

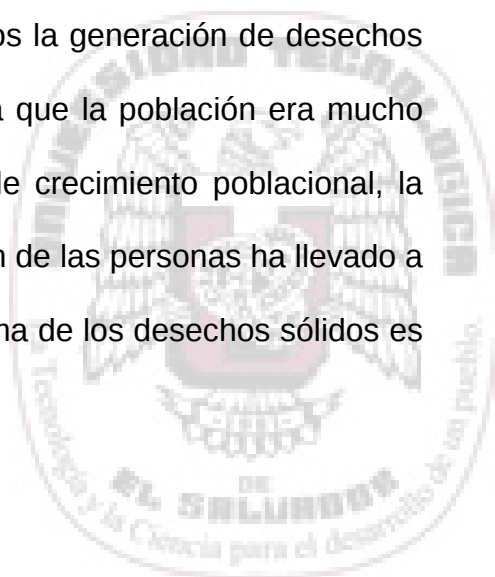
CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO

3.1 DESECHOS SÓLIDOS

Son todos aquellos materiales sólidos o semisólidos descartados por la actividad del hombre y la naturaleza, y que no teniendo una utilidad mediata se transforman en indeseables.

Los desechos sólidos son una consecuencia de las actividades del hombre y de los animales al aprovecharse de los recursos que la tierra les ofrece. La disposición de los desechos constituye un gran problema para toda sociedad ya que estos no se pueden hacer desaparecer, sin embargo pueden almacenarse o utilizarse en otros procesos. En tiempos antiguos la generación de desechos sólidos no constituía un problema grave debido a que la población era mucho menor que la actual. Sin embargo la alta tasa de crecimiento poblacional, la industrialización, la falta de conciencia y educación de las personas ha llevado a la sociedad a una situación crítica en la cual el tema de los desechos sólidos es algo prioritario.

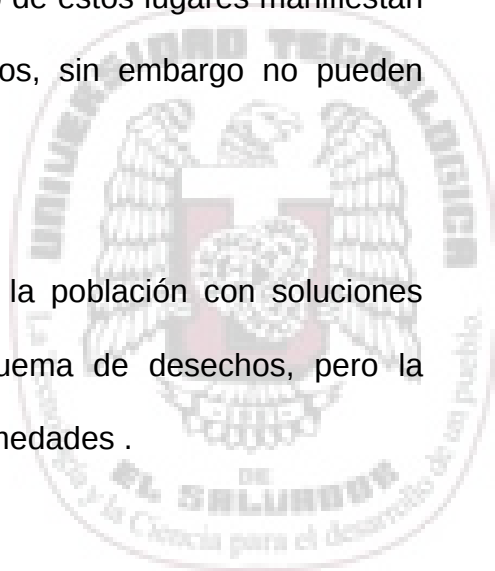


La salud pública depende del almacenamiento, recogida y evacuación apropiada de los desechos sólidos. Así por ejemplo un vertedero no controlado será un reproductor de agentes transmisores de enfermedades, tales como las ratas y las moscas. También será capaz de contaminar el aire (malos olores producto de la putrefacción de la materia orgánica) y el agua, cuando los líquidos del vertedero (lixiviados) penetran en el suelo y contaminan aguas superficiales y subterráneas.

En la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, la población no tienen un lugar adecuado para la disposición de sus desechos sólidos, ya que las personas acostumbran quemarla, lanzar la basura en zanjas que finalizan en las quebradas, o botarla en las calles, lo que ha convertido en promontorios no controlados, y de esta forma la comunidad desarrolle este tipo de actividades.

Los inconvenientes causados por este tipo de prácticas son principalmente malos olores, especialmente cuando entre la basura se lanza algún animal muerto. Los habitantes más cercanos a cada uno de estos lugares manifiestan su inconformidad con la existencia de vertederos, sin embargo no pueden evitarlos.

Las unidades de salud tratan de concientizar a la población con soluciones pocas recomendables, como por ejemplo la quema de desechos, pero la medida solo genera mayor contaminación y enfermedades .



3.1.1 Orígenes y Tipos de Desechos Sólidos

Para diseñar aquellos elementos que formen parte de una adecuada gestión de los desechos sólidos es necesario conocer los orígenes, tipos, composición y tasa de generación. El origen de los desechos sólidos está en función del uso del suelo y su localización, la clasificación que se les da es generalmente la siguiente: doméstico, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, zonas de plantas de tratamiento, industrial y agrícola.

En la tabla 3.1 puede observarse las distintas fuentes de desechos sólidos, los lugares en donde son generados y el tipo de desechos que se genera en cada uno.

Es importante mencionar que la clasificación establecida en la siguiente tabla puede variar de acuerdo a la forma en que se interpreten los datos y al mismo sentido común.



TABLA 3.1
Fuentes de Desechos Sólidos en la Comunidad

Fuentes	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de desechos sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc. Unifamiliares y multifamiliares.	Desechos de comida, papel, cartón plástico, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, desechos especiales, (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), desechos domésticos peligrosos
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados edificios de oficina, hoteles , moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrios, metales, desechos especiales (ver párrafo superior), desechos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrios, metales, desechos especiales (ver párrafo superior), desechos peligrosos, etc
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación, renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento).	Limpieza de las calles, paisajismo, limpieza de las cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Desechos especiales, basura, barradura de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, desechos generales, de parques, playas y zonas de recreo.

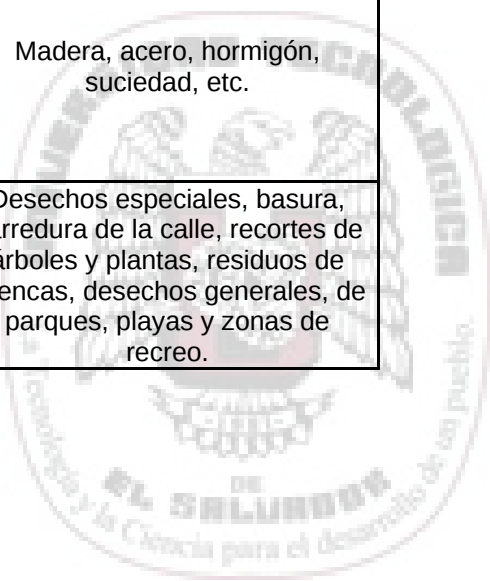


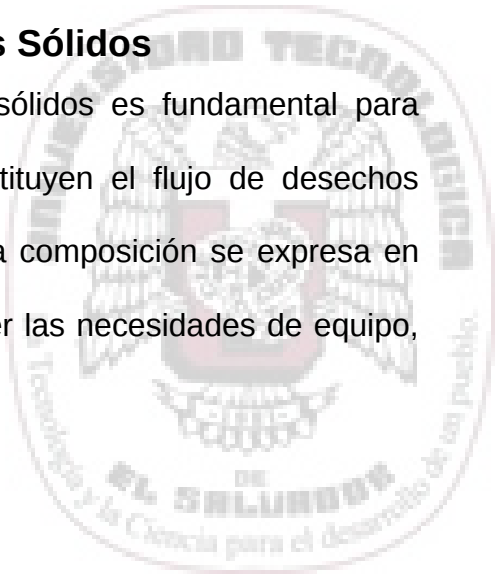
TABLA 3.1
Fuentes de Desechos Sólidos en la Comunidad (Continuación)

Fuentes	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de desechos sólidos
Planta de tratamiento; incineradoras municipales	Agua, aguas residuales y proceso de tratamiento industrial, etc.	Desechos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Desechos sólidos urbanos	Todos los citados	Todos los citados
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición etc.	Desechos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Desechos no industriales, incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, Desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Desechos de comida, desechos agrícolas, basura, desechos peligrosos.

Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tchobanoglous, George (Pag. 22).

3.1.2. Composición de los Desechos Sólidos

El determinar la composición de los desechos sólidos es fundamental para conocer los componentes individuales que constituyen el flujo de desechos sólidos y su distribución relativa. Generalmente la composición se expresa en porcentajes por peso y es de utilidad para conocer las necesidades de equipo, los sistemas, programas y planes de gestión.

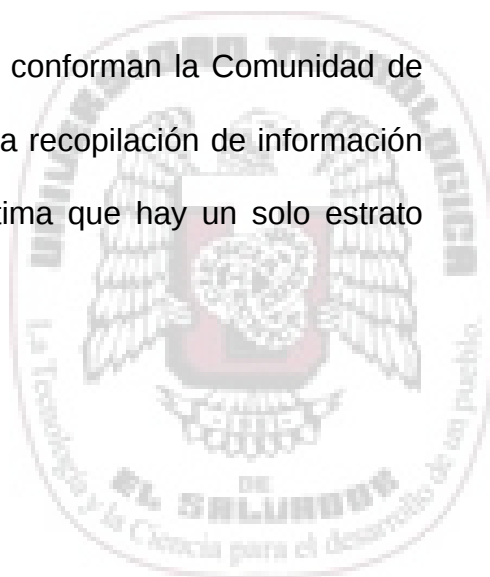


El determinar la composición de los desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, permitirá conocer los componentes individuales de los desechos y sobre esta base establecer si los desechos son propios del lugar o son traídos de otros lugares, así como también poder establecer un plan de gestión para su tratamiento.

3.1.2.1 Factores que Afectan la Composición de los Desechos Sólidos

La composición de los desechos sólidos no es constante y depende de varios factores, entre los cuales se pueden mencionar las condiciones económicas; la estación del año, puede influir en el contenido de materia orgánica al incluirse frutas u hojas de temporada, igualmente puede verse afectado grandemente el contenido de humedad; y la localización, ya que cada zona producirá un tipo de basura que vaya de acuerdo a sus costumbres y el acceso que tengan a ciertos tipos de productos.

Las condiciones económicas de los sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, son uniformes de acuerdo a la recopilación de información que produjeron las encuestas, por lo que se estima que hay un solo estrato económico.



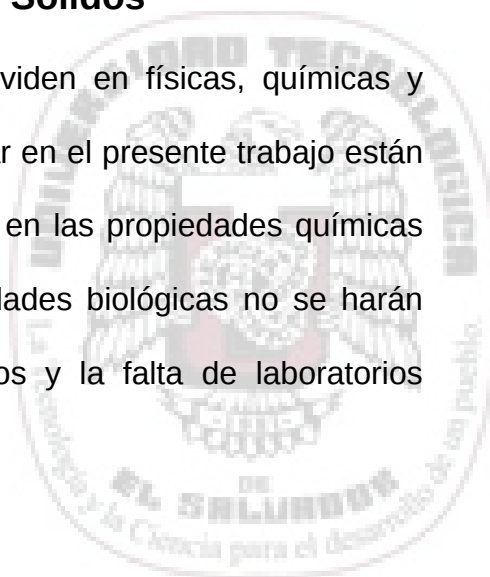
3.1.2.2 Variaciones Futuras en la Composición de los Desechos Sólidos

Debe tomarse en cuenta que la composición de los desechos sólidos que se obtenga de un muestreo, no será permanente; y que además podrá experimentar cambios significativos a través del tiempo los cuales pueden ser consecuencia del desarrollo que pueda experimentar la zona.

En los datos sobre la proyección de población (Capítulo 3, Pág. 85) se han establecido variables que influyen en el crecimiento de la población y que afectan en consecuencia el desarrollo de la comunidad, las pocas oportunidades que tiene la población de mejorar sus condiciones de vida y la inexistente o mínima posibilidad de inversión en la zona permiten establecer que, en varios años, no se darán variaciones significativas, o que pudieran afectar la composición de desechos sólidos que en este momento se obtenga.

3.1.3 Propiedades de los Desechos Sólidos

Las propiedades de los desechos sólidos se dividen en físicas, químicas y biológicas. Entre las propiedades físicas a evaluar en el presente trabajo están el peso específico y el contenido de humedad; y en las propiedades químicas se analizará el poder calorífico; y de las propiedades biológicas no se harán ensayos debido a la complejidad de los mismos y la falta de laboratorios especializados en nuestro país para realizarlos.



3.1.4. Tasa de Generación de Desechos Sólidos

El conocer la tasa de generación permite determinar las cantidades de desechos que se generan por persona por día (de esta manera se han calculado), esto se hace a partir de un muestreo. Con la tasa de generación puede establecerse las cantidades que se producirán en una determinada zona en una semana, un mes, un año u otra unidad de tiempo.

En la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se busca determinar la producción per cápita por día para una muestra determinada, esto se hará a través de un muestreo en el origen, es decir, en las fuentes de generación.

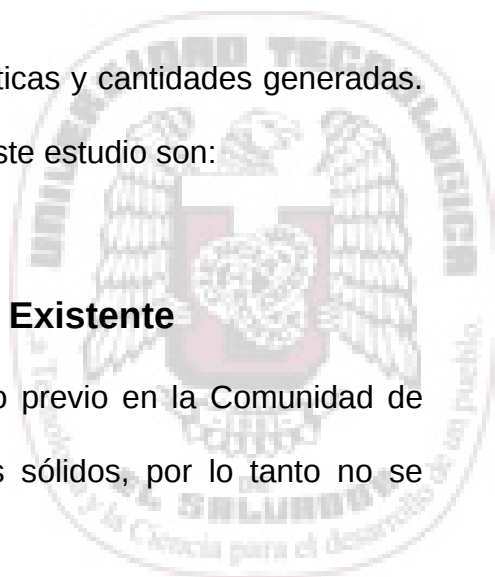
El fin que se persigue con el análisis de la composición, orígenes, tipos, características y cantidades generadas de desechos sólidos, es poder efectuar una gestión adecuada de ellos.

3.2 ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Este consiste en identificar las fuentes, características y cantidades generadas. Los pasos típicos a seguir para la realización de este estudio son:

3.2.1 Recolección de la Información Existente

Hasta el momento no se ha realizado un estudio previo en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, sobre el tema de desechos sólidos, por lo tanto no se

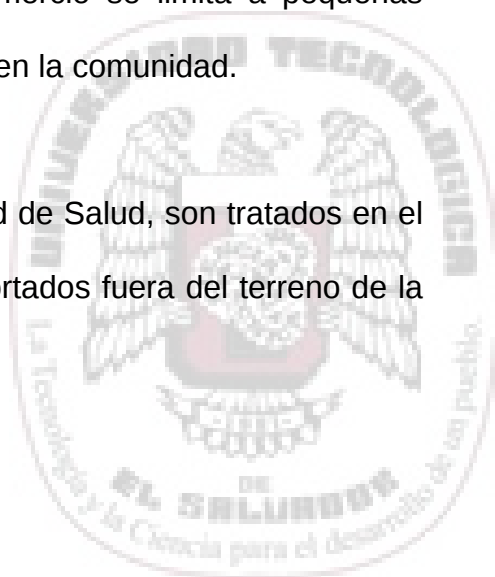


dispone de información previa. Con respecto a los estudios realizados en comunidades similares, si bien es cierto que existen algunos (y otros aún en proceso de publicación), estos carecen de información concreta de procesos o métodos empleados para llevar a cabo un estudio de este tipo, limitándose a publicar resultados, es por ello que, según nuestra apreciación no representan una buena base en la cual apoyarse.

3.2.2 Identificación de las Fuentes de Generación de Desechos Sólidos

La principal fuente generadora de desechos en la comunidad es la doméstica, las fuentes agrícolas se ubican en los fuera de los sectores (zona no comprendida dentro del diagnóstico de desechos sólidos), y de los otros tipos de fuentes mencionados en la tabla 3.1 únicamente se ha considerado la institucional (escuelas rurales). Es preciso mencionar que en la comunidad no existe mercado de compra y venta de mercadería y que actualmente es poco o nada que se da algún tipo de industria; el comercio se limita a pequeñas tiendas distribuidas en los sectores que comprenden la comunidad.

En cuanto a los desechos generados en la Unidad de Salud, son tratados en el interior de la misma, es decir, que no son transportados fuera del terreno de la mencionada unidad.



3.2.3 Metodología de Muestreo

Para el desarrollo del presente estudio de caracterización se ha tomado como base el documento: "Método Sencillo del Análisis de Desechos Sólidos", elaborado por el Dr. Kunitoshi Sakurai, asesor regional de desechos sólidos de CEPIS/OPS.

Este documento propone que los análisis básicos que se le deben realizar a los desechos sólidos son las pruebas de densidad, de composición física base húmeda y de humedad, se debe estimar el poder calorífico y calcular la producción per-cápita por día.

El material y equipo utilizado para el muestreo y los análisis fue el siguiente:

- 2 básculas: la primera con capacidad para 40 lbs. y una precisión de décimas de libra; y otra con capacidad de 250 lbs. Con una precisión de 1 lbs.
- 3 Pares de guantes (hule y cuero)
- 3 Palas cuadradas
- Mascarillas
- Escobas
- Bolsas plásticas para basura

Recipiente plástico con una capacidad de 5 galones y un volumen de 0.02323 m³

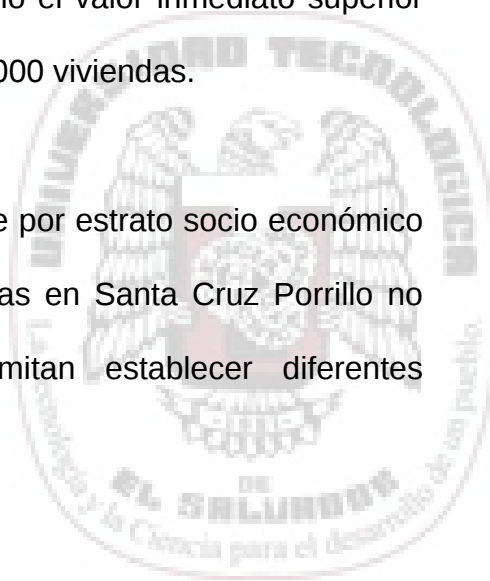


- Tirro
- Marcador
- Pintura en spray
- Vehículo tipo pick up
- 9 piezas de lámina galvanizada lisa con dimensiones de 1.0 x 0.8 mts.
- Cinta métrica

3.2.3.1 Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra se determinó tomando como base la tabla 3.2 .Para el uso de esta tabla se han efectuado las siguientes consideraciones:

- Debido a que no existen estudios anteriores de caracterización de desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, que nos indiquen un valor de desviación estándar de las muestras, se consideró una desviación de 150 gr/hab/día. (Ver tabla 3.2)
- Tomando en cuenta que el número de viviendas en el de la comunidad de Santa Cruz Porrillo, es de 1,563 se tomó el valor inmediato superior que aparece en la tabla 3.2 el cual es de 5,000 viviendas.
- A pesar de que el muestreo debe realizarse por estrato socio económico de la población, las condiciones observadas en Santa Cruz Porrillo no reflejan marcadas diferencias que permitan establecer diferentes



estratos; en consecuencia, se hizo un muestreo generalizado considerando un mismo estrato socio-económico para toda la población.

TABLA 3.2

Numero de Muestras para la Determinación de PPC de cada Estrato Socio Económico

(No. De viviendas a probar)

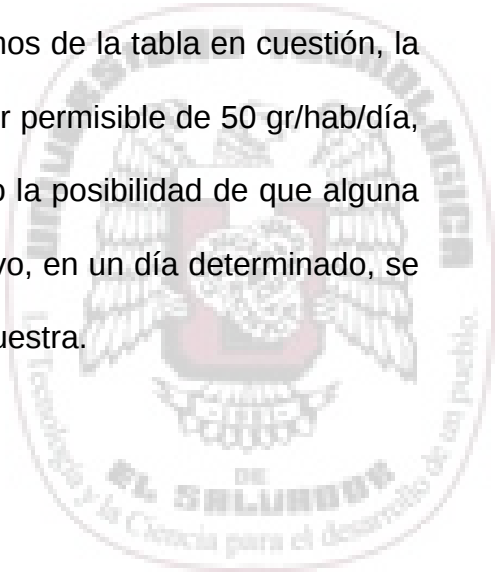
Confiabilidad = 95 %, Error permisible = 50 gr / hab / día

		Desviación estándar ^α de las muestras del estrado en cuestión (gr / hab / día)				
		50	100	150	200	250
No. Total de viviendas del estrato en cuestión	500	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	1,000	3.8	15.1	33.4	57.9	87.6
	5,000	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	10,000	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	Más de 50,000	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

Fuente: Kunitoshi Sakurai. Método sencillo del análisis de residuos sólidos (Pag. 86).

A partir de las consideraciones anteriores obtenemos de la tabla en cuestión, la cual establece una contabilidad del 95 % y un error permisible de 50 gr/hab/día, una muestra de 34.3 viviendas; pero considerando la posibilidad de que alguna de las viviendas no colaborará, por cualquier motivo, en un día determinado, se optó por tomar 35 viviendas como tamaño de la muestra.

^α * Desviación estándar de variables Xi (Xi = PPC de la vivienda i)



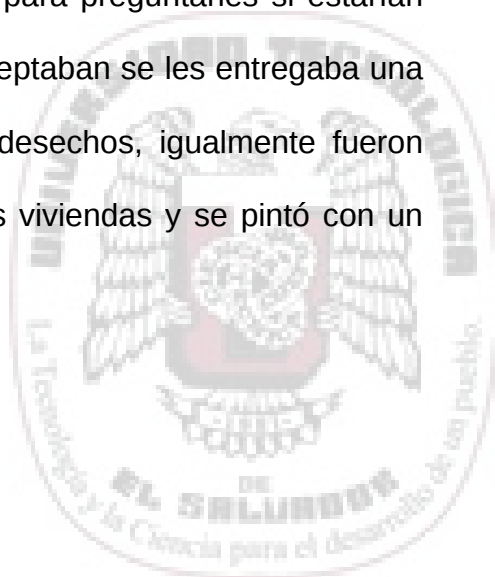
3.2.3.2 Selección de las Viviendas de la Muestra

La selección de las viviendas en comunidad fue en forma aleatoria, tomando entre 1 y 2 viviendas por calle y pasajes, con el propósito de cubrir la mayor parte del área en los sectores, con el tamaño de muestra establecido. Debe considerarse, también, que muchas de las viviendas registradas dentro de las 1,563 que posee el área en la comunidad, se encuentran deshabitadas, por lo que no fue raro encontrar una cuadra en la que no se encontrara una vivienda habitada o sus propietarios no quisieran participar en el muestreo.

3.2.3.3 Recolección de Muestras

El proceso seguido para la recolección de muestras fue el siguiente:

- 1er día: se buscó un lugar que reuniera las condiciones necesarias para pesar las muestras y realizar las pruebas antes mencionadas en la metodología del muestreo. Posterior a esto se conversó con los habitantes de las viviendas seleccionadas para preguntarles si estarían dispuestos a participar en el estudio. Si aceptaban se les entregaba una bolsa plástica para que depositaran sus desechos, igualmente fueron tomados todos los datos necesarios de las viviendas y se pintó con un spray el número asignado a la vivienda.

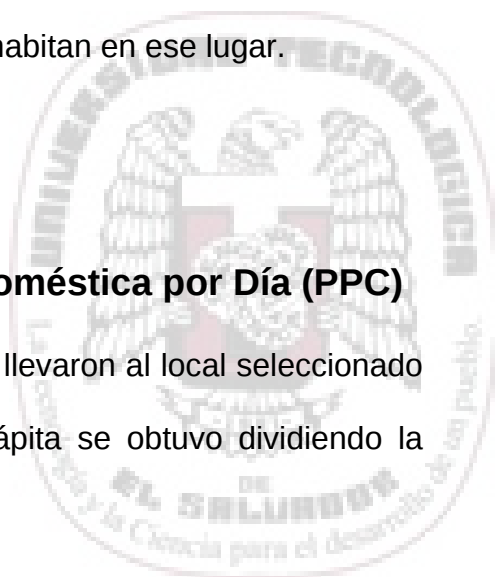


- 2do día: Se realizó la recolección de las muestras y se proporcionó una nueva bolsa plástica. Estas muestras fueron descartadas debido a la posibilidad de que pudieran contener basura acumulada de varios días.
- 3er día: Este representa el inicio de las pruebas, y en lo sucesivo se considerará como el día uno en los resultados que se obtengan, a partir de este día y durante seis más se recolectaron las muestras entregando a cambio una nueva bolsa plástica, se llevaron hasta el local seleccionado y se determinó la producción per-cápita, la prueba de densidad y la composición. Con respecto a la prueba de humedad, esta se realizó únicamente para tres días iniciando el día uno antes mencionado y terminando el día tres, dicha prueba tiene una duración de tres a cuatro días, con esto se garantizó el tiempo adecuado; es decir, del tercero al séptimo día, el cual fue el último de recolección de muestras. En cada muestra recolectada se colocó el número asignado a la vivienda y de esta manera saber en el momento de pesarlas a que vivienda correspondía y cuántas personas habitan en ese lugar.

3.2.4 Análisis Realizados

3.2.4.1 Producción Per-Cápita Doméstica por Día (PPC)

Después de la recolección, todas las muestras se llevaron al local seleccionado y se procedió a pesarlas. La producción per- cápita se obtuvo dividiendo la



suma del peso de las muestras entre el número total de personas (datos previamente registrados). Como la prueba se realizó durante siete días se obtuvieron siete valores de producción per- cápita, por lo cual se sacó un promedio de ellos.

Los pesos obtenidos fueron expresados en kilogramos, estos se muestran en la Tabla 3.3 , en la cual también se ha efectuado el cálculo de la producción per- cápita, por día y promedio.

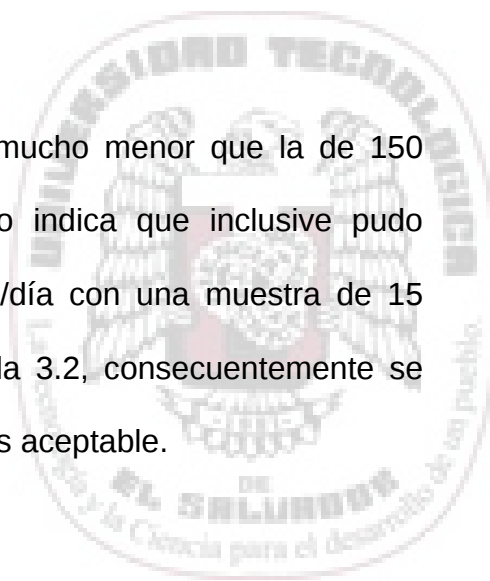
TABLA 3.3

GENERACION PER-CAPITA DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
COMUNIDADES	No. de Casa	No. de personas por casa	27/04/02	28/04/02	29/04/02	30/04/02	01/05/02	02/05/02	03/05/02
			Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
San Pedro	1	3	1.5	3.35	2.64	0.90	0.66	0.75	1.95
San Luis los Altos #2	1	3	1.9	2.32	2.35	0.80	0.34	1.68	2.36
San Luis las Posadas	1	7	2.36	1.47	2.18	0.73	1.41	1.02	2.13
Línea Férrea Santa Cruz	1	7	0.34	7.67	3.58	4.76	7.98	5.62	3.47
Quinta Aguilar de	1	4	1.91	7.71	5.08	2.61	9.48	6.28	7.37
Santa Cruz Porrillo	1	3	6.76	1.70	4.51	1.27	0.91	2.93	1.88
San Luis los Altos	1	9	1.18	6.80	4.31	1.45	2.72	3.97	5.35
El Salto	1	6	2.15	3.97	3.31	4.08	5.49	4.97	4.63
	1	7	12.02	12.47	11.34	8.62	6.62	6.26	7.03
Línea Férrea Vaquerano	1	2	2.02	0.32	1.70	1.70	1.91	2.43	1.93
	1	4	4.42	4.58	3.70	0.41	0.57	0.95	0.68
La Florida	1	7	0.41	0.77	1.04	4.63	0.57	0.77	0.95
Santa Cruz #2	1	5	0.79	1.32	1.00	2.04	3.81	3.02	3.27
Barrio Nuevo	1	5	0.14	0.95	0.66	1.54	0.77	2.13	1.13
	1	10	0.41	3.40	2.31	1.02	0.91	1.54	1.29

GENERACION PER-CAPITA DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
San Cristóbal	1	8	0.57	5.67	3.15	0.57	1.72	3.67	2.02
	1	5	0.54	1.04	1.18	1.27	1.41	1.09	1.32
Santa Cruz Paraíso	1	5	1.04	1.59	1.13	0.95	0.45	0.70	1.34
	1	4	2.04	1.36	1.79	1.22	1.04	1.63	1.95
Betania # 1	1	3	2.11	1.45	0.97	1.23	0.97	1.35	1.65
El Porrillito	1	4	4.08	1.73	2.43	1.17	1.25	1.44	1.80
	1	4	0.66	0.68	0.61	2.15	7.94	1.70	2.40
El Delirio	1	2	1.72	3.74	2.61	3.90	1.25	2.18	2.31
	1	7	2.27	2.54	2.63	15.42	14.51	10.64	9.16
El Ojushte	1	6	1.77	1.32	1.68	0.54	0.77	0.86	0.91
La Laguna	1	4	2.15	2.15	2.27	2.81	2.95	2.59	2.36
	1	2	0.41	0.27	0.32	0.82	0.45	0.34	1.63
San José Porrillo	1	2	2.49	2.27	2.15	1.36	0.82	1.25	1.07
	1	6	13.61	8.16	10.21	3.18	1.41	5.87	3.54
Nuevo Amanecer	1	4	2.63	0.36	2.11	0.27	0.14	1.47	1.88
	1	5	4.54	0.18	1.95	2.11	5.56	5.42	3.83
El Playón	1	5	1.45	1.13	1.00	1.86	0.79	0.88	1.70
	1	3	0.95	1.54	1.41	2.40	2.00	2.61	2.68
Santa Fe	1	4	2.22	2.31	2.65	2.86	1.09	2.06	3.06
Betania # 2	1	7	6.94	4.31	5.76	8.21	3.72	5.60	4.74
Total	35	172	90.40	102.63	97.73	90.88	94.37	97.68	96.77
PPC en kg/hab/día			0.53	0.60	0.57	0.53	0.55	0.57	0.56
PPC promedio = 0.56 en kg/hab/día									
Desviación estándar = 0.025 kg/hab/día = 24.92 gr/hab/día									

Fuente: Elaboración propia

La desviación estándar de 24.92 gr/hab/día es mucho menor que la de 150 gr/hab/día que se asumió en un principio, esto indica que inclusive pudo tomarse una desviación estándar de 100 gr/hab/día con una muestra de 15 viviendas de acuerdo a lo establecido en la tabla 3.2, consecuentemente se puede decir que la desviación estándar asumida es aceptable.



3.2.4.2 Composición Física de los Desechos Sólidos

(base húmeda) y peso volumétrico (densidad)

Habiendo finalizado la determinación de la PPC se vació el contenido de todas las bolsas en un espacio enladrillado de aproximadamente 4.0 x 6.0 mts; luego se comprobó que se tenía un poco más de un metro cúbico de desechos al llevar estos a formar una figura conocida, para este caso una base rectangular con una altura más o menos regular; posteriormente se fragmentaron bolsas, ramas, cartones y cualquier otro objeto voluminoso hasta obtener una longitud (lado más largo) no superior a los 15 cm, con lo cual aseguramos el no descartar algún elemento por su volumen o longitud; enseguida se procedió a la homogeneización de los desechos revolviéndolos con palas. Realizados los procedimientos anteriores se llevó a cabo el cuarteo, el cual consistió en separar el montón en cuatro partes más o menos iguales de las cuales son separadas dos partes colocadas en forma opuesta o en diagonal; con las dos partes restantes se formó otro montón del cual se consideró que su peso era aproximadamente 50 kgs. porque se conocía el peso total de las muestras y se sabía que el primer cuarteo daría un peso cercano al mencionado anteriormente. La muestra así obtenida fue pesada y medido su volumen para ello se utilizó un deposito de 0.023 m³. Con los volúmenes y los pesos obtenidos se determinó la densidad o peso volumétrico de toda la muestra. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 3.4.

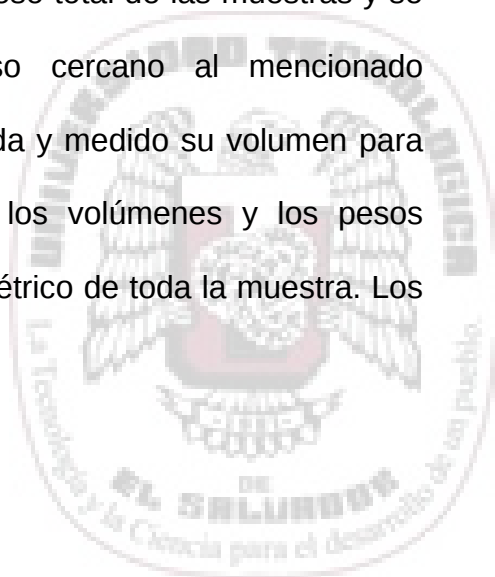
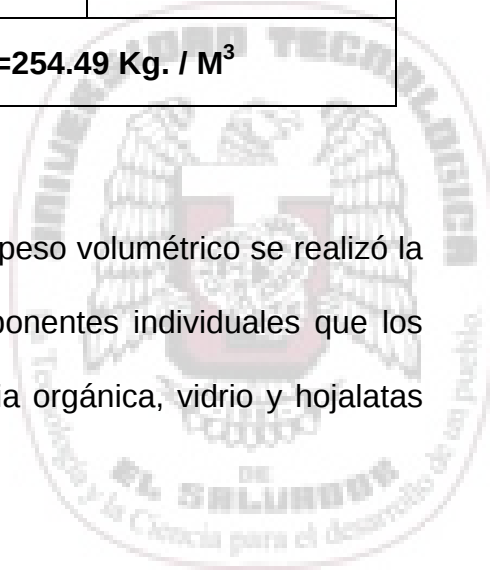


TABLA 3.4

PESO VOLUMÉTRICO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO (NO COMPACTADOS)						
DIA		PESO BRUTO Kgs.	PESODE TARA Kgs.	PESO NETO Kgs.	VOLUMEN NETO M ³	PESO VOLUMETRICO Kg / M ³
1	Sábado	54.27	7.26	47.01	0.19	247.42
2	Domingo	52.21	7.26	44.95	0.18	249.73
3	Lunes	56.00	7.26	48.74	0.19	256.52
4	Martes	57.15	7.26	49.89	0.19	262.58
5	Miércoles	59.74	7.26	52.48	0.21	249.91
6	Jueves	62.28	7.26	55.02	0.21	262.00
7	Viernes	57.90	7.26	50.64	0.20	253.22
PESO VOLUMÉTRICO PROMEDIO =254.49 Kg. / M³						

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer los datos para determinar el peso volumétrico se realizó la separación de los desechos sólidos en los componentes individuales que los forman, entre ellos tenemos papel, cartón, materia orgánica, vidrio y hojalatas entre otros.



Estos elementos fueron agrupados y pesados individualmente para conocer el porcentaje de cada uno de ellos en nuestra muestra.

La variación obtenida entre los pesos de la muestra y la suma de los pesos de los componentes individuales es atribuible a los finos que pudieron perderse durante el proceso, así como a la precisión de las básculas utilizadas. El proceso antes descrito fue realizado en cada uno de los días de recolección, es decir, durante siete días continuos, para calcular al final un promedio de cada una de las clasificaciones efectuadas. Los resultados obtenidos, por día, de la composición se presentan en la tabla 3.5

TABLA 3.5

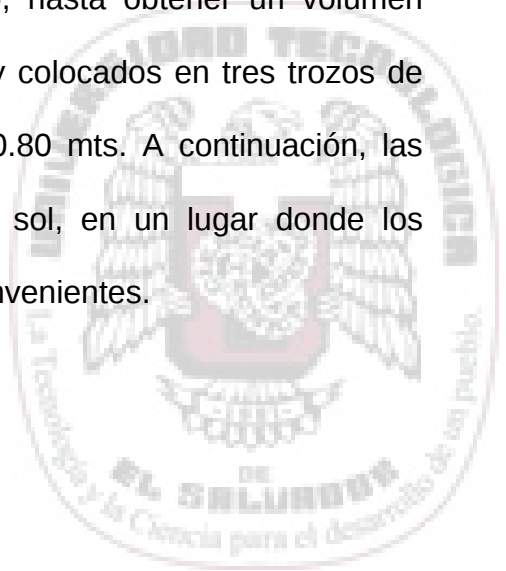
VALOR PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
TIPO DE RESIDUO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	PESO PROMEDIO	PORCENTAJE
	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso		
Residuos de jardín	12.30	12.50	21.50	17.40	20.40	19.35	13.60	16.72	15.20%
Suelos	46.10	37.90	42.80	37.90	39.75	35.10	34.55	39.16	35.70%
Plástico y Caucho	5.10	8.80	9.10	7.60	10.20	10.10	3.20	7.73	7.00%
Rocas y residuos de construcción	2.10	3.20	3.10	4.50	2.25	5.55	1.55	3.18	2.90%

VALOR PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
Papel y cartón	2.75	5.50	5.90	1.85	6.40	6.30	18.30	6.71	6.10%
Vidrio	1.00	1.80	2.30	0.00	2.85	3.00	5.30	2.32	2.10%
Latón	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.39	0.40%
Materia orgánica	31.65	23.70	16.95	35.55	31.50	34.90	30.70	29.28	26.70%
Residuos de tela o trapos	1.10	2.80	3.10	1.65	2.35	2.75	3.25	2.43	2.20%
Pilas	0.75	1.10	0.30	0.00	0.00	1.30	1.20	0.66	0.60%
Hierro o acero	0.00	1.30	2.40	3.65	0.00	1.55	0.00	1.26	1.10%
TOTAL	103.65	99.10	107.45	110.00	115.70	121.30	111.65	109.84	100.00%

Fuente: Elaboración propia

3.2.4.3 Ensayo de humedad

Con los desechos descartados del primer cuarteo se formó otro montón que es sometido nuevamente a un proceso de cuarteo, hasta obtener un volumen cercano a los 50 lts. los cuales fueron pesados y colocados en tres trozos de lámina galvanizada de aproximadamente 1.0 x 0.80 mts. A continuación, las muestras fueron expuestas a la luz directa del sol, en un lugar donde los animales domésticos y el viento no causaran inconvenientes.



Debido a que el ensayo tiene como objetivo medir la cantidad de humedad que contiene la muestra, algunos elementos de esta, como los mangos, fueron rajados para facilitar la pérdida de humedad. Las muestras fueron expuestas al sol durante todo el día, colocándolas temprano en la mañana y almacenándolas por la tarde, para evitar que ganasen humedad por la noche.

Este ensayo se realizó el 1ro, 2do y 3er día, lográndose para la muestra del primer día una exposición al sol de 6 días, y de 5 y 4 días para las muestras del 2do y 3er día, respectivamente.

El séptimo día de recolección, las muestras fueron recogidas y pesadas nuevamente. Para el cálculo del % de humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \left[\frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Húmedo}} \right] \times 100^5$$

Los resultados obtenidos son:

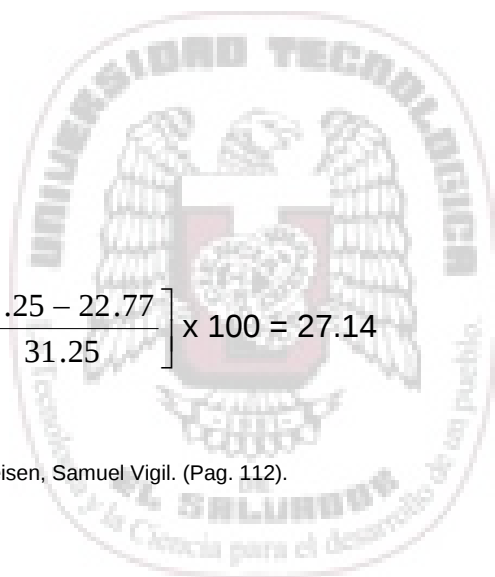
Día 1

Peso húmedo (W1) : 31.25 lbs.

Peso seco (W2) : 22.77 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{31.25 - 22.77}{31.25} \right] \times 100 = 27.14$$

⁵ Gestión Integral de Residuos Sólidos. George Tchobanoglous, Hillary Theisen, Samuel Vigil. (Pag. 112).



Día 2

Peso húmedo (W1) : 29.50 lbs.

Peso seco (W2) : 22.65 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{29.50 - 22.65}{29.50} \right] \times 100 = 23.22$$

Día 3

Peso húmedo (W1) : 33.70 lbs.

Peso seco (W2) : 27.15 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{33.70 - 27.15}{33.70} \right] \times 100 = 19.44$$

$$\% \text{ de humedad promedio} = (27.14 + 23.22 + 19.44) / 3 = 23.27 \%$$

3.2.4.4 Poder Calorífico de los Desechos Sólidos

Para calcular el poder calorífico de los desechos sólidos se adoptan los siguientes valores como el poder calorífico de cada componente seco:

- a) Papel y cartón
- b) Trapos
- c) Madera y follaje
- d) Restos de alimentos
- e) Plástico, caucho y cuero
- f) Metales

4,000 kcal

4,000 kcal

4,000 kcal

4,000 kcal

9,000 kcal

0,000 kcal



g) Vidrio	0,000 kcal
h) Suelo y otros	0,000 kcal

Fuente: Control de operaciones de un relleno sanitario para pequeñas comunidades. Alcaldía de Suchitoto.

Además se supone que toda la humedad de los desechos sólidos se encuentra en los componentes a), b), c) y d)

De la tabla 3.5 obtenemos los porcentajes para cada uno de los componentes de los literales anteriores:

- a) 6.10 % b) 2.20 % c) 15.20 % d) 26.70 %
 e) 7.00 % f) (1.10+ 0.40) = 1. 50 % g) 2.10 %
 h) 35.70 + 2.90 + 0.60 = 39.20 %

El contenido de humedad $W = 23.27 \%$ se toma de la sección 3.2.4.3 Ensayo de humedad.

Para la estimación del poder calorífico superior e inferior se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$P_s \text{ (kcal / kg)} = 40 (a + b + e + d - w) + 90 e^6$$

$$P_i \text{ (kcal / kg)} = P_s - \left[\frac{W}{100} \right] \times 600 = P_s - 6W$$

$$P_s = 40 (6.10 + 2.20 + 15.20 + 26.70 - 23.27 + 90 (7)$$

⁶ Método sencillo de análisis de residuos sólidos. Kunitoshi Sakurai (Pag. 114).



$$Ps = 2,938.80 + 630.00$$

$$Ps = 3,568.80 \text{ kcal / kg}$$

$$Pi = 3,568.80 - 6(23.27)$$

$$Pi = 3,568.80 - 139.62$$

$$Pi = 3,429.18 \text{ kca / kg}$$

3.2.5 Producción Diaria de Desechos por otras Fuentes

Generadoras

Con relación a los desechos generados en la unidad de salud y dispensarios, de acuerdo a lo manifestado por los promotores de las mismas, se producen aproximadamente unos 10 kgs. de desechos sólidos al mes, los cuales como se mencionó anteriormente en la identificación de las fuentes, son quemados y enterrados dentro del mismo centro de salud.

Los desechos sólidos provenientes de el barrido de calles y avenidas de los sectores no pudieron ser medidos debido a que no existe el servicio de recolección de estos por parte de la alcaldía municipal.

Las otras fuentes de generación institucional son la escuelas nacionales (seis escuelas, Ver Capitulo I, Pág. 15), los datos se muestran a continuación.

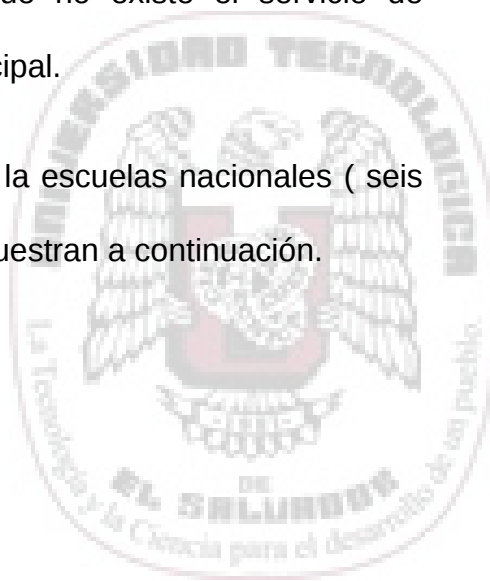


TABLA 3.6
Fuente institucional de generación de residuos sólidos

Fuente	Ton / día
Escuelas pequeñas (3)	0.051
Escuelas grandes (3)	0.258
Total	0.309

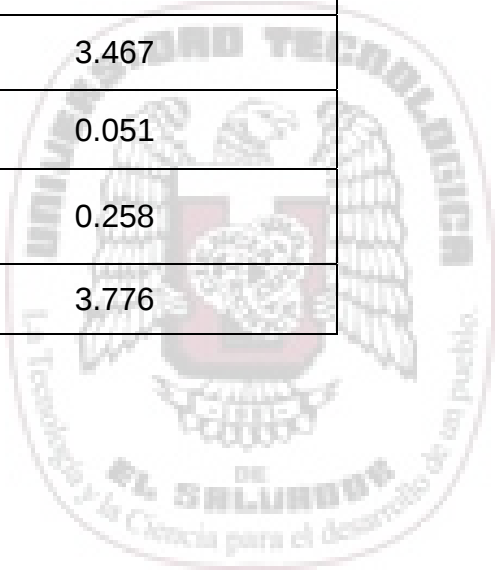
Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Generación total de desechos por las diferentes fuentes

TABLA 3.7
Generación de desechos por fuentes

Fuente	Ton / día
Doméstica	3.467
Escuelas pequeñas (3)	0.051
Escuelas grandes (3)	0.258
Total	3.776

Fuente: Elaboración propia



Tomando en cuenta el total de desechos producidos y la población considerada en este estudio, se obtiene una producción per- capita global, así:

Producción diaria :3,776 Kg. / día

Habitantes :6191 habitantes.

PPC global = $3776 / 6191 = 0.61 \text{ kg/hab/día}$

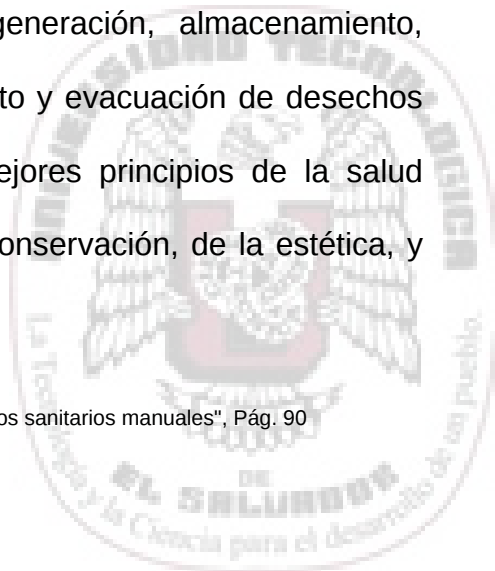
Como consecuencia del desarrollo y el crecimiento urbanístico, la producción per- cápita tiende a aumentar, por lo cual es recomendable incrementarla en un 1 % anual ⁷ cuando se requiera hacer proyecciones de generación.

3.3 PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS DE LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO

3.3.1 Gestión de los Desechos Sólidos

“Es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de desechos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y

⁷ Jorge Jaranúllo. "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales", Pág. 90



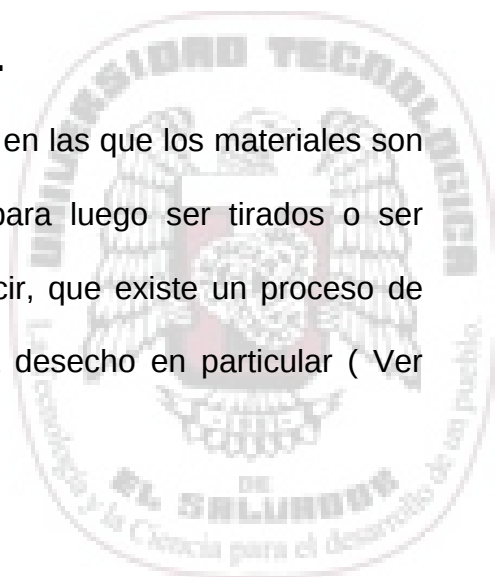
de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas"

Para fines de este estudio y tomando en cuenta algunos parámetros evaluados entre la población del Santa Cruz Porrillo, tales como hábitos y costumbres, situación socioeconómica, nivel de estudios y otros, las actividades asociadas a la propuesta de desechos sólidos en la comunidad de Santa Cruz Porrillo, comprenderá los siguientes elementos:

- Control de la generación.
- Almacenamiento.
- Recolección y transporte.
- Evaluación de alternativas para el tratamiento de los desechos sólidos.
- Disposición final.
- Diseño físico y plan de manejo (Presupuesto).

3.3.1.1.Control de la Generación.

El control de la generación abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, para luego ser tirados o ser recogidos juntos para su disposición final, es decir, que existe un proceso de identificación y valoración y éste varía con cada desecho en particular (Ver tabla 3.8).



En la actualidad, la generación de desechos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, es una actividad que se ejerce sin ningún tipo de control, debido principalmente al desconocimiento entre la población de los beneficios que implica la reducción de las cantidades generadas o una posible reutilización de algunos de ellos.

Para la Comunidad se utilizará la Progresión Aritmética o Lineal, ya que en base a sus características la ubica dentro de los parámetros de esta categoría, es decir que se considera que la población variará en el tiempo en forma lineal.

La expresión matemática que describe este comportamiento esta dada por:

$$P_n = P_o + (1 + i \cdot n).$$

En donde:

P_n = Población del periodo “n” de diseño

P_o = Población Actual

i = Tasa de Crecimiento

n = Duración del periodo de diseño.



TABLA 3.8

Proyección de la generación de desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo						
Año	Población (hab)	PPC (Kg/hab/día)	Generación Diaria (ton)	Generación anual (ton)	Volumen diario (m³)	Volumen anual (m³)
2002	6191	0.61	3.78	1378.44	14.90	5438.39
2003	6379	0.62	3.95	1443.49	15.60	5695.02
2004	6572	0.63	4.12	1502.10	16.24	5926.26
2005	6771	0.64	4.33	1581.72	17.10	6240.38
2006	6976	0.65	4.51	1645.94	17.79	6493.76
2007	7188	0.66	4.74	1731.49	18.72	6831.29
2008	7405	0.67	4.94	1801.80	19.48	7108.66
2009	7630	0.68	5.19	1893.71	20.47	7471.28
2010	7861	0.69	5.42	1979.78	21.40	7810.86

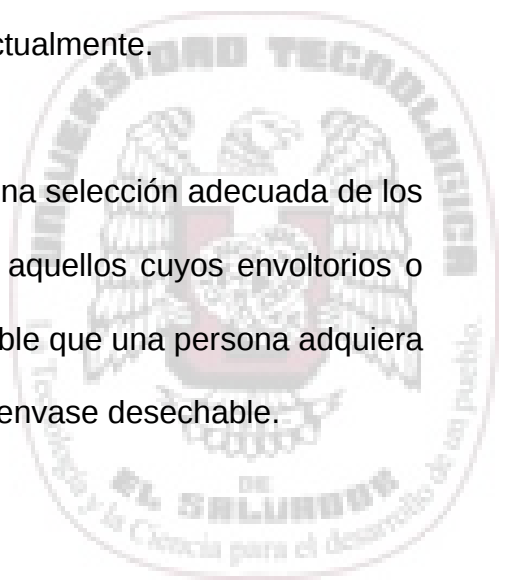
Fuente: elaboración propia

Nota 1: la ppc inicial de 0.61 se incrementa en 1% cada año por factores de crecimiento urbanístico, ver sección 3.2.6 para más detalles.

Nota 2: la proyección de crecimiento poblacional que se tomo es de 3.03%, de acuerdo a estudio realizado. "Plan de Reordenamiento territorial del municipio de Tecoluca, San Vicente" año 2001.

Cualquier tipo de medida necesaria para ejercer algún control en la generación de desechos sólidos debe ir orientada a la disminución de las cantidades generadas por las familias a través de la concientización de los habitantes de los posibles riesgos a la salud debidos a un manejo inadecuado de estos y a la proliferación de botaderos como los que existen actualmente.

Estas medidas le permitirán a la población hacer una selección adecuada de los productos de consumo, en el sentido de adquirir aquellos cuyos envoltorios o envases sean reutilizables. Por ejemplo, es preferible que una persona adquiera una bebida gaseosa en envase retornable que en envase desechable.



Cualquier campaña de concientización de la población puede llevarse a cabo a través de boletines informativos, en cabildos abiertos o a través de promotores de la unidad de salud, que es la entidad responsable de promover el saneamiento ambiental de la comunidad.

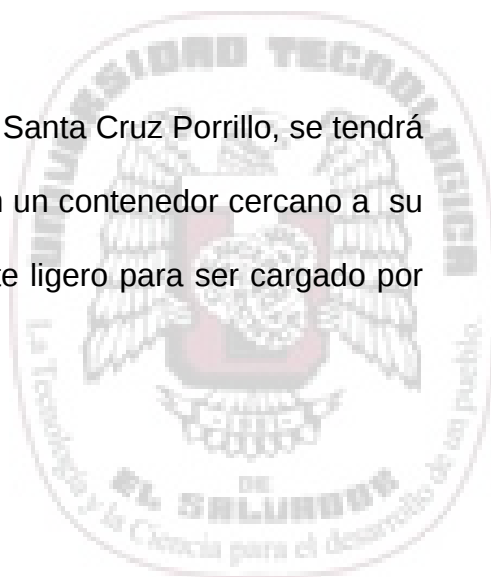
3.3.1.2 Almacenamiento

El almacenamiento en el lugar de origen es de una importancia primordial debido a sus consecuencias en la salud y a consideraciones estéticas.

En muchas viviendas encuestadas fue posible observar recipientes improvisados en mal estado e incluso almacenamiento al aire libre.

El costo del recipiente para almacenar los desechos en la vivienda corre a cargo del propietario; generalmente el tipo, material y capacidad del recipiente utilizado depende de las características y tipos de desechos sólidos que hay que recoger, de la frecuencia de la recogida y del espacio disponible para colocar el recipiente.

Para el caso de las viviendas de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se tendrá que colocar los desechos sólidos manualmente en un contenedor cercano a su terreno. El recipiente deberá ser lo suficientemente ligero para ser cargado por una sola persona, cuando esté lleno.



Por su bajo costo y peso; y considerando un promedio de 6 habitantes por vivienda y una frecuencia de recolección de 3 veces por semana, se recomienda la utilización de un recipiente plástico con una capacidad de 45 litros.

La capacidad de 45 litros se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad recipiente} = \text{Prom. Hab} / \text{Viv.} \times \text{PPC} \times n$$

Donde:

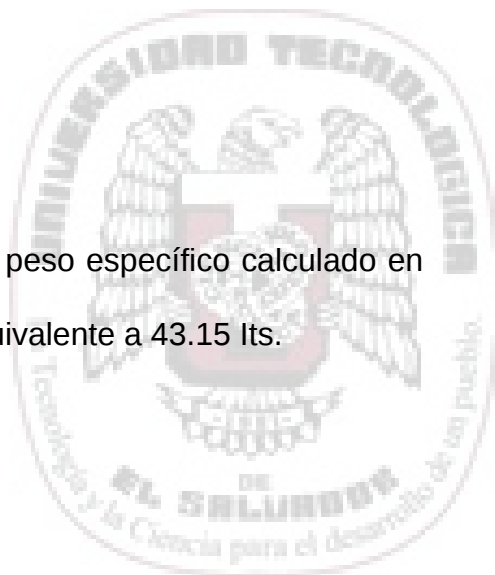
Prom. hab. = 6 personas

PPC = 0.61 kg/hab/día

$n = 3$ días (tiempo máximo de acumulación de desechos dentro de una vivienda debido a cualquier inconveniente que se presente en el servicio de recolección).

$$\text{Capacidad} = 6.00 \times 0.61 \times 3.00 = 10.98 \text{ Kg.}$$

El volumen ocupado por 10.98 Kg. de acuerdo al peso específico calculado en la tabla 3.4 es de $(10.98 / 254.49) = 0.043 \text{ m}^3$ equivalente a 43.15 lts.



3.3.1.3 Recolección y Transporte

La recolección de desechos sólidos no seleccionados y separados, como es el caso de los desechos que se generan en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, es difícil y compleja ya que la generación de desechos sólidos domésticos se produce en cada vivienda, en calles, pasajes, e incluso en zonas deshabitadas.

Para los efectos de este análisis, las actividades de recolección y transporte de los desechos estarán comprendidas desde la colocación de la basura en el punto de recolección, hasta el transporte de los desechos hacia el sitio de disposición final, por lo cual incluirá los siguientes aspectos:

- Tipo de servicio y método de recolección.
- Mano de obra requerida.
- Vehículo para el transporte.
- Frecuencia e itinerario de recolección.

3.3.1.3.1 Tipo de Servicio y Método de Recolección

El tipo de servicio de recolección de desecho más conveniente para la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, y que tradicionalmente se utiliza en áreas similares, es el que los habitantes son los encargados de sacarlo y llevarlo hasta un contenedor ubicado en una zona céntrica y de fácil acceso; posteriormente será retirada la basura hasta la disposición final, los habitantes



de la vivienda son los encargados de llevar el recipiente hasta el contenedor y vaciarlo antes del día de la recolección.

Para lograr una mayor eficiencia en el servicio, se sugiere motivar a la población para que colabore con el operador del vehículo de recolección, depositando los desechos en el mismo y posteriormente devolver el recipiente vacío a su lugar habitual hasta la siguiente recolección.

Por la topografía de los sectores que comprenden la comunidad, algunas calles y pasajes no son aptos para la circulación del vehículos de recolección, por lo cual se ha optado el método de que los habitantes de esas zonas tendrán que trasladar su recipiente hasta la parte de ubicación del contenedor más cercano donde circulará el vehículo recolector; según los itinerarios de recolección.

3.3.1.3.2 Mano de Obra Requerida.

Con relación a la mano de obra, se requerirá de 4 personas para el vehículo de recolección.

- 1 Persona como motorista del camión.
- 3 Personas para la recolección de la basura ubicada en los contenedores.



3.3.1.3.3 Vehículo para el Transporte.

La selección del vehículo para la recolección es uno de los puntos más importantes del diseño del plan piloto. El problema consiste en decidir con exactitud cuál es el vehículo mas apropiado según el grado de desarrollo de la población donde se ejecutará el servicio, así como la capacidad económica de las autoridades municipales.

De acuerdo a esto, la selección del vehículo para la recolección y el transporte de los desechos debe ser analizada bajo criterios técnicos y económicos, como lo son el área total a cubrir con el servicio, método de recolección elegido, topografía y viabilidad de la comunidad, superficie de rodamiento de las calles y de los recursos con los que cuente el gobierno municipal.

Considerando lo anterior, se propone la utilización del siguiente equipo:

1 camión de cama fija, operado por una persona.

La capacidad del camión es la siguiente:

Dimensiones:

Base: (2.50 x 3.60) mts.

Altura: 1.00 m.

Soporte: 5.5 toneladas.

Volumen: $(2.50 \times 3.60 \times 1.00)\text{m.} = 9.00 \text{ mt}^3$.



Peso : 2.28 ton. (peso de 9.00 m³ de acuerdo a la densidad de los D. S.)

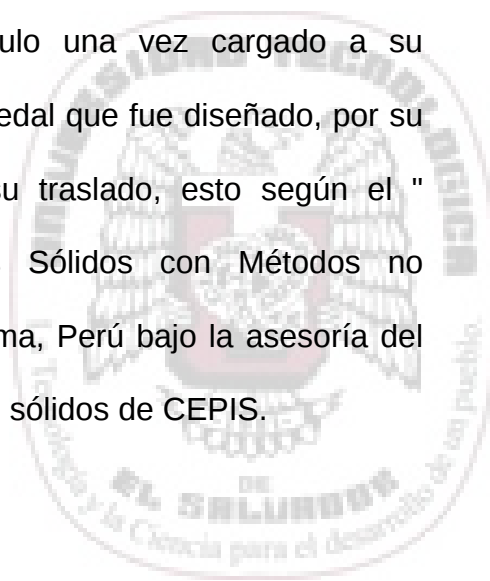
El costo aproximado del vehículo de recolección es el siguiente:

Camión: \$ 40,000.00 Dólares Americanos.

La generación diaria de todos los sectores es de 3.78 ton (tabla 3.8) por lo cual se necesitará un camión de tracción sencilla, el cual trabajará según los itinerarios propuestos (Ver sección 3.3.1.3.4).

Para evitar problemas del deterioro acelerado de las calles de la comunidad, se recomienda que los contenedores de cada sector de la comunidad estén ubicados en las afueras de la comunidad.

Otra alternativa que se consideró para la recolección de los desechos fue la utilización de triciclos recolectores en los sectores mas poblados, estos tienen una capacidad de 0.70 mt³. Siendo necesario recolectar 14.90 mt³ a diario (tabla 3.8) se necesitarían como mínimo 5 triciclos con 4 micro rutas cada uno, el inconveniente principal es que dicho vehículo una vez cargado a su capacidad no es fácil de usar con el sistema de pedal que fue diseñado, por su gran peso, teniendo que ser empujado para su traslado, esto según el " Proyecto Piloto de Recolección de Residuos Sólidos con Métodos no convencionales" realizado en abril de 1988 en Lima, Perú bajo la asesoría del Ing. Francisco Zepeda Porras, asesor de residuos sólidos de CEPIS.



Si se toma en cuenta el mencionado problema y la ubicación del sitio donde estará el contenedor (Ver sección 3.3.1.5) que está a 1.50 Km. del punto final de recolección se complica aún más el traslado de estos vehículos.

Como consecuencia de los problemas descritos anteriormente se concluye que esta alternativa no es adecuada.

No se consideraron otras alternativas como un camión de volteo o un camión compactador, por ser tecnologías de alto costo, tanto de inversión como de mantenimiento y seguramente serían subutilizados, además la alcaldía no cuenta con los fondos necesarios para su adquisición.

3.3.1.3.4 Frecuencia e Itinerarios de Recolección

La frecuencia de recolección puede ser diaria, cada dos y tres veces por semana; lo cual depende de la generación per-cápita diaria de desechos, de su contenido orgánico y de la capacidad del recipiente utilizado para el almacenamiento dentro de las viviendas.

En la tabla 3.9 se muestran la generación diaria de los diferentes sectores:

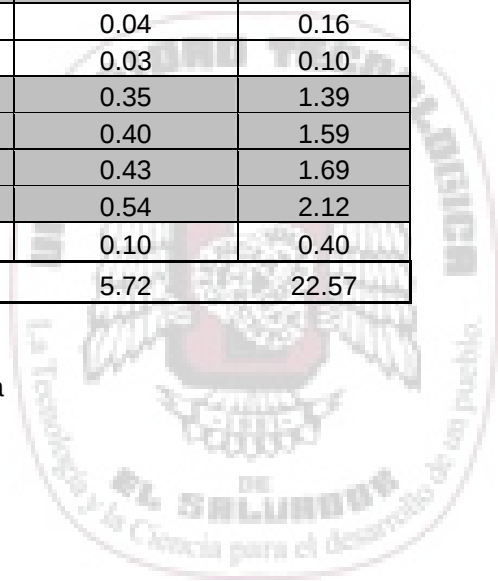


TABLA 3.9

Generación diaria de desechos sólidos en los diferentes sectores Que componen la comunidad de Santa Cruz Porrillo				
Sectores que componen Santa Cruz Porrillo	Nº de Viv. Por sectores	Nº de hab. por sectores	Generación diaria (ton)	Volumen diario (m³)
SAN PEDRO	95	570	0.35	1.37
SAN LUIS LOS ALTOS No 2	27	162	0.10	0.39
SAN LUIS LAS POSADAS	35	210	0.13	0.51
LINEA FERREA SANTA CRUZ PORRILLO	16	96	0.06	0.23
QUINTA AGUILAR DE VAQUERANO	24	144	0.09	0.35
SANTA CRUZ PORRILLO	79	474	0.29	1.14
SAN LUIS LOS ALTOS	27	162	0.10	0.39
EL SALTO	95	570	0.35	1.37
LINEA FERREA VAQUERANO	46	276	0.17	0.66
LA FLORIDA	63	378	0.23	0.91
SANTA CRUZ No 2	21	126	0.08	0.30
BARRIO NUEVO	61	366	0.22	0.88
SAN CRISTÓBAL	260	1560	0.95	3.75
SANTA CRUZ PARAÍSO	43	258	0.16	0.62
BETANIA No 1	26	156	0.10	0.38
EL PORRILLITO	34	204	0.12	0.49
EL DELIRIO	95	570	0.35	1.37
EL OJUSHTE	11	66	0.04	0.16
LA LAGUNA	7	42	0.03	0.10
SAN JOSE PORRILLO	96	576	0.35	1.39
NUEVO AMANECER	110	660	0.40	1.59
EL PLAYON	117	702	0.43	1.69
SANTA FE	147	882	0.54	2.12
BETANIA No 2	28	168	0.10	0.40
TOTAL	1563	9378	5.72	22.57

Fuente: elaboración propia

Nota: se considero un mínimo de 6 habitantes por vivienda



Para la comunidad de Santa cruz Porrillo, se ha considerado una frecuencia de recolección de 3 veces por semana, a través de 2 itinerarios, los cuales están distribuidos de la siguiente manera y de acuerdo a los sectores que generan mas volumen de desechos.

Se tomara en esta propuesta, para la recolección de los desechos sólidos los siguientes sectores:

- San Pedro
- Santa Cruz Porrillo
- El Salto
- San Cristóbal
- El Delirio
- Barrio Nuevo
- La Florida
- San José Porrillo
- Nuevo Amanecer
- El Playón
- Santa Fe

Propuesta para la recolección de los desechos sólidos:

Itinerarios 1 : Lunes, miércoles y viernes

Itinerario 2 : Martes, jueves y sábado



El operador del vehículo de recolección deberá contar con instrumento que permita avisar a la población que se está efectuando la recolección de los desechos, dicho instrumento podrá ser un silbato o una campana.

Cálculo de los tiempos de recorrido para cada itinerario:

Velocidades:

Velocidad del camión lleno = 40.0 Km. / h ⁸

Velocidad de recolección del camión = 20.0 Km. / h ⁹

Distancias durante las cuales se efectúa la recolección:

Distancia de recolección en itinerario 1 = 17.60 Km.

Distancia de recolección en itinerario 2 = 15.90 Km.

Distancia al sitio de disposición (transporte, ver sección 3.3.1.4) a partir del último punto de recolección para cada uno de los itinerarios.

Distancia de transporte en itinerario 1 = 5.80 Km.

Distancia de transporte en itinerario 2 = 8.00 Km.

Tiempo de itinerario = Tiempo de recolección + tiempo de cargado + tiempo de transporte

⁸ Mediciones según características de camión.

⁹ Calculada en base al número de puntos de toma



$$\text{Tiempo de itinerario 1} = \frac{17.60}{20.00} + (6 \text{ contenedores} \times 45 \text{ min.}) / 60 \text{ min.}$$

$$+ \frac{5.80}{40.00} = 5.53 \text{ horas}$$

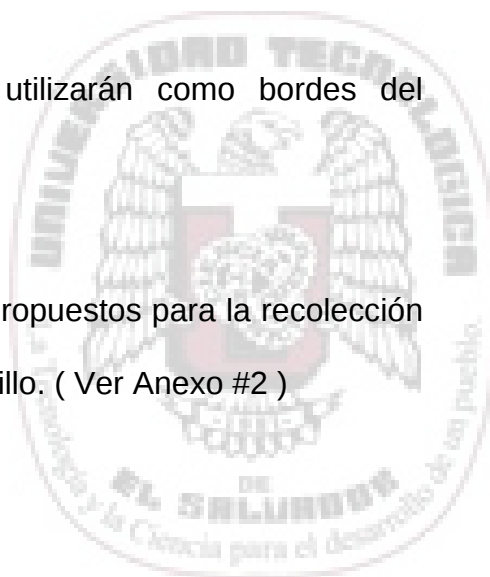
$$\text{Tiempo de itinerario 2} = \frac{15.90}{20.00} + (5 \text{ contenedores} \times 45 \text{ min.}) / 60 \text{ min.}$$

$$+ \frac{8.00}{40.0} = 5.15 \text{ horas}$$

Las consideraciones hechas para el diseño del Itinerario son las siguientes:

- El itinerario debe comenzar en el garaje: por lo cual este comienza en la zona de disposición final ubicada en el sector de Barrio Nuevo.
- La recolección finaliza en la misma calle que conduce al sitio de disposición final.
- Tratar de cubrir la mayor cantidad de viviendas con el menor recorrido posible.
- Las barreras topográficas y físicas se utilizarán como bordes del itinerario.

En la siguiente figura se muestran los itinerarios propuestos para la recolección de desechos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo. (Ver Anexo #2)



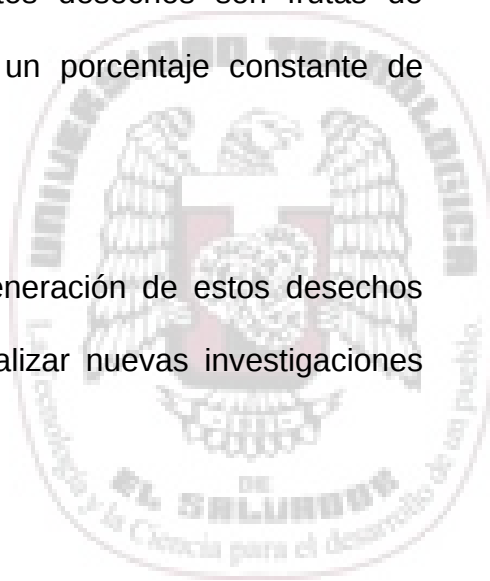
3.3.1.4 Evaluación de Alternativas para el Tratamiento de los Desechos Sólidos.

Las alternativas más comunes para el tratamiento de los desechos sólidos son: el compostaje, el reciclaje, la reutilización, la incineración y relleno sanitario.

El compostaje consiste en la elaboración de un mejorador de los suelos llamado Compost, a partir de la descomposición de la materia orgánica a través de la acción de ciertos microorganismos, ya sea en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Normalmente, los planes de gestión de desechos sólidos incluyen la elaboración de compost con la finalidad de disminuir la cantidad de desechos que serán depositados en el sitio de disposición final y así alargar su vida útil.

Los desechos sólidos generados en la comunidad de Santa Cruz Porrillo, son propicios para la elaboración de compost, cerca de un 42 % de los desechos son materia orgánica (incluyendo los desechos de jardín), pero es necesario tomar en cuenta que una buena parte de estos desechos son frutas de temporada, por lo que no puede garantizarse un porcentaje constante de materia orgánica.

Debido a la falta de un estudio periódico de generación de estos desechos durante un tiempo adecuado, será necesario realizar nuevas investigaciones



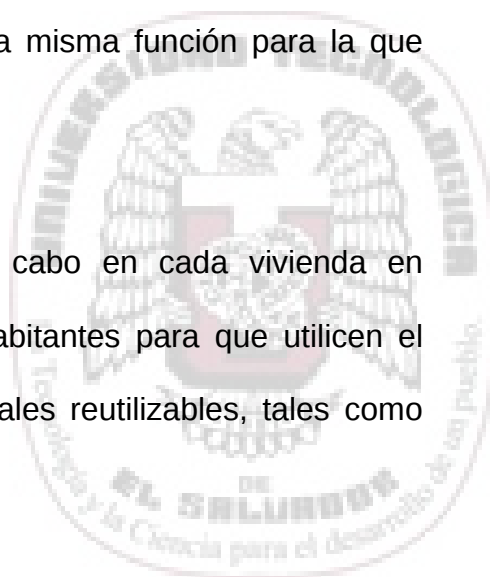
que corroboren los datos obtenidos para justificar la conveniencia de este método de tratamiento.

El Reciclaje consiste en la recuperación de algunos materiales para ser sometidos a un proceso de transformación con el propósito de ser utilizados como materia prima para la elaboración de nuevos productos, sean estos similares o no a los materiales que fueron recuperados.

Los materiales reciclables determinados en la composición de los desechos sólidos de la Comunidad de Santa cruz Porrillo, llegan a un 16%, pero debe tomarse en cuenta que estos materiales no son reciclables en un 100%, por lo cual el porcentaje de éstos disminuye; a ésta consideración debe agregarse el que no existe un mercado potencial de éstos materiales en la zona, haciendo este tipo de tratamiento no rentable.

La Reutilización consiste en el aprovechamiento de los materiales recuperados, antes de ser desechados como residuos, para la misma función para la que fueron elaborados u otra similar.

Este método de tratamiento puede llevarse a cabo en cada vivienda en particular, en el sentido de concientizar a los habitantes para que utilicen el mayor número de veces posible, algunos materiales reutilizables, tales como

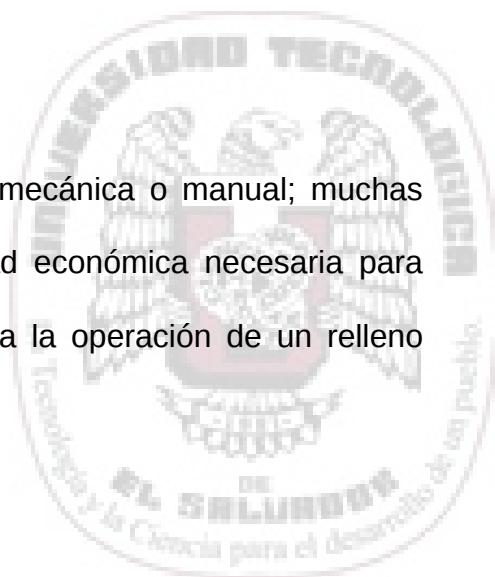


envases de vidrio y plástico, bolsas y otros, reduciendo de ésta manera la cantidad de desechos que se transportarán hasta el sitio de disposición final.

La Incineración como alternativa de tratamiento no se considera viable para nuestros países en vías de desarrollo y menos aun para las pequeñas poblaciones, por el alto costo del proceso, a pesar de que el poder calorífico inferior $P_i = 3,429.18 \text{ kcal / kg}$ indica que los desechos se puede incinerar sin necesidad de combustible auxiliar.

El término "Relleno Sanitario" se define como la técnica para la disposición de los desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública, la cual consiste en confinar los desechos en la menor área posible, reduciendo su volumen, y cubrirlos con una capa de tierra con la frecuencia adecuada, o por lo menos al final de cada jornada; en el caso de la comunidad de Santa Cruz Porrillo no se considero este método, por el motivo de encontrarse el manto freático muy superficial en todos los sectores.

La operación de un relleno sanitario puede ser mecánica o manual; muchas ciudades pequeñas no cuentan con la capacidad económica necesaria para adquirir y mantener la maquinaria adecuada para la operación de un relleno sanitario.



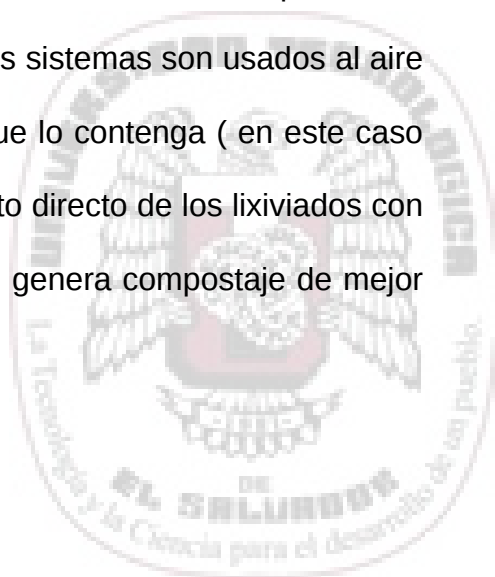
3.3.1.5 Disposición Final

El método de disposición final más utilizado en nuestro país es el de la descarga incontrolado de desechos sólidos en campos abiertos, convirtiéndose éstos vertederos en fuentes de contaminación ambiental por lo que surge la necesidad de eliminar este tipo de disposición, por lo tanto, se hace la proposición de la operación de un compostaje manual como alternativa de disposición de los desechos sólidos de la comunidad de Santa Cruz Porrillo.

La producción de compost ó compostaje se puede hacer en 2 formas:

- Con microorganismos que necesitan oxígeno. El proceso se llama aeróbico.
- Con microorganismos que necesitan que no haya oxígeno. El proceso se llama anaeróbico.

El tipo de proceso que se escogió, fue basado en el método aeróbico por medio de pilas o montículos (o método Indore); pues los sistemas son usados al aire libre, en el suelo y sin ninguna estructura física que lo contenga (en este caso se hará una losa de concreto para evitar el contacto directo de los lixiviados con el suelo), por ser más rápido, más fácil de hacer, genera compostaje de mejor calidad y no tiene olores desagradables.



Para producir compost en forma aeróbica, hay que garantizar que los materiales estén en presencia de oxígeno, esto significa que si los desechos se amontonan en una pila para su compostaje, hay que voltearla con regularidad y deshacer terrones grandes, para que el oxígeno penetre a todas partes, además hay que mantener cierta humedad para que el ambiente sea favorable para los microorganismos.

En el compostaje los microorganismos se comen el material orgánico y se comen entre sí, otros organismos como los gusanos ayudan a crear túneles donde pasa el oxígeno, En este proceso las pilas de material orgánico se calienta y lo que se produce es algo de textura similar a la tierra negra, llamado compost.

El éxito y el tiempo necesario para producir compost dependen de los siguientes factores:

- Materiales orgánicos utilizados. Dependiendo de los materiales, así se tardará su descomposición.
- Oxígeno. Al no haber suficiente oxígeno se origina una fermentación anaeróbica y se generan malos olores, además retarda el proceso de compostaje. También el exceso de oxígeno retarda el proceso.



- Temperatura. Las altas temperaturas que se generan matan patógenos y aceleran el compostaje, las bajas temperaturas lo retardan.
- Humedad. Tanto la excesiva como la poca humedad dañan el proceso de compostaje.

De acuerdo a estos factores se recomienda tomar en cuenta los siguientes elementos:

- Etapas biológicas del compostaje
- Condiciones requeridas para el compostaje
- Preparación de la pila de compost
- Como mantener condiciones aeróbicas
- Métodos de compostaje
- Identificación de requerimientos para el manejo de compostaje
- Beneficios del compostaje
- Efectos Negativos del compostaje (Generación de Lixiviados y Gases).

3.3.1.5.1 Etapas Biológicas del Compostaje

En una pila de compostaje hay 3 grupos principales de organismos:

- Consumidores primarios
- Consumidores secundarios
- Consumidores terciarios



En un gramo de compost hay más de 10 millones de consumidores primarios o micro organismos, la mayor parte son bacterias, que generan calor como producto de su trabajo y se clasifican de acuerdo al rango de temperatura en el que operan:

Psicrofilicas: Entre -18°C y 18°C (0 y 64°F)

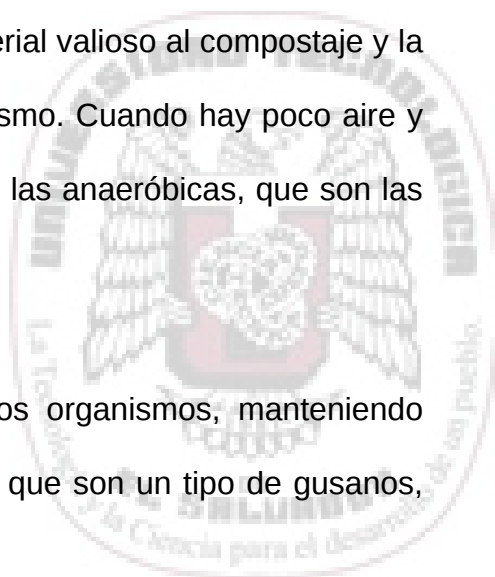
Mesofilicas: Entre 5°C y 43°C (41 y 109°F)

Termofilicas: Entre 40°C y 93°C (104 y 200°F)

Lo deseable es alcanzar en la pila condiciones termofilicas (arriba de los 40°C), porque esas bacterias son las que trabajan más rápido y hay otros microorganismos que solo trabajan a esas temperaturas, además se destruyen microbios patógenos y malezas.

Entre los consumidores primarios también están los actinomicetos que son un tipo de bacteria similar a los hongos, que dan al compost un agradable olor a tierra, los hongos y los gusanos que agregan material valioso al compostaje y la porosidad creada contribuye a la aireación del mismo. Cuando hay poco aire y mucha humedad se genera otro tipo de bacterias, las anaeróbicas, que son las causantes de los malos olores.

Los consumidores secundarios consumen a otros organismos, manteniendo bajo control a dichas poblaciones, los nemátodos que son un tipo de gusanos,



por ejemplo, se alimentan de bacterias, protozoarios, esporas de hongos y entre sí.

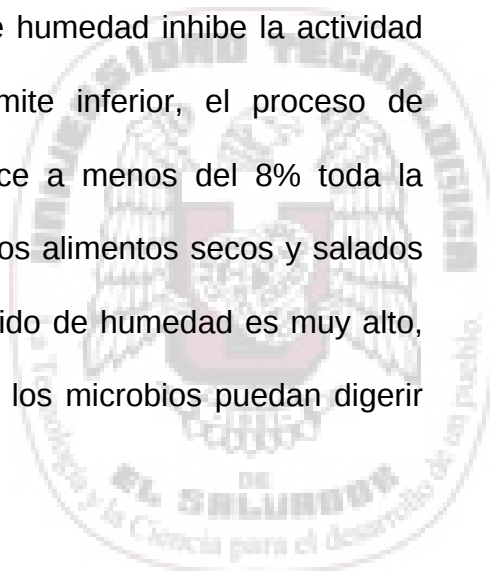
Los consumidores terciarios se alimentan principalmente de consumidores secundarios, por ejemplo unas arañas que solo se dedican a comer artrópodos sin tejer telarañas, los ciempiés que comen invertebrados aún más grandes que ellos y escarabajos que se alimentan de semillas y otro material vegetal.

3.3.1.5.2 Condiciones Requeridas para el Compostaje

Para lograr una buena compostera hay que mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura, nutrientes y elementos trazas.

- Humedad

El agua es necesaria para facilitar que los nutrientes estén disponibles a los microbios y para que estos puedan realizar sus procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. Un contenido bajo de humedad inhibe la actividad microbiana, a medida se va alcanzando el límite inferior, el proceso de descomposición se hace más lento, si se reduce a menos del 8% toda la actividad microbiana se detiene; por eso es que los alimentos secos y salados pasan mucho tiempo sin arruinarse. Si el contenido de humedad es muy alto, se evita que el oxígeno este disponible para que los microbios puedan digerir los desechos y se genera mal olor.

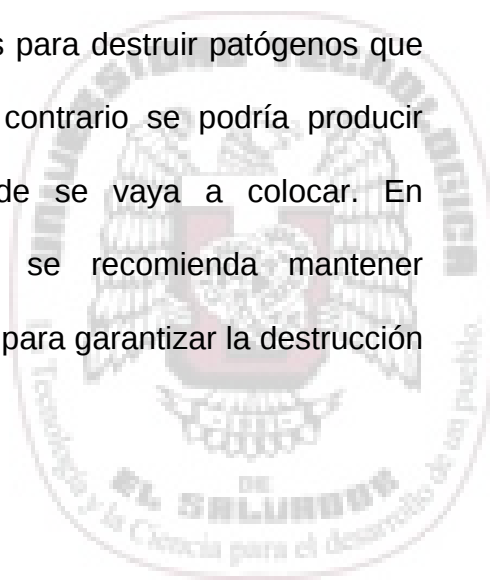


La humedad ideal para una pila de compostaje es entre el 40% y 60% por peso, al tacto el material debe sentirse húmedo pero no debe escurrir agua. Si la pila de compostaje está muy seca y los materiales no se mantienen unidos sino que se desintegran, hay que agregar agua o materiales húmedos, si la pila está muy húmeda, hay que agregarle materiales secos a la pila o darle vuelta con frecuencia para que se seque.

- Temperatura.

Cuando el material se está compostando pasa por un ciclo de temperaturas que es ocasionado por la actividad microbiológico. Al inicio la pila aumenta rápidamente la temperatura por el compostaje de los materiales que se degradan más fácilmente, se mantiene así por un corto tiempo y luego comienza a enfriarse. Al voltear la pila se facilita la entrada de aire, se traen al interior los materiales del exterior, y la pila se vuelve a calentar.

Como se dijo antes es deseable alcanzar condiciones termofilicas (entre 40 °C y 93 °C), ya que se necesitan altas temperaturas para destruir patógenos que pudieran encontrarse en la pila, ya que de lo contrario se podría producir compostaje infectado e infectar el lugar donde se vaya a colocar. En operaciones de compostaje en gran escala se recomienda mantener temperaturas mayores de 55°C por más de 3 días para garantizar la destrucción de patógenos.



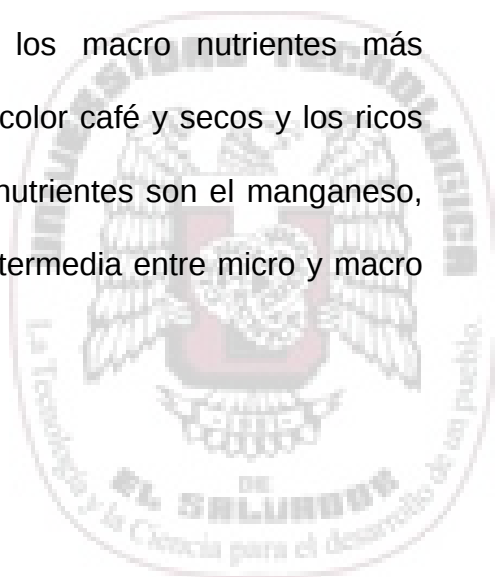
Se espera que el comportamiento de la temperatura siga una curva normal, que inicie con una temperatura ambiental. Luego tenga un ascenso gradual a medida que la materia orgánica se descompone; hasta alcanzar un valor promedio entre 60 - 70°C, que son necesarios para destruir las bacterias patógenas y semillas presentes.

Hay que asegurar una temperatura que no fuese más alta de 70 °C, cual es el límite para tales organismos. Se regularía la temperatura de las pilas a través de aplicación de agua, volteo y el sistema de aireación.

La temperatura máxima óptima (70 °C) se mantendrá durante dos semanas, después disminuiría. El proceso alcanzaría su etapa de madurez al final de las 11 o 12 semanas, en el cual la temperatura debía ser igual a la ambiental.

- Nutrientes.

Para el crecimiento microbiano en la pila de compost, es necesario que haya un balance entre carbono y nitrógeno que son los macro nutrientes más importantes, los materiales ricos en carbono son color café y secos y los ricos en nitrógeno son verdes y húmedos. Los macro nutrientes son el manganeso, cobre, magnesio y cobalto y hay una categoría intermedia entre micro y macro nutrientes donde están el fósforo, potasio y calcio.



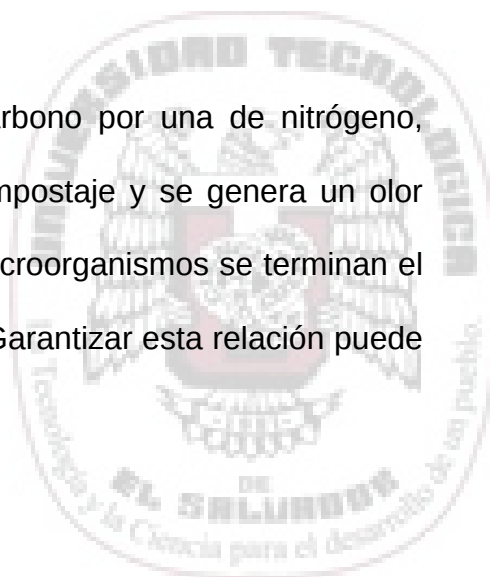
Los microbios usan el carbono para su oxidación metabólica, parte lo convierten en bióxido de carbono y parte lo combinan con nitrógeno para sus células. Cuando el carbono está en lignina o celulosa cuesta biodegradarlo y hay que reciclarlo varias veces en una pila de compost. Cuando el carbono se quema es cuando se eleva la temperatura de la pila y a eso se debe que se reduzca el volumen de la pila durante el compostaje.

- PH.

El nivel de pH esta cambiando durante el proceso de descomposición. Generalmente disminuye al inicio del proceso de composteo e incrementa posteriormente. Es importante mantener los valores entre 5.5 a 8.0 (pH alrededor de 7 es optimo), porque los microorganismos no resisten bien valores fuera de este rango.

El nitrógeno es necesario para el crecimiento de las células, cuando hay exceso del mismo se libera como amoníaco y cuando hay escasez se retarda el compostaje.

La relación óptima es de 19 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno, cuando esta relación es mayor se retarda el compostaje y se genera un olor desagradable, pero si la relación es menor, los microorganismos se terminan el carbono y dejan ir el nitrógeno como amoníaco. Garantizar esta relación puede ser difícil en la práctica.



Las relaciones de carbono nitrógeno para algunos desechos son las siguientes:

• Caballo (excremento)	25
• Aserrín	200-500
• Papas (cáscaras)	25
• Vacas (excremento)	1.8
• Orina	0.8
• Vegetales (sin leguminosas)	11-12
• Sangre	3
• Paja	128-150
• Grama	12-15
• Zacates (mezcla)	18
• Gallinaza	1.5

El resto de nutrientes suele estar presente en las concentraciones adecuadas.

Se presenta a continuación algunos factores esenciales para un rápido y correcto compostaje.

- Tamaño de materiales: 0.5 - 1.5 pulgadas.
- Proporción Carbono / Nitrógeno (C : N) 25 : 1 – 35 : 1
- Humedad: 40 - 50%.
- Mucha humedad: Malos olores.



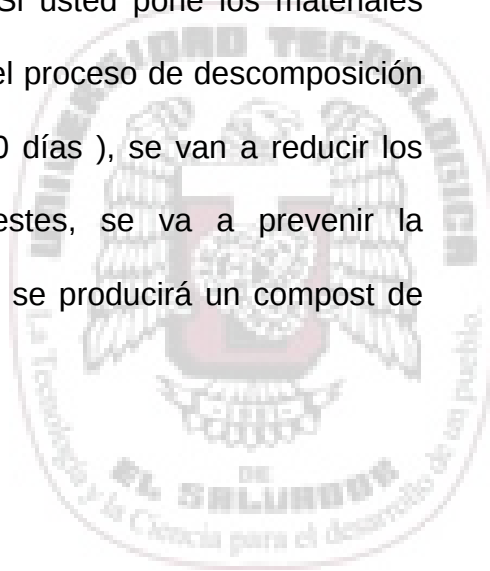
Poca humedad: Se para el proceso.

Temperatura: $40 - 55\text{ }^{\circ}\text{C} = 120 - 140\text{ }^{\circ}\text{F}$.

- Temperatura es producida por la respiración de los microorganismos en el proceso de descomposición.
- Voltear la pila lo mas frecuente posible.
- No agregar materiales frescos una vez que la pila este hecha.
- Debe alcanzar altas temperaturas a las 48 horas después de la construcción.
- Proporción menor de 30:1, perdida de N' con olor a Amonio.
- No agregar, tierra o estiércol de animales carnívoros.
- Producto final, baja T $70\text{ }^{\circ}\text{F}$ y C : N 15 / 1.
- No debe emanar olores desagradables.

3.3.1.5.3 Preparación de la Pila de Compost

Lo que se ponga en la pila de compostaje va a determinar la estructura, composición, olor y compostabilidad de la pila. Si usted pone los materiales adecuados y en la cantidad adecuada en la pila, el proceso de descomposición será más rápido (ciclo de descomposición en 90 días), se van a reducir los malos olores, se mantendrán alejadas las pestes, se va a prevenir la diseminación de plantas o insectos indeseados y se producirá un compost de calidad.



Primero identifique los materiales ricos en carbono y en nitrógeno.

Ricos en carbono:

Hojas	Tela de algodón	Polvo del suelo
Pinos	Gramma seca	Cáscaras de nueces
Paja	Huesos	Polvo de aspiradoras
Heno	Plumas	Excremento de vaca
Aserrín	Pelos	Caballo, pollo, conejo
Cueros	Cenizas de madera	y ovejas.

Ricos en nitrógeno:

Cáscaras de manzana	Frijoles	Toronjas
Cáscaras de banana	Pan	Lechuga
Desechos de brócoli	Zanahorias	Limones
Olotes en pedazos	Pepinos	Melones
Hojas de alcachofa	Cebollas	Peras
Base de espárragos	Piñas	Papas
Filtros y desechos de café	Calabazas	Algas
Cáscaras de huevo	Flores	Gramma verde
Residuos de jardín		

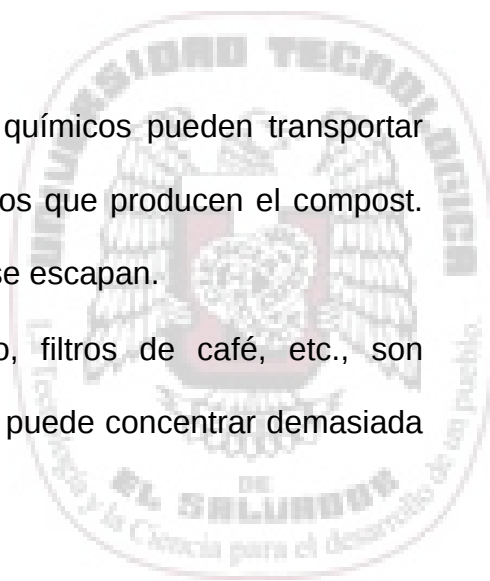


Todo lo orgánico tarde o temprano se va a compostar; sin embargo, en una pila casera de compost es mejor no incluir lo siguiente:

Mantequilla	Huesos	Queso
Aceite vegetal	Pollos	Pescado
Aderezos	Mayonesa	Carne
Mantequilla de maní	Leche	Yogur

Algunas consideraciones:

- La carne, el pescado, los huesos, los productos lácteos y las grasas atraen moscas y pestes.
- Plantas infectadas o huevos de larvas pueden sobrevivir el compostaje e infectar el producto.
- Hay plantas que son muy tóxicas a los insectos a otras plantas y pueden dañar el proceso de compostaje.
- El excremento de perros y gatos puede tener patógenos que sobreviven al proceso de compostaje.
- Los vegetales que han sido tratados con químicos pueden transportar esos químicos pila y matar a los organismos que producen el compost. Algunos de estos químicos se volatilizan y se escapan.
- Pequeñas cantidades de papel periódico, filtros de café, etc., son aceptables en la pila, aunque mucho papel puede concentrar demasiada



humedad y detener el proceso de compostaje, además la celulosa cuesta que se biodegrade.

- Papel brillante no debe incluirse en la pila de compost porque algunas tintas y el recubrimiento pueden tener materiales tóxicos y metales pesados dañinos para el proceso de compostaje.

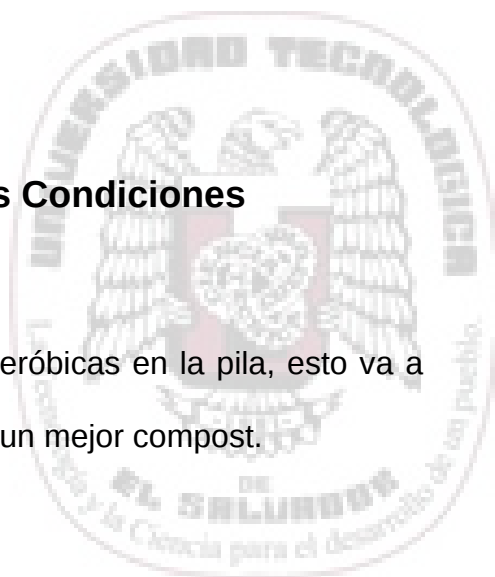
El compostaje se acelera si los materiales se cortan en pedazos pequeños porque hay más superficie expuesta a la acción de los microorganismos, esto es bueno hacerlo con los desechos de la cocina; sin embargo, para los residuos verdes como la grama se recomienda que los pedazos no sean menores de 3 o 5 centímetros porque tienden a formar una masa y no dejan que haya oxígeno presente.

Por condiciones de generación de desechos en la comunidad de Santa Cruz Porcillo se consideró adoptar las siguientes magnitudes: la altura 1.5 metros, 1 metro de ancho y el largo definido por el total de desechos putrescibles agregada a lo largo de tres días.

3.3.1.5.4 Como mantener las Condiciones

Aeróbicas

Es necesario garantizar que hayan condiciones aeróbicas en la pila, esto va a evitar malos olores, acelerar el proceso y producir un mejor compost.



- La aireación

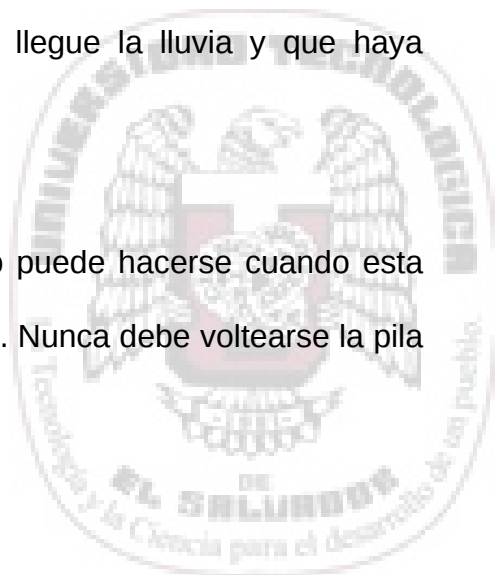
Se puede lograr la presencia de oxígeno en varias formas:

1. Colocando en medio de la pila materiales como ramas que permitan el paso de aire.
2. Poner la pila en estratos, de acuerdo a los diferentes tipos de desechos y darle vuelta cada cierto tiempo.
3. Colocar chimeneas desde la base al tope y luego quitarlas para que permitan el paso de aire.

Las pilas con materiales de alto contenido de nitrógeno requerirán más aire que las que tienen alto contenido de carbono.

Si la pila está expuesta al aire recibirá más aireación natural y se secará más rápido, cubierta con plástico va a evitar que le llegue la lluvia y que haya evaporación.

La pila debe calentarse en 1 o 3 días y el volteo puede hacerse cuando esta llega a la temperatura máxima de unos 45 a 65 °C. Nunca debe voltearse la pila más de una vez cada 3 días.



Cuando se va a iniciar una nueva pila es conveniente colocar una base de abono ya producido (compostaje) porque allí van a ir los organismos que van a iniciar el proceso de nuevo.

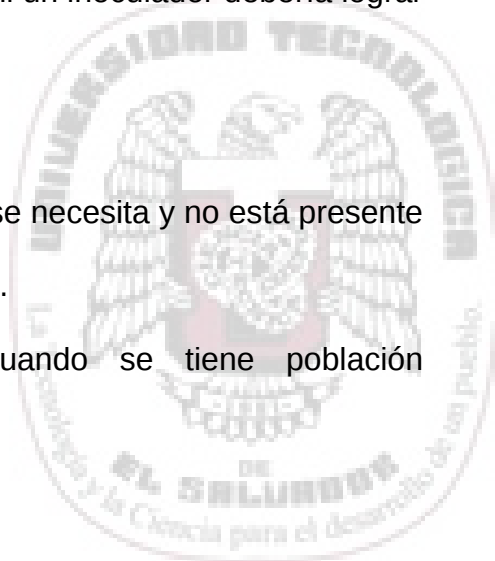
Cuando se ponen desperdicios de cocina hay que cubrirlos con aserrín, tierra o ponerlos al interior de la pila para desanimar la presencia de moscas.

Para garantizar una descomposición homogénea de toda la materia orgánica, se deberá ajustar la humedad de la abonera, con adiciones constante de agua y cuidar de no compactar el material para garantizar la aireación. Para asegurar la aireación adecuada, el volteo oportuno sería la medida más importante

- Inoculadores

Un inoculador es un cultivo de microorganismos que se agrega a una pila de compost para acelerar el proceso de compostaje. Los inoculadores usualmente buscan proveer un mejor balance nutricional o ambiental para los microorganismos que están presentes. Para ser útil un inoculador debería lograr cualquiera de lo siguiente:

1. Suministrar un tipo de microbio que se necesita y no está presente en el material que se va a compostar.
2. Incrementar micro organismos cuando se tiene población deficiente de los mismos.



3. Introducir un grupo de microorganismos más efectivo que los ya presentes.

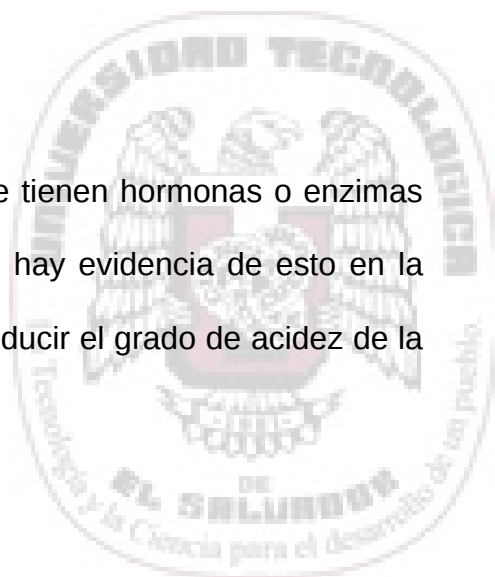
Es posible acelerar el proceso inoculando la pila con microorganismos ya presentes. Los inoculadores más simples y económicos se encuentran en el compost ya producido.

Hay ofrecimientos comerciales de microorganismos que son más efectivos en la producción de compost, pero no hay evidencia científica que apoye esto, además microorganismos extraños van a estar en desventaja con los que ya se han adaptado a los desechos existentes.

- Activadores

Los activadores o catalizadores como el excremento de vaca, suministran una fuente de nutrición para acelerar la reproducción de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia, son útiles particularmente donde hay materiales con alto contenido de carbono.

Algunos activadores se venden sobre la base que tienen hormonas o enzimas para acelerar el proceso de compostaje, pero no hay evidencia de esto en la literatura. La cal es un activador que sirve para reducir el grado de acidez de la pila de compost.



Al inicio la pila se vuelve ácida (un indicador conocido como pH baja) porque los materiales de carbono se van descomponiendo en ácidos orgánicos, luego la acidez se reduce (el pH sube), cuando otros microorganismos consumen estos ácidos orgánicos.

A menos que los materiales originales sean demasiado ácidos como desechos de fruta, o que tengan gran cantidad de carbohidratos fácilmente degradables, el compost final terminará con un pH cercano al neutral. Elevar el pH de la pila agregándole cal va a ocasionar la pérdida de nitrógeno, por el escape de amoníaco.

No se necesitan activadores comerciales si se garantiza que la mezcla a compostar tiene la relación correcta de carbono-nitrógeno (Ver tabla 4.0).

TABLA 3.10
CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL COMPOSTAJE
AERÓBICO

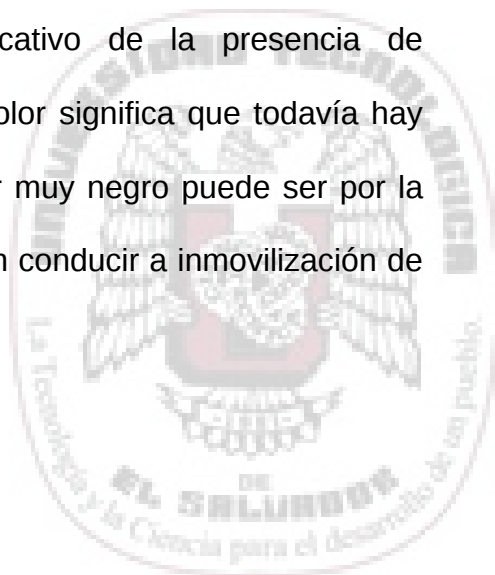
FACTOR	RANGO ACEPTABLE	RANGO OPTIMO
<u>Starting Mat.</u>		
C : N proporción	20 : 1 - 40 : 1	25 : 1 – 30 : 1
Tamaño de partícula	1/8" – 2	Varia de ac. Al material
<u>Estado Termofilico</u>		
Contenido de agua	40 – 60%	40 – 50%
Concentración de Oxígeno	Mayor de 5%	Mayor de 10%
PH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura	110 – 160%	120 – 140°F

Fuente: Alcaldía de Suchitoto.

Si se necesita una fuente adicional de nitrógeno se pueden agregar materiales verdes o activadores naturales como polvo de huesos. También es improbable que un activador basado en bacterias comerciales se adapte mejor a descomponer los desechos que las bacterias ya presentes. Si se necesita se puede agregar un poco del compost ya producido a la pila para introducir más micro organismos que compostan a los materiales de desecho.

Es importante garantizar que el compost este terminado antes de aplicarlo, ya que si hay todavía materiales con alto contenido de carbono se puede dar inmovilización de nitrógeno; o sea que las bacterias seguirán compostando el carbono con ayuda de nitrógeno de los alrededores y generar deficiencia del mismo en las plantas. El compost ya terminado debería tener un olor a tierra, textura liviana, en terrones y color negro.

Hay muchos métodos para saber cuando el compost este terminado o estabilizado, pero son complicados; el olor y la apariencia por si solos no son contables. Un olor a tierra, es apenas indicativo de la presencia de actinomiceto, cuando se comienza a sentir este olor significa que todavía hay presencia de materia orgánica inestable, un color muy negro puede ser por la presencia de altos niveles de carbono que podrían conducir a inmovilización de nitrógeno.



En términos generales se puede suponer que el compost está terminado cuando tiene un color café oscuro o negro grisáceo, el olor es dulce y de tierra y está en terrones ligeros como el suelo.

3.3.1.5.5 Métodos de Compostaje

Entre las formas de compostaje más importantes que se promueven y utilizan están:

Compostaje Centralizado

Composta grandes cantidades de desechos por ejemplo de una comunidad, un barrio e incluso una ciudad, los métodos son los siguientes:

- Pila estática:

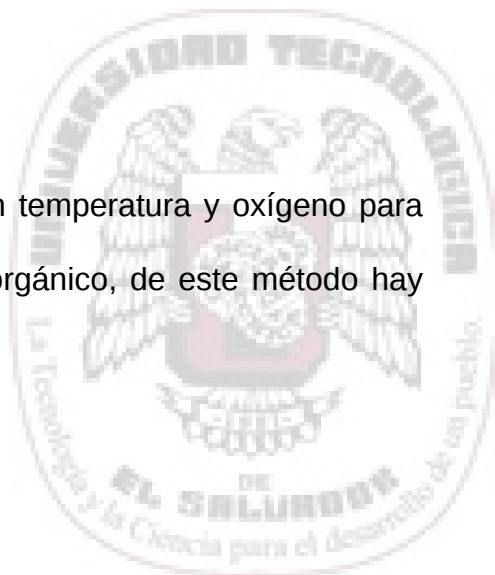
Una gran pila de material orgánico.

- Filas:

El compostaje se hace en largas filas las cuales deben ser aireadas dándoles vuelta.

- Contenedores centralizados:

Son grandes máquinas donde se controlan temperatura y oxígeno para procesar grandes cantidades de material orgánico, de este método hay muchos tipos.



Compostaje Casero

Composta en pequeñas cantidades desechos hogareños y de jardín, las técnicas mencionadas son:

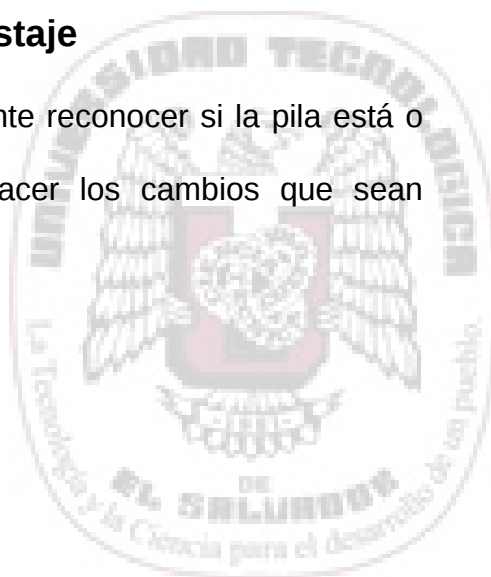
- Pila casera
- Cajones
- Compostaje con gusanos
- Barril rotativo
- Mulching
- Trincheras (fosas)

En esta caso daremos énfasis a las técnicas de compostaje centralizado combinando el de tipo de pila con la de fila.

3.3.1.5.6 Identificación de Requerimientos para el Manejo del Compostaje

Una vez se ha iniciado el compostaje es importante reconocer si la pila está o no trabajando en condiciones óptimas, para hacer los cambios que sean necesarios.

- Mascotas, roedores, animales e insectos



Es importante tener un control de plagas en el lugar del compostaje, por razones de salud y seguridad.

Los animales se ven atraídos a la pila de compost por 2 razones: alimentos y calor. Gatos, perros y roedores no se sentirán atraídos a la pila de compost si no se pone carne, huesos, pescado y otros productos alimenticios que consumen. Manteniendo una pila bien caliente ayudará a mantener a los animales alejados.

Insectos voladores son atraídos por desperdicios de cocina con alto contenido de azúcar como frutas o cáscaras de vegetales. Estos materiales deben ser inmediatamente enterrados en la pila y cubiertos con tierra. Una pila caliente destruirá larvas de insectos.

- Resolviendo Problemas

Los malos olores se originan porque el material está mojado, la solución está en agregar materiales rústicos secos o más carbono. Cuando hace mucho calor, el oxígeno se consume más rápido y la pila se debe agitar o voltear con más frecuencia. Poner tierra sobre la pila contribuirá a absorber olores. Alimentos como carne, grasas o lácteos no deberían ser puestos sobre la pila, cuesta que se descompongan, se vuelven rancios y atraen plagas. La tabla 4.1 muestra problemas y soluciones:

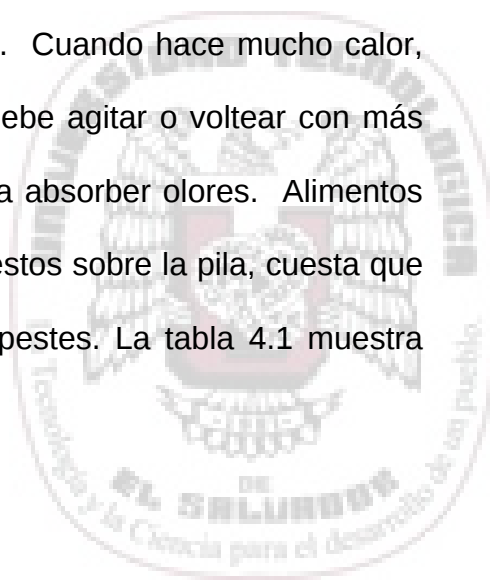
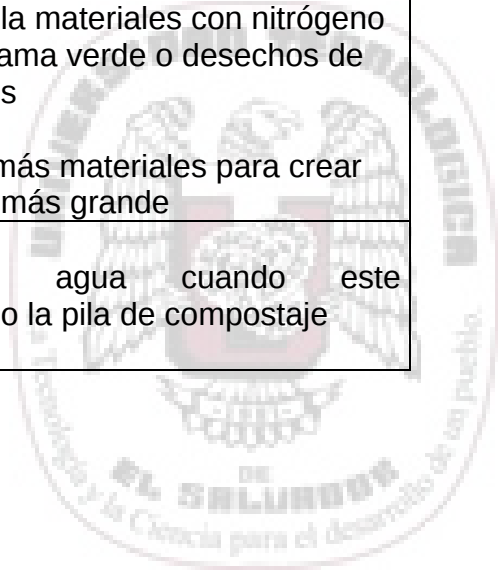


TABLA 3.11

SÍNTOMAS	POSIBLES PROBLEMAS	REMEDIOS
Malos olores	1. Demasiado mojado. 2. Necesita mas aire. 3. Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno.	Agréguele a la pila materiales secos como hojas. Voltee a la pila para incorporarse más airé o mezcle materiales que no se compactan para crear espacios de aire. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc
La pila tiene olor a amoníaco	4. Demasiado materiales verdes. 5. La relación C / N esta fuera de balance.	Voltee a la pila para o agréguele materiales secos como aserrín o pedazos de madera. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc
El proceso es muy lento	6. Las partículas en la pila de compostaje son demasiados grandes. 7. Falta de agua	Corte los desechos en pedazos que no sean mayores de 20 o 25 cms., además se puede agregar material compostado para proveer más microorganismos. Agregar agua al compostaje
La pila no se calienta	8. La falta de nitrógeno. 9. El área superficial de la pila de compost puede ser muy pequeña.	Agréguela materiales con nitrógeno como grama verde o desechos de vegetales Mezcle más materiales para crear una pila más grande
El centro está seco	10. No hay suficiente agua.	Agregue agua cuando este volteando la pila de compostaje

Fuente: Alcaldía de Suchitoto.



3.3.1.5.7 Beneficios del Compostaje

El compost se agrega al suelo para abonarlo y mejorar la textura. Al abonarlo se vuelve más eficiente, los nutrientes se continúan desprendiendo por un período largo de tiempo y las plantas lo van utilizando a medida van creciendo. El compost es un abono más uniforme Y dura más que el abono químico.

La textura se mejora porque se agregan materiales fibrosos que permiten que el aire y la humedad entren al suelo. El suelo con compost es ligero y no compacto, permitiendo que las raíces de las plantas crezcan mejor y más rápido. Una mejor estructura del suelo aumenta su capacidad para almacenar agua y facilita el transporte de nutrientes a las plantas.

Agregar compost al suelo se considera la forma natural para abonarlo y reconstruir la calidad del suelo.

Para utilizar el compost en el jardín puede ser necesario pasarlo a través de una zaranda, esto quita pedazos grandes que no hayan sido compostados.

El compost puede ser incorporado al suelo en 2 formas:

- Material compostado seco.
- Como un té que suministra los nutrientes a las plantas en forma líquida.



3.3.1.5.8 Efectos Negativo del Compostaje

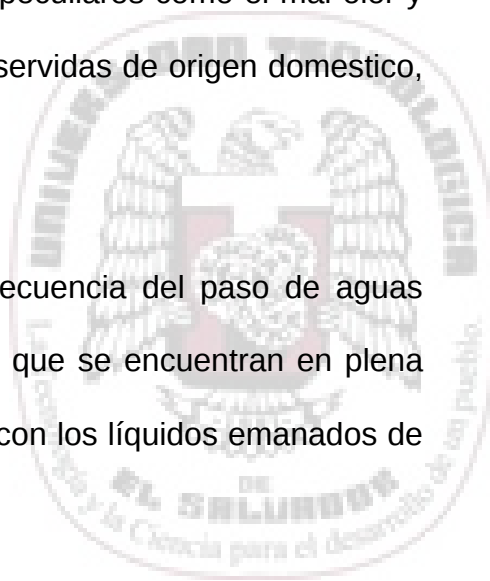
(Generación de Lixiviados y Gases)

En una compostera durante el proceso de putrefacción de los desechos sólidos, se generan líquidos conocidos como “ Lixiviados “ y distintos tipos de gases, que pueden ser los impactantes ambientales de mayor riesgo, si no son controlados debidamente mediante eficientes sistemas de drenaje y de captación en el caso de los lixiviados; estos líquidos y gases provienen de las distintas etapas de descomposición por las que atraviesa la materia orgánica y que puede variar según los métodos utilizados y las condiciones operantes en la zona de trabajo.

Lixiviados

El aspecto más importante originado por la compostera y que puede impactar más fuertemente al medio ambiente es el referido al agua percolada o lixiviados, ya que estas presentan características peculiares como el mal olor y un tono de color negro, parecido al de las aguas servidas de origen domestico, pero mucho más concentrados.

Los lixiviados aumentan su volumen como consecuencia del paso de aguas lluvias a través de los promontorios de desechos que se encuentran en plena fase de descomposición Anaerobia, y combinado con los líquidos emanados de

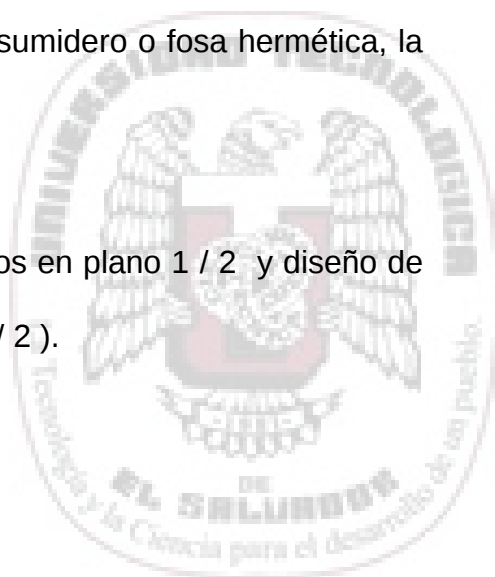


la descomposición de la materia orgánica presente en los desechos hacen de este proceso un contaminante de grandes magnitudes; es de mencionar además que estos líquidos arrastran a su paso componentes disueltos, en suspensión, fijos y/o volátiles debidos a los residuos tóxicos como metales, componentes químicos, restos de medicamento, detergentes, aceites, etc.

De lo anteriormente expuesto, el control de drenaje y captación de los Lixiviados son de extrema importancia para el buen funcionamiento de una compostera, para poder a si, obtener los beneficios que este método de disposición ofrece; es de aclarar que el diseño de una red para el control de drenaje y captación de estos líquidos es propio de cada caso y en función de las condiciones imperantes de la zona tomando en cuenta a si: nivel freático, precipitación de la zona, topográficas, mecánicas del suelo, etc

La captación de los lixiviados, debe estar constituida, al menos por una red filtrante, la que puede constar de canales de dimensiones variables, llenos de piedra o triturado y dirigidos a un tanque, pozo resumidero o fosa hermética, la que se recogerán para su posterior tratamiento.

(Ver diseño del canal de tratamiento para lixiviados en plano 1 / 2 y diseño de caja de recolección y pozo resumidero en plano 2 / 2).



Gases

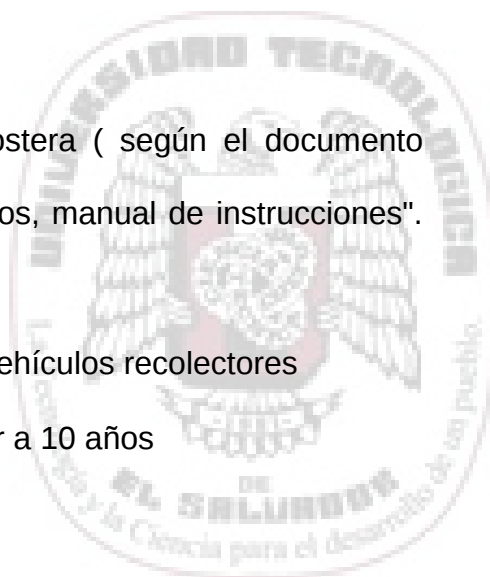
La generación de gases que se da en una compostera, representa uno de los impactantes ambientales de mayor riesgo, y que se originan durante los procesos de descomposición de los desechos. Inicialmente durante el proceso aerobio, y del inminente aumento de temperatura, se genera bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3). A medida que el oxígeno dentro de la masa se va agotando comienza a predominar el proceso de descomposición anaerobio, en el cual se produce un descenso de la temperatura y de forma más lenta se va dando la descomposición de los desechos orgánicos. Como elementos típicos de esta fase se generan ácidos orgánicos, Nitrógeno (N_2), Bióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4) y en mucho menor proporción y con olor repugnante se generan el ácido Sulfhídrico (H_2S) y mercaptanos.

3.3.1.5.9 Diseño Físico y Plan de Manejo de la

Compostera

Condiciones ideales para el sitio de una compostera (según el documento "aseo urbano, disposición final de desechos sólidos, manual de instrucciones". Ing. José Felicio Hadad).

- Ser fácil y rápidamente accesible para los vehículos recolectores
- Permitir su utilización a largo plazo, superior a 10 años



- Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus cercanías.
- Estar localizado de modo que no sea rechazado por la población

En visitas de campo realizadas en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se ha seleccionado en forma preliminar, 3 sitios para ser utilizados para la instalación de una compostera manual (Ver anexo # 3).

Los sitios se describen a continuación:

Sitio 1:

Se encuentra ubicado al sur este de la zona rural de Santa Cruz Porrillo, es casi plano, con una extensión aproximada de 2 manzanas. Su elevación es menor que la de la zona centro y esta rodeado de cortes de tierra. Las desventajas que presenta este sitio es que se encuentra muy cercano a la zona centro y cerca de el existe un río el cual podría verse afectado por la disposición de los desechos sólidos. Las dos situaciones antes mencionadas descartan la elección de este sitio ya que contradicen las disposiciones del Ministerio del Medio Ambiente para la selección de sitios.



Sitio 2:

El segundo sitio evaluado se ubica cerca de la entrada a Santa Cruz Porrillo, al lado sur del centro, sin embargo la distancia a la zona centro es menor a 1 Km. por lo que no cumple con los requisitos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente en cuanto a la ubicación con respecto a los centros de población.

Sitio 3:

El tercer sitio analizado está a una distancia de 1.3 Km. Hacia el Nor-oeste de la zona del sector de Barrio Nuevo y a 400 mts. al sur de la calle que conduce de la carretera Litoral hacia Usulután, este sitio reúne las condiciones exigidas para la selección de sitios pues se encuentra a una distancia mayor de 1 Km. de la zona urbana; el nivel freático esta a cerca de 8.0 metros de profundidad; cuenta con área suficiente para una vida útil superior a los 10 años.

Para complementar la evaluación y selección del sitio, deberán realizarse estudios más profundos que confirmen y amplíen lo expuesto anteriormente, tales como:

- Identificación de zonas de recarga acuífera.
- Ubicación con respecto a zonas de fracturación.



- Ubicación con respecto a cuerpos de agua.
- Características de suelo.
- Drenaje Superficial.
- Topografía.

Para el diseño del área de compostaje se utilizaron los siguientes datos:

TABLA 3.12

Lista de datos para diseñar área de compostaje

Desechos putrescibles a la compostera (tabla 3.5)	2,276 kg/día, 15,932 kg/semana
Densidad de basura orgánica en pilas (tabla 3.4)	254.49 kg/m ³
Volumen de basura orgánica/día	8.94 m ³ /día
Altura y ancho recomendado de la pila abonera	Altura 1.5 mt., ancho 1 mt.

Fuente: elaboración propia

Nota: se tomo de cuadro de generación de desechos, la cantidad generada es 3.78 ton/día, considerando el 42% de materia putrescible.

Con la información anterior se calculan las siguientes áreas:



TABLA 3.13
CALCULO DEL ÁREA PARA COMPOSTAJE

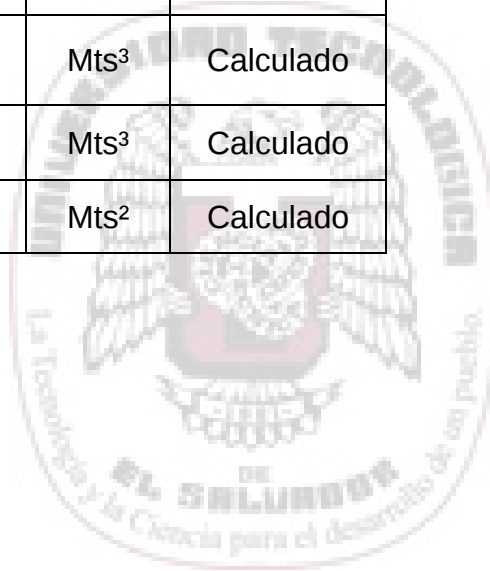
	Datos	Unidad	Tipo de dato
Perfil aproximado de una pila abonera	triangular		Elegido
Metros de pila generado diariamente	12	Mts	Calculado
Tiempo estimado de proceso	90	Días	Experiencias
Área necesaria para pilas	1073	Mts ²	Calculado
Área para volteo (40% del área para pilas)	429	Mts ²	Calculado
Área total para compostaje	1502	Mts ²	Calculado

Fuente: elaboración propia

TABLA 3.14
CALCULO DE ÁREA PARA ALMACENAMIENTO

	Dato	Unidad	Tipo de dato
Tiempo de almacenamiento	30	Días	Elegido
Pérdida de volumen por descomposición	35	%	Experiencias
Volumen producido diariamente después de 90 días	5.81	Mts ³	Calculado
Volumen necesario para almacenamiento	175	Mts ³	Calculado
Área necesaria con altura de 2.00 mts	88	Mts ²	Calculado

Fuente: elaboración propia



Para calcular el área necesaria para acceso y edificios se utiliza el factor de 0.25 del área total para compostaje, el cual nos da un valor de 375 mts².

TABLA 3.15

TABLA CON ÁREAS TOTALES

Área total para compostaje	Área para almacenamiento	Área para acceso de edificios	Área total
1,502 m ²	88 m ²	375 m ²	1,965 m ²

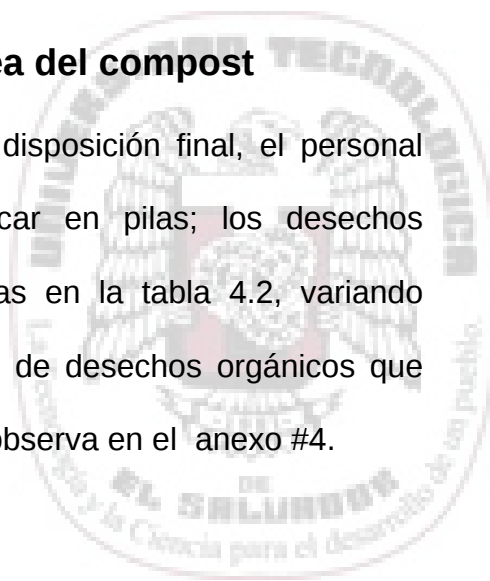
Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior se observa que el área mínima para la compostera es 1,427 m². Por lo tanto consideraremos un terreno de 3,000 m² (Ver capítulo 3, Pág. 85). Para fin de diseño, a un plazo de 10 años.

3.3.1.5.10 Distribución de la materia

orgánica en el área del compost

Una vez el camión recolector llegue al sitio de disposición final, el personal encargado de la compostera deberá de colocar en pilas; los desechos orgánicos manteniendo las dimensiones descritas en la tabla 4.2, variando únicamente la longitud de acuerdo a la cantidad de desechos orgánicos que sean depositados diariamente. La distribución se observa en el anexo #4.



3.3.1.5.11 Costo de construcción, recolección y producción del compost

Se calculará el costo del transporte y recolección de desechos sólidos, construcción de compostera y manejo de la misma, para la comunidad de Santa Cruz Porrillo.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE

PARTIDAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO EN COLONES	TOTAL EN COLONES
COMPRA DE TERRENO				
Compra de terreno	1.00	U	128,774.40	128,774.40
EQUIPOS				
Camión cama fija	1.00	U	350,000.00	350,000.00
Contenedores	15.00	U	5,263.13	78,946.88
OBRAS PROVISIONALES				
Obras Provisionales	1.00	U	1,500.00	1,500.00
TERRACERIA				
Descapote (0.20 metros)	600.00	M3	25.60	15,360.00
Trazo por unidad de área	3,000.00	M2	1.18	3,540.00
Excavación a mano hasta 1.50 m	81.11	M3	37.68	3,056.22
Relleno compactado con material existente	65.75	M3	45.00	2,958.75
Desalojo de Material sobrante	620.28	M3	20.00	12,405.60
CONCRETO				
Losa e=15 1/2" ambos sentidos, f'c=210 Kg/cm ²	1,365.68	M2	122.20	166,886.10
S.F-1 (30x25 cms) 4 Ø 3/8" + Ø1/4" @ 15 cms.	6.72	M3	1,171.48	7,872.35
TECHOS				
Polín P-1 3 ø 1/2" + 1 ø 1/4" a 60° B=15 cms., A=25 cms.	97.20	MI	53.42	5,192.42

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Cubierta de Asbesto-Cemento de 6 mm (Duralita), 2 Aguas	136.80	M2	88.42	12,095.86
Cepo en Lámina asbesto-Cemento, (Ambas Caras)	64.80	MI	24.61	1,594.73
PISOS				
Piso de Ladrillo de Cemento 25x25 cms.	100.44	M2	65.86	6,614.98
PUERTAS				
Puerta P-1,	4.00	M2	834.71	3,338.84
VENTANAS				
Defensa metálica de hierro cuadrado de 1/2" @ 11 cms para ventana en forma de ladrillo (hechura, colocación y pintura)	28.80	M2	210.80	6,071.04
Ventana Celosía Vidrio Nevado, Aluminio Liviano sin anodizar	24.00	M2	229.75	5,514.00
ELECTRICO				
Luminaria Incandescente de 60 watts (incluye canalización)	24.00	C/U	163.24	3,917.76
Placa para Interruptor sencillo tipo dado placa aluminio anodizado (ticino)	6.00	C/U	21.20	127.20
Tomacorriente doble polarizado tipo dado placa anonizado (ticino)	6.00	C/U	197.94	1,187.64
Caja de conexiones de 4"x4" (no incluye canalizaciones)	24.00	C/U	17.44	418.56
Acometida eléctrica 3 hilos (2 cables #8, 1#10, ducto 3/4")	35.00	ML	24.18	846.30
PAREDES				
Pared de bloque (15*20*40), sisada	258.08	M2	208.17	53,724.28
OBRAS EXTERIORES				
Instalación A.P.	1.00	s.g.	700.00	700.00
Instalación Eléctrica.				
Suministro / instalación poste de Ho. Go. 4", con dos lámpara de mercurio de 175 W	3.00	C/U	2,232.40	6,697.20
Derecho de conexión primario energía eléctrica según factibilidad	1.00	s.g.	831.25	831.25
Tablero de 6 espacios monofásico, 120/240 V (G.E. ó ticino)	1.00	U.	904.61	904.61
Alimentación eléctrica (2#10, 1#12, Ø3/4") de TG a LVM	130.00	ML	20.00	2,600.00

PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Caja de registro eléctrica 50x50 cm	2.00	C/U	350.00	700.00
CANALETAS				
Canaleta de Aguas Lluvias. Escuelas (aulas y servicios sanitarios)	36.50	MI	130.96	4,780.04
OBRA COMPLEMENTARIA				
Letrina abonera	1.00	s.g.	2,200.00	2,200.00
Cerco de malla ciclón de 72" #11, con poste Ho.Go 2" @ 2.00m + 2 Ho.Go 1 1/4" longitudinal	216.00	ML	300.00	64,800.00
Empedrado, Fraguado y terminado (aceras)	54.75	M2	45.20	2,474.70
Canal de tratamiento de lixiviados.	76.50	MI	115.00	8,797.50
Portón doble hoja ancho 4.00 metros (dos hojas) c/ Malla ciclón	1.00	c/u	2,186.20	2,186.20
Pozo de absorción	1.00	c/u	1,500.00	1,500.00
Caja recolectora	1.00	c/u	450.00	450.00
COSTO DIRECTO:				971,565.40
COSTO INDIRECTO:				340,047.89
TOTAL				1,311,613.29

**PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA
COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO
TECOLUCA, SAN VICENTE**

	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO EN COLONES	TOTAL EN COLONES
EQUIPOS DE PERSONAL				
Uniforme, Guantes, y otros	1.00	S.g.	550.00	550.00
Herramientas	1.00	S.g.	1,000.00	1,000.00
DEPRECIACION				
Camión cama fija (crédito 5 años, interés 16%)	1.00	Mes	6,767.00	6,767.00
Contenedores	1.00	Mes	170.00	170.00
MANTENIMIENTO				0.00
Camión cama fija	1.00	Mes	150.00	150.00

PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Contenedores	1.00	Mes	250.00	250.00
Combustible para recolección	1.00	Mes	350.00	350.00
PERSONAL PARA RECOLECCION				
Motorista	1.00	Mes	2,970.00	2,970.00
Personal de campo	3.00	Mes	2,475.00	7,425.00
PERSONAL PARA COMPOSTERA				
Personal de campo	2.00	Mes	2,475.00	4,950.00
Técnico supervisor	1.00	Mes	3,000.00	3,000.00
Sereno	1.00	Mes	2,475.00	2,475.00
GASTOS DE SERVICIOS BASICOS				
Energía Eléctrica	1.00	Mes	150.00	150.00
Agua Potable	1.00	Mes	75.00	75.00
COSTO MENSUAL				30,057.00
TOTAL				30,057.00

Con relación a la propuesta de los contenedores (Ver anexo #5), para el diseño de la letrina abonera (Ver anexo #6) , la propuesta del diseño de la compostera esta se presenta en formato de planos, los cuales son:

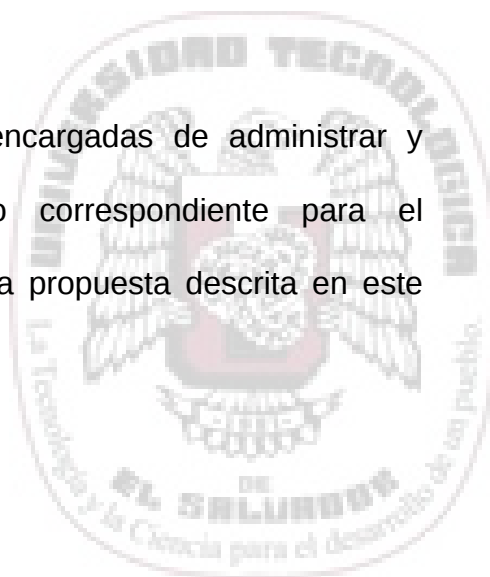
- Plano de conjunto de proyecto.
- Plano de detalles de bodegas
- Plano de detalles de obra complementaria

El lector podrá tener acceso a ellos al remitirse al anexo #7. de este documento.



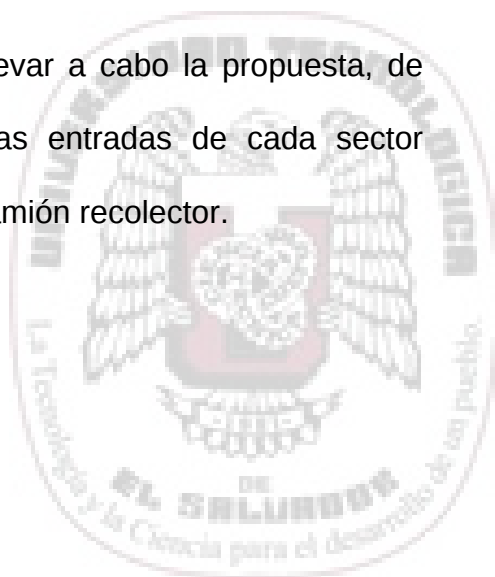
CONCLUSIONES

- Existe factibilidad técnica para desarrollar la propuesta de un plan piloto en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo. Debido principalmente a la falta de tratamientos de desechos sólidos orgánicos de los diferentes sectores de la comunidad.
- Para un mejor sistema de tratamiento hacia los desechos sólidos orgánicos es de resaltar que el buen funcionamiento de esta dependerá de la concientización y educación que se pueda generar en los pobladores de la comunidad los cuales a la postre serán los únicos beneficiados.
- Será tarea del gobierno local buscar los mecanismos de viabilidad de dicho proyecto a través de la comercialización de la propuesta a organismos que la puedan desarrollar.
- Las autoridades municipales serán las encargadas de administrar y transmitir a la población el impuesto correspondiente para el sostenimiento y buen funcionamiento de la propuesta descrita en este documento.



RECOMENDACIONES

- Buscar asesoría técnica por medio de instituciones especializadas en el área de tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.
- Se recomienda a la alcaldía municipal de Tecoluca crear un departamento de promotores de saneamiento, para enseñar a la población acerca del buen manejo y disposición de los desechos sólidos.
- Promover la información del manejo de los desechos a través de cabildos abiertos, visitas en cada vivienda e instituciones educativas.
- Incentivar a la población por medio del ofrecimiento gratuito del resultado del tratamiento de los desechos sólidos orgánicos (compost), para la utilización de sus cultivos.
- Se sugiere a la entidad responsable de llevar a cabo la propuesta, de ubicar los contenedores de basura en las entradas de cada sector propuesto; por motivos de fácil acceso al camión recolector.



- Para los desechos sólidos inorgánicos (porcentaje mínimo), se recomiendan depositarlo en el botadero cercano a la comunidad que de acuerdo a la alcaldía de Tecoluca es controlado por ellos mismo.
- Al propietario del proyecto se le recomienda que se tome en cuenta un sobre costo en este presupuesto, para la construcción de un pozo exploratorio, ya que debe estarse moni toreando constantemente el grado de contaminación de los Lixiviados y así evitar la contaminación al manto acuífero mas cercano.

