciones higiénicas. El tamaño se debe determinar en base a la frecuencia de recolección y al volumen de producción de basura *per cápita* por día: PPC. En el caso de la basura húmeda, tal como la de América Latina, se debe reducir el uso de cajas de cartón como recipientes, ya que estas se rompen fácilmente por el efecto de humedad y causan problemas al derramarse la basura en las calles.

A continuación, se debe determinar la frecuencia de recolección y seleccionar el tipo, capacidad, etcétera, de los vehículos recolectores por emplear. En la determinación de la frecuencia se necesita tener en cuenta los siguientes factores:

- Composición física de la basura (contenido de desperdicios y humedad).
- Condiciones climáticas.
- Consideración sanitaria (ciclo de la mosca, etcétera).
- Recurso disponible para la recolección.

En el caso de la basura latinoamericana, se necesita una frecuencia de recolección de, por lo menos, dos veces por semana debido al alto contenido de desperdicios y humedad.

En cuanto a la selección de los vehículos recolectores, es muy común en América Latina el uso de camiones compactadores ensamblados con especificaciones para países industrializados o fabricados en estos. En este caso, la sobrecarga de los vehículos es muy probable por la alta densidad de la basura latinoamericana, lo cual provoca el desgaste prematuro de los vehículos, sobre todo de los resortes y ejes traseros. Por lo tanto, es muy importante seleccionar la combinación oportuna de cajas y chasis teniendo en cuenta las características de la basura en cuestión.

Finalmente, corresponde seleccionar el sistema de disposición final más conveniente. Esto debe hacerse desde el punto de vista sanitario y económico. De los distintos métodos de disposición final, el que parece ser el más adecuado a la realidad técnica y económica de América Latina es el relleno sanitario. Cuando se trata de seleccionar otros sistemas tales como compostificación, incineración y pirolisis, es indispensable analizar debidamente las características de la basura, a fin de identificar la factibilidad técnica y económica de estos sistemas en el medio.

En resumen, es indispensable que los funcionarios del servicio de aseo conozcan bien las características cuantitativas y cualitativas de los residuos

sólidos actuales de su ciudad así como sus proyecciones futuras. Estos conocimientos son fundamentales para un debido cumplimiento de las siguientes tareas:

- Planeamiento adecuado del servicio de aseo a corto, mediano y largo plazo.
- Dimensionamiento del servicio de aseo.
- Selección de equipos y tecnologías apropiados.

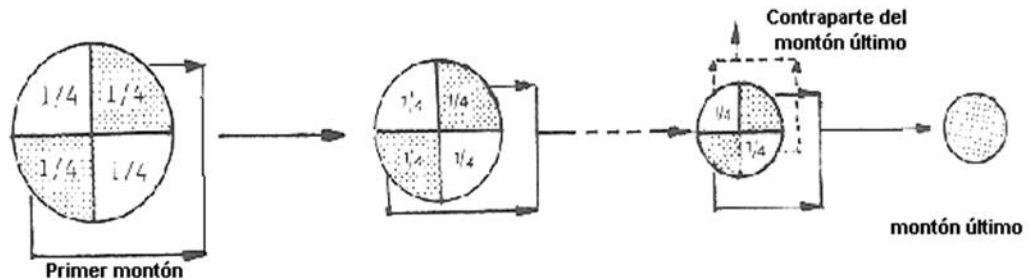
El análisis de la basura tiene como objetivo el conocer en forma fidedigna dichas características, a fin de contar con los antecedentes necesarios para dar correcta solución a los problemas que se plantea.

1.3. Prueba de composición física (base húmeda)

La determinación de la composición física (base húmeda) de la basura se hace de la siguiente manera:

- Se toma la muestra de alrededor de 1m^3 llevándola a un lugar pavimentado de preferencia en donde se vierte, formando un montón.
- Se rompen bolsas y se cortan cartones y maderas contenidas en la basura hasta conseguir un tamaño de 15 cm por 15 cm o menos.
- Se homogeniza la muestra mezclándola toda.
- El montón se divide en cuatro partes y se escoge dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escoge dos opuestas y se forma una muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 Kg de basura o menos.

Figura 1 Ejemplo para realizar el cuarteo



Fuente: KUNITOSHI, Sakurai; *Análisis de los residuos sólidos municipales*, p. 44.

- Se separan los componentes del montón último y se clasifican de acuerdo con las siguientes características.
 - Papel y cartón
 - Trapos
 - Madera y follaje
 - Restos de alimentos
 - Plástico, caucho y cuero
 - Metales
 - Vidrios
 - Suelo y otros
- Los componentes se van clasificando en cilindros pequeños que pueden ser de 50 litros.
- Se debe pesar los cilindros antes de empezar la clasificación usando la balanza de pie.
- Una vez terminada la clasificación se pesan los cilindros con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de los componentes.
- Se saca un porcentaje (%) de los componentes teniendo los datos del peso total y el peso de cada clase.

- Se necesita realizar este análisis con la mayor rapidez posible para evitar demasiada evaporación de agua.

1.4. Prueba de densidad

La medición de la densidad de la basura en las primeras tres etapas se hace en la siguiente forma:

- Se prepara un tambor de alrededor de 100 litros que servirá para el muestreo y una balanza de pie.
- Se pesa el tambor y se mide su volumen.
- Se pone la basura en el tambor sin hacer presión y se remece de manera que se llenen los espacios vacíos en el mismo.
- Se pesa una vez lleno y por diferencia se obtiene el peso de la basura.
- Se obtiene la densidad de la basura al dividir su peso en kilogramos entre el volumen del tambor en metros cúbicos.

Estos datos se presentan así (Ecuación 1):

$$\text{Densidad de la basura } D(\text{kg/m}^3) = \frac{\text{Peso de la basura en Kg}}{\text{Volumen del tambor en m}^3}$$

Ecuación 1

1.5. Contenido energético de los componentes de los residuos sólidos

Los contenidos energéticos de los componentes orgánicos en los residuos sólidos urbanos se pueden determinar:

- Utilizando una cadena a escala real como calorímetro
- Empleando una bomba calorimétrica de laboratorio
- Por cálculo, si se conoce la composición elemental

Por las dificultades que existen para instrumentar una caldera a escala real, la mayoría de los datos sobre el contenido de energía de los componentes orgánicos de los residuos sólidos urbanos están basados en los resultados de ensayos con una bomba calorimétrica. Los datos típicos del contenido energético y de los rechazos inertes de los componentes de residuos domésticos se representan en la tabla I.

Tabla I Valores típicos de contenido energético de los residuos sólidos urbanos

Componentes	Energía, Kcal/kg	
	Rango	Típico
Orgánicos		
Residuos de comida	833	1 667
Papel	2 778	4 444
Cartón	3 333	4 167
Plásticos	6 667	8 889
Textiles	3 611	4 444
Goma	5 000	6 667
Cuero	3 611	4 722
Residuos de jardín	546	4 444

Continuación tabla I.

Madera	4 167	4 722	4 444
Orgánicos misceláneos	-	-	-
Inorgánicos			
Vidrio	28	56	33
Latas de hojalata	56	278	167
Aluminio	-	-	-
Otros metales	56	278	167
Suciedad, cenizas, etc	556	2 778	1 667
Residuos sólidos urbanos	2 222	3 333	2 778

Fuente: TCHOBANOGLOUS, George, et al. *Gestión integral de residuos sólidos*. p.97.

Si no se puede disponer de valores de poder calorífico, los valores aproximados del poder calorífico para los materiales individuales de los residuos pueden determinarse mediante el uso de la ecuación Dulong modificada (Ecuación 2):

$$\frac{KJ}{kg} = \left[145C + 610 \left(H_2 - \frac{1}{8} O_2 \right) + 40S + 10N \right] * 2,326$$

Ecuación 2

1.6. Reciclaje de papel

El reciclaje de papel es una de las acciones más beneficiosas para el ambiente, en gran parte por el costo ambiental que tiene su obtención. Esta actividad tiene por norma general producir de nuevo papel, el llamado papel reciclado.

Para obtenerlo, se consigue gracias al papel molido, que se obtiene de trozos y recortes de papel provenientes de manufacturas de papel, de papel preconsumo o bien de papel posconsumo, obtenido principalmente de revistas, periódicos y todo tipo de documentos.

Cuando la planta de reciclado selecciona el papel, y lo encuentra adecuado para reciclar, se le llama desecho de papel.

1.7. Proceso de reciclaje del papel

El proceso de reciclaje, pasa por varias fases. En primer lugar, la plastificación del papel, que consiste en añadir disolventes químicos para que las fibras se separen. El segundo paso consiste en una criba de todo aquel material que no es papel.

A continuación, se centrifuga todo el material, para que estos se separen por su densidad, para su posterior paso, que es la flotación, en donde se elimina la tinta con burbujas de aire.

Toda esta pasta de papel, se lava a continuación para eliminar las pequeñas partículas que pudieran quedar, para finalmente blanquear el papel con peróxido de hidrógeno o hidrosulfito de sodio.

1.8. Papel reciclado

Es importante destacar que el papel reciclado tiene una peor calidad, ya que las fibras de las que se compone, se rompen en este proceso. En la actualidad, la casi totalidad de los papeles se puede reciclar, a menos que tengan tratamientos como los acabados brillosos, plastificados o encerados.

Otros papeles como los de envolver regalos tampoco son aptos, por su baja calidad, lo que no permitiría obtener un nuevo papel.

Es importante reciclar cartón ya que aproximadamente por cada tonelada de cartón reciclado, se ahorran 140 litros de petróleo, 50 000 litros de agua, dos metros cúbicos de espacio en un vertedero, y 900 kilos de dióxido de carbono, frente a un cartón obtenido de materias primas.

El cartón a diferencia del papel, posee unas cualidades que lo hacen muy resistente. Además, permite una gran manipulación por lo que, con un poco de habilidad, se pueden crear objetos y muebles con cartón.

1.9. Reciclaje de plástico

Los plásticos suponen una grave amenaza para el ambiente por dos motivos principales; su utilización masiva en todo tipo de productos y su lenta degradación. Se estima que tarda unos 180 años en descomponerse, aunque este periodo varía en función del tipo de plástico.

Los plásticos más comunes que se reciclan, son el PVC y el PET. El primero es mucho más contaminante para el ambiente.

1.10. Proceso de reciclaje de plástico

El proceso de reciclaje del plástico pasa por varias fases. En primer lugar, se recolecta en industrias o en los contenedores, se limpia con productos químicos, se selecciona por tipo de plástico, y posteriormente se funde para obtener nueva materia prima que puede moldearse de otra vez. Con el reciclaje

del plástico se puede reducir sensiblemente la cantidad de residuos provocados por botellas, bolsas de plástico o envases de los vertederos.

Existe en la actualidad una gran concientización respecto del uso de las bolsas de plástico tradicionales, las cuales se están sustituyendo por otras reciclables o bien por alternativas duraderas como las bolsas de rafia. Estas bolsas biodegradables están creadas con polímeros biodegradables, entre los que se encuentran polímeros extraídos de la biomasa, los polímeros producidos por síntesis química con monómeros biológicos de fuentes renovables, y los polímeros de microorganismos, que se pueden desechar como materia orgánica, y se descomponen con gran facilidad. Hay que decir, que no todos los tipos de plásticos son recuperables. Es el caso de la baquelita y el poliestireno cristal.

2. ANTECEDENTES

La planta objeto de investigación, se encuentra ubicada en las afueras del municipio de Amatitlán, en el kilómetro 29,5 carretera al Pacífico, departamento de Guatemala, en la zona central del país, en la vertiente del Pacífico, en la cuenca del río María Linda. Ahí se producen diferentes agroquímicos, tales como: Antracol, Bayfolan, Hedonal, Confidor, Jade, y otros.

Ya no se producen agroquímicos de etiqueta roja, se sacaron del mercado debido que no eran amigables con el ambiente y no se alineaban con la política de la empresa, la cual está comprometida con la planeación, formulación, envasado, almacenado y provisión de forma responsable, eficiente y oportuna de productos fitosanitarios de acuerdo con:

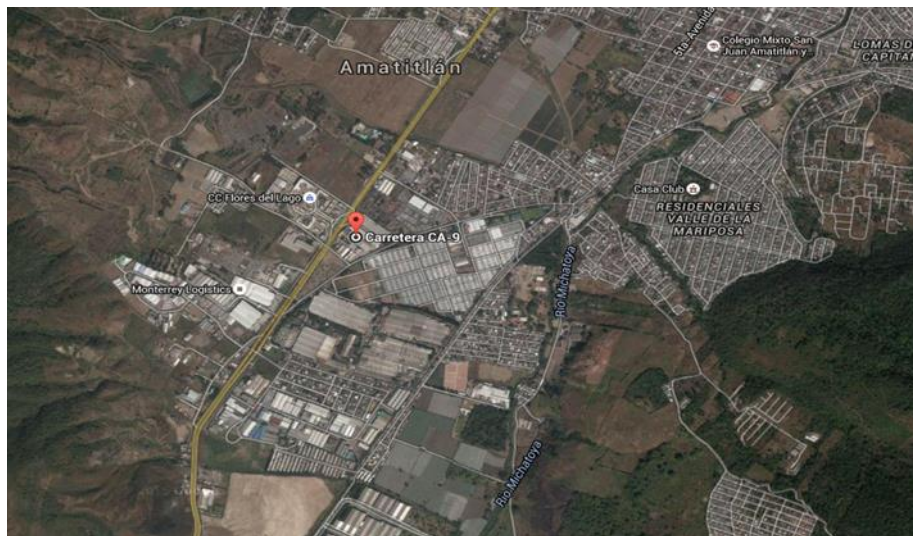
- Requisitos legales y reglamentos aplicables.
- Normas internacionales tales como ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.
- Requerimientos claves de QHSE, lineamientos y especificaciones de Casa Matriz.

Lo que se busca con estos requisitos, normas y requerimientos es dar satisfacción a las necesidades de los clientes y contribuir al logro óptimo de la misión y visión. Esto ayudará, además, a obtener un apropiado rendimiento económico en la organización, que, asimismo, está comprometida a revisar y mejorar continuamente sus procesos en lo referente a:

- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.
- Prevenir la contaminación.
- Prevenir accidentes laborales y resguardar la salud de nuestros colaboradores.
- Optimizar el uso de los recursos.

Esta planta fue fundada en 1964, y desde entonces ha tenido producción sin suspenderla; la distribución de productos es hacia los mercados de Centro America, el Caribe, parte de México, Brasil y Venezuela. Actualmente, tiene 96 colaboradores, el 90 % de ellos es originario de Amatlán.

Figura 2 Ubicación de la planta en el municipio de Amatlán



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo, *Guía para la evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales* p. 23.

3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Aspectos vinculados con la salud de las personas al medio ambiente

De acuerdo con la legislación guatemalteca del Ministerio de Salud y normativas internas de la planta, los colaboradores deben utilizar equipo de protección personal, mantener una conducta responsable, y seguir metodologías para realizar su trabajo, a fin de evitar enfermedades ocupacionales, cuando realizan la manipulación de residuos sólidos, Deben realizar las siguientes acciones:

- Utilizar en todo momento equipo de protección personal, designado para cada tarea, en este caso, uniforme, zapatos con punta dura, lentes y guantes
- Clasificar los residuos sólidos de acuerdo con la caracterización evaluada:
 - Municipal: es material biodegradable.
 - Incineración: todo material contaminado (material de limpieza, equipo de protección personal, envases, material de empaque, y otros).
 - Cartón: todo el cartón que no tenga contaminación.
 - Plástico: fleje sin contaminación.

A continuación se describe de cada línea de producción:

Tabla II Descripción de los productos que se envasa por cada línea

No.	Nombre de la línea	Días trabajados al año	Presentaciones que envasa	Productos que envasa
1	Ocme	20	Canecas	Basta, Hedonal
2	PR30	56	3.5 L, 5 L, 20 L	Bayfolan, Siganax, Verango
3	PR6	7	3.5	Basta, Hedonal
4	Mewes I	35	100mL, 250 mL, 500 mL, 1 L	Previcur, Monarca, Baythroid
5	Mewes II	81	100mL, 250 mL, 500 mL, 1 L	Caporal, Decis, Folicur
6	Strunk I	25	1 L	Basta, Hedonal
7	Mewes IV	165	100mL, 250 mL, 500 mL, 1 L	Infinito, Blindage, Tega
8	Toneles herbicidas	7	200 L	Basta, Hedonal
9	Toneles insecticidas	40	200 L	Impulse, Silvacur, Siganax, Tega 500
10	PR8	220	100mL, 250 mL, 500 mL, 1 L, 5 L	Muralla Delta, Overon, Prevalor, Sivanto Prime
11	Wolf	60	500 g, 150 g, 1 Kg	Antracol
12	FFS 200	36	500 g, 400 g, 150 g	Antracol, Krisol, Verita, Alliete
13	Volendas	165	10 Kg, 11 Kg	Bayfidan Duo, Jade
14	Serpack	12	100 g, 1 Kg	Racumin Cebo, Racumin polvo
15	FFS 180	90	7 g, 13 g, 25g, 48g, 52 g, 132 g, 150 g, 250 g	Gaucho, Confidor, Nativo, Rodilo Pellet
16	Munson	165	Granel	Bayfidan Duo, Jade
17	Ruberg	27	Granel	Antracol
18	SC	96	Granel	Infinito, Monarca, Siganax, Tega, Blindage, Futur, Consentio
19	EC	70	Granel	Impulse, Silvacur, Decis 10,
20	Herbicidas	48	Granel	Basta, Hedonal

Fuente: elaboración propia, según datos de la planta de fabricación de agroquímico.

4. METODOLOGÍA

4.1. Delimitación del área de estudio

El estudio se enfocó en las líneas de producción de la planta de fabricación de agroquímicos.

4.2. Muestreo

La causa principal de efectuar el muestreo de los residuos sólidos, es determinar un valor de la producción *per cápita* por día (PPC), en este caso se llamará producción *per línea* (PPL) que permita a su vez estimar el número total de líneas de producción en donde se colectarán las muestras.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizaron los criterios establecidos en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, (protección al ambiente, contaminación del suelo, residuos sólidos municipales, determinación de la generación). La norma hace referencia en la selección de un riesgo “ α ” con que se realiza el muestreo, el cual depende de los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad
- Calidad técnica del personal participante
- Facilidad para realizar el muestreo
- Características de la localidad por muestrear
- Exactitud de la báscula por emplear

Debido a que se tiene un buen conocimiento del área, el personal es capacitado, se conocen características del área en donde se realizará el muestreo, y se tiene la exactitud de la balanza por utilizar, se determinó que se realizará el muestreo de la totalidad de las líneas de producción.

Para la metodología se utilizarán los lineamientos diseñados por el doctor Kunitoshi Sakurai y recomendados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS) (método sencillo del análisis de residuos sólidos).

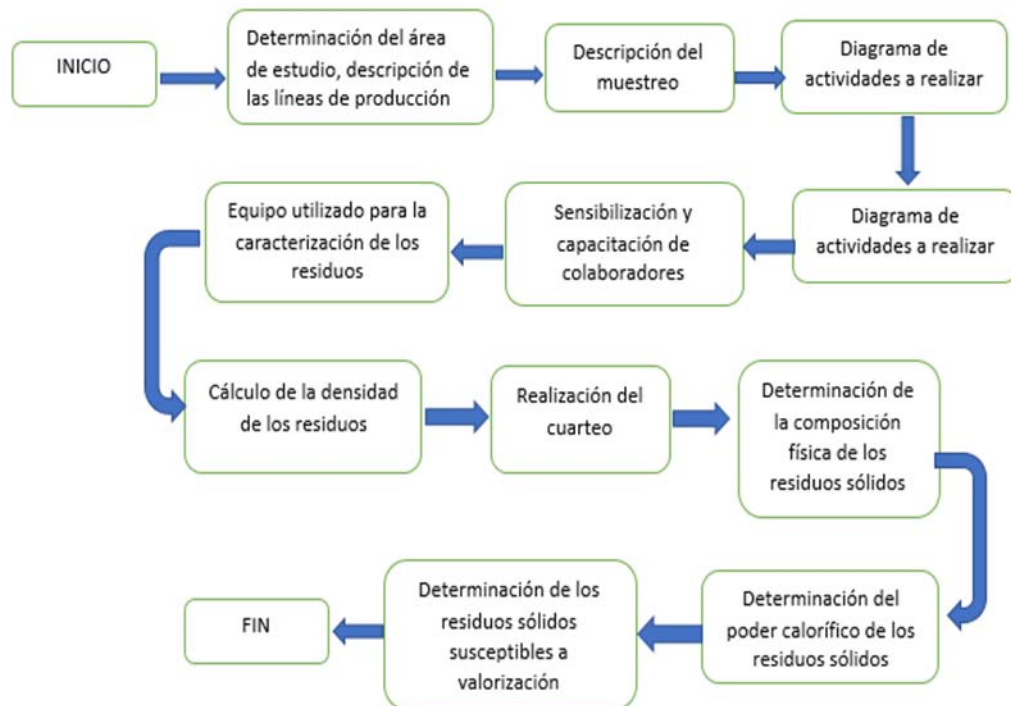
Se proponen los siguientes pasos:

- Determinación del área de estudio, descripción de líneas de producción.
- Determinación del muestreo.
- Diagrama de actividades por realizar.
- Sensibilización y capacitación de empleados.
- Equipo utilizado para la caracterización de los residuos.
- Período de muestreo.
- Determinación de la densidad.
- Realización del cuarteo.
- Determinación de la composición física de los residuos sólidos.
- Determinación del poder calorífico de los residuos sólidos.
- Determinación de residuos susceptibles a valorización.

4.2.1. Diagrama de actividades por realizar

La elaboración de un diagrama conduce mejor el proceso.

Figura 3 Diagrama de actividades



Fuente: elaboración propia según datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

4.3. Sensibilización y capacitación de colaboradores

Este se realizó entre los días 20 y 28 de junio de 2016, en colaboración con los jefes de cada área para coordinar a todos los operadores a fin que tomaran parte de la capacitación. Durante el evento se comunicó lo siguiente:

- Tipos de desechos que se generan en la planta.
- Clasificación de los desechos.

- Recepción de desechos en centro de acopio.
- Realización de evaluación para comprobación de entendimiento y aceptación de la información.

4.3.1. Equipo utilizado para la caracterización de los residuos

- Recurso humano
 - Dos colaboradores
- Equipo de protección personal
 - Uniforme.
 - Botas con punta dura
 - Guantes
 - Respirador
- Equipo
 - Montacargas de capacidad de una tonelada
 - 8 toneles plásticos
 - Escobas
 - Palas
 - Balanza

4.4. Período de captación de muestras

El muestreo fue realizado entre los días 20, 21, 22, 23 y 24 de julio de 2015, desarrollándose varias actividades.

Durante cada día el montacarguista fue a cada área donde hay líneas de producción para recoger los toneles que contenían desechos y los llevó al centro de acopio para realizar el cuarteo, el orden que se siguió fue:

- Se identificó de qué línea se estaba entregando el tonel
- Se pesó los toneles llenos
- Se descargó el desecho en el lugar donde se va a realizar el cuarteo
- Se pesó el tonel vacío
- Se llevó control de todos los datos

4.4.1. Determinación de la densidad

Para realizar el cálculo de la densidad se pesó la basura contenida en los toneles y se dividió dentro del volumen del recipiente, cada uno de los cinco días. La ecuación utilizada es la 1, mencionada en el marco teórico de esta investigación.

Utilizando la producción por línea y promedio de la densidad por línea, se obtuvo el volumen del recipiente por utilizar para almacenar los residuos sólidos no susceptibles a valorización en las líneas. La ecuación utilizada es la 1:

$$\text{Densidad de la basura (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso de la basura en kg}}{\text{Volumen del recipiente en m}^3}$$

Con la producción por línea y promedio de la densidad por línea, se obtiene el volumen del recipiente por utilizar para almacenar los desechos no susceptibles a valorización en las líneas.

4.4.2. Cuarteo

Se preparó la superficie del área para la determinación de la densidad y composición física de los residuos sólidos. Para lo anterior se colocaron

pedazos de cartón grandes sobre el suelo, a fin de evitar que los residuos entraran en contacto directo con el piso, disminuyendo de esta forma la alteración de la muestra. Se realizaron los siguientes pasos:

- La muestra se homogenizó mezclando todos los desechos.
- Posteriormente, se dividió en cuatro partes.
- Se escogieron dos partes opuestas y se formó otra muestra más pequeña.
- Se repitió esta operación hasta obtener una muestra de 10 kg.
- Se clasificaron los desechos de acuerdo con 8 características diferentes, según la teoría de Kunitoshi Sakurai.
 - Papel y cartón
 - Trapos
 - Madera y follaje
 - Restos de alimentos
 - Plástico, caucho y cuero
 - Metales
 - Vidrios
 - Suelo y otros

Como son líneas de producción controladas y todos los materiales para la fabricación de agroquímicos van cuantificados, la cantidad de desechos que sale por día es relativamente parecida, se colocó cada grupo que sí se obtuvo, en recipientes separados y se pesaron.

4.4.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Posterior a realizar el cuarteo cada día, y separar y agrupar los residuos sólidos de acuerdo con la metodología del doctor Kunitoshi, se realizó el cálculo de la composición física de los residuos sólidos.

4.4.4. Determinación de residuos susceptibles a valorización

Cuando se realizó el cuarteo de desechos, se explicó que se realizó la recolección de los mismos. En cada área hay recipientes de basura que se utiliza para separarlos, desde ahí se pesó y se supo cuánto material hay libre de contaminación y susceptible a valorización, los materiales fueron, cartón, plástico (fleje) y madera (tarimas).

Se obtuvieron los precios del kilogramo de cada material en el mercado guatemalteco, y con eso se calculó la valorización de cada uno.

4.4.5. Métodos estadísticos aplicados a los resultados obtenidos

A los resultados de densidad se les calculará la media y desviación estándar, y se calculará un Pareto con los pesos obtenidos previo a la realización del cuarteo.

5. RESULTADOS

5.1. Densidad

Los resultados de la densidad se presentan de la siguiente tabla:

Tabla III Densidad de los residuos sólidos no susceptibles a valorización

No.	Nombre de la línea	Día uno: 20 de julio de 2016; densidad de desecho no susceptible a valorización (kg/m ³)	Día dos: 21 de julio de 2016; densidad de desecho no susceptible a valorización (kg/m ³)	Día tres: 22 de julio de 2016; densidad de desecho no susceptible a valorización (kg/m ³)	Día cuatro: 23 de julio de 2016; densidad de desecho no susceptible a valorización (kg/m ³)	Día cinco: 24 de julio de 2016; densidad de desecho no susceptible a valorización (kg/m ³)
1	Ocme	0	0	0	0	0
2	PR30	0	0	0	0	0
3	PR6	0	0	0	0	0
4	Mewes I	100	125	75	60	50

Continuación tabla III.

5	Mewes II	90	65	80	80	50
6	Strunk I	75	75	65	60	55
7	Mewes IV	110	100	95	90	95
8	Toneles Herbicidas	75	70	65	70	65
9	Toneles Insecticidas	70	65	65	60	55
10	PR8	100	125	75	60	50
11	Wolf	90	65	80	80	50
12	FFS 250	75	75	65	60	55
13	Volendas	110	100	95	90	95
14	Serpack	100	125	75	60	50
15	FFS 180	90	65	80	80	50
16	Munson	75	75	65	60	55
17	Ruberg	110	100	95	90	95
18	SC	75	70	65	70	65
19	EC	70	65	65	60	55
20	Herbicidas	70	60	55	60	65

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.1.1. Composición física de los residuos sólidos

Los resultados se presentan en la siguiente tabla dividida en dos partes:

Tabla IV Composición física de los residuos sólidos

No.	Nombre de la línea	Da uno, 20 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (Kg)				Da dos, 27 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (Kg)				Da tres, 27 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (Kg)				Da cuatro, 23 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (Kg)				Da cinco, 24 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (Kg)			
		Papel y cartón (kg)	Trapos	Madera y fideje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y fideje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y fideje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y fideje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y fideje	Plástico, caucho y cuero
1	20L. Herbicidas Líquidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20L. Insecticidas Líquidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3.5L. Herbicidas Líquidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1L. Insecticidas Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
5	1L. Insecticidas 2 Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
6	1L. Herbicidas Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
7	1L. Insecticidas 4 Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
8	20L. Herbicidas Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
9	20L. Insecticidas Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3

Continuación tabla IV.

No.	Nombre de la Línea	Día uno, 20 de junio de 2016, residuos obtenidos después del curado (kg)				Día dos, 21 de junio de 2016, residuos obtenidos después del curado (kg)				Día tres, 22 de junio de 2016, residuos obtenidos después del curado (kg)				Día cuatro, 23 de junio de 2016, residuos obtenidos después del curado (kg)				Día cinco, 24 de junio de 2016, residuos obtenidos después del curado (kg)							
		Papel y cartón (kg)	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Plástico, caucho y cuero	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Plástico, caucho y cuero	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Plástico, caucho y cuero	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Plástico, caucho y cuero	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón				
10	100ml. Herbicidas Líquidos	1.5	5	2	1.5	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	
11	175g. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
12	500g. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
13	2g. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
14	100g. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
15	150 g. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
16	1kg. Insecticidas Polvo	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
17	Formulación Polvos	1.5	5	2.5	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
18	Formulación Líquidos 1	1.5	5	2.5	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1
19	Formulación Líquidos 2	1.5	5	2.5	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1
20	Formulación Herbicidas Líquidos	1	5	2.5	1.5	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4	1

Fuente: elaboración propia con datos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.2. Peso de cada grupo de residuos sólidos obtenidos del cuarteo

Después de realizado el cuarteo, se obtuvo en cuatro grupo los pesos en kilogramos descritos a continuación:

Tabla V Kilogramos obtenidos de cada grupo de residuos sólidos en el cuarteo

	Papel y cartón (kg)	Trapos	Madera y follaje	Plástico, caucho y cuero
Suma de las 20 líneas durante los 5 días (Kg)	174	273	227	176

Fuente: Industria de fabricación de agroquímicos.

5.3. Capacidad calorífica de los residuos sólidos

De los cuatro grupos obtenidos de la realización del cuarteo, se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla VI Capacidad calorífica de los residuos sólidos

Tipo de material	Capacidad calorífica (kJ/kg)
Papel y cartón	4,209E+13
Trapos	1,03611E+14
Madera y follaje	7,17075E+13
Plástico, caucho y cuero	4,30632E+13

Fuente: elaboración propia con los datos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.4. Determinación de residuos susceptibles a valorización

Los residuos sólidos susceptibles a valorización no se incluyeron dentro del cuarteo porque al hacerlo se podían contaminar con materia que contiene agroquímico, pero se tienen registrados los datos importantes de los mismos para valorizarlos.

Tabla VII Valorización de los residuos

No.	Nombre de la Línea	Total de plástico (Kg)	Precio por kilogramo plástico (Q)	Total de cartón (Kg)	Precio por kilogramo de cartón(Q)	Total de tarimas de madera(Kg)	Precio por kilogramo de madera (Q)
1	20L Herbicidas líquidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	20L Insecticidas líquidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3,5L Herbicidas líquidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	1L Insecticidas líquidos	0,50	0,28	5,83	1,29	105,00	131,25
5	1L Insecticidas 2 líquidos	0,50	0,28	6,50	1,43	105,00	131,25
6	1L Herbicidas líquidos	0,50	0,28	6,50	1,43	90,00	112,50
7	1L Insecticidas 4 líquidos	0,50	0,28	6,50	1,43	90,00	112,50
8	200L Herbicidas Líquidos	0,20	0,11	13,00	2,87	140,00	175,00
9	200L Insecticidas líquidos	0,20	0,11	13,00	2,87	160,00	200,00
10	100mL Herbicidas Líquidos	0,50	0,28	6,50	1,43	90,00	112,50
11	750g. Insecticidas polvo	0,50	0,28	5,00	1,10	105,00	131,25
12	500g. Insecticidas Polvo	0,50	0,28	6,50	1,43	90,00	112,50
13	2kg. Insecticidas polvo	0,50	0,28	0,00	0,00	90,00	112,50
14	100grs. Insecticidas Polvo	0,50	0,28	6,50	1,43	105,00	131,25
15	250 grs. Insecticidas polvo	0,50	0,28	5,00	1,10	105,00	131,25
16	11kg. Insecticidas Polvo	0,50	0,28	6,50	1,43	90,00	112,50
17	Formulación polvos	1,00	0,55	5,00	1,10	375,00	468,75
18	Formulación líquidos 1	0,50	0,28	6,50	1,43	405,00	506,25
19	Formulación líquidos 2	1,33	0,74	5,00	1,10	315,00	393,75
20	Formulación Herbicidas 1 líquidos	0,5	0,25	6,50	1,43	390,00	487,50

Fuente: elaboración propia, según datos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.5. Ahorro de emisiones a la atmosfera con residuos no susceptibles a valorización

A continuación, la tabla que permite visualizar mejor este aspecto.

Tabla VIII Emisiones a la atmósfera en un año de trabajo del incinerador

Parámetro	Dimensionales	Emisión determinada en 60 minutos de trabajo	Emisión determinada en un día de trabajo	Emisión determinada en un mes de trabajo	Emisión determinada en un año de trabajo
Partículas PST	mg/Nm ³	0,05875	0,47	7,52	82,72
NOx	mg/Nm ³	0,23	1,84	29,44	323,84
CO	mg/Nm ³	0,09	0,72	11,52	126,72
SO2	mg/Nm ³	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable

Fuente: elaboración propia con datos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.6. Ahorro de combustible kerosina durante 11 meses

El ahorro de combustible si no se incinera residuos sólidos no susceptibles a valorización es:

Tabla IX Consumo de combustible kerosina durante los meses que trabajó el incinerador en 2016

Mes	Kerosina (kg)	Costo (Q)
Enero	2 191,90	17 370,23
Febrero	3 085,60	24 453,69
Marzo	1 705,90	13 519,43
Abril	5 367,20	42 535,60
Mayo	5 289,50	41 919,82
Junio	4 822,90	38 221,96
Julio	4 356,30	34 524,11
Agosto	3 708,00	29 386,27
Septiembre	1 092,80	8 660,55
Octubre	2 400,40	19 023,41
Noviembre	2 400,40	19 023,41

Continuación tabla IX

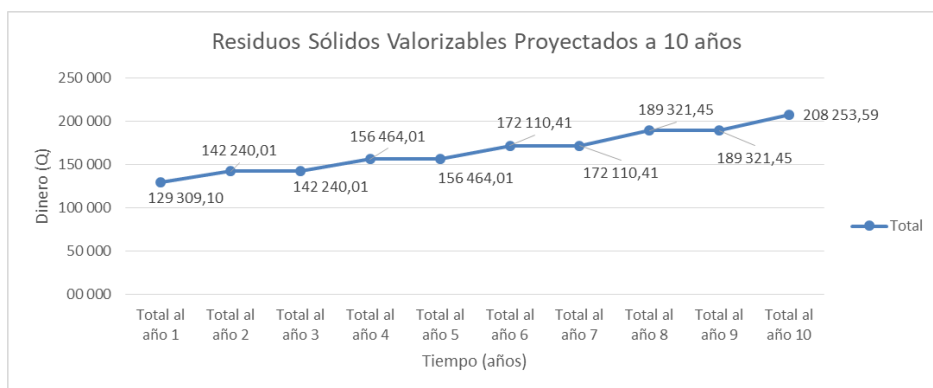
Diciembre	0,00	0,00
Total	3 035,07	288 638,48

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

5.7. Ingresos proyectados en 10 años con los residuos sólidos valorizables

Es conveniente conocer los ingresos que se proyectan, por ello se les presenta en en la siguiente figura.

Figura 4 Ingresos proyectados sobre los residuos sólidos valorizables



Fuente: elaboración propia con datos de la industria de fabricación de agroquímicos.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de llevada a cabo la experimentación, se obtienen datos que son los resultados que se deben leer e interpretar, y determinaran los pasos por seguir, en este caso, para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos, qué medidas se pueden mejorar o implementar en el proceso de manipulación de residuos sólidos.

La densidad de los residuos sólidos no susceptibles a valorización, se calcula para varios fines, dependiendo de la naturaleza de los mismos. En este caso se utilizó para calcular el volumen de los recipientes que deben instalarse en cada línea de producción, para que ahí sean depositados los residuos, se tomó en cuenta la producción por línea y el promedio de densidad por línea. El volumen del recipiente por utilizar debe tener un volumen de $0,2 \text{ m}^3$, las líneas que no lo tengan deben cambiar a un recipiente con este volumen.

Se realizó una gráfica de datos de las densidades calculadas, figura 5 a la 9, en donde se calculó la media y la desviación estándar de los datos por cada día, en donde se obtuvieron desviaciones entre $26,67$ y $36,57 \text{ kg/m}^3$ (figura 10), indicando que los datos están dispersos y no existe un patrón de comportamiento, debido a que la producción es variable y no hay estacionalidad, por ende, la generación de residuos sólidos varía.

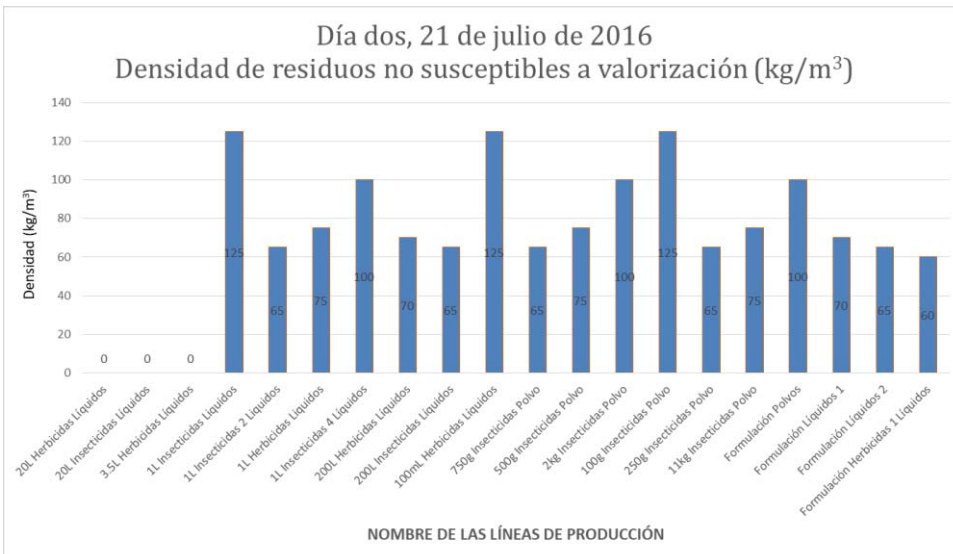
Se realizó un diagrama de Pareto, es la figura 11, en donde el 80 % de los desperdicios son generados por 13 de 20 líneas de envasado, Las principales en generar residuos son: 1L insecticidas 4 líquidos, 2kg insecticidas polvo, formulación de polvos.

Figura 5 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día uno de cuarteo



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Figura 6 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día dos de cuarteo



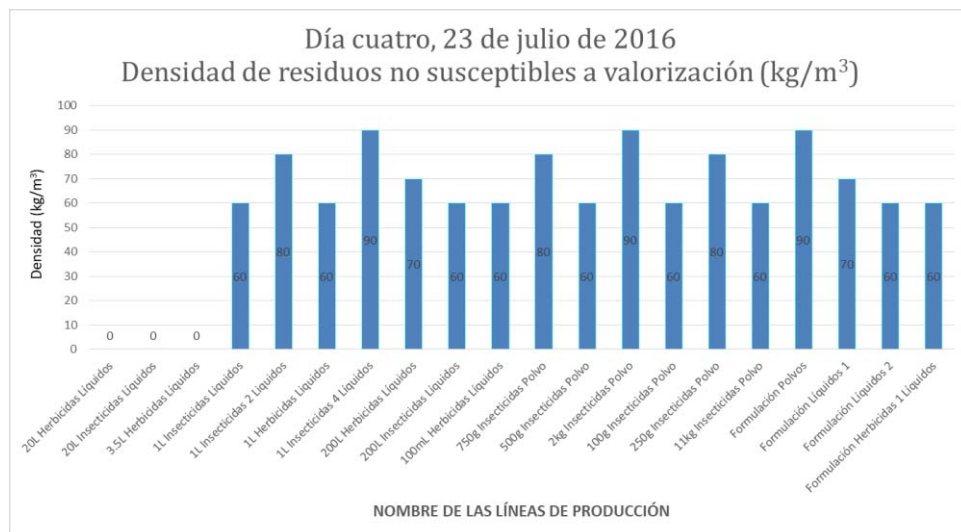
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Figura 7 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día tres de cuarteo



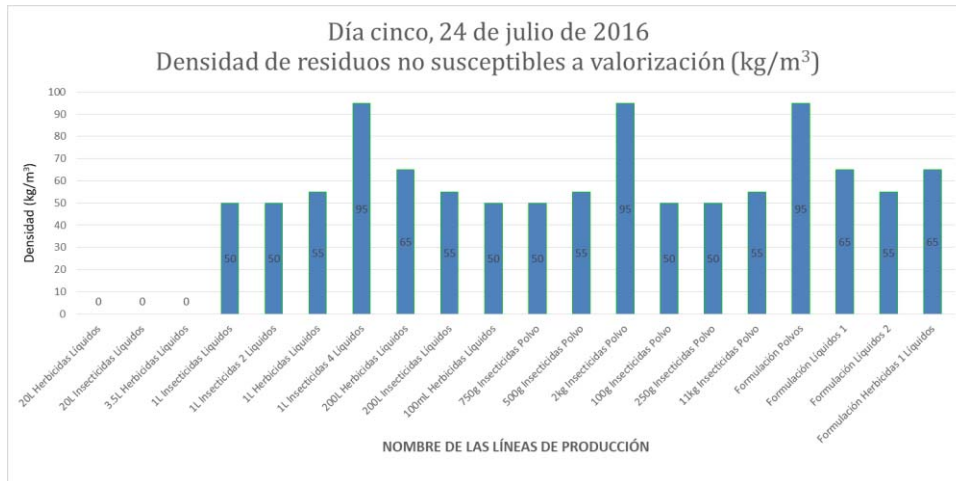
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Figura 8 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día cuatro de cuarteo



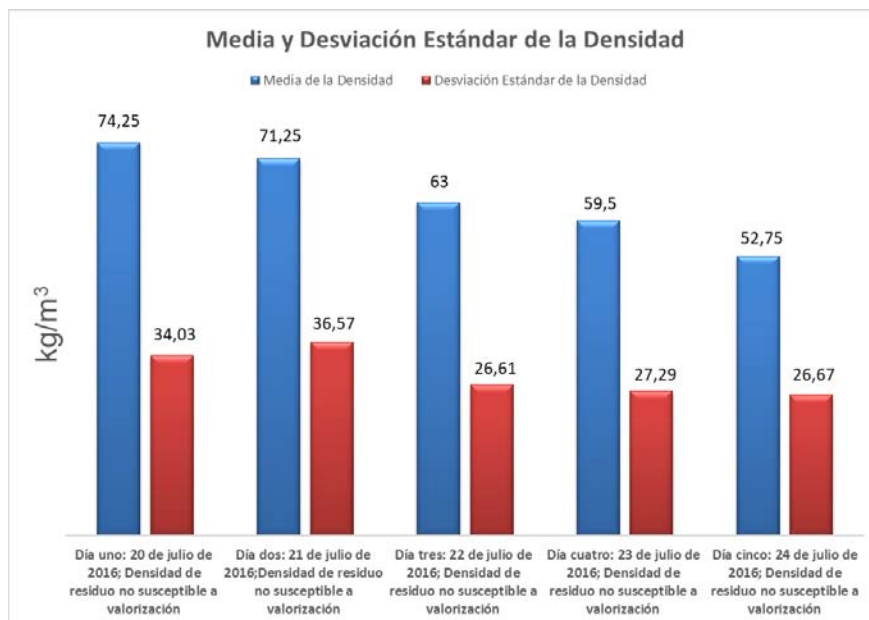
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Figura 9 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día quinto de cuarteo



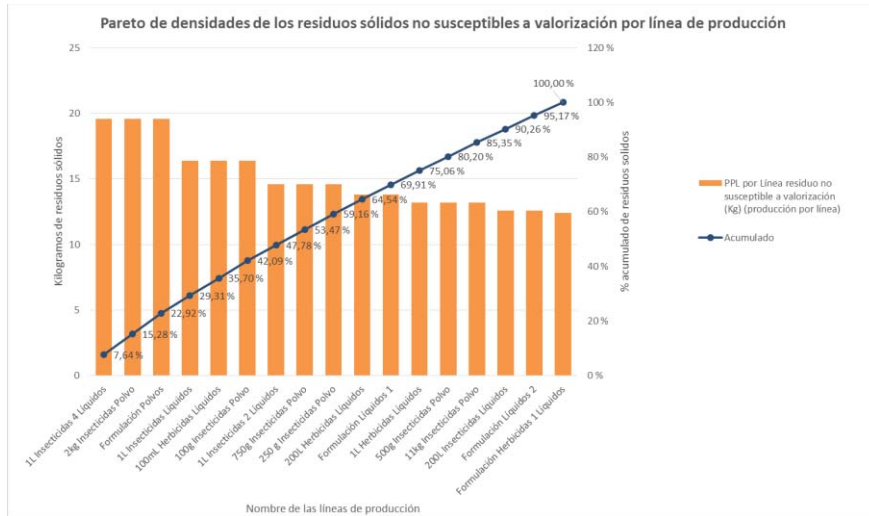
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Figura 10 Densidad de residuos sólidos no susceptibles a valorización, día cuatro de cuarteo



Fuente: industria de fabricación de agroquímicos.

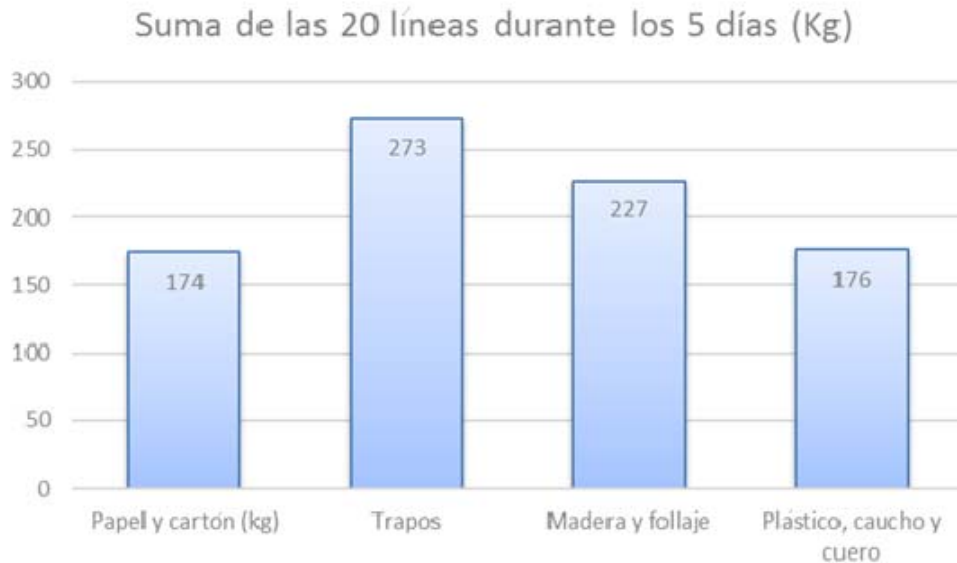
Figura 11 Gráfica de Pareto, densidades de los residuos sólidos no susceptibles a valorización, por línea de producción



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

De acuerdo con el método sencillo del análisis de residuos sólidos del doctor Kunitoshi Sakurai, se realizó el cuarteo, de donde se obtuvieron, la composición física de los residuos en kilogramos y en porcentaje, con esto se supo qué tipo de material se desperdicia con mayor frecuencia, el grupo de trapos. El nombre se asignó de acuerdo con la clasificación establecida por el doctor Kunitoshi, incluyó mopas, que son trapeadores utilizados para la limpieza de las áreas y en su minoría *waipe*, que utiliza el departamento de mantenimiento para limpieza y mantenimiento de equipos.

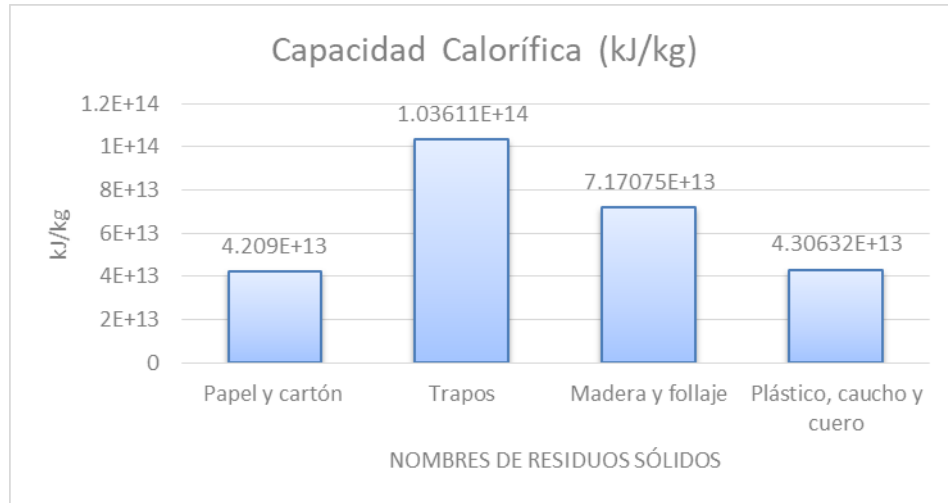
Figura 12 Composición física de los residuos sólidos no susceptibles a valorización



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Se calculó la capacidad calorífica (figura 13) de los residuos sólidos no susceptibles a valorización, utilizando la ecuación de Dulong modificada. Se observó que el desecho con el valor más grande son los trapos, estos muchas veces contienen líquido atrapapolvo, utilizado para realizar la limpieza de las áreas.

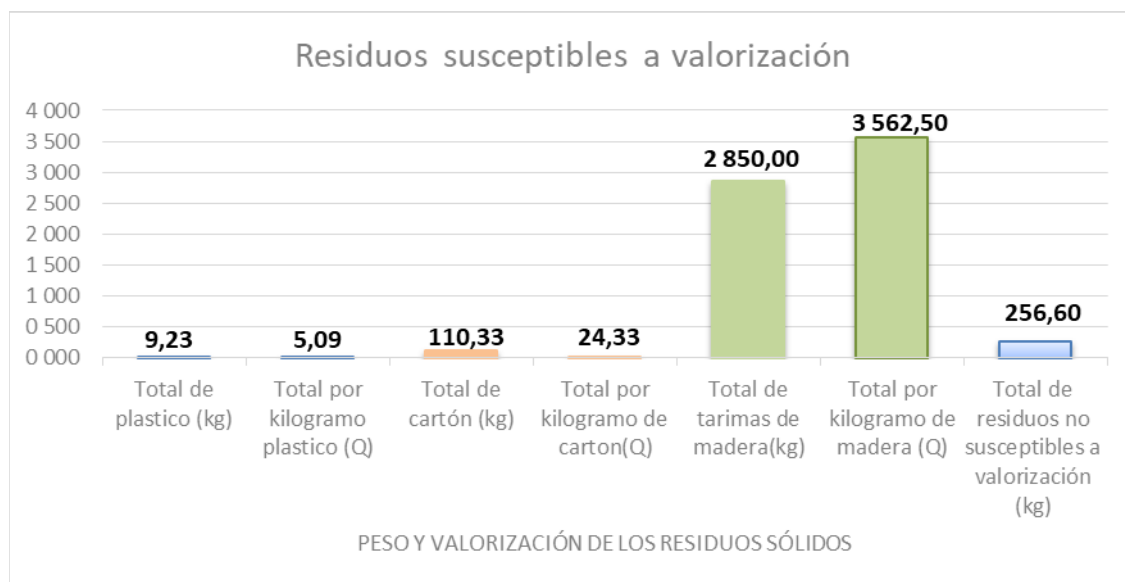
Figura 13 Capacidad calorífica de los residuos sólidos no susceptibles a valorización



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

Los residuos sólidos susceptibles a valorización, no se incluyeron en la metodología del cuarteo, para evitar la contaminación con los residuos de agroquímicos, y debido a esto su valorización para su posterior reciclaje es factible. Se investigaron precios en el mercado guatemalteco del reciclaje para cartón, tarimas de madera y plástico, obteniendo un valor económico para los mismos. El material que más valor tiene son las tarimas de madera, obteniéndose en dinero la cantidad de Q 3 562,50 en cinco días, concluyendo que solo el 8,5 % de los residuos sólidos no es valorizable.

Figura 14 Residuos susceptibles a valorización



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la industria de fabricación de agroquímicos.

El ahorro en emisiones a la atmósfera en un año de trabajo es significativo, los gases que se han medido en la chimenea del incinerador son, partículas suspendidas totales, óxidos de nitrógeno y óxidos de carbono. Al no incinerar residuos sólidos no susceptibles a valorización, en la tabla VII se muestran las cantidades ahorradas.

El ahorro en el uso de combustible kerosina, durante un año de trabajo, impacta económicamente y si se suma a las emisiones a la atmósfera eliminadas, se está ganando en ambos caminos con un ahorro energético y económico, en la tabla IX se observan los resultados obtenidos.

Si se lleva a cabo la venta de residuos sólidos no susceptibles a valorización, el retorno económico puede ser utilizado en diversos proyectos, en la figura 7, se proyecta cuánto se puede obtener en 10 años.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó la hipótesis logrando el 91,5 % de la valorización de los residuos sólidos producidos en las líneas de producción de la planta de una industria de fabricación de agroquímicos.
2. Se diagnosticó la situación actual con la realización de la cuantificación de residuos sólidos, tomando el peso en kilogramos extraído de cada línea de envasado.
3. Los residuos no susceptibles a valorización que más se generan son los trapos, dentro de los mismos se encuentran las mopas y *waipe*, con un valor de 273 kg en la prueba de cuarteo.
4. El ahorro en emisiones a la atmósfera en un año de trabajo al realizar la clasificación de residuos sólidos es en partículas suspendidas totales (PST) 82,72 mg/Nm³, óxidos de nitrógeno (NOx), 323,84 mg/Nm³, óxidos de carbono (CO), 126,72 mg/Nm³.
5. El residuo sólido no susceptible a valorización con mayor capacidad calorífica es el grupo de trapos, con un valor de $1,03611 \times 10^{14}$ KJ/ kg.
6. El ahorro en un año de trabajo al realizar la clasificación de residuos sólidos es de Q129 309,10 (\$16 793,38), lo que equivale a tres plazas de trabajo con el sueldo mínimo (Q3 000,00) de Guatemala para cubrir en un año, o bien cubre un proyecto social para realizar en la comunidad de Amatitán.

7. El ahorro en combustible kerosina durante un año es de Q 288 638,48 (\$37 485,51), equivalente a seis plazas con salario mínimo para cubrir gastos en un año y el ahorro en la extracción de cenizas durante un año es de Q32 604,00 (\$4 234,28).

RECOMENDACIONES

1. Identificar mejor las zonas en donde se encuentran ubicados los recipientes para almacenar los desechos no susceptibles a valorización, de esta forma se disminuirán los errores de mezclas de desechos y se aprovechará más en valor económico los desechos como cartón y plástico, al no contaminarse con residuos de agroquímicos.
2. Realizar un plan de cambio en las líneas de producción que no tengan recipientes con volumen de $0,2 \text{ m}^3$, con fechas para su ejecución.
3. Evaluar las capacidades caloríficas de los desechos no susceptibles a valorización para ver si la energía generada pueda ser utilizada para impulsar una bomba, por ejemplo.
4. Con el ingreso económico de los residuos susceptibles a valorización, evaluar qué otros proyectos sociales se pueden cubrir, como pintar escuelas o centros de salud.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACURIO, ACURIO, G., et al. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. México: Serie Ambiental No. 18 BID, OPS/OMS. 217 p.
2. Banco Interamericano de Desarrollo, *Guía para la evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales. Procedimientos básicos*. Washintong, DC.: BID, 1997.
3. BROWN, Doreen; Umaña, Guillermo, et al. *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales, enfoque Centroamérica; aids, care*. El Salvador: proarca/sigma, 2003. 22 p.
4. CEPIS para interpretación de densidad de los residuos sólidos. [en línea]. <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html> [consulta: marzo de 2017].
5. FIGUEROA, Gustavo y García, Gabriel; *Gestión integral de residuos sólidos con énfasis en residuos susceptibles a valorización y disposición final, para la cabecera departamental de Jalapa*. Guatemala, s.e. 2015. 220 p.
6. JARAMILLO, Jorge; *Guía para el manejo de los residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*, México: 1997. 89 p.

7. KIELY, Gerard; *ingeniería ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. España: 1999. 143 p.
8. KUNITOSHI, S., HDT 17: *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*, CEPIS/OPS. 1981. 45 p.
9. *Ley general de descentralización Decreto 14-2002*, 2002. Guatemala, s.l.s.e. 2002. 60 p.
10. Secretaría de comercio y fomento industrial, Norma MX-AA-61-1985, *protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación*, México, 1985. 103 p.

ANEXOS

IMÁGENES DE LA DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Balanza en donde se pesan los residuos sólidos



Fuente: fotografía propia.

Líneas de envasado



Fuente: fotografía propia.

Recipientes de clasificación de residuos sólidos



Fuente: fotografía propia.

Recipientes de clasificación de desechos



Fuente: fotografía propia.

IMÁGENES DE SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LOS COLABORADORES

Capacitación del colaborador de la planta



Fuente: fotografía propia.

IMÁGENES DE PERÍODO DE CAPTACIÓN DE MUESTRAS

Recolección de residuos sólidos en líneas de producción



Fuente: fotografía propia.

Recolección de residuos sólidos en líneas de producción



Fuente: fotografía propia.

IMÁGENES DE PROCESO DE CUARTEO

Proceso de cuarteo



Fuente: fotografía propia.

Proceso de cuarteo



Fuente: fotografía propia.

Pesaje de residuos



Fuente: fotografía propia.

Plástico susceptible a valorización

No.	Nombre de la Línea	Día uno: 20 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Plástico	Día dos: 21 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Plástico	Día tres: 22 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Plástico	Día cuatro: 23 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Plástico	Día cinco: 24 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Plástico	Total de plástico (kg)	Precio por kilogramo plástico (Q)
1	Ocme	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2	PR30	0	0	0	0	0	0,0	0,0
3	PR6	0	0	0	0	0	0,0	0,0
4	Mewes I	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
5	Mewes II	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
6	Strunk I	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
7	Mewes IV	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
8	Toneles Herbicidas	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,11
9	Toneles Insecticidas	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,11
10	PR8	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
11	Wolf	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
12	FFS 250	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
13	Volendas	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
14	Serpach	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
15	FFS 180	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
16	Munson	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
17	Ruberg	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	0,55
18	SC	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
19	EC	0,27	0,27	0,27	0,3	0,3	1,33	0,74
20	Herbicidas	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,5	0,28
TOTAL:							5,09	

Fuente: elaboración propia.

Cartón susceptible a valorización

No.	Nombre de la Línea	Día uno: 20 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Cartón	Día dos: 21 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Cartón	Día tres: 22 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Cartón	Día cuatro: 23 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Carton	Día cinco: 24 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (kg) Cartón	Total de cartón (kg)	Precio por kilogramo de cartón (Q)
1	Ocme	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	PR30	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3	PR6	0	0	0	0	0	0,00	0,00
4	Mewes I	1,17	1,17	0,5	1	2	5,83	1,29
5	Mewes II	2	1	0,5	1	2	6,50	1,43
6	Strunk I	1	2	0,5	1	2	6,50	1,43
7	Mewes IV	1	2	0,5	1	2	6,50	1,43
8	Toneles Herbicidas	2	3	3	2	3	13,00	2,87
9	Toneles Insecticidas	2	3	3	2	3	13,00	2,87
10	PR8	1	2	0,5	1	2	6,50	1,43
11	Wolf	1	0,5	1	2	0,5	5,00	1,10
12	FFS 250	2	1	0,5	2	1	6,50	1,43
13	Volendas	0	0	0	0	0	0,00	0,00
14	Serpack	2	1	0,5	2	1	6,50	1,43
15	FFS 180	1	0,5	1	2	0,5	5,00	1,10
16	Murson	2	1	0,5	2	1	6,50	1,43
17	Ruberg	1	0,5	1	2	0,5	5,00	1,10
18	SC	2	1	0,5	2	1	6,50	1,43
19	EC	1	0,5	1	2	0,5	5,00	1,10
20	Herbicidas	2	1	0,5	2	1	6,50	1,43
TOTAL:							24,33	

Fuente: elaboración propia.

Maderas susceptible a valorización

No.	Nombre de la Línea	Día uno: 20 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (Kg) Madera	Día dos: 21 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (Kg) Madera	Día tres: 22 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (Kg) Madera	Día cuatro: 23 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (Kg) Madera	Día cinco: 24 de julio de 2016; Peso desecho susceptible a valorización (Kg) Madera	Total de tarimas de madera(Kg)	Precio por kilogramo de madera (Q)
1	20L Herbicidas Líquidos	0	0	0	0	0	0.00	0
2	20L Insecticidas Líquidos	0	0	0	0	0	0.00	0
3	3:3L Herbicidas Líquidos	0	0	0	0	0	0.00	0
4	1L Insecticidas Líquidos	0	0	0	0	105	105.00	131,25
5	1L Insecticidas 2 Líquidos	0	0	105	0	0	105.00	131,25
6	1L Herbicidas Líquidos	0	0	0	90	0	90.00	112,5
7	1L Insecticidas 4 Líquidos	0	90	0	0	0	90.00	112,5
8	200L Herbicidas Líquidos	0	60	0	0	80	140.00	175
9	200L Insecticidas Líquidos	0	0	0	80	80	160.00	200
10	100ml Herbicidas Líquidos	0	0	90	0	0	90.00	112,5
11	750g Insecticidas	0	0	105	0	0	105.00	131,25
12	500g Insecticidas	0	0	0	90	0	90.00	112,5
13	2kg Insecticidas Polvo	0	90	0	0	0	90.00	112,5
14	100grs Insecticidas	0	0	0	105	0	105.00	131,25
15	250 grs Insecticidas	0	105	0	0	0	105.00	131,25
16	1kg Insecticidas Polvo	0	0	90	0	0	90.00	112,5
17	Formulación Polvos	105	0	90	90	90	375.00	468,75
18	Formulación Líquidos 1	0	90	105	105	105	405.00	506,65
19	Formulación Líquidos 2	0	0	105	105	105	315.00	393,75
20	Formulación Herbicidas 1 Líquidos	0	105	90	90	105	390.00	487,5
TOTAL							3562,5	

Fuente: elaboración propia.

Pesajes en kilogramos iniciales de residuos sólidos no susceptibles a valorización, para realización de cuarteo

No .	Nombre de la Línea	Día uno: 20 de julio de 2015; Peso desecho no susceptible a valorización (Kg)	Día dos: 21 de julio de 2015; Peso desecho no susceptible a valorización (Kg)	Día tres: 22 de julio de 2015; Peso desecho no susceptible a valorización (Kg)	Día cuatro: 23 de julio de 2015; Peso desecho no susceptible a valorización (Kg)	Día cinco: 24 de julio de 2015; Peso desecho no susceptible a valorización (Kg)	PPL por Línea desecho no susceptible a valorización (Kg) [produccion	Tipo de desecho no susceptible a valorización
1	Ocme	0	0	0	0	0	0,00	Tapones, carton, plastico
2	PR30	0	0	0	0	0	0,00	Tapones, carton, plastico
3	PR6	0	0	0	0	0	0,00	tapones, carton, plastico tarimas
4	Mewes I	8,00	6,00	6	4	3	4,33	Tapones, panfletos, caja, envases
5	Mewes II	9,00	7,00	7	6	5	6,00	Tapones, panfletos, caja, envases, carton, plastico tarimas
6	Strunk I	11,00	8,00	6	5	5	5,33	Envase, etiquetas, carton, plastico tarimas
7	Mewes IV	7,00	7,00	11	0,8	4	5,00	Tapones, panfletos, caja, envases
8	Toneles Herbicidas	4	2	5	3	1	5,00	Etiqueta, carton, plastico tarimas
9	Toneles Insecticidas	2	3	3	3	1	4,00	Etiqueta, carton, plastico tarimas
10	PR8	5,00	7,00	5	6	3	4,67	Tapones, panfletos, caja, envases, carton, plastico tarimas
11	Wolf	8,00	7,00	6	5	4	5,33	Bobina carton, plastico tarimas
12	FFS 250	10,00	11,00	3	4	3	3,33	Bobina carton, plastico tarimas
13	Volendas	11,00	8,00	6	5	5	5,33	Etiquetas, panfletos, carton, plastico tarimas
14	Serpack	7,00	7,00	11	0,8	4	5,00	Bobina, carton, plastico tarimas
15	FFS 180	4	2	5	3	1	5,00	Bobina, carton, plastico tarimas
16	Munson	2	3	3	3	1	4,00	Etiquetas, panfletos, carton, plastico tarimas
17	Ruberg	5,00	7,00	5	6	3	4,67	Sacos, carton, plastico tarimas
18	SC	8,00	7,00	6	5	4	5,00	Sacos, carton, plastico tarimas
19	EC	10,00	11,00	3	4	3	3,33	Sacos, carton, plastico tarimas
20	Herbicidas	4,00	4,00	3	3	2	2,67	Fleje contaminado, carton, plastico tarimas

Fuente: elaboración propia.

Pesos en kilogramos previo a la realización de composición física de los residuos sólidos

No.	Nombre de la Línea	Día uno: 20 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (kg)			Día dos: 21 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (kg)			Día tres: 22 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (kg)			Día cuatro: 23 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (kg)			Día cinco: 24 de julio de 2016, residuos obtenidos después del cuarteo (kg)		
		Papel y cartón (kg)	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero	Papel y cartón	Trapos	Madera y folaje	Plástico, caucho y cuero
1	Ocome	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	PR30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	PR6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Mewes I	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
5	Mewes II	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
6	Strunk I	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
7	Mewes IV	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
8	Toneles Herbicidas	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
9	Toneles Insecticidas	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
10	PR8	1.5	5	2	1.5	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2
11	Wolf	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
12	FFS 250	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
13	Volentas	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
14	Sepack	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
15	FFS 180	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
16	Murson	1	5	2.5	1.5	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
17	Ruberg	1.5	5	2.5	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3
18	SC	1.5	5	2.5	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4
19	EC	1.5	5	2.5	1	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4
20	Herbicidas	1	5	2.5	1.5	1	4	4	1	1	4	4	1	1	4	4

Fuente: elaboración propia.

Evaluación realizada posterior a la capacitación de “Clasificación de residuos sólidos”

Nombre completo: Carlos Enriquez

Fecha: 30/06/2014

Nota: 4.5/5

CLASIFICACION DE DESECHOS

Instrucciones: **Subraye la respuesta correcta**

1. ¿Cómo se identifican los recipientes de los desechos en el área operativa?
 - a) Materia orgánica y materia inorgánica
 - b) Basureros para Incineración, Basura Municipal, Cartón, Fleje, Centros de Fleje
 - c) Ninguna de las anteriores
2. ¿Qué materiales se reciclan en la planta?
 - a) Cartón, Fleje, Chatarra, llantas de montacargas
 - b) Tierra, hojas, raíces
 - c) Toneles de metal y plástico
3. ¿Qué materiales se reusan en la planta?
 - a) Toneles de metal, toneles de plástico, centros de fleje
 - b) Chatarra
 - c) Llantas de montacarga
4. ¿Por qué es importante la clasificación de basura?
 - a) Porque se ayuda al reciclaje y al reuso de materiales, es menor el impacto al medio ambiente, y se generan menos emisiones a la atmosfera de CO2, se ahorra agua y se evita la tala de arboles
 - b) Porque así no usamos muchos toneles
 - c) Todas las respuestas anteriores son correctas
5. ¿Por qué es importante identificar los recipientes de desechos?
 - a) Para no confundir los recipientes y así evitar que materiales no contaminados se contaminen, y se ayude al reciclaje y al reuso.
 - b) Para que el área se observe ordenada y organizada
 - c) Las respuestas anteriores son correctas

Fuente: industria de fabricación de agroquímicos.

**Ejemplo de lista de asistencia a capacitación de
Clasificación de residuos sólidos**

Elaborado por:	EVIAB	Rige a partir de:	14/02/2015
Revisado por:	bggal	Fecha Rev.:	03/02/2015
Aprobado por:	bgest	Fecha Aprob.:	03/02/2015

1 Instructor(es)	1	Piscala Muñoz			
	2				
	3				
		Nombres y Apellidos	Firma del instructor(es)		
2 Tema de la Capacitación	Clasificación de desechos				
3 Área de la Planta	Producción				
4 Fecha de la Capacitación	30/06/2016				
5 Horario de la Capacitación	7:00-7:30				
6 Lugar de la Capacitación	Greda				
7 TIPO DE CAPACITACIÓN	Q	H	S	<input checked="" type="checkbox"/> E	Otros

8. Asistentes:

Nombres y Apellidos	Firma	Empresa que representa
Rena To Adolfo Lima		
Mayra Pereira M.		
Celvin Topaque Areche		
Marvin Sigue.		
Dyean Longinos		
César A. Sien Rodríguez		
Marvin Farfán B.		
Eddy Alberto Cosajay		
Ronatto Samayoa		
Rosario Jgic		
José Fernando Salazar		
Harry Anson Pérez Uñan		
/	/	/
/	/	/
/	/	/

Fuente: industria de fabricación de agroquímicos.