

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
GENERADOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO (UMSA – COTA COTA) Y SU
ÁREA DE INFLUENCIA (AV. MUÑOZ REYES, CALLE 26 HASTA 35), PARA LA
PRODUCCIÓN DE COMPOST**

JOSE ANGEL FLORES HUANQUI

LA PAZ – BOLIVIA

2022

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL CAMPUS
UNIVERSITARIO (UMSA – COTA COTA) Y SU ÁREA DE INFLUENCIA (AV. MUÑOZ REYEZ, CALLE 26 HASTA
35), PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

JOSE ANGEL FLORES HUANQUI

ASESOR

Ing. M. Sc. Estanislao Poma Loza

TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Celia María Fernández Chávez

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ – BOLIVIA

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo que representa la culminación de una etapa más de mis estudios. Lo dedico a Dios por habérmelo permitido, a mis queridos padres: Milton Flores Andia y Elena Huanqui Torrez, por el esfuerzo, sacrificio y confianza que me brindaron en todo momento de mi vida, así mismo a mis hermanos Rodrigo, Reynaldo y María, por el apoyo constante para el cumplimiento de este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, su protección, su bendición y guiar mi camino.

A la “Universidad Mayor de San Andrés”, a la facultad de Agronomía, la carrera de ingeniería agronómica, casa de estudio donde contribuyeron en mi formación profesional recibida en todos los años de estudiante.

Agradecer a mis padres: Milton Flores y Elena Huanqui por concederme la oportunidad de realizar esta carrera, por apoyarme incondicionalmente durante todo este periodo de mi formación académica.

A mis hermanos: María, Reynaldo y Rodrigo, por apoyarme y alentarme durante todo este tiempo.

Al Centro Experimental de Cota Cota Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme brindado sus predios durante la realización del trabajo de campo e investigación.

Mi gran admiración y respeto a mi asesor; Ing. Estanislao Poma Loza, por su valiosa orientación, revisión y asesoramiento del presente trabajo.

De la misma manera agradecer a mi tribunal revisor conformado por los profesionales: Ing. Celia Fernández Chávez, Ing. Humberto Ortuño Rojas e Ing. Juan Jose Vicente Rojas

Y muy en particular a mis amigos Israel, Mike, Percy, Keny, Fernando, Kevin, Adrian, Jorge, Freddy, Daniela, Wayra, Anel, Melany, Alicia, Jhoseline y Silvia por acompañarme y apoyarme a lo largo de toda la carrera.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
4.1. Residuos sólidos y la basura.....	4
4.1.1. Problemática ambiental de los residuos sólidos.....	4
4.1.2. La generación de residuos sólidos.....	6
4.1.3. Clasificación de los residuos sólidos.....	7
4.1.3.1. Por su origen.....	7
4.1.3.2. Por su composición.....	9
4.1.3.3. Por su peligrosidad.....	9
• Residuos tóxicos.....	9
• Residuos patológicos.....	10
• Residuos radiactivos.....	10
4.2. Marco normativo.....	10
4.2.1. Gestión integral de residuos sólidos.....	11
4.2.1.1. Reducir.....	12

4.2.1.2. Reutilizar	12
4.2.1.3. Reciclar	12
4.3. Valoración de los residuos sólidos	12
4.3.1. Valoración energética	13
4.3.2. Valoración de materiales sólidos	13
4.4. Ciclo de los residuos sólidos	13
4.5. Medio ambiente	13
4.5.1. Educación ambiental	14
4.5.2. Recursos naturales.....	14
4.5.3. Crisis ambiental y crisis social	14
4.6. Abonos orgánicos	15
4.6.1. Beneficio del uso de abonos orgánicos en el suelo	15
4.6.2. Compost	16
4.6.2.1. Proceso de compostaje.....	18
4.6.2.2. Fases del compostaje	18
a) Fase de consolidación	18
b) Fase activa	18
• Fase de maduración	19
4.6.2.3. Sistemas de compostaje	19
a) Compostaje en pilas	19

• Compostaje en reactores o contenedores (in-vessel system)	20
• Compostaje en superficie.....	20
4.6.2.4. Factores que influyen en el compostaje	20
a) Relación carbono nitrógeno	21
• Balance de nutrientes	21
• Oxígeno	22
• Humedad	23
• Temperatura	23
• Ph (potencial de hidrógeno)	24
5. LOCALIZACIÓN.....	24
5.1. Localización del área de estudio	24
5.2. Clima de la zona	26
5.3. Topografía y vegetación.....	26
6. MATERIALES Y METODOS	27
6.1. Materiales	27
6.1.1. Materiales estudiados.....	27
6.1.2. Materiales para determinar las cantidades de residuos sólidos	27
6.1.3. Materiales para las encuestas y entrevistas	27
6.1.4. Equipos y herramientas	27
6.2. Metodología	28

6.2.1. Tipo de investigación	28
6.2.2. Diseño de la investigación	29
6.2.2.1. Tamaño de la muestra para las encuestas.....	29
6.2.2.2. Tamaño de la muestra de la comunidad universitaria.	29
6.2.2.3. Tamaño de la muestra de los expendios de alimentos.....	30
6.2.2.4. Tamaño de la muestra para la recolección de residuos solidos	30
a) Peso volumétrico	30
b) Generación per cápita	31
c) Relación beneficio, costo.....	31
6.2.3. Procedimiento de campo	31
6.2.3.1. Reconocimiento del área de estudio	32
6.2.3.2. Preparación de encuestas.....	32
6.2.3.3. Toma de datos mediante encuesta	33
6.2.3.4. Recolección de residuos sólidos	33
6.2.3.5. Clasificación de los residuos sólidos	34
6.2.3.6. Compostaje.....	35
6.2.4. Variables de respuesta	35
6.2.4.1. Análisis de la situación actual de los residuos sólidos.....	35
6.2.4.2. Peso volumétrico (kg/m ³)	35
6.2.4.3. Generación de residuos per cápita (kg/unidad de expendio/día)	35
6.2.4.4. Cantidad de compost (kg)	35

6.2.4.5. Beneficio / costo (Bs)	36
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
7.1. Análisis de la situación actual de los residuos sólidos en el campus universitario y su área de influencia	36
7.1.1. Situación actual de los residuos sólidos de acuerdo a la comunidad del campus universitario	36
7.1.1.1. Problemática de los residuos sólidos	36
7.1.1.2. Depósitos de residuos.....	38
7.1.1.3. Contenedores de reciclaje.....	39
7.1.1.4. Tratamiento de residuos orgánicos	41
7.1.1.5. Lugar donde se realiza tratamientos de residuos orgánicos.....	42
7.1.1.6. Autoridades universitarias y la problemática de los residuos sólidos...	43
7.1.1.7. Compostera del Centro Experimental Cota Cota – Agronomía.....	45
7.1.2. Situación actual de los residuos sólidos de acuerdo a los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia	46
7.1.2.1. Contenedores de reciclaje de residuos	47
7.1.2.2. Clasificación de residuos sólidos.....	48
7.1.2.3. Manejo de residuos.....	50
7.1.2.4. Días de mayor generación de residuos	51
7.1.2.5. Separación de residuos orgánicos	52
7.1.2.6. Propuesta del manejo de residuos	53

7.2. Cantidades de residuos sólidos generados por los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia	55
7.2.1. Cafeterías.....	55
7.2.1.1. Cantidades generales de residuos sólidos (kg)	55
7.2.1.2. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m ³)	56
7.2.2. Comideras	58
7.2.2.1. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m ³)	59
7.2.3. Jugueras.....	61
7.2.3.1. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m ³)	62
7.3. Cantidad de compost obtenido a partir de residuos orgánicos	64
7.3.1. Proyección anual	65
7.4. Análisis de Beneficio / Costo de la producción de compost (Bs)	65
8. CONCLUSIONES	67
9. RECOMENDACIONES	68
10. BIBLIOGRAFÍA.....	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de estiércol de ovino	17
Tabla 2. Unidades de expendio de alimentos.....	30
Tabla 3. Cantidades de residuos sólidos y subproductos (noviembre 2019).	55
Tabla 4. Cantidades de residuos orgánicos durante una semana.	56
Tabla 5. Cantidades de residuos sólidos y subproductos de las comederas (noviembre 2019).....	59
Tabla 6. Cantidades de residuos orgánicos recolectados en una semana	60
Tabla 7. Cantidades de residuos sólidos y subproductos generados por las jugueras (noviembre 2019).....	62
Tabla 8. Peso y volumen de residuos orgánicos en una semana generados por las jugueras.....	63
Tabla 9. Cantidad de compost y rendimiento.	64
Tabla 10. Proyección anual.....	65
Tabla 11. Relación beneficio – costo de la producción de compost en CECC.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del campus universitario	25
Figura 2. Localización geográfica del área de influencia del campus universitario (Avenida Muñoz Reyes y calles adyacentes)	26
Figura 3. Recipiente de tipo turril para determinar el volumen de residuos	34
Figura 4. Factores que determinan la problemática de los residuos sólidos	37
Figura 5. Lugares donde depositan residuos la población universitaria.....	38
Figura 6. Existen contenedores de reciclaje en su unidad.....	39
Figura 7. Sitios de los contenedores de reciclaje	40
Figura 8. Conocimiento sobre la realización de tratamientos de residuos orgánicos	41
Figura 9. Donde se realiza el tratamiento de residuos solidos.....	42
Figura 10. Apoyo de las autoridades en la solución de la problemática de residuos sólidos	44
Figura 11. Predisposición de depositar residuos orgánicos en la compostera de agronomía.....	45
Figura 12. Contenedores de reciclaje cerca de los expendios de alimentos.....	47
Figura 13. Separación de residuos orgánicos	49
Figura 14. Manejo de los residuos orgánicos	50
Figura 15. Días que se genera mayor cantidad de residuos sólidos.....	51
Figura 16. Predisposición en la separación de residuos orgánicos	52
Figura 17. Propuesta, donde podrían dejar sus residuos	54

INDICE ANEXOS

Anexo 1. Cartas de solicitud de información de la población Docente, estudiantes y administrativos	79
Anexo 2. Cartas de solicitud de permisos para el acopio de residuos sólidos y encuestar a los responsables de las cinco cafeterías del campus universitario	81
Anexo 3. Tabla de resultados de las cantidades de residuos solidos	83
Anexo 4. Encuestas	84
Anexo 5. Encuestados	84
Anexo 6. Recolección de residuos solidos	85
Anexo 7. Separación de residuos solidos.....	86
Anexo 8. Tabla de costos de producción y beneficio, para una producción de 45448 kg de compost.	87

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el campus de la Universidad Mayor de San Andrés, Cota Cota y su área de influencia que comprende la avenida Muñoz Reyes desde la calle 26 hasta la 35. Donde la generación de residuos sólidos se ha convertido en un tema preocupante al respecto porque la mayor parte de estos residuos son destinados como desecho a los camiones del servicio municipal de recojo de basura, siendo que estos materiales podrían ser reciclados y aprovechados para diversos propósitos, entre ellos el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compost.

Como una investigación de tipo descriptiva, y con el objetivo desarrollar un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos en el campus universitario y su área de influencia, para la producción de compost. Para esto se realizó encuestas dirigidas a la comunidad universitaria, en las distintas facultades establecidas del campus, mediante un muestreo poblacional. Así mismo se realizó encuestas dirigidas a los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia mediante entrevistas personales a todos los dueños de dichos expendios. En ambos casos se determinó que más del 90% de la comunidad universitaria y los expendedores de alimentos desconocen si existe centros de aprovechamiento de residuos sólidos o subproductos en el área de investigación, así mismo, los residuos generados por los mismos son destinados directamente a los contenedores comunes. También se realizó un acopio de residuos sólidos en todos los expendios de alimentos del mismo lugar, donde los mismos residuos se clasificó según su composición, y se determinó la generación de 1558 kg/semana, de los cuales 1171 kg corresponden a residuos orgánicos. Con este mismo material de residuos orgánicos se realizó un compostaje, el cual rindió la cantidad de 874 kg de compost, y en base a estos datos se realizó una proyección para un año considerando su costo de producción y beneficio, el cual determinó una relación de 1.28, que indica que el compostaje en el CECC puede ser una actividad económica rentable. Por lo que se recomienda para un aprovechamiento más eficiente de los residuos orgánicos, se considere otras fuentes generadoras de residuos orgánicos, como pueden ser condominios, casas domiciliarias y mercados. Así también realizar una investigación para conocer la calidad del compost considerando todos sus componentes.

ABSTRACT

This research was carried out on the campus of the Universidad Mayor de San Andrés, Cota Cota and its area of influence that includes Muñoz Reyes avenue from 26 to 35 streets. Where the generation of solid waste has become a worrying issue in this regard, because most of this waste is destined as waste to the trucks of the municipal garbage collection service, being that these materials could be recycled and used for various purposes, including the use of organic waste for the production of compost.

As a descriptive research, and with the objective of developing a diagnosis of the current situation of solid waste on the university campus and its area of influence, for the production of compost. For this, surveys were conducted aimed at the university community, in the different established faculties of the campus, through a population sampling. Likewise, surveys were conducted aimed at food outlets on the university campus and its area of influence through personal interviews with all the owners of said outlets. In both cases it was determined that more than 90% of the university community and food vendors do not know if there are centers for the use of solid waste or by-products in the research area, likewise, the waste generated by them is directly destined for the common containers. Solid waste was also collected in all food outlets in the same place, where the same waste was classified according to its composition, and the generation of 1,558 kg / week was determined, of which 1,171 kg correspond to organic waste. With this same organic waste material, a composting was carried out, which yielded the amount of 874 kg of compost, and based on these data a projection was made for one year considering its cost of production and benefit, which determined a ratio of 1.28, which indicates that composting in the CECC can be a profitable economic activity. For what is recommended for a more efficient use of organic waste, consider other sources that generate organic waste, such as condominiums, homes and markets. Also carry out an investigation to know the quality of the compost considering all its components.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, los cambios en la conducta y hábitos de consumo de la sociedad, añadido al incremento en la producción, están generando diferentes tipos de residuos sólidos cuyo tratamiento y disposición final requiere de mayores recursos, tanto humanos como tecnológicos y económicos.

El constante incremento en la cantidad de residuos, su composición y el manejo inadecuado de estos, está incidiendo directamente en el deterioro al medio ambiente, la madre tierra y en la salud de la población y principalmente en las fuentes de agua para consumo humano.

La información y conocimiento de lo que sucede acerca del manejo y gestión de los residuos sólidos que se realiza en Bolivia, es parcial y limitada en todos sus aspectos y en las diferentes instancias de los niveles de estado, hecho que ha dificultado en la toma decisiones oportunas para implementar políticas que permitan abordar de forma estructural la problemática del manejo de residuos sólidos.

El municipio de La Paz, a lo largo de los últimos años y directamente influenciado por sus características que define a una ciudad donde existen mercados e importante consumismo. De acuerdo a los últimos datos generados por la unidad de gestión ambiental de gobierno autónomo municipal de La Paz, la ciudad genera aproximadamente 550 toneladas/día de residuos sólidos. De los cuales aproximadamente el 60% es materia orgánica, 20% material reciclable y otro 20% es basura.

Actualmente el municipio de La Paz cuenta con un área de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la producción de compost, donde aproximadamente 3,8 toneladas/día de residuos sólidos orgánicos son procesados (EMAVERDE, 2019).

1.1. Planteamiento del problema

La producción per-cápita (PPC) de residuos sólidos en el Departamento de La Paz, presenta valores dispersos de un municipio a otro y es directamente proporcional al número de habitantes y hábitos de consumo. El índice mayor se registra en la ciudad de La Paz con 0,58 (Kg/habitante-día) (MMAyA, 2011), y multiplicados por cerca de un millón de habitantes, se acumula más de 500 toneladas de residuos sólidos/día, los cuales son recogidos, transportados y depositados por una empresa tercerizadora, ajena al municipio de La Paz. Estos residuos sólidos no son seleccionados, ni son separados, es decir la mezcla es de residuos orgánicos, plásticos, papel, lata, etc., etc., sin mayor proceso de selección y peor aún no cuenta con un tratamiento adecuado.

Por otro lado, no se cuenta con un programa de educación ambiental o más bien no existen políticas directas y claras a cerca del cumplimiento de las tres “eres” en cada una de las familias paceñas, no se reduce el nivel de consumismo cada vez más acelerado, los residuos de la casa no se reciclan, y no se reutilizan.

Esta acumulación casi progresiva de los residuos, recientemente (enero 2019), ya ocasionó un problema mayor al deslizarse el relleno sanitario de la Ciudad de La Paz, ubicada en la zona de Alpacoma, municipio de Achocalla, cuyo derrumbe ocasionó la reacción de los vecinos de Achocalla, y posterior cierre temporal del relleno sanitario. Esta situación, afecto directamente a la población paceña y la población de Achocalla al no tener donde depositar los residuos, lo que a la larga generaría problemáticas en la salud de la población.

Por otro lado, las actividades académicas y de investigación en el campus de la Universidad Mayor de San Andrés, de igual manera generan un volumen importante de residuos en general, que tampoco son seleccionados ni aprovechados. De la misma manera, el entorno del campus universitario más propiamente en el barrio de Cota Cota tampoco cuenta con un aprovechamiento de los residuos, pero se ve un buen potencial en residuos orgánicos, los cuales pueden ser procesados para abonos.

Al respecto el Centro Experimental de Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía, tiene un área de compostaje, donde se procesa en abono gran parte del material orgánico generado por las mismas actividades académicas productivas de la unidad (residuos de cocina, estiércol de conejos, cuyes, aves, aserrín, material verde de deshierbe, restos de cosecha, entre otros), además de procesar el estiércol equino procedente de la facultad de humanidades. De esta manera se reduce en más del 50% de los residuos generados por Agronomía.

2. JUSTIFICACIÓN

Conocer los volúmenes de residuos generados por el campus universitario y su entorno más próximo de la sociedad civil, y más aún la composición de estos residuos, que coadyuvarán a generar e implementar un plan de manejo de estos residuos, principalmente los de origen orgánico, que serán procesados en el área de compostaje de la Facultad de Agronomía para la producción de compost. De esta manera se reducirá significativamente el volumen total de “residuos sólidos” del campus universitario y parte de su entorno, de esta manera La UMSA, contribuirá a la mejora del medio ambiente, generando un clima amigable y sostenible, con el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos generados en el campus universitario (UMSA– Cota Cota) y su área de influencia (Av. Muñoz Reyes, calle 26 hasta 35), para la producción de compost.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de los residuos sólidos en el campus universitario y su área de influencia.

- Determinar las cantidades de residuos sólidos que generan los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia.
- Determinar la cantidad de compost que se transforma a partir de los residuos orgánicos generados por los expendios de alimentos.
- Realizar el análisis de beneficio / costo del compostaje.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Residuos sólidos y la basura

Residuos sólidos son todos los residuos que surgen de las actividades humanas y animales, que normalmente son sólidos y que se desechan como inservibles o no queridos. Sin embargo, los materiales de los residuos desechados a menudo son reutilizables y se pueden considerar como un nuevo recurso manejable. La Gestión Integral de Residuos Sólidos es el término aplicado a todas las actividades asociadas con la gestión de los residuos dentro de la sociedad (Lopez, 2015).

La basura es un producto de las actividades humanas y normalmente se coloca en lugares previstos de recolección para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente, se usa ese término para denominar aquella fracción de residuos que no son aprovechables y por lo tanto, debería ser tratada y dispuesta para evitar problemas sanitarios o ambientales. (Encinas, 2010).

4.1.1. Problemática ambiental de los residuos sólidos

Los residuos existen desde que nuestro planeta tiene seres vivos, hace unos 4.000 millones de años. Antiguamente, la eliminación de los residuos humanos no planteaba un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los residuos era grande. Sin embargo, la problemática de los residuos comienza con el desarrollo de la sociedad moderna en la que vivimos, no sólo en el aspecto referido a la cantidad de residuos que ésta genera (difícilmente

asimilable por la naturaleza), sino, y de manera importantísima, a la calidad de los mismos (Garrigues, 2003).

La gravedad de estos problemas se acrecienta en países en vías de desarrollo, ya que las escasas dotaciones presupuestarias se enfocan al tratamiento de las enfermedades más que a su prevención; así pues, el efecto sobre la salud pública es mayor (Batool & Ch, 2009).

Tomando en consideración que en la mayoría de los casos los tiraderos “a cielo abierto” carecen de una cubierta de material (tierra), se presenta, por consiguiente, un medio altamente permeable que permite la fácil entrada del agua de lluvia a los estratos de residuos que se encuentran acumulados, provocando por ello la saturación del medio y la percolación hacia el fondo, efectuándose a la vez, la disolución de sustancias y la suspensión de partículas contenidas en los residuos sólidos (Higueras , 2010).

Estos lixiviados pueden migrar hacia las aguas subterráneas o superficiales, lo que está en función de las condiciones topográficas y geo-hidrológicas del sitio, generando de esta forma la degradación de la calidad del suelo y del agua, poniendo en riesgo la salud de la población cuando el agua subterránea es utilizada como fuente de abastecimiento para la localidad. (Higueras , 2010).

Problemas de salud pública como la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua han sido relacionados con el almacenamiento, recogida y evacuación de los desechos sólidos. Una de las maneras de reducir la cantidad de desechos sólidos que tienen que ser evacuados es limitar el consumo de materias primas e incrementar la tasa de recuperación y reutilización de materiales residuales (Tchobanoglous, Theisen, & y Vigil, 2004).

Los ecosistemas se ven afectados cuando su capacidad de carga y de regeneración se ve sobrepasada. Si a esto se le suma la acumulación de residuos de manera descontrolada, se generan afectaciones en los hábitats, pudiendo incluso alterar significativamente los ecosistemas y las especies que los componen. Un ejemplo de esto son los residuos que arrastran las mareas, que se dispersan por las playas, viajan en

suspensión por el mar y se acumulan en el fondo marino, afectando la vida y las cadenas tróficas (MMA, Guía de educación ambiental y residuos, 2016).

En el caso de Bolivia, las cifras también han ido incrementando. Según informes del (MMA, Guía de Educación Ambiental y Residuos, 2016), Bolivia generaba aproximadamente 2 millones de toneladas de residuos sólidos al año, el equivalente a 5400 toneladas al día. De ésta cifra, según datos del INE (2017), más del 70% provenían exclusivamente de las 9 ciudades capitales y El Alto.

El problema de la basura en Bolivia se encuentra lejos de una solución. Semanas atrás la ciudad de La Paz, experimentó problemas en el recojo de la basura por un deslizamiento en el relleno sanitario de Alpacoma. Éste evento sacó a la luz un problema que se va acarreado desde hace años, en Bolivia y el mundo (Gonzales, 2019).

4.1.2. La generación de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos municipales que el mundo genera según el último reporte de What a Waste 2.0 (2018), alcanza a 2010 millones de toneladas anualmente. Esto significa más de 10 veces la cantidad que se producía un siglo atrás (Banco Mundial, 2018).

De acuerdo a los datos del Diagnóstico de Gestión de Residuos en Bolivia, se calcula que diariamente se generan 4780 Ton/día de los cuales aproximadamente el 55% corresponde a la fracción orgánica. Una gestión inadecuada de este tipo de residuos ocupa mayor espacio en los sitios de disposición final de residuos, genera una mayor cantidad de lixiviados y al estar mezclados con otro tipo de residuos, como por ejemplo peligrosos, aumenta la carga contaminante (MMAyA, 2012).

Las 500 toneladas de basura que genera la ciudad de La Paz cada día valen, ya que al igual que en otras capitales del mundo, ésta puede ser industrializada. De acuerdo a su composición, los desechos producidos en La Paz pueden convertirse en plástico, vidrio, plastimadera, abono, gas para vehículos y sistemas de calefacción e incluso energía eléctrica y térmica (España, 2019).

4.1.3. Clasificación de los residuos sólidos

La composición de residuos está estrechamente relacionada al desarrollo humano en la tecnología y sociales. La composición de los diferentes tipos de residuos varía de acuerdo a las condiciones de tiempo y de lugar. La invención y el desarrollo de la industria se relacionan directamente con los distintos tipos de residuos generados o afectados. Ciertos componentes de los residuos tienen valor económico y rentable utilizado por el reciclaje (Lopez, 2015).

Los residuos han sido clasificados de diversas formas. Según su estado físico éstos pueden ser: sólidos, líquidos, gaseosos o pastosos. Si bien, desde el punto de vista de su estructura química, el origen y el destino final potencial de los residuos éstos se pueden clasificar por (Hontoria & Zamorano, 2000).

4.1.3.1. Por su origen

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar (Martínez, 2005).

a) Residuos agrícolas

Los residuos vegetales son los que más se encuentran en la producción agrícola, ya que corresponden a las podas de plantas; la extracción de las mismas cuando la cosecha sólo tiene en cuenta los frutos o partes de la planta; frutos que sufren daños y no se pueden comercializar; desyerbe; y otro tipo de actividad complementaria al desarrollo del cultivo que genere eliminación de plantas. Teniendo en cuenta que estos residuos son orgánicos, las alternativas más usadas para su aprovechamiento son el compostaje y el vermicompostaje (UAESP, 2010).

b) Residuos animales

Los residuos ganaderos son muy heterogéneos, están formados por las deyecciones sólidas y líquidas, las camas y restos de alimentos, fitosanitarios, antibióticos, restos de embalajes etc. Se pueden dividir en dos grandes grupos: estiércoles y purines, los

primeros están formados por las deyecciones, sólidas, líquidas y las camas del ganado. Los segundos disponen de una gran cantidad de agua en su composición. En cuanto a producción, se acepta, de forma general, una producción media diaria de deyecciones sólidas y líquidas, equivalentes al 7% del peso vivo del animal, pero también sometidas a numerosos factores que inciden en una alteración del valor citado (Rodríguez M. , 2006)

c) Residuos industriales

Son aquellos que se obtienen en las plantas de producción, comprenden los residuos sólidos y semisólidos del agua, aguas sucias, etc., son resultado del proceso de producción de las plantas, por lo tanto, sus características varían según el tipo de tratamiento; a continuación, se presentan algunos ejemplos: rechazos de tejidos y fibras, madera no útil, viruta, vidrio, goma, rechazos de papel y fibra, etc. (Áyax, 2008)

d) Residuos domésticos

Son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros), y de productos provenientes de actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios (MMA, Aprender a prevenir los efectos del mercurio módulo 2: Residuos y áreas verdes, 2016).

e) Residuos municipales

Corresponde a aquellos residuos generados a nivel domiciliario y asimilables, más los residuos de parques y jardines, comercio, obras menores de construcción y demolición, ferias libres, pequeñas industrias, oficinas, colegios, hospitales y barrido de calles, escombros, voluminosos, artículos electrónicos y no electrónicos, restos de ramas y podas y basureros, entre otros (MDS, 2013).

4.1.3.2. Por su composición

a) Residuos orgánicos

Son los desechos que se degradan o se descomponen en poco tiempo convirtiéndose en abono o fertilizante para las plantas. Este tipo de residuos son también llamados biodegradables, generalmente son de origen animal (wanu) o vegetal, son aquellos que se generan todos los días al cocinar, después de comer o provienen de las plantas como hojas y ramas. En este grupo también están el papel, cartón y los huesos. Y en nuestro país, más del 60% de la basura es orgánica (USAID, 2007).

b) Residuos inorgánicos

Los residuos inorgánicos tienen una esencial diferencia con los orgánicos. Los residuos orgánicos en algún momento fueron parte de un ser vivo o un ser vivo en sí. Por ejemplo, la cáscara de manzana. En cambio, el residuo inorgánico no tiene origen biológico, ha sido industrializado o fabricado mediante algún proceso de manera artificial, como los plásticos, las telas o los vidrios. Mediante técnicas de reciclado se puede minimizar el volumen de basura inorgánica. El vidrio, las telas, el papel y el polipropileno (Material con el cual se fabrican bolsas) (Green Drinks, 2017).

4.1.3.3. Por su peligrosidad

Todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas (Poma, 2011).

- **Residuos tóxicos**

Los residuos tóxicos son los elementos, sustancias, compuestos, restos o mezclas que representan un riesgo para el ambiente, la salud de los humanos y de las diversas especies animales y vegetales, o los recursos naturales. No se conoce con exactitud la dimensión de muchos de los efectos tóxicos que producen estos desechos. El problema de los residuos está relacionado con aspectos políticos, técnicos y sociales, ya que las

inversiones en el desarrollo tecnológico e industrial no son iguales a las inversiones que se hacen en la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. Se debe actuar dentro de un amplio marco ético en el manejo de los desechos real o potencialmente tóxicos, ya que se pueden vulnerar los principios éticos de las personas, además de su salud. Se requiere de mayor congruencia entre las normas y reglas, actuales y futuras, la ejecución de las mismas y la evaluación de los resultados (Navarro & Reynoso, 2009).

- **Residuos patológicos**

Los residuos patológicos son aquellos que pueden ser fuente de infección, como jeringas, algodones usados, guantes utilizados en prácticas quirúrgicas, y deben ser tratados de manera especial. En las clínicas médicas, veterinarias u odontológicas se exige que se desechen en bolsas rojas que permitan su identificación, y que sean manipuladas por personal especializado (Saladie, 2015).

- **Residuos radiactivos**

Un material radiactivo es toda sustancia o átomo que emite radiaciones ionizantes y no ionizantes; la radiactividad puede ser natural o artificial (Greenberg, 2009).

4.2. Marco normativo

Promover la transformación de los patrones de producción y hábitos de consumo en el país y la recuperación y reutilización de los materiales y energías contenidos en los residuos, bajo un enfoque de gestión cíclica de los mismos (Ley N° 300, 2012).

Desarrollar acciones educativas sobre la gestión de residuos en sus diferentes actividades para la concienciación de la población boliviana (Ley N° 300, 2012).

El Ministerio de Educación y Cultura, las Universidades de Bolivia, la Secretaría Nacional y los Consejos Departamentales del Medio Ambiente, definirán políticas y estrategias para fomentar, planificar y desarrollar programas de educación ambiental formal y no

formal, en coordinación con instituciones públicas y privadas que realizan actividades educativas (Ley N° 1333, 1992).

La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultado e informado previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente (Constitucion Politica del Estado, 2009).

4.2.1. Gestión integral de residuos sólidos

Se entiende por Gestión Integral de Residuos al sistema conformado por procesos de planificación, desarrollo normativo, organización, sostenibilidad financiera, gestión operativa, ambiental, educación y desarrollo comunitario para la prevención, reducción, aprovechamiento y disposición final de residuos, en un marco de protección a la salud y el medio ambiente (Ley N° 775, 2015).

Define a la gestión del manejo de residuos sólidos como acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta su disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (Rodriguez M. , 2006).

La GIRS es un proceso complejo que requiere de la participación de diversos actores, tanto del sector público como del privado y del social. En buena medida, su éxito depende de la sensibilización y del convencimiento de las bondades que representa una gestión adecuada de los residuos; es todo un reto coordinar las acciones y a los actores para que el sistema funcione (Macias & Paez, 2018).

La estrategia de las 3R se orienta al manejo de los residuos que sea más sustentable con el medio ambiente y, específicamente, da prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Las 3R corresponde a las siglas de las palabras Reducir, Reutilizar y Reciclar: (MA, 2008).

4.2.1.1. Reducir

La finalidad de esta primer “R” es disminuir el gasto de materias primas, agua y bienes de consumo, así como el aporte de CO₂ a la atmósfera y el consumo de energía. La reducción puede realizarse en dos diferentes niveles: Reducción del consumo de bienes o productos y reducción del consumo de energía (Bonilla, 2018).

4.2.1.2. Reutilizar

Esta “R” hace referencia a alargar la vida útil de un producto, de manera que antes de deshacerse de él y sustituirlo por un nuevo producto, se repare o se le de otro uso antes de finalizar su vida útil. Un ejemplo de esto es el valor agregado y transformación artesanal que se le da a llantas y piezas metálicas en desuso (López, 2017)

4.2.1.3. Reciclar

El reciclaje consiste en la transformación de los residuos por medio de distintos procesos de valorización que permiten restituir su valor económico y energético, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución implique un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud y el ambiente (ALRCR, 2014).

4.3. Valoración de los residuos sólidos

Algunos expertos en la materia han definido la valorización de residuos como el resultado de un estudio que establece cómo un desecho pudiera sustituir a otros materiales dentro de un objeto que está diseñado para cumplir una función determinada (SMV, 2018)

Para satisfacer sus necesidades, los seres humanos han establecido un complejo sistema de producción y consumo, en el que los insumos o materiales y la energía utilizados, son consumidos sólo en forma parcial. La diferencia entre el total utilizado y lo efectivamente consumido se denomina residuo (Ibáñez & Corroccoli, 2002).

Cuando la generación de estos residuos es inevitable, ellos deben pasar a ser considerados como un recurso a partir del cual pueden ser recuperados materiales reusables, materia prima, nutrientes orgánicos e incluso energía (Cravioto, 2000)

4.3.1. Valoración energética

Los residuos se someten a ciertos procesos, de forma que se reduce su volumen y se generan, por un lado, unas pequeñas cantidades de residuos y, a su vez, energía proveniente de los materiales contenidos. Esta energía obtenida es equiparable en muchas ocasiones y dependiendo de los residuos, a los combustibles convencionales (FENERCOM, 2010).

4.3.2. Valoración de materiales sólidos

El residuo no siempre es un desecho a destruir, a veces, es posible recuperarlo. La idea es que, si hay algo que a mí no me sirve más, no quiere decir que ya no tenga valor, es posible que pueda dársele diferentes usos y aplicaciones. En este sentido, decimos que valorizar los residuos implica optimizar sus características mediante procesos de reutilización, recuperación y reciclado (FERTILAB, 2019).

4.4. Ciclo de los residuos sólidos

Cada autor y región presentan diferentes procesos subprocesos en el ciclo de manejo de residuos, la propuesta del presente trabajo ha integrado los diferentes planteamientos consultados y propone el ciclo con un enfoque principal hacia los residuos agropecuarios, por ser el tema de análisis, aunque con una visión general para cualquier tipo de residuos. La diferencia principal con respecto a un sistema para la gestión de residuos sólidos urbano y/o de manejo especial, es que en el modelo propuesto para residuos agropecuarios no existe el proceso de separación de residuos, por tratarse principalmente de orgánicos (Glynn & Gary, 2007).

4.5. Medio ambiente

El medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Así mismo se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado. Y como parte de la Responsabilidad Social, el medio ambiente, tiene otros conceptos íntimamente ligados

como la sustentabilidad y la sostenibilidad para asegurar nuestro futuro. Adicionalmente, tiene a la economía circular y el valor compartido para lograr impactar lo menos posible al medio ambiente (Dioniguedez, 2019).

4.5.1. Educación ambiental

Es un proceso permanente de enseñanza-aprendizaje por medio del cual la persona adquiere conocimientos en actitudes, valores, destrezas y habilidades que le permiten modificar las pautas de conducta individual y colectiva generando dinámicas de relación con la madre tierra mucho más armónicas, equilibradas e integrales (MMAyA, 2012).

La Educación Ambiental, es otro de los componentes descuidados para el sector regional. En el sistema de la gestión integral de residuos sólidos, intervienen los dos actores más importantes: La Municipalidad como responsable de planificar, administrar, y velar por la gestión ambiental y eficiente y la Sociedad como elemento fundamental, a través de su participación y compromiso ciudadano en asumir su rol en dicho proceso. Para tal efecto se realizarán talleres de capacitaciones, sensibilizaciones, en temas de manejo adecuado de residuos sólidos y educación ambiental (Marupa, 2016).

4.5.2. Recursos naturales

Los recursos naturales están constituidos por componentes bióticos y abióticos y representan la fuente básica de provisión de materias primas, natural y no transformada, que son necesarias para la existencia humana (plantas, animales, minerales, agua, aire). Algunos de estos elementos están habitualmente distribuidos desigualmente en el planeta, segregados o asociados entre sí y son el producto de la naturaleza misma de la Tierra (Delgado, 2010).

4.5.3. Crisis ambiental y crisis social

Es propio de nuestro tiempo el reconocimiento de múltiples y diversos problemas ambientales, que van de la escala global (cambio climático, pérdida de biodiversidad, capa de ozono, aguas internacionales, entre otros) a la local (contaminación,

desertificación, pérdida de flora y fauna nativa, falta de espacios verdes, hacinamiento poblacional, entre muchos otros) (Garcia & Priotto, 2009).

4.6. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal, mineral o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde, estiércol, purín, restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados (Pinto & Vargas, 2008).

Los abonos orgánicos, son productos que se obtienen después de un proceso de descomposición de la materia orgánica, en este proceso los microorganismos son importantes porque son quienes descomponen la materia orgánica, de tal manera que la planta pueda usarlo para su nutrición (Berenice, 2010).

Estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, y cambian de forma orgánica (seres vivos) a su formar inorgánica (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales fluyen por la solución del suelo y finalmente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizadas hasta convertirse en humus, mediante procesos de humificación (Callisaya , 2019).

Existen diferentes tipos de abonos orgánicos los que se diferencian por su forma de preparación, tipos de productos utilizados en su elaboración, tiempo de fermentación y forma de usos: abonos orgánicos sólidos, abonos verdes y abonos líquidos orgánicos o biofertilizantes (Zuñiga, 2009).

4.6.1. Beneficio del uso de abonos orgánicos en el suelo

El aprovechamiento de residuos orgánicos también genera beneficios económicos en términos de creación de empleos, lo mismo a escala de proyecto que en los ámbitos regional y nacional, lo que se traduce, a su vez, en un incremento del producto interno

bruto. Desde sus fases más tempranas (incluso antes de ser puestas en marcha), las instalaciones dedicadas al procesamiento de residuos orgánicos generan empleos en las áreas de planeación y elaboración de proyectos, aunados a aquellos directamente relacionados con la gestión, recolección y procesamiento de residuos, así como empleos auxiliares relacionados con los productos finales procesados (es decir, el aprovechamiento de la composta en el sector agrícola) (REEFED, 2016)

En la República del Ecuador, en un estudio realizado sobre manejo sustentable de desechos sólidos orgánico e inorgánicos reciclables concluye que se mejora la calidad ambiental cuando se dispone adecuadamente los residuos sólidos en los rellenos sanitario o botadero, lo que implica menos olores desagradables producto de la putrefacción de residuos orgánicos, menor cantidad de lixiviados que puedan contaminar los suelos y efluentes de agua superficiales y subterráneas; y un mejor aprovechamiento de los residuos que antes eran desechados en el medio natural (Hernández, 2013).

La Alcaldía de La Paz anunció este miércoles que en dos meses comenzará a funcionar la planta de producción de abono orgánico, cuya industria está instalada en el exrelleno sanitario de Mallasa; producirá 30 toneladas diarias y se prevé utilizar en el mantenimiento de áreas verdes de la ciudad y el excedente comercializar en otros municipios urbanos del departamento y el sector privado (AMN, 2021).

Si mediante el proceso conocido como “composteo” o “compostaje”, se favorece la acción de las bacterias mediante el control de la humedad, temperatura, aireación y pH, se puede conseguir un fertilizante, el compost, de buenas propiedades agronómicas, que es utilizado en muchas regiones del mundo como enmienda orgánica para suelos pobres en nutrientes. El objetivo final de esta biodegradación controlada es la mineralización de la materia orgánica para evitar posibles fitotoxicidades y conseguir el máximo nivel de asimilabilidad por parte de las plantas (Gallardo & Colomer, 2011).

4.6.2. Compost

El compost es un abono orgánico pre-humificado, resultante de la descomposición y transformación biológica aeróbica, de los residuos orgánicos de origen vegetal (rastros)

de cosechas y malezas) y residuos de origen animal (estiércol fresco y/o almacenado). Con la aplicación de ceniza y un manejo apropiado de la humedad, la aireación y volteos adecuados facilitan la propagación de los microorganismos. El producto final es un compost rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que son asimilados paulatinamente por las plantas, lo que garantiza buenas cosechas, y el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Chilon E. , 2013).

Tabla 1. Componentes para el compostaje

Componentes	Unidad	Contenido
Estiércol	%	20 - 25
Residuos		
vegetales	%	75-79
Ceniza	%	0.2
Activador		
biológico	%	0.2

Fuente: (Chilon E. , 2013).

El compost orgánico brinda beneficios ya que es un acondicionador de suelos con características húmicas, libre de patógenos y malezas, que no atrae insectos ni vectores, el cual puede ser manejado y almacenado sin riesgo y benéfico al crecimiento de las plantas. Se han identificado tres funciones fundamentales del compost al aplicarse en suelos. Primera el compost puede servir como fuente de materia orgánica para mantener o ayudar a la formación del humus del suelo. Segunda el compost puede mejorar el crecimiento de cultivos en la agricultura comercial y usos domésticos. Además, reduce los patógenos que atacan a las plantas y aumentan la resistencia a las enfermedades, y tercero el compost contiene valores apreciables de nutrientes como Nitrógeno, Fósforo y una variedad de elementos traz0a esenciales (Valderrama, 2013).

4.6.2.1. Proceso de compostaje

El proceso de compostaje se define como una “descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos, semillas de malas hierbas y que aplicado al terreno produce un beneficio (Alvares, 2020).

El compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura inteligente. Ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible (Roman, Martinez, & Pantoja, 2008).

4.6.2.2. Fases del compostaje

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable (FERTILAB, 2019).

a) Fase de consolidación

Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un mundo de organismos y microorganismos que ayudan a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo (MMAyMRyM, 2009).

b) Fase activa

Incluye dos periodos: uno en el cual los materiales en compostaje se continúan calentando, llamado termofílico y el otro cuando los materiales comienzan a bajar la temperatura llamado de enfriamiento. El manejo de estas temperaturas iguales a 60 °C o

más, por varios días, es importante, porque permite eliminar las semillas de arvenses nocivas, así como patógenos humanos (*Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Clostridium sp*) y fitopatógenos (Sepúlveda & Alvarado, 2013).

- **Fase de maduración**

Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar tres meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un mundo de organismos y microorganismos que ayudan a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo (MMAyMRyM, 2009).

4.6.2.3. Sistemas de compostaje

Los diferentes criterios de construcción de compostas dependen de las condiciones climáticas, para lugares donde las precipitaciones sean mayores de 600 mm por año, se recomienda construir las compostas sobre la superficie del suelo y cuando es menor a esta cantidad, se sugiere se construyan fosas u hoyos con sistemas de drenaje para recolectar los percolados (Sagarpa, 2005).

La elaboración de compost está determinada por las características ecológicas del lugar; clima, temperatura, humedad, así como de los insumos vegetales de la zona donde se fabricará el compost (Chilon E. , 2008).

a) Compostaje en pilas

El sistema en hilera o pila es derivado del proceso básico original de compostaje al aire libre. El material es colocado en pilas o hileras de dimensiones variables, de 1 a 3 metros de altura y de 3 a 8 metros de ancho. Las dimensiones de la hilera dependen del tipo de material a ser procesado y del sistema utilizado para mantener el oxígeno de la biomasa. Respecto a la forma, se recomienda la pila con una sección transversal en forma de un triángulo truncado, o trapezoidal, que implica un método más práctico y minimiza los requerimientos de espacio para el compostaje (Docampo, 2013)

- **Compostaje en reactores o contenedores (in-vessel system)**

Este sistema se aplica cuando se requieren tasas elevadas de transformación y condiciones muy controladas. El compost se hace “rápidamente”. Son sistemas más complejos y son más costosos de construir, operar y mantener. Permite una amplia gama de diseños ya sean horizontales o verticales y normalmente están provistos de un sistema de agitación que permita una aireación y homogeneización de la masa. Su funcionamiento es del tipo reactor y frecuentemente el producto fresco entra por un lado y sale procesado por el otro. Su utilización está indicada en el caso de mezclas complejas con algún tipo de dificultad. La finalidad de estas metodologías es acelerar el proceso de transformación. Se consiguen tasas de procesado de hasta una semana frente a los sistemas tradicionales que duran entre uno y tres meses. En casi todos los casos la fase de maduración o estabilización del producto se lleva a cabo fuera del reactor en el exterior y frecuentemente con el sistema de pilas o montones al que se realiza algún volteo de homogeneización final (Álvares, 2013).

- **Compostaje en superficie**

Consiste en esparcir sobre el terreno una delgada capa de material orgánico finamente dividido, dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Este material sufre una descomposición aerobia y asegura la cobertura y protección del suelo, sin embargo, las pérdidas de nitrógeno son mayores, pero son compensadas por la fijación de nitrógeno atmosférico (Cisterna, 2004).

4.6.2.4. Factores que influyen en el compostaje

En el proceso de compostaje, los microorganismos son los responsables de la transformación de la materia orgánica, por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, afectarán también sobre el proceso. Los factores más importantes que intervienen éste proceso biológico son: temperatura, humedad, pH, oxígeno, relación C/N y población microbiana. Intervienen también parámetros que ayudan a confirmar que todo se va desarrollando según las previsiones, como el aspecto y olor de los materiales en las diferentes etapas y, si es preciso, se deben adoptar las

medidas correctoras necesarias para reactivar el proceso ante posibles incidencias (MMAyA, 2012).

a) Relación carbono nitrógeno

Para un correcto compostaje en el que se aproveche y retenga la mayor parte del C y del N, la relación C/N del material de partida debe ser la adecuada. Los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de C por cada una de N; por esta razón se considera que el intervalo de C/N teóricamente óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35 (Jhorar, Phogat, & Malik, 1999).

El nitrógeno y el carbono son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un abono orgánico de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos, esta relación tiene gran importancia desde el punto de vista agronómico pues regula el proceso biológico en el suelo y ambos elementos son fundamentales para la nutrición de los vegetales, el equilibrio de esta relación en el suelo regula los fenómenos metabólicos del nitrógeno y su mineralización y ambos tienen un ciclo perfectamente articulado, pues las bacterias nitrificantes obtienen su energía oxidando el amoníaco, energía que utilizan para metabolizar el carbono de gas carbónico del aire (Sánchez, 2011).

La relación C/N ideal para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus. En la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando $C/N < 20$ aunque esta es una condición necesaria pero no suficiente. Si los productos que se compostan poseen una relación C/N baja (inferior a 18-19), el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez (Golueke & Diaz, 2006).

- **Balance de nutrientes**

La característica química más importante de los sustratos es su composición elemental. La utilidad agronómica de los residuos con posibilidad de ser compostados está en función de la disponibilidad de los elementos nutritivos que posean. Los microorganismos sólo pueden aprovechar compuestos simples, por lo que las moléculas más complejas

se rompen en otras más sencillas (por ejemplo, las proteínas en aminoácidos y estos en amoníaco) para poder ser asimiladas (Castaldi, Alberti, Merella, & Melis, 2005).

Entre los elementos que componen el sustrato destacan el C, N, y P, que son macronutrientes fundamentales para el desarrollo microbiano. El carbono es necesario en la síntesis celular para la formación del protoplasma, así como la de los lípidos, grasas y carbohidratos; durante el metabolismo se oxida para producir energía y anhídrido carbónico; es el elemento que debe estar presente en mayor cantidad puesto que constituye el 50% de las células de los microorganismos y el 25% del anhídrido carbónico que se desprende en la respiración. El nitrógeno es un elemento esencial para la reproducción celular debido a la naturaleza proteica del protoplasma; se ha demostrado que la calidad de un compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de N. El fósforo desempeña un papel fundamental en la formación de compuestos celulares ricos en energía, siendo necesario para el metabolismo microbiano (Díaz, Jiménez, Cabrera, & Bertoldi, 2004).

- **Oxígeno**

Los microorganismos involucrados en el proceso del compostaje son en su mayoría aerobios, por tal razón es imprescindible la incorporación de oxígeno por medio de los volteos manuales o mecánicos, o a través de la aplicación de aire forzado dentro de las pilas. Al reducir la disponibilidad de oxígeno, se reduce el crecimiento de los microorganismos aerobios, la velocidad de la transformación de los materiales se ve seriamente reducida y la generación de malos olores aumenta debido a que en esta condición proliferan microorganismos anaerobios. Estos, por medio de su metabolismo, generan compuestos orgánicos volátiles y amoniacales (Bohórquez, 2019).

De esta manera, los microorganismos aerobios, al realizar la degradación de los residuos orgánicos, producen calor y consumen el oxígeno existente en la pila, lo que conduce a su disminución e incrementos en la temperatura. Entonces, es necesario incorporar oxígeno para permitir que las condiciones aerobias continúen durante el proceso (Sundberg, 2005).

Para el correcto desarrollo del compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios. Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo, mientras que el de dióxido de carbono va aumentando, hasta el punto de que a una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2% (Ekinci & Elwell, 2004).

- **Humedad**

La humedad afecta la actividad microbiana, así como la estructura física en el proceso de compostaje. Debido a que es relativamente fácil de medir, el contenido de humedad a menudo sirve como un sustituto de otros parámetros importantes. Cuando el compost tiene un alto contenido de humedad es afectada la agregación de partículas, la porosidad de la matriz y la permeabilidad de los gases en la misma. Todos estos factores limitan el transporte de oxígeno a la zona donde se produce la descomposición de la mortalidad (Estrada, 2017).

Sin un mínimo de humedad, la mayor parte de los microorganismos no pueden vivir. El exceso de agua produce encharcamientos e impide que haya aire en la pila. El material se pudre, provocando malos olores. Los niveles óptimos de humedad están entre un 40 y un 60%. Para comprobar si hay suficiente humedad, se puede coger un puñado de compost y apretarlo con la mano. Si al apretarlo se humedece la mano, pero no escurre agua entre los dedos, la humedad es óptima (Bortzirietako, 2021).

- **Temperatura**

Las temperaturas que alcanza el sustrato durante el proceso de compostaje dependen del calor generado por la actividad microbiana y de la distribución y pérdida del mismo en el sistema. Durante el proceso de compostaje la temperatura ejerce una selección progresiva de las especies microbianas responsables de la degradación y transformación del sustrato. Elevadas temperaturas pueden tener efectos beneficiosos puesto que permiten eliminar organismos patógenos y parásitos termolábiles pero también pueden

tener efectos negativos sobre el progreso del compostaje al eliminar los organismos necesarios o beneficiosos para el proceso de compostaje (Tortosa, 2013).

Durante el proceso de compostaje la temperatura se comporta como una curva donde la primera fase alcanzaría aproximadamente 45 °C, logrando un máximo de casi 80 °C al llegar a la segunda fase y progresivamente este va disminuyendo hacia la temperatura ambiente (Almiña, 2013).

- **Ph (potencial de hidrógeno)**

El pH constituye otro de los factores más importantes que influye en las reacciones bioquímicas de los microorganismos, puesto que cada microorganismo tiene un pH óptimo en el que su crecimiento se ve favorecido. El pH óptimo para el crecimiento de muchos microorganismos es una medida solo del pH extracelular. El pH intracelular debe permanecer cercano a la neutralidad para prevenir la destrucción de las biomoléculas de la célula (Madigan, Martinko, Dunlap, & Clark, 2009).

En general, los restos de monda de los cítricos (naranjas, limones, mandarinas, etc.) y las hojas secas de los pinos, entre otros materiales, suelen aportar valores bajos de pH alrededor de 4 al ser ricos en ácidos orgánicos. En cambio, el césped, los restos verdes de cocina o de jardín y las cenizas de maderas o leñas naturales pueden incrementar el pH, puesto que liberan compuestos alcalinos (Hurtado, 2016).

5. LOCALIZACIÓN

5.1. Localización del área de estudio

La investigación fue realizada en el campus universitario de la UMSA (Universidad Mayor de San Andrés) y su área de influencia, como se muestra en la figura 1 y 2, el mismo que se encuentra en la zona de Cota Cota, ciudad de La Paz, del mismo departamento.

Se encuentra ubicada a 15 km, del centro de la ciudad de La Paz que contempla los siguientes parámetros geográficos: presenta una altitud de 3432 m.s.n.m. y sus

coordenadas referenciales son 16°32´ latitud Sur y 68°03´ longitud Oeste (SENAMHI, 2019).

El campus universitario comprende aproximadamente 50.6 hectáreas, y cuenta con la presencia de distintas facultades, de las cuales algunas de las carreras que las componen realizan sus actividades académicas habituales en el campus universitario, esto nos muestra por lómenos siete carreras que desarrollan casi todas sus actividades en el lugar mencionado.

Figura 1. Localización geográfica del campus universitario

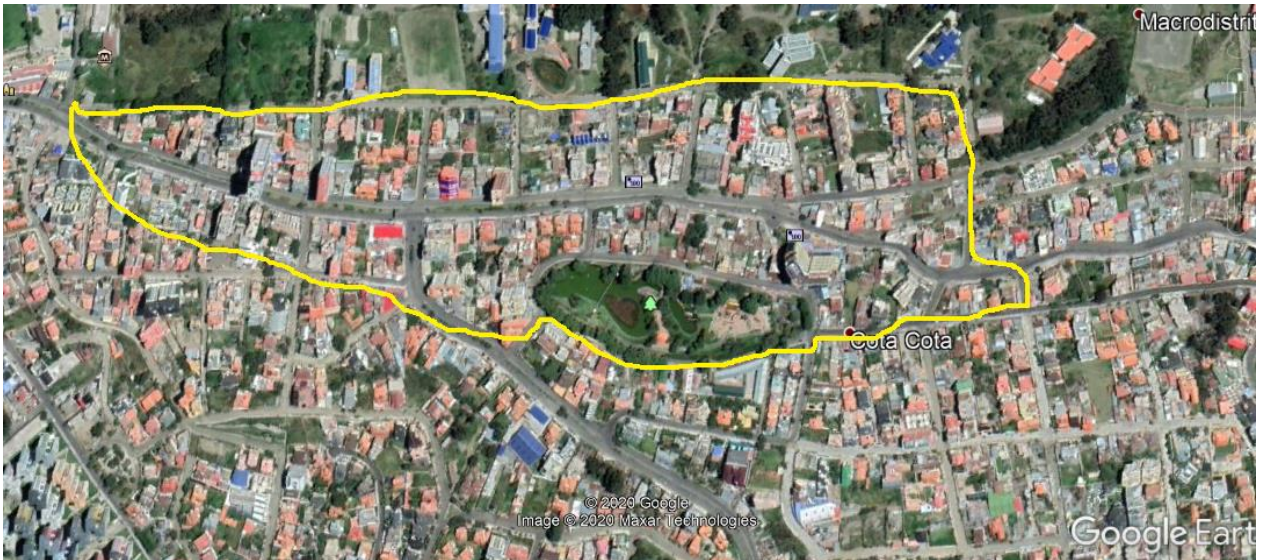


Fuente: (Google Earth, 2020).

En lo que respecta el área de influencia de campus universitario nos referimos a la avenida Muñoz Reyes y calles adyacentes en lo que comprende desde la calle 26 hasta la calle 35, en una superficie de 22.61 hectáreas aproximadamente, y caracterizada por una importante presencia de, condominios, residencias, que a lo largo de los últimos años ha estado incrementado la construcción de estos y al mismo tiempo elevando su población. Además, la presencia de una laguna como centro recreativo.

Por otro lado, el aumento de habitantes en esta zona dio lugar al establecimiento de una diversidad de negocios a lo largo de la avenida Muñoz Reyes, entre los cuales destacan los restaurantes, anaqueles, y puestos de venta de jugo de frutas.

Figura 2. Localización geográfica del área de influencia del campus universitario (Avenida Muñoz Reyes y calles adyacentes)



Fuente: (Google Earth, 2020).

5.2. Clima de la zona

Tiene una precipitación fluctuante entre 600 – 800 mm/año, una temperatura media de 11,5°C. Estas características lo ubican como cabecera de valle y es representativo para gran parte de los valles del departamento de La Paz (SENAMHI, 2019).

5.3. Topografía y vegetación

La topografía del lugar se caracteriza por ser relativamente accidentada, con pendientes regulares a fuertes. Así mismo, en el área de estudio se encuentran especies como: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), acacia (*Acacia floribunda*), retamas (*Spartium junceum*), chillcas (*Braccharis sp.*), queñua (*Polylepis incana*), etc. El suelo se caracteriza por tener

una textura franco arcilloso, con presencia de grava, en algunos sectores siendo arenoso y medianamente profundos (Rojas S. , 2007).

6. MATERIALES Y METODOS

6.1. Materiales

Los materiales que fueron utilizados en la investigación fueron:

6.1.1. Materiales estudiados

- Residuos sólidos

6.1.2. Materiales para determinar las cantidades de residuos sólidos

- Carpa para tendido
- Overol
- Barbijos
- Guantes de goma
- Balanza
- Botas de goma
- Carretilla

6.1.3. Materiales para las encuestas y entrevistas

- Paquetes de hojas
- Planilla para anotes
- Lapiceros

6.1.4. Equipos y herramientas

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica y grabadora (celular)
- Transporte (camioneta)

6.2. Metodología

El presente trabajo de investigación está enmarcado bajo un enfoque cuali-cuantitativa, debido a las características de las variables de respuesta.

6.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para el presente trabajo es el de: investigación descriptiva.

Este estudio se dirige fundamentalmente a la descripción de fenómenos sociales y educativos en una circunstancia temporal y especial determinada. Asimismo, el mismo autor menciona que este tipo de estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que es sometido a análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, de forma tal de describir lo que se investiga. Este tipo de estudio puede ofrecer la posibilidad de llevar a cabo algún nivel de predicción (Cauas, 2006).

Este tipo de investigación, sirve para saber quiénes, donde, cuando, cómo y por qué. Se usa cuando el objetivo de la investigación es describir las características de ciertos grupos. Por ejemplo, elaborar el perfil de los pobres, calcular la proporción de personas de una población específica con características particulares (Yapu, Arnold , Spedding, & Pereira, 2013).

La investigación descriptiva se refiere al diseño de la investigación, creación de preguntas y análisis de datos que se llevaran a cabo sobre el tema. Se conoce como método de investigación observacional porque ninguna de las variables que forman parte del estudio está influenciada, y que una de las características que la distingue es la Investigación cuantitativa. El mismo autor indica que la investigación cuantitativa un método que intenta recopilar información cuantificable para ser utilizada en el análisis estadístico de la muestra de población (QuiestionPro, 2020).

6.2.2. Diseño de la investigación

6.2.2.1. Tamaño de la muestra para las encuestas

Se define como una parte representativa de la población (o universo de estudio) cuyas características deben reproducir en pequeño lo más exactamente posible (Sierra, 2003).

6.2.2.2. Tamaño de la muestra de la comunidad universitaria.

Mediante el siguiente cálculo se puede observar el tamaño de la muestra a partir de la población total, donde 4635 personas entre docentes, estudiantes y administrativos componen aproximadamente la población universitaria. Así mismo el cálculo demuestra que 355 personas corresponden el tamaño de la muestra, y que serían encuestadas para poder conocer el manejo de residuos sólidos dentro del campus universitario.

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{1.96^2 0.5 * 0.5 * (4635)}{0.05^2 (4635 - 1) + 1.96^2 0.5 * 0.5}$$
$$n = 354.82 = \mathbf{355}$$

N = Tamaño de la población (4635)

Z = Unidades de error estándar para un nivel de confianza del 95 % (1.96)

e = Precisión en las mediciones 5 % (0.05)

P = Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

Q = Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio

(1-p).

6.2.2.3. Tamaño de la muestra de los expendios de alimentos

De acuerdo a la cantidad de unidades de expendios de alimentos tanto con las cafeterías, comederas y jugueras del campus universitario y su área de influencia, la encuesta se realizó mediante una entrevista personal con todos los dueños de los expendios de alimentos, el cual se puede ver en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Unidades de expendio de alimentos

Expendios	Cantidad	Porcentaje
Cafeteritas	5	20%
Comederas	15	60%
Jugueras	5	20%

Fuente. Elaboración propia.

6.2.2.4. Tamaño de la muestra para la recolección de residuos sólidos

Para determinar las cantidades de residuos sólidos se realizó una recolección en todas las unidades de expendio de alimentos como sería un censo, donde constituyen 25 unidades de expendio como se muestra en la tabla 2.

Así mismo las unidades de medida con las se determinó las cantidades de residuos sólidos son las siguientes:

a) **Peso volumétrico**

El peso volumétrico corresponde al peso de una masa, pero también en cuenta sus dimensiones de volumen, el cual se utiliza la siguiente formula (Sandoval, 2020).

$$PV = W/V$$

PV= Peso volumétrico (kg/m³)

W = Peso de los residuos (kg)

V = Volumen de recipiente (m³)

b) Generación per cápita

Es un cálculo que se utiliza para determinar las cantidades de residuos sólidos que genera, en promedio una unidad por un determinado tiempo (Sandoval, 2020).

$$GP = \frac{W}{U - T}$$

GP = Generación per cápita

W = Cantidad generada

U-T = Unidad-Tiempo

c) Relación beneficio, costo

El análisis beneficio – costo, es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medio ambiental, que no son considerados en la evaluación puramente financiera. Ante ello se plantea como objetivo de la investigación el análisis beneficio – costo de la producción, el cual se determina mediante la siguiente formula (Arevalo & Pastralo, 2016).

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

6.2.3. Procedimiento de campo

Para determinar cuáles son aquellos aspectos que revelan la situación actual en el manejo de los residuos sólidos, habremos utilizado dos herramientas: las encuestas y

una recolección in situ de residuos sólidos para posteriormente determinar sus cantidades y composición.

6.2.3.1. Reconocimiento del área de estudio

Primeramente, fue necesario realizar un reconocimiento del área de estudio, tanto dentro del campus universitario y fuera de él, es decir el área de influencia de este mismo.

Dentro del campus universitario, se reconoció todas las carreras que realizan sus actividades académicas en este lugar, al mismo tiempo se averiguo la población que la componía entre estudiantes, docentes y administrativos, a través de cartas solicitando esta información a las autoridades de cada carrera para determinar la población total y dar lugar a determinar el tamaño de la muestra. Así mismo se identificó a las cinco cafeteritas que realizan el servicio de venta de alimentos, las cuáles se encuentran distribuidas en cada facultad, considerando que solo fueron cinco cafeterías, no se recurrió al muestreo, sino se trabajó como un censo.

De la misma manera que en el anterior caso, fuera del campus universitario se realizó un reconocimiento de la presencia de todos los expendios de alimento y vendedores de jugo de frutas, a lo largo de la avenida Muñoz Reyes, desde la calle 26 hasta la 35, incluyendo calles adyacentes. Considerando que la cantidad de dichas unidades fue limitada, no tuvo que realizarse el muestreo, más al contrario se recurrió a un censo poblacional.

6.2.3.2. Preparación de encuestas

Una vez reconocido los grupos de estudio, se preparó las encuestas considerando las particularidades de cada grupo de estudio.

Dentro del campus universitario, donde para el caso de carreras se realizó un tipo de encuestas en general y entrevistas dirigidas a estudiantes, docentes y administrativos. Así mismo, en el caso de cafeterías se realizó otro tipo de encuestas y entrevistas dirigidas a las personas responsables de dichos establecimientos.

Por otro lado, en el área de influencia, la avenida Muñoz Reyes. De la misma manera, se elaboró encuestas dirigidas a los responsables de los expendios de alimentos

(restaurantes, quioscos y anaqueles) y vendedores de jugo de frutas. Considerando la particularidad de ambos casos se elaboró dichas encuesta y entrevistas.

6.2.3.3. Toma de datos mediante encuesta

Primeramente, se inició la toma de datos dentro del campus universitario tanto a las cinco cafeterías existentes y a la población general que compone en las carreras en este mismo lugar, dicho trabajo se desarrolló durante una semana.

Seguidamente se continuo con la toma de datos en el área de influencia del campus universitario, en la Avenida Muñoz Reyes, donde primeramente se encuestó y entrevistó a todos los responsables de los expendios de alimentos (restaurantes, kioscos y anaqueles) y vendedores de jugo de frutas. Dicho trabajo se desarrolló durante dos días.

Una vez concluido con la encuesta y la entrevista se procedió a la tabulación de los datos obtenidos y su interpretación, para dar cumplimiento al primer objetivo planteado.

6.2.3.4. Recolección de residuos sólidos

Al mismo tiempo de realizar las encuestas, se aprovechó en explicar y coordinar un acopio de todos los residuos sólidos generados producto de la actividad económica en que trabajan tanto las cafeterías dentro del campus universitario, y los expendedores de alimento en lo que respecta el área de influencia del mismo campus (avenida Muñoz Reyes y calles adyacentes) durante una semana completa, cada día entre las 3 y 5 pm, se programó un acopio de residuos sólidos. Primeramente, se inició el acopio de los restaurants, quioscos y jugueras de frutas, distribuidos a lo largo de la Avenida Muñoz Reyes desde la calle 26 hasta la 35 incluyendo calles adyacentes. Seguidamente también se procedió con el acopio en las cafeterías dentro del campus universitario.

Una vez concluido el acopio de residuos sólidos, estos se los traslado en una camioneta al Centro Experimental de Cota Cota Agronomía, lugar donde se realizó la determinación de la cantidad en peso mediante una separación directa de los subproductos de residuos sólidos, y con la ayuda de una balanza, así mismo se realizó una separación entre los

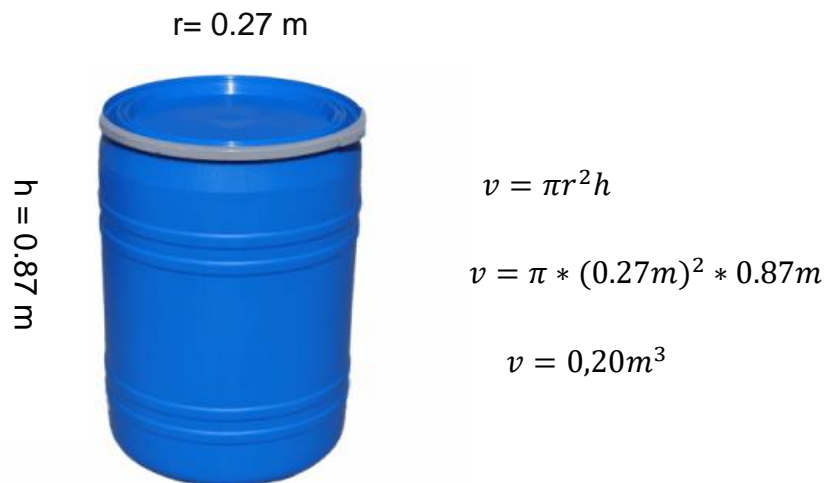
residuos que provenían de las cafeterías, restaurants quioscos y vendedores de jugo de frutas, mismos datos que se registró día tras día durante una semana.

6.2.3.5. Clasificación de los residuos sólidos

Al mismo tiempo de determinar la cantidad de residuos mediante separación directa, se procedió a realizar una separación de los residuos sólidos entre: orgánicos aprovechables, plásticos, metales, papeles y otros. Seguidamente se determinó el valor en peso de cada componente y de acuerdo a su procedencia, posteriormente, los residuos orgánicos obtenidos fueron destinados al área de compostaje del centro experimental de Cota Cota.

Para determinar las cantidades de residuos sólidos se verificó las características de un turril, el que permitió tomar datos de residuos en unidades de volumen respectivamente.

Figura 3. Recipiente de tipo turril para determinar el volumen de residuos



6.2.3.6. Compostaje

A partir de los residuos orgánicos acopiados cada día durante una semana se realizó su compostaje añadiendo a este el estiércol equino proveniente de la caballeriza del campus universitario.

6.2.4. Variables de respuesta

6.2.4.1. Análisis de la situación actual de los residuos sólidos

Con la participación de estudiantes, docentes, administrativos y personas responsables de expendios de alimentos, realizamos un análisis con encuestas, el cual nos permitió analizar aquellos aspectos que intervienen en la problemática, manejo y gestión de los residuos sólidos.

6.2.4.2. Peso volumétrico (kg/m³)

Se determinó las cantidades de residuos sólidos generados, donde se consideró de una manera diferenciada en lo que respecta el origen de los mismos.

Mismo material fue pesado y calculado su volumen con ayuda de un turril y una balanza diariamente, el cual se expresó en volúmenes de metros cúbicos y kilogramos por día de cada fuente generadora ya mencionada.

6.2.4.3. Generación de residuos per cápita (kg/unidad de expendio/día)

A partir de las unidades base entre peso y volumen de residuos generados, se determinó la generación per cápita de cada fuente generadora de residuos de los expendios de alimentos (cafeterías, comederas y jugueras).

6.2.4.4. Cantidad de compost (kg)

Inicialmente con los residuos orgánicos obtenidos del acopio de una semana se procedió a formar una estructura para su compostaje, donde también se añadió a este el estiércol equino proveniente del establo del campus universitario, posteriormente después de una semana se realizó el volteo y rego durante tres meses hasta finalmente realizar la

cosecha del compost, y se realizó su pesaje para determinar la cantidad de producto final para comparar respecto a la cantidad de materia fresca inicial.

6.2.4.5. Beneficio / costo (Bs)

Tomando en cuenta todos los costos en la producción de compost se determinó la relación beneficio / costo, donde para el beneficio neto se consideró el precio del compost a 1.50 Bs/kg, de acuerdo a la información proporcionada por el Director del Centro Experimental Cota Cota.

7. RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1. Análisis de la situación actual de los residuos sólidos en el campus universitario y su área de influencia

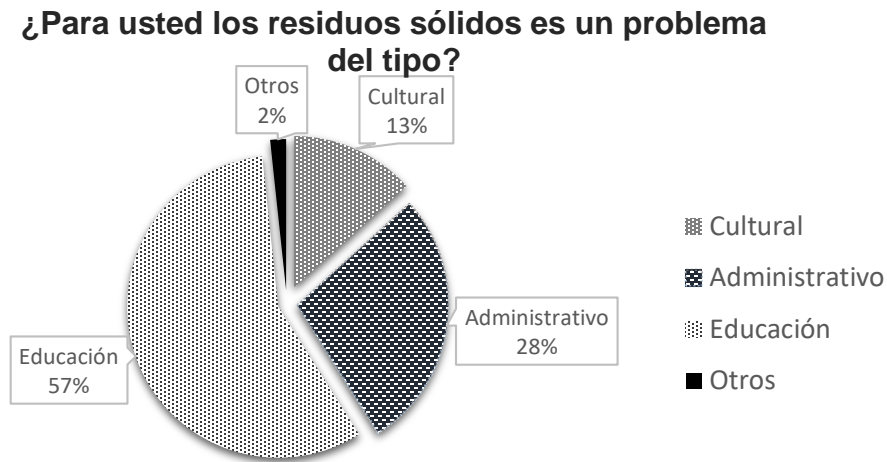
7.1.1. Situación actual de los residuos sólidos de acuerdo a la comunidad del campus universitario

El campus universitario cuenta con la presencia de cuatro facultades activas que son: Agronomía, ingeniería, ciencias puras, y ciencias geológicas, cuales carreras que las conforman realizan sus actividades académicas de manera cotidiana en este lugar. Con una población de aproximadamente 4635 estudiantes, docentes y administrativos.

7.1.1.1. Problemática de los residuos sólidos

En la figura 4, se observa que de todos los encuestados un 57 % menciona que es un problema de educación un 28 % es un problema administrativo, un 13 % un problema cultural y un 2 % menciona que se trata de otros factores en la problemática de los residuos sólidos.

Figura 4. Factores que determinan la problemática de los residuos sólidos



La problemática de los residuos sólidos está considerado debido a muchos factores como educación, ya que nuestra población no tiene la educación adecuada sobre el tema de basura, otro problema indica que es la parte cultural ya que tenemos la migración de distintos pueblos donde no se tiene la costumbre de tener contenedores de reciclaje, lo cual afecta bastante en la problemática de la basura, y en el tema administrativo es un caso muy importante ya que ello explica al crecimiento de las ciudades y el manejo de los gobiernos municipales donde la topografía de los lugares no permitan el buen manejo de los residuos sólidos y otros es el crecimiento de las industrias sin ningún control en favor de la problemática de los residuos sólidos.

Por otro lado (Luna, 2007) menciona que uno de los problemas de contaminación más importantes es el causado por la ineficiente gestión de la basura por parte de las administraciones, que en muchas ocasiones sólo invierten en tecnología, sin considerar la participación de los ciudadanos en el ciclo de generación y desecho de la basura.

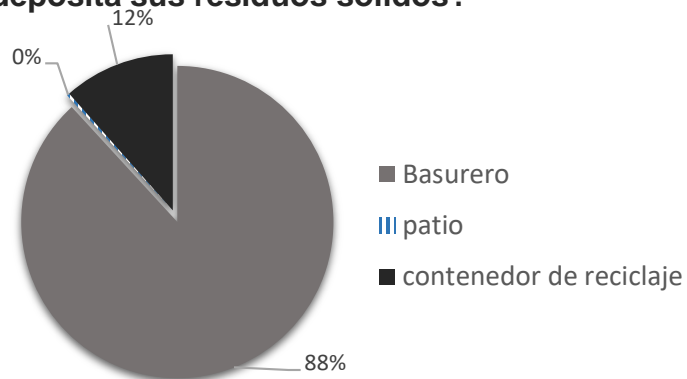
Así mismo (Volta, 2020) indica que si bien la población está cada vez más informada sobre la cultura del reciclaje y la importancia de cuidar el medio ambiente, aún falta mucho por recorrer. Y es debido a la falta de información y poca motivación que muchas veces los residuos no reciben el manejo que corresponde.

7.1.1.2. Depósitos de residuos

En la figura 5 muestra los resultados de las encuestas, donde un 88 % menciona que desecha basura en basureros comunes y, 12 % que deposita su basura en tachos especializados para cada residuo específico.

Figura 5. Lugares donde depositan residuos la población universitaria

¿Donde deposita sus residuos sólidos?



El respeto por el medio ambiente exige una serie de compromisos y actuaciones a realizar que sirvan para preservar la naturaleza y el entorno paisajístico. Y para eso, entre muchas herramientas, están los cubos y contenedores de reciclaje con sus variantes para los distintos tipos de residuos. Pero la escasez de estos contenedores en el campus universitario, obliga a que los desechos sean depositados en contenedores comunes. Y así mismo desperdiciando materiales que no solamente pueden ser aprovechados en la agricultura, como la elaboración de compost.

El uso de contenedores especializados tiene ventajas ambientales significativas. Una de ellas es que incrementa la vida útil de los rellenos sanitarios, pues es posible reciclar una mayor cantidad de desechos. Además, hay evidencia científica que demuestra que se puede mejorar la calidad ambiental del entorno que rodea el relleno sanitario, situación que resulta de vital importancia para evitar enfermedades entre los habitantes que se encuentran cercanos a este (Justiniano, 2016).

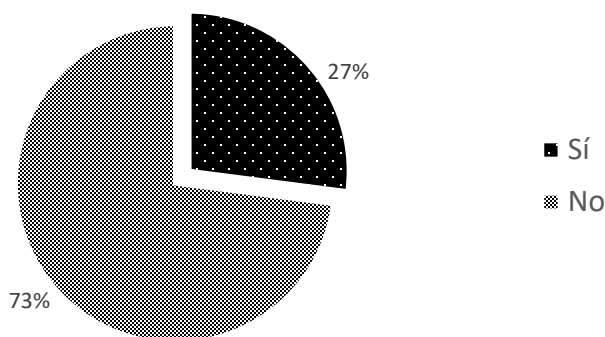
El uso de los contenedores de basura tiene ventajas ambientales significativas. Una de ellas es que incrementa la vida útil de los rellenos sanitarios, pues es posible reciclar una mayor cantidad de desechos. Además, hay evidencia científica que demuestra que se puede mejorar la calidad ambiental del entorno que rodea al relleno sanitario, situación que resulta de vital importancia para evitar enfermedades entre los habitantes que habitan este espacio (EMSERFUSA, 2020).

7.1.1.3. Contenedores de reciclaje

En la figura 6, se muestra que la opinión sobre la existencia de contenedores de reciclaje en sus respectivas carreras. Donde el 27% de la muestra encuestada afirma contar con estos contenedores, mientras que la mayor parte el 73% de la muestra universitaria no cuenta con los contenedores de reciclaje.

Figura 6. Existen contenedores de reciclaje en su unidad

¿En su unidad academica, existe contenedores de reciclaje?



La falta de estos contenedores también puede reflejar la falta de interés de las autoridades locales de cada carrera sobre la gestión de residuos sólidos. Considerando que uno de los pilares en la formación académica de nuestra universidad es cuidar el

medio ambiente. A través de la siguiente figura se muestra los únicos sitios donde se tiene contenedores de reciclaje, que se puede apreciar solo son 5.

Figura 7. Sitios de los contenedores de reciclaje



Fuente: (Google Earth, 2020).

Por otro lado, en lo que respecta la importante cantidad en la opinión que afirma la no existencia de los contenedores de reciclaje. Nos indica así mismo que una importante cantidad de residuos que pueden ser aprovechados están siendo desperdiciados, y al mismo tiempo contribuyendo al incremento de la basura.

Aunque es evidente que la solución se encuentra en la reducción de miles y miles de productos que a diario se consumen en todo el mundo, los científicos afirman que separar la basura en distintos contenedores, es una solución que facilita el reciclaje (Morgan, 2021).

Los contenedores de reciclaje son algo muy importante a tener en cuenta, en especial porque no solo sirven para mantener la basura dentro, sino también para clasificarla de diferentes formas. Esto permite que se tenga un programa de reciclaje mucho más

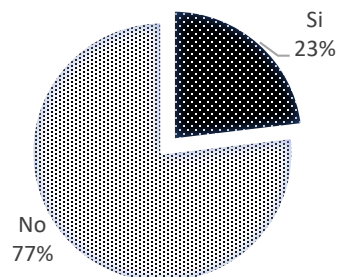
ordenado, y que se puedan tener mejores resultados a la hora de diferenciar los residuos (Renzo, 2021).

7.1.1.4. Tratamiento de residuos orgánicos

La figura 8 refleja que la comunidad universitaria en general conoce un lugar donde se realiza tratamiento de los residuos orgánicos, y que no necesariamente este sea en su unidad. Por tanto, la el 77% de los encuestados no sabe la existencia de estos sitios, y solo el 23% dice conoce en que parte del campus universitario existe sitios de tratamiento de residuos orgánicos.

Figura 8. Conocimiento sobre la realización de tratamientos de residuos orgánicos

¿Conoce usted algún lugar dentro del campus universitario donde se recicle o se haga algún tratamiento con residuos orgánicos?



La falta de conocimiento del tema de los residuos y lo que tenga que ver con su aprovechamiento, aliado de lo que en aquellas carreras donde estos temas no sean tan de interés en la estructura académica que desenvuelven, permite un desconocimiento preocupante sobre el aprovechamiento y reducción de los residuos sólidos.

Según (Sandoval, 2020), el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos en Bolivia se debe realizar considerando los art. 14 (aprovechamiento de los residuos), en su sección II, ley 775. Indica “Se dará prioridad al reciclaje y compostaje sobre el

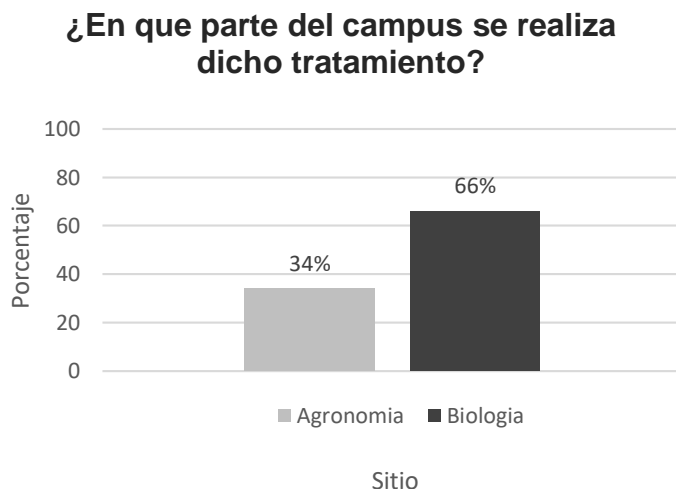
aprovechamiento energético”. Las instalaciones destinadas al tratamiento de residuos deben contar con la infraestructura y equipamiento adecuado, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad.

La utilización de los residuos orgánicos para la elaboración de compost por diversas técnicas permite evitar la contaminación y la reducción de los residuos que van al relleno sanitario, vertederos y otras formas de disposición poco adecuadas (Rojas & Garita, 2015).

7.1.1.5. Lugar donde se realiza tratamientos de residuos orgánicos

En consecuencia, a la anterior pregunta del inciso d), que corresponde al conocimiento de los que respondieron afirmativamente, la figura 9 demuestra donde se encuentran dichos sitios de tratamiento o aprovechamiento de residuos orgánicos. el indica que el 66% de los encuestados afirma que estos trabajos se realizan en los predios de la carrera de Biología, mientras que el 34% que es en Agronomía donde se realiza dichos trabajos.

Figura 9. Donde se realiza el tratamiento de residuos solidos



No todas las carreras dentro del campus universitario tienen que ver con la agricultura, ecología o biología, tengan que ver con lo que se considera dar tratamiento a los residuos orgánicos. Sin embargo, esto abre la posibilidad de que si existe el interés de aprovechar

estos materiales dada la ventaja que refleja que gran parte de las carreras del campus no aprovechan estos materiales. Así mismo esta situación refleja que gran parte de este tipo de residuos son desperdiciados y contribuyen a la saturación del relleno sanitario municipal. Pero también debemos entender que la problemática de los residuos sólidos puede estar aplicada directa o indirectamente a una formación en cualquier carrera universitaria, porque se trata de un tema que aqueja a toda la población, y todo ser vivo.

Las actividades educativas encaminadas al buen desarrollo del programa de manejo de desechos sólidos van dirigidas a la creación de una conciencia ambiental y al buen uso de la infraestructura con la que cuenta el programa (Romero Ezquivel, Salas Jimenez, & Jimenez Antillon, 2008).

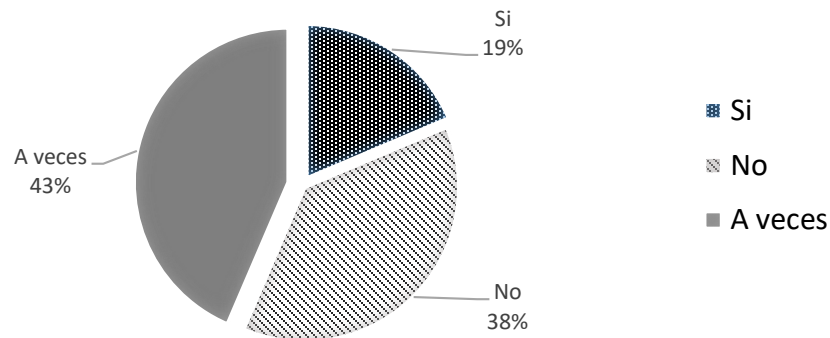
El objetivos primordiales de la presencia de la compostera son "primero, generar una cultura de utilización de residuos orgánicos para empezar a hablar a todo nivel sobre el reciclaje, y lo segundo, que los alumnos puedan involucrarse en el desarrollo de esta actividad, aprendiendo de ella y que posteriormente puedan enseñar a hacer un reciclaje de residuos orgánicos", esto a través de la transformación de desechos para la obtención de un tipo de abono natural, llamado compost (Sáenz, 2013).

7.1.1.6. Autoridades universitarias y la problemática de los residuos sólidos

A través de la figura 10 se muestra la opinión de la comunidad universitaria respecto a la responsabilidad de las autoridades universitarias de sus propias carreras, en la solución de la problemática de los residuos sólidos. Donde el 43% opina que de vez en cuando las autoridades presentan medidas para la problemática de sus residuos sólidos, mientras que el 38% considera que no hay ninguna solución por parte de sus autoridades, y un 19% cree que existe el apoyo para la solución de esta problemática.

Figura 10. Apoyo de las autoridades en la solución de la problemática de residuos sólidos

¿Usted cree que las autoridades universitarias de su carrera apoyan con la solución a la problemática de los residuos sólidos?



La problemática de los residuos sólidos no es solo un problema de educación únicamente, es decir también compete una responsabilidad de tipo administrativo refiriéndonos a las autoridades de cada unidad universitaria, ya que la responsabilidad ambiental es una tarea de todo ciudadano, así mismo es uno de los pilares de formación académica en la Universidad Mayor de San Andrés. Pero es de considera que un pequeño porcentaje que considera que, si existe tal apoyo en la solución de la problemática, se ha observado que en algunas unidades como el Centro Experimental de Cota Cota y en la carrera de Biología se realizan aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compost en sus mismos predios.

La preocupación por el medio ambiente ha propiciado cambios importantes en nuestro entorno. Uno de ellos ha sido, por ejemplo, la introducción y el desarrollo del concepto de responsabilidad medioambiental, que sirve para evaluar hasta qué punto nuestras prácticas ayudan al equilibrio del planeta (Maruti, 2015)

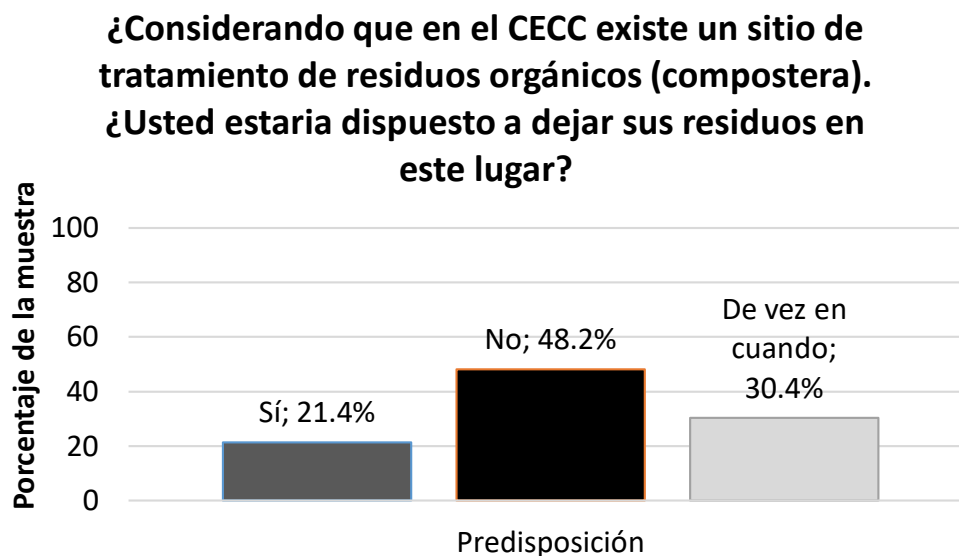
La responsabilidad ambiental se asume a través de un concepto cultural, es una toma de posición del hombre consigo mismo, con los demás como grupo social y con la

naturaleza, como medio que por él es transformado. Es a la vez una experiencia práctica y un proceso de conocimiento que construye la conciencia de ser en la naturaleza y de ser para sí mismo (Díaz A. , 2014).

7.1.1.7. Compostera del Centro Experimental Cota Cota – Agronomía

En el Centro Experimental Cota Cota de agronomía existe una compostera a base de residuos orgánicos. En ese entendido se realizó la siguiente pregunta donde a los encuestados respondieron 48% no tiene la predisposición de ir a dejar sus residuos en este lugar, 21 % afirma que, si puede hacerlo, y 30% considera que puede hacerlo de vez en cuando.

Figura 11. Predisposición de depositar residuos orgánicos en la compostera de agronomía



La compostera del Centro Experimental Cota Cota, esta posiblemente muy distante del alcance de la población del resto del campus universitario. Pero con esa consideración sería posible tal vez distribuir contenedores de acopio de residuos orgánicos y que estén distribuidos en todo el campus universitario.

La materia orgánica es el elemento más abundante en la bolsa de basura. Pero su gestión actual es muy deficiente. Se recoge en su gran mayoría mezclada con el resto de residuos no destinados a reciclaje, y en el mejor de los casos, se separa en plantas de triaje, para después realizar un proceso que antes se llamaba compostaje. El resultado, llamado compost, es de pésima calidad, por lo que los agricultores no están dispuestos a aplicarlo en sus tierras (Laurentee, 2016).

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Roman, Martinez, & Pantoja, 2013).

7.1.2. Situación actual de los residuos sólidos de acuerdo a los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia

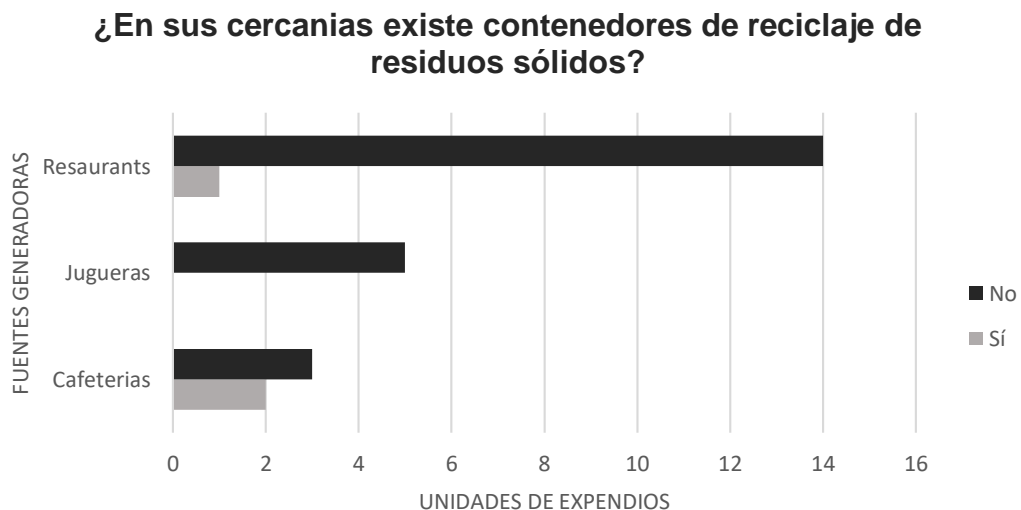
Dentro del campus del campus universitario existen expendios de alimentos que son 5 cafeterías, y que es en estos donde la comunidad universitaria recurre para su consumo de alimentos, siendo así estas fuentes que generan gran cantidad de residuos sólidos. Así mismo los cuales están distribuidas en 4 facultades los cuales operan solamente los días hábiles de la semana, exceptuando el de Agronomía que también opera el día sábado.

En lo que respecta el área de influencia del campus universitario que desde la calle 26 hasta la 35 y calles adyacentes de la avenida Muñoz Reyes, está constituida por varios tipos de negocios y otras actividades humanas, pero principalmente expendios de alimentos, y es en este caso que por las características de trabajo en la elaboración de alimentos constituyen una fuente importante de residuos orgánicos que pueden ser aprovechados. En todo este sector existen casi 25 expendios, entre comedores y jugueras, cuales en su mayoría están ubicados a lo largo de la avenida principal.

7.1.2.1. Contenedores de reciclaje de residuos

En esta pregunta los encuestados responden sobre el conocimiento de la existencia de contenedores de reciclaje en sus cercanías de su unidad de trabajo. Donde en el caso de comedieras 14 personas indican que no existen estos contenedores en sus cercanías, y solo 2 personas consideran que sí, mientras que las jugueras todos afirman que no existen estos contenedores. Y en el caso de las cafeterías del campus universitario 3 personas niegan la existencia de estos contenedores, y 2 personas afirman que si existe contenedores de reciclaje en sus cercanías.

Figura 12. Contenedores de reciclaje cerca de los expendios de alimentos



La presencia de contenedores de reciclaje cerca de estas unidades es muy importante para la disminución de las cantidades de desechos que son destinados al relleno sanitario municipal incrementado su capacidad de este. Esta misma situación que mediante la opinión de la mayoría de los encuestados demuestra que no existen contenedores de reciclaje, y es una posibilidad que se puede aprovechar estos materiales que se pueden constituir no solo como una fuente de ingresos, ya sea en actividades agrícolas, sino que también sería un aporte a la disminución de la contaminación ambiental.

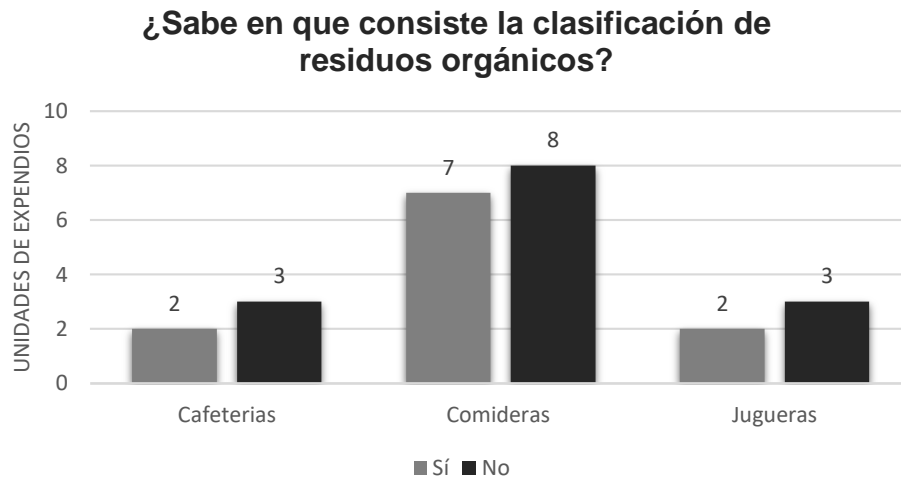
En cuanto a la separación en origen de este residuo, solo se puede lograr si se cuenta con el entendimiento y colaboración de la ciudadanía. Lógicamente una de los pilares fundamentales es la comunicación y la otra, muy importante es proporcionar al ciudadano una forma cómoda de desprenderse del biorresiduo que ha separado en su domicilio (Allen, 2020).

A la vista de que el residuo orgánico es la fracción más importante y representa aproximadamente el 40% de los residuos de competencia municipal, las administraciones públicas que aún no lo han hecho, están obligados a implantar la recogida por separado del biorresiduo (Manchego, 2008).

7.1.2.2. Clasificación de residuos solidos

En esta pregunta los encuestados tanto de las cafeterías, comederas y jugueras, mencionan si conocen o no, en que consiste la clasificación de residuos sólidos. Donde en el caso de cafeterías 2 personas afirman que sí, mientras que 3 desconocen sobre esta práctica, 7 comederas conocen sobre la clasificación de estos residuos, y 18 no conocen, y finalmente 2 jugueras conocen la clasificación, 3 no saben en qué consiste la clasificación.

Figura 13. Separación de residuos orgánicos



Saber sobre la clasificación de residuos es muy importante porque dependerá mucho de este conocimiento que facilitará para aplicar cualquier plan de reciclaje o manejo de residuos sólidos.

También se puede considerar que hacer conocer sobre esta práctica es en gran medida responsabilidad de las autoridades gubernamentales e instituciones de formación académica que permita a la población aprender a realizar manejos de residuos, ya que como mencionamos la responsabilidad ambiental es tarea de todos.

Al clasificar los desechos orgánicos e inorgánicos ayudamos en el proceso de reciclaje. Clasificar la basura significa poner desechos de un solo material en un contenedor y desechos de otro material en otro contenedor y así sucesivamente para que así no se revuelva orgánicos con inorgánicos (Ramos , 2011).

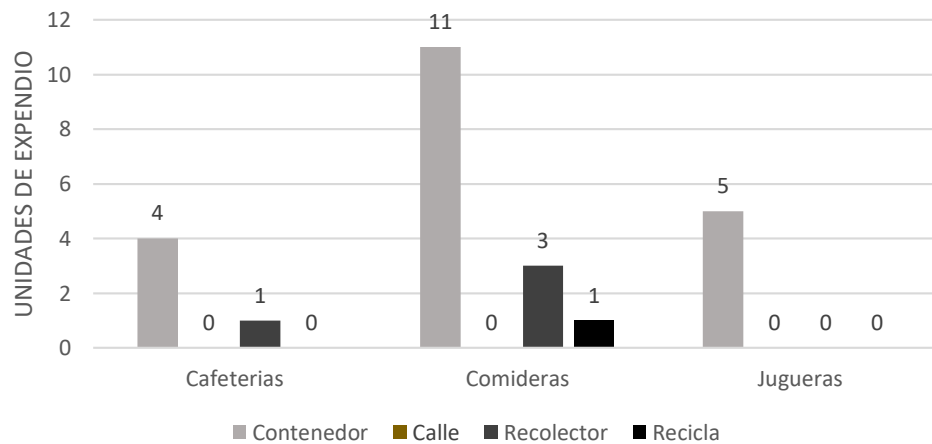
La basura es hoy uno de los principales problemas ambientales por la contaminación que genera. El crecimiento del consumo en ciudades superpobladas y culturas que privilegian lo descartable por sobre lo retornable multiplicó la cantidad de desechos y está poniendo en riesgo la salud de todos. Por eso, es clave tomar conciencia sobre la importancia de la clasificación de residuos. Aprender cómo separar lo que puede ser reutilizable es un punto de partida al alcance de todos (Calle, 2019).

7.1.2.3. Manejo de residuos

A través de la siguiente figura se refleja cual es el manejo que se realiza con los residuos generados por los expendedores de alimentos. Donde 4 de las cafeterías, 11 de las comederas, y 5 de las cafeterías misionan que sus residuos son depositados en los contenedores comunes de basura. Mientras que solo 1 de las cafeterías y 3 de las comederas entregan parte de sus residuos orgánicos a un recolector. Y solo un apersona de las comederas realiza su propio reciclaje.

Figura 14. Manejo de los residuos orgánicos

¿Cuál es el manejo que usted realiza con los residuos orgánicos que genera?



La ausencia de contenedores de reciclaje y posibles acopiadores de residuos orgánicos incrementa la pérdida de estos materiales que perfectamente pueden ser aprovechados ya sea en la elaboración de abonos orgánicos, o como alimento para animales, refiriéndonos a los residuos orgánicos.

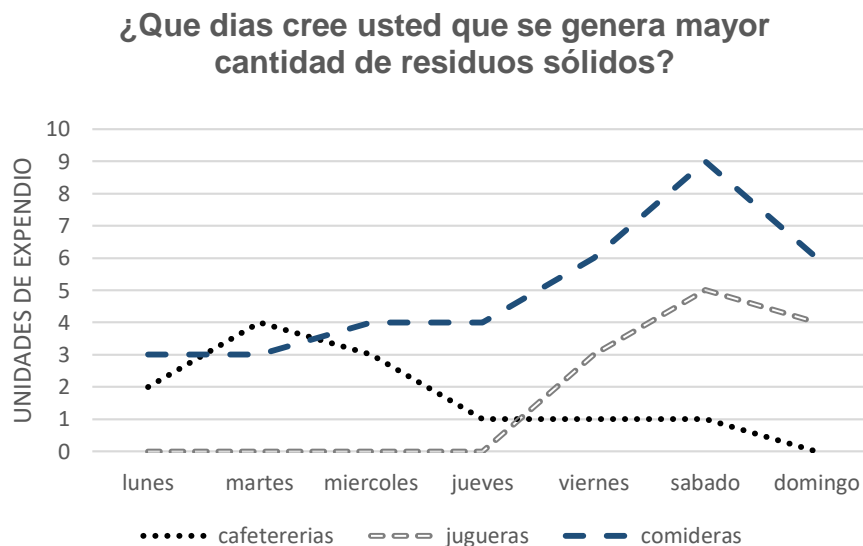
La utilización de los residuos orgánicos para la elaboración de compost por diversas técnicas permite evitar la contaminación y la reducción de los residuos que van al relleno sanitario, vertederos y otras formas de disposición poco adecuadas (Andrade Vallejos, 2010).

Es por esta problemática que se hace necesario utilizar métodos y técnicas que permitan aprovechar los residuos orgánicos con el fin minimizar el impacto de los residuos en el ambiente y evitar la generación de gases efecto invernadero, reintegrar los nutrientes y la fertilidad al suelo, entre otros (Pezas Arias, 2006).

7.1.2.4. Días de mayor generación de residuos

Mediante la siguiente figura se muestra que días de la semana se generan mayores cantidades de residuos sólidos en los distintos expendios de alimentos. En la curva de cafeterías denota un incremento los días lunes, martes y miércoles. Mientras que las jugueras generan más residuos los fines de semana, así mismo las comederas.

Figura 15. Días que se genera mayor cantidad de residuos sólidos



La generación de residuos sólidos está directamente ligado al consumo de la población, la cual está determinada por las actividades que realizamos en nuestro día a día. Es de considerar que los días hábiles existe mayor actividad en el campus universitario debido las actividades académicas. Pero los fines de semana se caracterizan por un mayor consumo de la población en general por las actividades familiares de recreación principalmente donde la población consume más alimentos en lo que respecta el área de

influencia del campus universitario, y donde se encuentran los restaurants, quioscos, y jugueras.

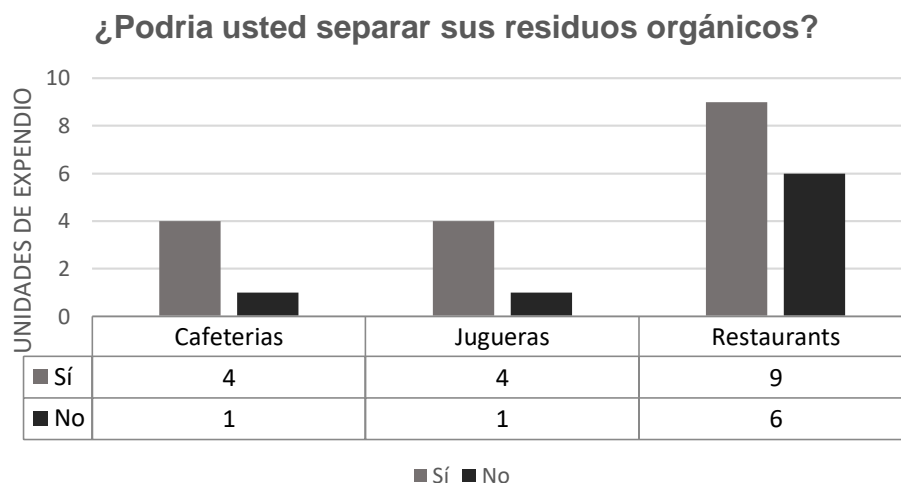
El aumento de la población mundial y de sus requerimientos incide en un mayor consumo de productos que, al final, redundan en un aumento en la generación de residuos sólidos principalmente en los expendios de alimentos (Jaramillo, 2008).

El crecimiento de los negocios de alimentos que está ligado al aumento de la cantidad de RS generados obliga a las autoridades responsables a mejorar continuamente los sistemas de gestión de RS y a aumentar su capacidad de gestión (Mavrik, 2016).

7.1.2.5. Separación de residuos orgánicos

La figura 16, muestra que de los 25 encuestados mencionan que 4 cafeterías que sí podrían separar sus residuos orgánicos, y solo 1 indica que no podría hacerlo, en las jugueras a lo propio 4 podrían si separar sus residuos orgánicos y solo 1 no, mientras que 9 comederos sí podrían hacerlo y solo 6 no podrían separar sus residuos orgánicos.

Figura 16. Predisposición en la separación de residuos orgánicos



Como menciona la figura 16, de los 25 encuestados solo 17 mencionan que, si están dispuestos a separar sus residuos orgánicos ya que están dispuestos a colaborar con las

actividades de la universidad en la elaboración de abonos orgánicos, ya que este puede favorecer en la producción de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria. El otro 8 no está pre disponible en separar sus residuos orgánicos debido al desconocimiento y al tiempo que puede llevar esta actividad.

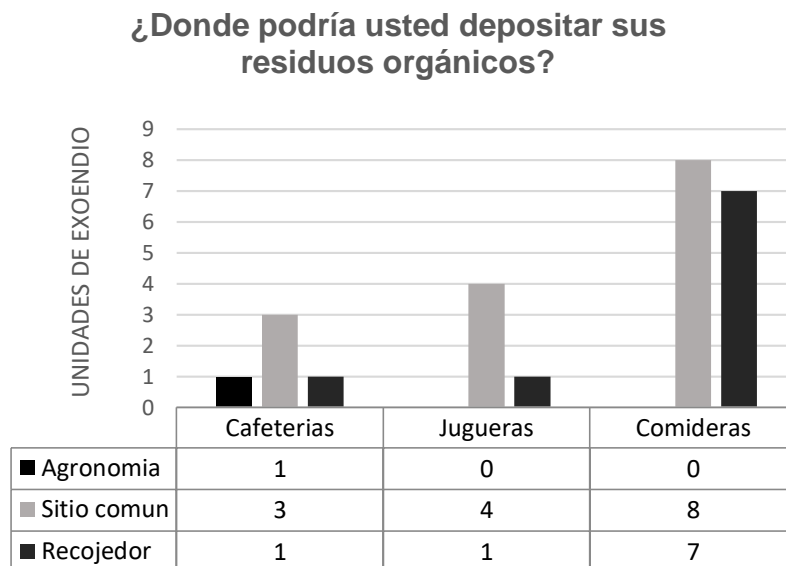
La separación de los residuos en orgánico e inorgánico trae consigo muchísimos beneficios por ejemplo: Incrementa el acopio de desperdicios reciclables, al facilitar la tarea de selección de los residuos inorgánicos (Fuentes J. , 2015).

Abre la posibilidad de producir composta para fertilizar los suelos de parques y jardines en la ciudad y sustituir tierra fértil que actualmente se extrae de suelos de los alrededores de la ciudad, actividad sumamente perjudicial para las áreas boscosas que aún se conservan (Arguello, 2007).

7.1.2.6. Propuesta del manejo de residuos

La figura 17 se muestra que de los 25 encuestados mencionan que en el caso de las cafeterías solo 1 dejar sus residuos orgánicos en agronomía, 3 en algún sitio común, y 1 prefiere que haya un recolector en específico, de las 5 jugueras 4 prefieren depositar en un sitio común y solo 1 prefiere entregar a un recolector, y mientras que de las 15 comideras 8 mencionan que prefieren dejar en un sitio común mientras que el restante 7 entregarían a un recolector especializado.

Figura 17. Propuesta, donde podrían dejar sus residuos



Un sitio común parece ser una opción más factible para el 60% de los expendios de alimentos, porque el hecho de que sea cercano este reduce el tiempo de ir a depositar sus residuos, a diferencia de tener que ir a dejar hasta la compostera de la facultad de agronomía como menciona el 4% de los encuestados. Y el otro 36% que prefiere venga un recolector hasta sus establecimientos ya que esto facilitaría la tarea de tener que trasladar a otros lugares sus residuos orgánicos así mismo ahorran tiempo.

La selección del sitio para la ubicación de estos almacenes no puede ser una tarea trivial, se deben contemplar múltiples factores, que van desde las normas asociadas hasta los requerimientos propios del generador (Gallardo & Colomer, 2011).

Las actividades de reciclaje y/o reaprovechamiento, éstas actualmente son poco significativas y, por lo general, se realizan de manera informal, lo cual requiere también una intervención para su formalización, tecnificación e incorporación práctica en los sistemas de gestión integral de residuos sólidos (OPS, 2008).

7.2. Cantidades de residuos sólidos generados por los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia

Considerando que las mayores fuentes generadoras de residuos sólidos en el área de estudio que constituyen los expendios de alimentos o comida, se procedió a una recolección de sus residuos generados para determinar sus cantidades generales y en específico los residuos orgánicos.

7.2.1. Cafeterías

7.2.1.1. Cantidades generales de residuos sólidos (kg)

Como se mencionó que dentro del campus universitario existen cinco cafeterías, donde la tabla 3 presenta las cantidades en kilogramos generadas de residuos sólidos y subproductos recolectados de la totalidad de estas durante una semana.

Tabla 3. Cantidades de residuos sólidos y subproductos (noviembre 2019)

Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Otros (kg)	Total (kg)
Lunes	29	4	1,5	0,1	14	48.6
Martes	26	4	1,4	0,5	12	43.9
Miércoles	27	6	1,5	0,3	16	50.8
Jueves	19	5	1,5	0,5	9	35.0
Viernes	17	3	1	1,1	7	29.1
Sábado	4	0.5	0.2	0,1	2	6.8
Domingo	0	0	0	0	0	0
Total	122	22	6,9	2,6	60	214,2
Porcentaje %	56.9	10.50	3.31	1.21	28.01	100

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 3 se puede apreciar que los residuos orgánicos son los que mayor cantidad se genera dentro del total de residuos sólidos con un 56.9%, porque en el proceso de sus actividades económicas de venta de alimentos, son los insumos orgánicos los que en mayor cantidad se requiere. Así mismo se puede apreciar que los días hábiles se generan mayor cantidad de residuos, porque son estos días en los que se desarrollan las actividades académicas de la población universitaria, contrariamente los fines de semana prácticamente no existe generación de residuos.

En la actualidad, ha cobrado interés la gestión sustentable de los residuos sólidos porque prevé la disminución de los impactos ambientales, la conservación de los recursos naturales y el aprovechamiento en abonos orgánicos generado de la descomposición de los residuos como fuente de nutrientes (Callisaya , 2019).

7.2.1.2. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m³)

La tabla 4 nos indica las cantidades de peso (kg) y volumen (m³) de residuos orgánicos aprovechables originados de las 5 cafeterías del campus universitario. Con esta base desarrollamos el peso volumétrico y generación per cápita.

Tabla 4. Cantidades de residuos orgánicos durante una semana

Días	Peso (kg)	Volumen (m ³)
Lunes	29	0,12
Martes	26	0,09
Miércoles	27	0,10
Jueves	19	0,08
Viernes	17	0,07
Sábado	4	0,04
Domingo	0	0
Promedio	17.43	0.07
Total	122	0,50

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4, se puede apreciar que los días lunes, martes, y miércoles existe mayor generación de residuos orgánicos, así mismo en lo que respecta la cantidad total de residuos durante una semana, es una cantidad importante para ser reciclado y aprovechado en el compostaje.

es importante orientar a la población para que utilice recipientes adecuados, que mantengan la higiene mientras los residuos son recolectados, procurando un almacenamiento por más de un día y además promover prácticas de separación y reciclaje doméstico de los desechos (Sancho & Aguilar, 2009)

La cantidad, composición y características físicas de los residuos vegetales se ven influidos por numerosos factores tales como el origen, proceso de producción, la preparación, la estación, el sistema recolector, estructura social y la cultura (Jördenin & Winter, 2005).

- **Peso volumétrico (kg/m³)**

Mediante el siguiente cálculo se determinó el peso volumétrico de residuos orgánicos de las cafeterías, el cual corresponde su cálculo considerando el peso y volumen sumados diariamente en una semana.

$$PV = \frac{122 \text{ kg}}{0,50 \text{ m}^3} = 244 \text{ kg/m}^3$$

Con este resultado de peso volumétrico de las cafeterías, es muy importante ya que con este dato podemos determinar si satisface la capacidad de una compostera, tomando en cuenta que una compostera se debe conocer el volumen de recepción de materiales orgánicos.

La determinación de indicadores volumétricos, es de suma importancia para la definición y diseño de contenedores y áreas de almacenamiento para las diversas fuentes generadoras y para coadyuvar en el correcto manejo de los residuos sólidos, ya que

contar con un adecuado almacenamiento evita los malos olores y la proliferación de fauna nociva, que pueden ocasionar daños al medio ambiente y a la salud (Barrientos, 2007).

- **Generación per cápita (kg/cafetería/día)**

La generación per cápita de residuos orgánicos de las cafeterías nos indica mediante el siguiente cálculo cual es la cantidad que se genera por cafetería por día. Donde para su cálculo se promedió con el total de residuos acumulados durante una semana entre los 7 días del mismo.

$$GP = \frac{\left(\frac{17.43 \text{ kg}}{5 \text{ cafeterías}}\right)}{1 \text{ Día}} = 3.48 \text{ kg/cafeteria/día}$$

Con una generación per cápita de 3.48 kg/cafetería /día, nos ayuda a proyectar cuanto de este material se generará en una semana, mes, año, y que al mismo tiempo podemos definir la capacidad en función a la cantidad y tiempo para una compostera, así mismo se puede considerar que se trata de una cantidad apreciable para su aprovechamiento.

La caracterización de la composición de los RS nos permite determinar la cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables (RSOA) que serán convertidos abonos orgánicos, y biogás por fermentación anaeróbica o por incineración para generar energía útil y así poder determinar su potencial energético (Serapio & Ruiz, 2018).

7.2.2. Comideras

Son estas las cantidades de residuos sólidos que se recolectaron de restaurants y quioscos del área de influencia del campus universitario, de 15 unidades de expendios cuales funcionan algunos solamente días hábiles y otros fines de semana, con esa situación se presenta el siguiente cuadro.

Tabla 5. Cantidades de residuos sólidos y subproductos de las comederas

(noviembre 2019)

Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Restos (kg)	Total kg
Lunes	76	7	1	0,5	24	108.5
Martes	85	9	1,5	0,5	28	124
Miércoles	87	12	1	1	33	134
Jueves	84	9	1,5	0,5	31	126
Viernes	66	9	2	0,5	29	106.5
Sábado	82	7	1	0,5	28	118.5
Domingo	87	4	1	0,5	38	130.5
Total	567	57	9	4	211	848
Porcentaje %	66.86	6.72	1,06	0,47	24.88	100

Fuente. Elaboración propia

El 66.86% constituye los residuos orgánicos que no dejan de ser importantes en la generación de estos residuos por parte de las comederas (restaurants y quiscos), donde debido a esta importante cantidad demuestra que las comederas son una fuente principal en la generación de estos residuos, y que los cuales podrían ser aprovechados ya sea en la elaboración de abonos orgánicos y otros. Así mismo encontramos con un 6.72% de materiales plásticos que también podrían ser aprovechados de diferentes maneras.

El correcto manejo de los residuos de restaurantes es importante ya que, debido a su alto contenido orgánico, este tipo de basuras pueden albergar multitud de microorganismos e incluso plagas. En este sentido, la acumulación de los desperdicios de los restaurantes puede constituir un problema sanitario de primer orden (Bustamante, 2019).

7.2.2.1. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m³)

La siguiente tabla está basada en las cantidades de residuos orgánicos provenientes de 15 expendios de alimentos, entre restaurants y quiscos a lo largo de una semana.

Tabla 6. Cantidades de residuos orgánicos recolectados en una semana

Días	Peso (kg)	Volumen (m ³)
Lunes	76	0.31
Martes	85	0,35
Miércoles	87	0,36
Jueves	84	0.35
Viernes	66	0,27
Sábado	82	0,34
Domingo	87	0,39
Promedio	81	0.34
Total	567	2,37

Fuente. Elaboración propia

Considerando que la generación de residuos orgánicos por parte de las comederas constituye una importante cantidad respecto a otros subproductos, que si es aprovechado correctamente reduciría de gran manera el desperdicio de estos materiales y al mismo tiempo reduciría el aporte total del relleno sanitario municipal. Es de conocer que los residuos orgánicos son componentes primarios en la elaboración de abonos, y al mismo tiempo podría convertirse en una actividad que genera ingresos económicos.

Dentro de las alternativas que se presentan viables para el aprovechamiento de los residuos orgánicos está la producción de compostaje y lombri-compostaje, ya que residuos como: estiércol de animales, restos de cultivos, residuos de cafeterías, restaurantes y hogares; son materiales susceptibles de reincorporarse al suelo para uso en jardines ornamentales y productivos, agricultura urbana (Martinez & Wilches, 2014).

- **Peso volumétrico (kg/m³)**

$$PV = \frac{567 \text{ kg}}{2,37 \text{ m}^3} = 242,6 \text{ kg/m}^3$$

De acuerdo al cálculo de peso volumétrico para las comederas encontramos un valor de 242,6 kg/m³, esta relación nos indica que se trata de una importante cantidad del cual

puede ser aprovechado ya sea en la elaboración de abonos orgánicos, así mismo con esta cantidad podemos determinar la capacidad de cualquier unidad de tratamiento de residuos orgánicos.

- **Generación per cápita (kg/comidera/día)**

$$GP = \frac{\left(\frac{81 \text{ kg}}{15 \text{ comideras}}\right)}{1 \text{ Día}} = 5,4 \text{ kg/comidera/día}$$

La venta de alimentos por parte de los quioscos y restaurants a la población en general como actividad económica se ha visto incrementado en los últimos años debido a diversos factores, como pueda ser el crecimiento poblacional y la rentabilidad que pueda generar esta actividad. Es así que debido a este crecimiento de este sector también está estrechamente correlacionado con la generación de residuos sólidos y más que todos residuos orgánicos. Es por esta razón que la generación per cápita de residuo orgánico nos ayudara proyectar cuanto se genera por unidad de expendio.

7.2.3. Jugueras

Particularmente con la generación de residuos de jugos de naranjas, de las 5 jugueras, señoras que realizan esta actividad se recolecto diariamente de la avenida Muñoz Reyes. Y estas cantidades se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Cantidades de residuos sólidos y subproductos generados por las jugueras (noviembre 2019)

Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Restos (kg)	Total kg
Lunes	56	1	0	0	0,1	57,1
Martes	59	1,5	0	0	0,1	60,6
Miércoles	62	1,5	0	0	0,1	63,6
Jueves	70	1,5	0	0	0,5	72
Viernes	81	2	0	0	0,5	83,5
Sábado	75	1,5	0,1	0	0,7	77,3
Domingo	79	2	0,1	0	0,5	81,6
Total	482	11	0,2	0	2,5	495,7
Porcentaje %	97,2	2,2	0,04	0	0,5	100

Fuente. Elaboración propia

Debido a la particularidad que realizan las jugueras en la elaboración de sus jugos haciendo uso de frutas, es de comprender que casi todo el residuo que se genera está a base de desechos las mismas frutas, como podrán ser cascara de naranja y todo lo que queda después de la extracción de los jugos. Esta particularidad en la composición de estos residuos ofrece una gran ventaja en que podría ser una separación de residuos orgánicos debido a su composición mayoritaria respecto a otros subproductos como plásticos, metales, etc.

7.2.3.1. Cantidades de residuos orgánicos aprovechables (kg, m³)

Son estas las cantidades de residuos orgánicos generados por las vendedoras de jugos de frutas durante una semana, expresados en kilogramos y metros cúbicos, en la siguiente tabla 8.

Tabla 8. Peso y volumen de residuos orgánicos en una semana generados por las jugueras.

Días	Peso (kg)	Volumen (m3)
Lunes	53	0,21
Martes	71	0,29
Miércoles	73	0,30
Jueves	78	0,32
Viernes	89	0,36
Sábado	75	0,30
Domingo	80	0,32
Promedio	74.14	0.30
Total	519	2,10

Fuente. Elaboración propia.

La generación de residuos orgánicos por parte de las jugueras está compuesta principalmente por cascara de naranjas, y esto principalmente se puede considerar principalmente como una fuente de minerales y ácidos orgánicos cuales podría ser un aporte dentro lo que sería la calidad nutritiva de los abonos orgánicos.

- **Peso volumétrico (kg/m³)**

$$PV = \frac{519 \text{ kg}}{2.10 \text{ m}^3} = 247.14 \text{ kg/m}^3$$

Como ya se mencionó que la principal composición dentro los residuos orgánicos de las jugueras está constituida por cascara de naranja, entonces con el peso volumétrico obtenido se conocerá si en la compostera de Cota Cota puede recepcionar esta cantidad de residuos, así mismo se puede conocer si el transporte encargado de trasladar estos insumos satisface su capacidad de carga.

- **Generación per cápita (kg/juguera/día)**

$$GP = \frac{\left(\frac{74.14 \text{ kg}}{5 \text{ jugueras}}\right)}{1 \text{ Día}} = 14.8 \text{ kg/juguera/día}$$

La generación per cápita de residuos orgánicos por parte de las jugueras representa una cantidad importante incluso superior a lo de las comederas y cafeterías, más aún que se trata de un material rico en nutrientes e ideales para la elaboración de abonos orgánicos, pero una desventaja que presenta es que solo se trata de 5 unidades expendedoras de jugo de frutas, pero debido a su cercanía del campus universitario, estos materiales pueden ser recolectados fácilmente.

7.3. Cantidad de compost obtenido a partir de residuos orgánicos

El Centro Experimental Cota Cota Agronomía se caracteriza por la investigación y la producción agropecuaria, motivo por el cual está involucrada también con la generación de residuos orgánicos. Para esto cuenta con una compostera donde se da lugar al aprovechamiento de residuos orgánicos el cual ocupa un área de 565 m², así mismo tiene la meta de producir 50,000 kg de compost al año, de acuerdo a la información proporcionada por el Director del Centro Experimental.

Tabla 9. Cantidad de compost y rendimiento

Peso residuos frescos (100%)	Materia Orgánica (75%)	Estiércol Equino (25%)	Compost (Kg)	Rendimiento (%)
1,561	1,171	390	874	56

Fuente. Elaboración propia

La combinación de materia orgánica de las unidades de expendio de alimentos y estiércol equino en determinada combinación permite un compostaje más rápido en el tiempo y de mayor calidad en nutrientes para los cultivos, pero es de considerar que añadiendo algunos activadores este proceso podría adelantarse hasta en dos meses.

El sistema de compostaje determinará la calidad del compost que se produzca tanto desde el punto de vista sanitario como de su valor fertilizante. Un mayor control del proceso dará como resultado una mayor calidad del compost obtenido. Los distintos sistemas de compostaje intentan optimizar cada uno de los factores que intervienen en el proceso de compostaje, mediante diversos medios técnicos (Fuentes J. A., 1018).

7.3.1. Proyección anual

En la siguiente tabla se muestra la proyección anual respecto a la meta esperada por el Centro Experimental Cota Cota.

Tabla 10. Proyección anual

Producción semanal (Kg)	1 Año (semanas)	Total (Kg)	Meta (Kg)
874	52	45,448	50,000

Fuente. Elaboración propia

La cantidad de material procesado en comparación a las metas esperadas en la producción de compost casi puede alcanzar tales cantidades como meta. Así mismo si se realizara un acopio de materia prima más eficiente e incluyendo otras fuentes de materia orgánica como los provenientes de las actividades agrícolas del centro experimental, se podría cumplir satisfactoriamente las metas esperadas en la producción de compost.

7.4. Análisis de Beneficio / Costo de la producción de compost (Bs)

El análisis de Beneficio / Costo se determinó en base a una proyección anual en producción de compost como se muestra en la tabla del anexo 8, donde se consideró el precio del compost a 1.50 Bs/kg-compost.

Tabla 11. Relación beneficio – costo de la producción de compost en CECC

Producción (kg)	45,448
Costo neto (Bs)	52,910
Beneficio bruto (Bs)	68,172
B/C (Bs)	1,28

Fuente. Elaboración propia

El proceso de compostaje requiere una importante labor con mano de obra, y en este caso también se considera el costo de transporte de materia prima (M.O.) cuales factores incrementa los costos de producción dando lugar a un menor beneficio. Es de considerar que para el propósito de esta investigación algunos trabajos como el transporte y el costo de los acopiadores se consideró como un trabajo diario, pero que en para una producción formal se podría considerar realizar dichas tareas cada dos días, así mismo que si este trabajo se realiza con los estudiantes de la misma facultad se reduciría significativamente los costos pudiendo alcanzar utilidades mayores al 30%.

De acuerdo con este criterio, la inversión en un proyecto productivo es aceptable si el valor de la Relación Beneficio/Costo es mayor o igual que 1.0. Al obtener un valor igual a 1.0 significa que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluado a una tasa determinada, y quiere decir que el proyecto es viable, si es menor a 1 no presenta rentabilidad, ya que la inversión del proyecto jamás se pudo recuperar en el periodo establecido evaluado a una tasa determinada; en cambio si el proyecto es mayor a 1.0 significa que además de recuperar la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvo una ganancia extra, un excedente en dinero después de cierto tiempo del proyecto (Agroproyectos, 2015).

8. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos de la investigación, efectuados los análisis estadísticos y el análisis económico se llegó a las siguientes conclusiones:

- Prácticamente más del 90% de los residuos sólidos generados en el campus universitario y su área de influencia (avenida Muñoz Reyes, calle 25 hasta 35), se despacha a los carros basureros sin ningún tratamiento alguno, los cuales podrían ser aprovechados para la transformación de abonos (compost).
- Debido a la falta de un plan de manejo de residuos sólidos en el campus universitario y su área de influencia, 20 unidades de expendio de alimentos de los 25, desconocen la actividad de separación y clasificación de residuos sólidos.
- Se determinó que el peso volumétrico de los residuos orgánicos de los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia corresponden a: cafeterías 244 kg/m³, comederos 242.6 kg/m³ y jugueras 247.14 kg/m³ respectivamente.
- Se determinó la generación per cápita de residuos orgánicos generados en los expendios de alimentos del campus universitario y su área de influencia. Donde: cafeterías 3.48 kg/cafetería/día, comederos 5.4 kg/comedero/día y jugueras 14.8 kg/juguera/día, respectivamente.
- En base a la cantidad de compost obtenido y proyectado para un año que corresponde a 45,448 kg, prácticamente puede satisfacer las metas establecidas por el CECC que pretende producir 50,000 kg de compost al año.

- De acuerdo al acopio de residuos sólidos que se realizó en los expendios de alimentos (cafeterías, comederos y jugueras) del campus universitario y su área de influencia, se determinó que los residuos sólidos se genera 1558 kg/semana de los cuales 1,171 kg corresponde a residuos orgánicos.
- El análisis de beneficio / costo para la producción de compost en el CECC determina una relación de 1.28, que nos indica que se puede obtener una rentabilidad aceptable para realizar la producción de compost

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un aprovechamiento de estos insumos que pueden ser destinados a la elaboración de compost y otros abonos orgánicos. porque la generación de residuos orgánicos en los expendios de alimentos constituye una importante cantidad de 1,171 kg/semana, los cuales más del 90% es entregado al servicio de recojo de basura.
- Se recomienda brindar una capacitación técnica a los responsables de cada expendio de alimento que les permita realizar una separación de sus residuos orgánicos con el menor trabajo posible. Así mismo se recomienda considerar otras fuentes generadoras de residuos, como condominios y casas domiciliarias, para realizar un acopio más eficiente de los residuos orgánicos en el campus universitario y su área de influencia.
- Debido al beneficio agronómico del aprovechamiento de los residuos orgánicos se recomienda realizar un plan de manejo de estos residuos que permita realizar un acopio cada dos días y establecer un horario para un menor gasto operativo en el acopio de los mismos.
- Se recomienda realizar un análisis de calidad de compost en base a los residuos orgánicos que se generan en el campus universitario y su área de influencia, así mismo realizar un análisis de impacto ambiental.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Agroproyectos. (2015). Que es la relación beneficio/costo. *Agronegocios*, 5.
- Allen, G. (2020). Contenedores de reciclaje vs Isla de reciclaje. *Equipamiento y servicios municipales*, 5-11.
- Almiña, M. (2013). Manual de compostaje. *Ingeniería sustentable*, 16-18.
- ALRCR. (2014). *Ley para la gestión integral de residuos*. Costa Rica: Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.
- Álvarez, J. (2013). *Manual de compostaje para agricultura ecológica*. Madrid: Reseach Gade.
- Alvares, J. (16 de Agosto de 2020). *Manual de compostaje para la agricultura ecológica*. Obtenido de <http://www.cienciasmarinas>
- AMN. (7 de Julio de 2021). Alcaldía de La Paz anuncia que en dos meses se producirá compost. *Agencia Municipal de Noticias*, 10.
- Andrade Vallejos, E. (2010). *tecnicas de compostaje*. Colombia: Prado.
- Arevalo, K., & Pastralo, E. (2016). Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas. *Tierra Fertil*, 519.
- Arguello, F. (2007). Residuos urbanos. *Verde*, 7-11.
- Áyax, C. (2008). *Estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos*, 90. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Banco Mundial. (2018). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/>
- Barrientos, E. (2007). Diagnostico de la zona de estudio. *INNEC*, 8-11.

- Batool, S., & Ch, N. (2009). Municipal solid waste management in Lahore city district, Pakistan. *Waste Managemen*, 29.
- Berenice. (2010). *Manual para preparar abonos y biofermentos orgánicos*. Peru: San Juan.
- Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje*. Bogotá: Ediciones Univalle.
- Bonilla, N. (2018). *Las 3 R' s dela gestion integral de residuos*. Costa Rica: GEGESTI.
- Bortzirietako. (Enero de 2021). *Factores que influeyen el compostaje*. Obtenido de <https://www.bortziriakzabor.com/es/factores-que-influyen-en-el-compostaje/>
- Bustamante, M. (2019). Cómo se realiza la gestión de residuos en restaurantes. *SMV*, 7-14.
- Calle, M. (2019). Clasificación de residuos: cómo separar la basura. *IDEAS*, 5-9.
- Callisaya , E. (2019). *Elaboracion de compost acelerado utilizando cuatro activadores en la localidad de Carabuco*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres .
- Castaldi, P., Alberti, G., Merella, R., & Melis, P. (2005). Study of the organic matter evolution during municipal solid waste composting aimed at identifying suitable parameters for the evaluation of compost maturity. *Waste Manag*, 209-213.
- Cauas, D. (2006). Elementos para la elaboración y ejecución de un proyecto de investigación. *Guía para presentación de proyectos de investigación*, 99.
- Chilon, E. (2008). *Manual de capacitación acción el compst alimento para el suelo vivo*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Chilon, E. (2013). *Guía de investigación-acción elaboración de compost*. La Paz, Bolivia: UMSA.
- Cisterna, P. (2004). *Gestión de residuos sólidos*. Chile: Apunte de clase.

- Constitucion Politica del Estado, B. (7 de Febrero de 2009). Art. 343. Bolivia.
- Cravioto, M. (2000). *Manual Operativo de Valorizacion de Residuos Solidos Urbanos para Medianos y Pequeños Asentamientos de Argentina*. Buenos Aires: Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.
- Delgado, G. (2010). Los recursos naturales: tipologías, usos y comercialización. *Africa*, 67.
- Diaz, A. (2014). La Responsabilidad Administrativa Ambiental. *Estrucplan*, 7-11.
- Diaz, M., Jiménez, L., Cabrera, F., & Bertoldi, M. (2004). Using a second order polynomials model to determine the optimum vinasse/grape marc ratio for in vessel composting. *Compost Sci*, 273-279.
- Dioniguedez, E. (2019). Medio ambiente, responsabilidad social. *RSS*, 7.
- Docampo, R. (2013). *Compostaje y compost*. Colombia: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
- Ekinci, K., & Elwell, D. (2004). Effects of aeration strategies on the composting. *ASAE*, 25-37.
- EMEVERDE. (2019). *Informacion - Residuos Organicos*. La Paz, Bolivia.
- EMSERFUSA. (22 de 07 de 2020). *La importancia de los contenedores para el cuidado del medio ambiente*. Obtenido de <https://www.emserfusa.com.co/publicaciones/557/la-importancia-de-los-contenedores-para-el-cuidado-del-medio-ambiente/>
- Encinas, P. (2010). *La basura: Su disposición en vertederos y rellenos sanitarios*. Quito: Amanecer.
- España, C. (30 de Enero de 2019). La basura de La Paz puede convertirse en energía y abono. *Pagina 7*, pág. 8.

- Estrada, G. (10 de Junio de 2017). *Factores que afectan el buen desarrollo del compostaje*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/317648086>
- FENERCOM. (2010). *Guía de valorización energética*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- FERTILAB. (23 de Marzo de 2019). *El compost y sus procesos*. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/El-Compostaje-y-sus-Procesos.php>
- Fuentes, J. (2015). *Separación de residuos sólidos*. Salta: Notas.
- Fuentes, J. A. (1018). El compostaje y el compost. *Agricultura urbana*, 28.
- Gallardo, A., & Colomer, J. (2011). *Residuos solidos: Un enfoque multidisciplinario*. España: Libros SR.
- Garcia, D., & Priotto, G. (2009). *Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la educación ambiental*. Buenos Aires: Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Garrigues, P. (2003). Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos. *Ecoiuris*, 909.
- Glynn, J., & Gary, W. (2007). *Ciclo de los residuos solidos urbanos*. Panama: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Golueke, C., & Diaz, L. (2006). Composting and the limiting factors principle. *Biocycle*, 22-25.
- Gonzales, A. (2019). La basura, un problema creciente en Bolivia. *I/SEC*, 6.
- Google Earth. (15 de Julio de 2020). *Google Esrth.com*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-11.08022326,-28.20129458,-968.87818532a,4303648.23889196d,35y,-0h,0t,0r>
- Green Drinks. (21 de Febrero de 2017). *Residuos inorgánicos*. Obtenido de <http://greendrinksca.org>.

- Greenberg, M. (2009). *The reporter's handbook on nuclear materials, energy, and waste management*. Canada: Vanderbilt University Press.
- Hernández, E. (2013). *Beneficios del uso de los rellenos sanitarios*. Ecuador: Adventure.
- Higueras, L. (2010). *Residuos solidos, contaminacion y efecto del medio ambiente en el municipio de La Paz, creacion de una norma que regule su tratamineto*. La Paz: Universidad M ayor de San Andres.
- Hontoria, E., & Zamorano, M. (2000). Fundamentos del manejo de los residuos urbanos Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España. 756 pp. *Senior 24* (pág. 756). España: Colegio de ingenieros.
- Hurtado, S. (2016). El ph en el compst. *Combox*, 12-16.
- Ibáñez, J., & Corroccoli, M. (2002). *Valorización de residuos sólidos urbanos*. Quito: FCE.
- Jaramillo, J. (2008). Caracterización de residuos sólidos urbanos y análisis de opciones de revalorización de materiales en el municipio de Cercado, Cochabamba, Bolivia. *Sielo*, 5-11.
- Jhorar, B., Phogat, V., & Malik, E. (1999). Kinetics of composting rice straw with glue waste at different C/N ratios in a semiarid environment. *Arid Soil Rest*, 297-306.
- Jördenin, H., & Winter, J. (2005). Environmental Biotechnology. Concepts and Applications. *WILEY-VCH*, 333-354.
- Justiniano, M. (2016). *La importancia de los contenedores*. Caracas Venezuela.
- Laurentee, M. (2016). Compostaje residuos orgánicos. *Recursos naturales y residuos*, 5-7.
- Ley N° 300. (15 de Octubre de 2012). Marco de la madre tierra y desarrollo integral para vivir bien. La Paz, Bolivia.
- Ley N° 775. (28 de Octubre de 2015). Gestión Integral de Residuos. La Paz, Bolivia.

- Ley Nº 1333. (15 de Julio de 1992). Ley de medio ambiente. La Paz, Bolivia.
- Lopez, M. (2015). *Estrategia jurídica para el tratamiento de residuos sólidos en el municipio de Tacacoma que garantice una adecuada estabilidad ambiental*. Tacacoma, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.
- López, M. (2017). *Recogida y transporte de residuos urbanos o municipales*. Madrid: Editorial CEP S.L.
- Luna, G. (2007). *Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano*. España: Universitat de Barcelona.
- MA. (2008). *Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos*. Rio de Janeiro: Ministerio del Ambiente.
- Macias, L., & Paez, M. (2018). *Urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios. (Maestría)*. México: Centro de Investigaciones en Ciencias de Información Geoespacial.
- Madigan, L., Martinko, S., Dunlap, a., & Clark, A. (2009). *soil natural*. Castilla: UNII.
- Manchego, D. (2008). Uso de contenedores de reciclaje. *Verde*, 12-15.
- Martínez, J. (2005). *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos*. Obtenido de <https://www.cempre.org.uy/>
- Martinez, N., & Wilches, P. (2014). *Guía de aprovechamiento de residuos organicos*. Bpgotá: UAESP.
- Marupa, E. (2016). *Gestión de residuos sólidos en el municipio de San Buenaventura*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Maruti, L. (2015). *Responsabilidad medioambiental*. Lima: Nuñes.
- Mavrik, R. (2016). Evaluacion del la generacion de residuos municipales. *INTER*, 2-13.

- MDS. (2013). *Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales*. Ministerio de Desarrollo Social, Chile.
- MMA. (2016). En *Guía de educación ambiental y residuos* (Vol. I, pág. 38). Chile: Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. (2016). *Aprender a prevenir los efectos del mercurio módulo 2: Residuos y áreas verdes*. Peru: Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA. (2016). *Guía de Educación Ambiental y Residuos*. Chile: Ministerio del Medio Ambiente.
- MMAyA. (2011). Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el departamento de La Paz. VAPSB/DGGIRS, 114.
- MMAyA. (2012). *Educación ambiental en la gestión integral de residuos sólidos*. Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- MMAyA. (2012). *Guía para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, mediante Compostaje y Lombricultura*. Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- MMAyMRyM. (2009). *Manual de compostaje*. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MMAyMRyM. (2009). *Manual de compostaje*. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Morgan, Z. (2021). El reciclaje y los contenedores de basura. *Zuma*, 12.
- Navarro, & Reynoso. (2009). *Bioética y desechos tóxicos*. Hospital General de Mexico, Mexico.
- OPS. (2008). *Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos*. Rio de Janeiro: Ministerio de Medio Ambiente.

- Pezas Arias, B. (2006). *suelos de calidad*. Barcelona: Nuñes.
- Pinto, A., & Vargas, S. (2008). *Efecto de los abonos organicos y quimicos en el cultivo de amaranto (Amaranthus caudatus L.)*. Santa Cruz: Univerisdad Gabriel Rene Moreno.
- Poma, M. (2011). *Caminando por el mundo limpio*. Madrid: World Sience.
- QuiestionPro. (2020). *Blog sobre mejores practicas de investigación de mercados y todo relacionado a encuestas on line*. Obtenido de Recuperado de: <http://www.cuestionpro.com/blog/es/>
- Ramos , M. (2011). *Importancia de la clasificación de basura*. Mexico: Ambiental.
- REEFED. (Noviembre de 2016). *A Roadmap to Reduce U.S. Food Waste by 20 Percent, Rethink Food Waste through Economics and Data* . Obtenido de http://www.refed.com/doelands/ReFED_Report_2016
- Renzo, J. (2021). Los colores de los contenedores de reciclaje. *Relevo*, 7.
- Rodriguez, M. (2006). *Manual de Compostaje Municipal*. Mexico, Mexico: Instituto Nacional de Ecologia.
- Rodriguez, M. (2006). *Manual de Compostaje Municipal. México. 102 p.* Mexico, México: Instituto Nacional de Ecologia.
- Rojas , J., & Garita, N. (2015). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. *UNA*, 15.
- Rojas, S. (2007). *Formación de tallos basales en el cultivo de rosas (Rosa sp.) en el cetro experimental de Cota Cota, La Paz*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Roman, P., Martinez, M., & Pantoja, A. (2008). Manual de compostaje del agricultor. *FAO*, 18.

- Roman, P., Martinez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago: FAO.
- Romero Ezquivel, L. G., Salas Jimenez, J. C., & Jimenez Antillon, J. (2008). Manejo de desechos en universidades. *Tecnología*, 38-41.
- Sáenz, L. (21 de Febrero de 2013). Se instala compostera para residuos orgánicos en la UNAP Sede Victoria. *UNAP*, págs. 4-7.
- Sagarpa. (2005). Agricultura orgánica. *INTA*, 67.
- Saladie, O. (26 de Mayo de 2015). *Residuos: definición y clasificación*. Obtenido de http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=197&Itemid=87&lang=es
- Sánchez, M. (2011). *Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento del cultivo de rosa (Rosa sp.) var. freedom*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Sancho, J., & Aguilar, O. (2009). *Manuel tecnico sobre generación de residuos sólidos*. Mexico: SEDESOL.
- Sandoval, R. (2020). *Basura gestion integral de residuos solidos*. La Paz Bolivia.
- SENAMHI. (2019). *Servicio nacional de metereologia e hidrologia*. Bolivia.
- Sepúlveda, L., & Alvarado, J. (2013). *Manual de compostaje*. Medellin: Natural Center.
- Serapio, A., & Ruiz. (2018). *Residuos sólidos domiciliarios*. Trujillo: SEIFLOPERU.
- Sierra, R. (2003). *Tecnicas de investigacion social*. Madrid España: Thompson.
- SMV. (31 de Enero de 2018). *La valorización de residuos: tipos y beneficios*. Obtenido de <https://www.smv.es/la-valorizacion-residuos-tipos-beneficios/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Directiva,debe%20terminar%20en%20la%20basura>.

- Sundberg, C. (2005). *Improving compost process efficiency by controlling aeration, temperature*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & y Vigil, S. (2004). *Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. (Gestión Integral de Desechos1 y 2*. Madrid: McGraw Hill.
- Tortosa, G. (2013). *Factores que influyen en el proceso de compostaje*. Murcia. Murcia: Compostando Ciencia Lab.
- UAESP. (2010). *Programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos para la ciudad de Bogotá, D.C. Bogotá, pp. 322*. Colombia: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.
- USAID. (2007). *Manejo de residuos sólidos* . United States Agency International Development, La Paz.
- Valderrama, A. (2013). *Biodegradación de residuos sólidos agrpecuarios y uso de bioabono como acondicionador de suelo*. Colombia: Univesidad Pontificia bolivariana.
- Volta. (2020). *Factores que influyen en el manejo de residuos*. Chile: Gestión de residuos.
- Yapu, M., Arnold , D., Spedding, A., & Pereira, R. (2013). Pautas metodológicas para investigaciones cualitativas y cuantitativas en ciencias sociales y humanas. *Cuarta Edición*, 305.
- Zuñiga, M. (2009). Guía técnica de abonos orgánicos. *Instituto para el Desarrollo y la Democracia*, 14.

ANEXOS

Anexo 1. Cartas de solicitud de información de la población Docente, estudiantes y administrativos

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

La Paz, 30 de septiembre de 2019

Señor:
Dr. Armando Ticona
Director de Carrera de Física

Solicitud de permiso para encuestar

Primeramente, haciéndole llegar un cordial saludo y felicitándole por la labor que desempeña en favor de nuestra querida universidad. El motivo de la presente es solicitarle a su persona como director de carrera, que me conceda el permiso de realizar **encuestas** en aulas de su carrera, con el propósito de llevar adelante una proyecto de tesis sobre el tema de la basura y medio ambiente, la cual llevara un aproximado de 15 minutos por aula. Esperando una respuesta favorable a mi solicitud me despido dándole las gracias por su atención.

Atte: Univ. Jose Angel Flores Huanqui
C.I: 9994005
M.F: 1672888

CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Armando Ticona
2-X-19

C. Exp. Cota, Camino Universitario, Tel. 021 41565775, e_joomla75@psbnet.es

CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

La Paz, 6 de septiembre de 2018

Señor:
Ing. Marco Antonio Montosinos
Director de Carrera de Ingeniería Petrolera



Solicitud de información de población universitaria

Primeramente, hacerle llegar un cordial saludo y felicitarle por la labor que desempeña en favor de nuestra querida universidad. El motivo de la presente es solicitarle a su persona como director de carrera, que me conceda el permiso de conocer **el número total de la población universitaria (estudiantes, docentes, administrativos)** de su carrera en la cual trabaja, con el propósito de llevar adelante una tesis de investigación sobre el tema de la basura y medio ambiente. Esperando una respuesta favorable a mi solicitud me despido dándole las gracias por su atención, y deseándole éxito en su labor.

Atte.: Univ. Jose Angel Flores Huanqui

C: 9884005

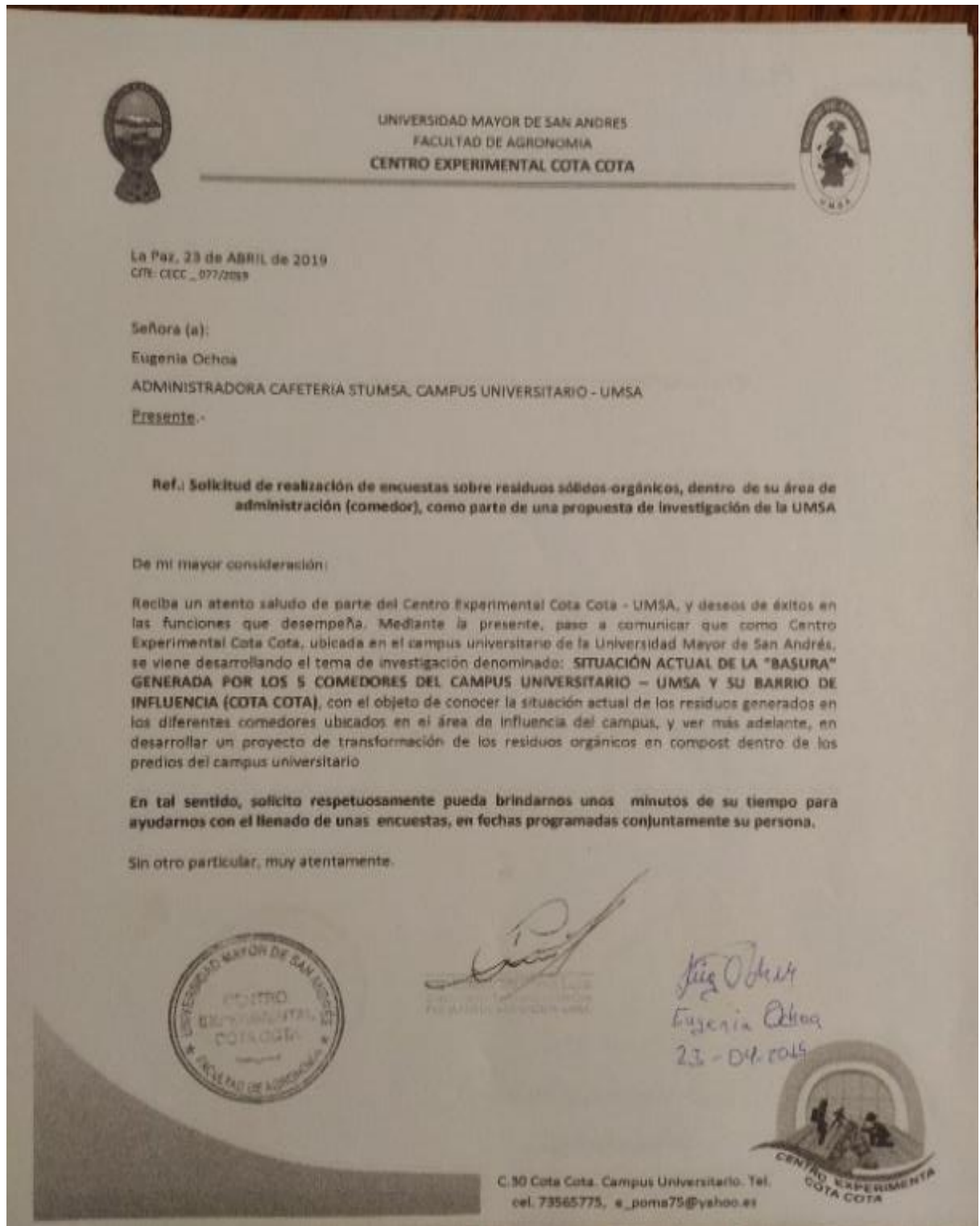
RU: 1672848

Nº Docentes = 24
Nº Estudiantes = 454
Nº Administrativos = 5



Director de Carrera
INGENIERIA PETROLERA
UNIVERSIDAD DE SAN ANDRES BELLO

Anexo 2. Cartas de solicitud de permisos para el acopio de residuos sólidos y encuestar a los responsables de las cinco cafeterías del campus universitario





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA



La Paz, 23 de ABRIL de 2019
CITE-CECC_076/2019

Señora (a):

Miriam Arce

ADMINISTRADORA CAFETERIA FAC. HUMANIDADES, CAMPUS UNIVERSITARIO - UMSA

Presente.

Ref.: Solicitud de realización de encuestas sobre residuos sólidos-orgánicos, dentro de su área de administración (comedor), como parte de una propuesta de investigación de la UMSA.

De mi mayor consideración:

Reciba un atento saludo de parte del Centro Experimental Cota Cota - UMSA, y deseos de éxitos en las funciones que desempeña. Mediante la presente, pido a comunicar que como Centro Experimental Cota Cota, ubicada en el campus universitario de la Universidad Mayor de San Andrés, se viene desarrollando el tema de investigación denominado: **SITUACIÓN ACTUAL DE LA "BASURA" GENERADA POR LOS 5 COMEDORES DEL CAMPUS UNIVERSITARIO - UMSA Y SU BARRIO DE INFLUENCIA (COTA COTA)**, con el objeto de conocer la situación actual de los residuos generados en los diferentes comedores ubicados en el área de influencia del campus, y ver más adelante, en desarrollar un proyecto de transformación de los residuos orgánicos en compost dentro de los predios del campus universitario.

En tal sentido, solicito respetuosamente pueda brindarnos unos minutos de su tiempo para ayudarnos con el llenado de unas encuestas, en fechas programadas conjuntamente su persona.

Sin otro particular, muy atentamente.



Miriam Arce Lopez
23-04-2019



C-90 Cota Cota, Campus Universitario, Tel.
cel. 75565775, e_poma75@yahoo.es

Anexo 3. Tabla de resultados de las cantidades de residuos solidos

Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Otros (kg)	Total (kg)
Lunes	29	4	1,5	0,1	14	48.6
Martes	26	4	1,4	0,5	12	43.9
Miércoles	27	6	1,5	0,3	16	50.8
Jueves	19	5	1,5	0,5	9	35.0
Viernes	17	3	1	1,1	7	29.1
Sábado	4	0.5	0.2	0,1	2	6.8
Domingo	0	0	0	0	0	0
Sumatoria	122	22	6,9	2,6	60	214,2
Porcentaje %	56.9	10.50	3.31	1.21	28.01	100

Cantidades de residuos sólidos y subproductos de las cafeterías.



Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Restos (kg)	Total kg
Lunes	76	7	1	0,5	24	108.5
Martes	85	9	1,5	0,5	28	124
Miércoles	87	12	1	1	33	134
Jueves	84	9	1,5	0,5	31	126
Viernes	66	9	2	0,5	29	106.5
Sábado	82	7	1	0,5	28	118.5
Domingo	87	4	1	0,5	38	130.5
Sumatoria	567	57	9	4	211	848
Porcentaje %	66.86	6.72	1,06	0,47	24.88	100

Cantidades de residuos sólidos de las comederas.

Días	Orgánicos (kg)	Plásticos (Kg)	Papeles (kg)	Metales (kg)	Restos (kg)	Total kg
Lunes	56	1	0	0	0,1	57,1
Martes	59	1,5	0	0	0,1	60,6
Miércoles	62	1,5	0	0	0,1	63,6
Jueves	70	1,5	0	0	0,5	72
Viernes	81	2	0	0	0,5	83,5
Sábado	75	1,5	0,1	0	0,7	77,3
Domingo	79	2	0,1	0	0,5	81,6
Sumatoria	482	11	0,2	0	2,5	495,7
Porcentaje %	97,2	2,2	0,04	0	0,5	100

Cantidades de residuos sólidos de las jugueras.

Anexo 4. Encuestas




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA


ENCUESTA A LOS EXPENDIOS DE ALIMENTOS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA

Hola, soy estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, estoy realizando esta encuesta para un proyecto de tesis de investigación sobre el manejo de residuos (basura) dentro y alrededor del campus universitario. Podría ayudarme con algunas preguntas.

Nombre del negocio, o más conocido como Pedidos Sur No. 9

- ¿En sus cercanías existe contenedores de reciclaje?
SI NO
- ¿Sabe en consiste la clasificación de residuos orgánicos?
SI NO A VECES
- ¿Qué días cree usted que genera mayor cantidad de residuo sólidos?
Viernes y Sábado
- ¿Cuál es el manejo que usted realiza con sus residuos de basura?
a) llevarlos directo al contenedor de basura
b) acomodarlo en algún otro lugar en la calle
c) realizar alguna separación para darle algún reúso
d) realizar alguna separación para entregar a algún acopiador
e) otro.....
- La UMSA pondrá un pequeño proyecto de manejo y selección de residuos orgánicos. ¿Usted estaría dispuesto a participar de este proyecto?
SI NO
- En caso de ser afirmativa su respuesta anterior, usted:


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA


ENCUESTA GENERAL PARA ESTUDIANTES, DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE COTA COTA (UMSA)

Soy estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, estoy realizando esta encuesta para un proyecto de tesis de investigación sobre el manejo de residuos (basura) dentro y alrededor del campus universitario. Podría ayudarme con algunas preguntas.

- Usted es:
a) Docente
b) Estudiante
c) Administrativo
- Pertenece a la unidad:
Facultad Agronomía
Carrera o programa Ingeniería Agronómica
- ¿Para usted la basura es un problema del tipo?
a) Cultural
b) Administrativo
c) De educación
d) Otro.....
administradora
- Cuando consume alimentos o algún otro producto. ¿Usted en qué lugar deposita su basura?
a) En el bote de basura
b) Patio, piso o lugar que encuentres
c) Contenedores especializados para basura clasificada
d) Otro
- ¿En su unidad (facultad, centro, etc.) existe recipientes marcados para clasificar residuos (plásticos, vidrios, orgánicos, etc)?
a) SI
b) No

Anexo 5. Encuestados





Anexo 6. Acopio de residuos sólidos





Anexo 7. Separación de residuos sólidos



Anexo 8. Tabla de costos de producción y beneficio, para una producción de 45448 kg de compost anual.

Costos de implementación	Unidades	Cantidad	Precio unitario (Bs)	Costo (Bs)
Pala	Unidad	5	50	250
Rastrillo	Unidad	5	40	200
Picota	Unidad	5	60	300
Balanza	Unidad	1	680	680
Carretilla	Unidad	3	350	1050
Manguera	Unidad	1	100	100
Yutes	Unidad	270	2	540
Costos de operación				
Acopio	Jornal	182	120	21840
Transporte	Alquiler	182	50	9100
Volteo y riego	Jornal	52	270	14 040
Costo subtotal				48100
Imprevistos	10%			4810
Costo total				52910
Beneficio				
Producción de compost	Kilogramo	45 448	1,5	68 172
Beneficio total				68 172