

CARACTERIZACIÓN DE COMPOSTA GENERADA EN LETRINAS ABONERAS SECAS FAMILIARES (LASF) PARA EVALUAR SU USO COMO ABONO ORGÁNICO

Hugo A. Guillén Trujillo*, René Cuesta Díaz**, Daisy Escobar Castillejos* y Franco Escamirosa Montalvo***

* Cuerpo Académico Hidráulica Ambiental. Facultad de Ingeniería. UNACH.

** Jefe del Laboratorio de Bioquímica. Instituto Tecnológico de Tuxtla. ***Facultad de Arquitectura. UNACH

INTRODUCCIÓN

Existe en la actualidad la necesidad de plantear alternativas de tratamiento para los residuos generados por la actividad humana, dichos residuos contaminan el ambiente y al mismo hombre provocando diferentes enfermedades. Uno de esos residuos que es deseable tratar son las heces fecales (Metcalf & Eddy, 1997).

Los sistemas actuales de saneamiento ambiental son discriminadores, ya que son caros y no llegan a las zonas aisladas o rurales, y solo el 20% aproximadamente de las aguas residuales generadas en las zonas urbanas generadas en México son tratadas (Noyola, 2000) y es precisamente esta vía en donde se descargan los excrementos del hombre en esos sitios.

Una de las alternativas para tratar excrementos humanos es el uso de las letrinas aboneras denominadas LASF, que por sus siglas significan lentas, alcalinas, secas y familiares. Este sistema de tratamiento de excrementos ofrece la ventaja de además de no contaminar el ambiente permiten el aprovechamiento de los residuos como abono para los cultivos (Schiere, 1993; McCain, 1995; Inkel et al., 1994; Xicay, 1992).

Actualmente en el estado de Chiapas se usan letrinas pero no se tienen datos de laboratorio sobre la calidad de abono que se obtiene, tampoco se conoce el tiempo mínimo para lograr la estabilización de los residuos en las cámaras, por eso se ha determinado iniciar este estudio para conocer los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la composta generada por las letrinas aboneras y aportar datos sobre la caracterización de estos residuos (Guillén, 2008).

METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la composta generada por las LASF para evaluar su uso como abono orgánico (Cuesta, 2010).

Por lo que se generaron muestras a nivel planta piloto, las cuales se estabilizaron durante un período de seis meses con tres tipos de estabilizantes: a) cal, b) ceniza y c) cal-ceniza. Las LASF a nivel experimental se manejaron en cubetas de plástico de 20 litros a temperatura ambiente. Por la disposición de terreno, el control en el uso y la facilidad para el muestreo, se realizó la generación de las muestras en un predio de

una familia ubicada en la comunidad de Ignacio Allende municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas.

Los parámetros que se analizaron en el estudio fueron: temperatura, humedad, sólidos totales (ST), demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), nitrógeno total (NT), fósforo total (FT), potasio (K), coliformes totales (CT) y fecales (CF). Todos los muestreos y análisis se realizaron conforme a la normatividad ambiental vigente y los Métodos Estándares de análisis en laboratorio (American Public Health Association, 1998). Debido a limitaciones de equipo de laboratorio no se consideró la viabilidad de huevos de helmintos que constituye un parámetro microbiológico importante a evaluar.

En la Tabla 1 se mencionan los parámetros que se determinaron y los métodos utilizados para realizar las pruebas en laboratorio de las muestras de las compostas de las LASF con los diferentes tipos de estabilizadores cal, ceniza y cal-ceniza.

TABLA 1. Parámetros y métodos utilizados en los análisis de laboratorio.

PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO UTILIZADO
FÍSICA		
TEMPERATURA	°C	MÉTODOS DE PRUEBA NMX-AA-007-SCFI-2000
HUMEDAD	%	METODO DE ARENA O GASA . NOM-116-SSA1-1994
SÓLIDOS TOTALES (ST)	mg/l	METODO DE PRUEBA. NMX-AA-034-SCFI-2001
QUÍMICA		
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	0 A 14	METODO DE PRUEBA. NMX-AA-008-1980
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/l	METODO DE DIGESTION EN REACTOR, 8000 HACH
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	mg/l	METODO RESPIROMÉTRICO. REFERENCIA A NMX-AA-030-SCFI-2001
NITRÓGENO TOTAL	mg/l	METODO DE DIGESTION POR PERSULFATO TNT, 10071 HACH
FÓSFORO TOTAL	mg/l	MÉTODO DE DIGESTION CON PERSLFATO CON PHOSVER 3, TNT 8190 HACH
POTASIO	mg/l	METODO TETRAFENILBORATO. 8049 HACH
MICROBIOLÓGICAS		
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	METODO KIT COLILERT
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	MÉTODO DE FERMENTACIÓN EN TUBO MULTIPLE

RESULTADOS

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos que se analizaron para evaluar las características de la composta de las LASF con los diferentes tratamientos se enumeran en la Tabla 2. Debido a limitaciones en la disponibilidad del equipo en laboratorio, no se determinaron Huevos de helmintos que son un parámetro de referencia importante para evaluar la disposición de la composta como abono orgánico.

Tabla 2. Parámetros evaluados para caracterizar la composta de las LASF.

PARÁMETROS	Unidad	LETRINA 1	LETRINA 2	LETRINA 3
		RESIDUO + CAL	RESIDUO + CENIZA	RESIDUO + CAL-CENIZA
FÍSICAS				
Temperatura	C	X	X	X
Humedad	%	X	X	X
Sólidos totales (ST)	mg/l	X	X	X
QUÍMICAS				
pH	0 a 14	X	X	X
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	X	X	X
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	X	X	X
Nitrógeno total	mg/l	X	X	X
Fósforo total	mg/l	X	X	X
Potasio	mg/l	X	X	X
MICROBIOLÓGICAS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	X	X	X
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	X	X	X

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los análisis realizados a las tres tipos de compostas (material base consistente en materia fecal humana) de las LASF tratadas con diferentes estabilizadores (CAL, CENIZA Y CAL-CENIZA) por un periodo de 6 meses (Guillén-Trujillo Hugo A; 2010).

Tabla 3. Caracterización de la composta con diferentes tratamientos de las LASF.

PARÁMETROS	UNIDAD	MES1			MES2			MES3			MES4			MES5			MES6		
		CAL	CENIZA	CAL-CENIZA	CAL	CENIZA	CAL-CENIZA	CAL	CENIZA	CAL-CENIZA	CAL	CENIZA	CAL-CENIZA	CAL	CENIZA	CAL-CENIZA	CAL	CENIZA	CAL-CENIZA
pH		12.5	11.2	12.5	13.1	10.4	13.3	12.9	9.6	12.9	12.8	9.8	12.4	12.6	9.6	12.3	12.7	9.8	12.3
temperatura	C	29.5	28.8	28.9	28.4	28.1	28.3	25.7	25.3	25.5	27.6	27.2	27.5	27.5	27	27.3	26.4	26	26.1
humedad	%	37.2	45	40.1	24	32.1	29.3	19.1	26.6	24.5	15.7	22	21.1	13	19	18.8	11.8	19.1	15.8
ST	mg/l	3020	2158	2694	3940	2250	2810	4040	3025	2500	5780	4109	2490	5915	4400	2718	6030	4650	2970
SST	mg/l	510	350	250	580	500	330	845	380	498	1340	451	530	1508	601	580	1780	550	790
DQO	mg/l	580	725	620	400	450	390	264	289	221	113	108	148	58	98	113	57	65	97
DBO	mg/l	120	177	248	95	105	130	83	76	78	62	30	65	51	22	57	45	20	55
NITRÓGENO	mg/l	6.6	6.9	7.3	7	7.6	7.9	7.5	8.1	8.6	7.9	10.1	9.5	8.2	10.8	9.9	8.7	11.1	10.2
FÓSFORO	mg/l	18	31	29	16	30	23	13	26	19.3	10	22	18.7	8.5	19.1	17.4	9	15.1	12
POTASIO	mg/l	56	100	75	50	87.5	70	50	65	50	44	50	45	40	50	45	37.5	45	40
COL.TOTALES	NMP	1500	2100	1870	1100	1800	1300	770	1200	1100	503	760	604	402	900	158	280	450	110
COL.FECALES	NMP	700	1100	900	500	835	701	350	456	378	206	176	123	110	130	110	12	50	36

En cuanto a calidad de abono, el tratamiento con ceniza parece ligeramente mejor que con cal y cal-ceniza. Se observan los valores más altos de N(1.11%), P(1.5%), K(4.5%), además la más alta remoción de DBO₅ hasta 20 ppm, aunque en cuanto a DQO el tratamiento con cal resultó mejor hasta un valor de 57 ppm.

Con respecto a la alcalinidad, el tratamiento con ceniza fue cercano a 9.6 y con cal, el pH se encontró en el rango de 11 y 12.7, factor importante a tomarse en consideración según el tipo de suelo receptor.

La humedad en promedio fue menor al 20 por ciento, condición adecuada para la inhibición de actividad microbiana. El porcentaje más bajo de humedad fue para el tratamiento con cal (11.83%), después la mezcla cal-ceniza (15.75%) y finalmente con ceniza (19.1%).

Posteriormente a los seis meses de tratamiento, con cualquiera de las tres combinaciones de estabilizadores, la contaminación microbiológica medida por coliformes fecales (CF) no resulta una amenaza para la salud pública ya que los valores fueron menores a 240 NMP valor establecido por la NOM-003 ECOL-1997. El tratamiento con cal mostró mejores resultados para la eliminación de CF (12 NMP/100 ML) seguido de la mezcla cal-ceniza (36 NMP/100 ML) y, finalmente el tratamiento con ceniza (50 NMP/100 ML). Sin embargo, debido a limitaciones del equipo de laboratorio, no se realizó la determinación de viabilidad de huevos de helmintos que es un parámetro determinante para asegurar que no afecta la salud humana, y con base en la revisión de la literatura, se necesita teóricamente más tiempo para asegurar su eliminación.

CONCLUSIONES

La calidad del abono generado por la composta de las LASF con los tres tipos de estabilizadores fue aceptable dentro de los rangos reportados en la literatura. En la siguiente tabla se reportan estos valores con respecto a macronutrientes y otros parámetros físicos y microbiológicos:

Parámetros	Rangos obtenidos en esta investigación	Rangos típicos en la literatura
Nitrógeno	0.87 a 1.1 %	0.1 a 2.0 %
Fósforo	0.9 a 1.5 %	0.1 a 3.97 %
Potasio	3.75 a 4.5 %	0.4 a 9.36 %
Ph	9.6 a 12.7	7 a 12
DBO ₅	20 a 55 ppm	20 ppm
CF	12 a 50 NMP	240 NMP
HUMEDAD	11 a 19 %	< 20%

Con respecto a la alcalinidad, el tratamiento con ceniza fue cercano a 9.6 y con cal, el pH se encontró en el rango de 11 y 12.7, factor importante a tomarse en consideración según el tipo de suelo receptor.

La humedad en promedio fue menor al 20 por ciento, condición adecuada para la inhibición de actividad microbiológica.

Posteriormente a los cinco meses de tratamiento, con cualquiera de las tres combinaciones de estabilizadores, la contaminación microbiológica medida por coliformes fecales (CF) no resulta una amenaza para la salud pública ya que los valores fueron menores a 240 NMP. Sin embargo, debido a limitaciones del equipo de laboratorio, no se realizó la determinación de viabilidad de huevos de helmintos y con base en la revisión de la literatura, se necesita teóricamente más tiempo para asegurar su eliminación.

Los rangos obtenidos de los parámetros físicos, macronutrientes y microbiológicos con los tres tipos de tratamiento de estabilización, están dentro de los rangos reportados por la literatura y con un período de tratamiento mínimo de cinco meses. La humedad en promedio fue menor al 20 por ciento, condición adecuada para la inhibición de actividad microbiológica. Se recomienda efectuar análisis relacionados a otros indicadores microbiológicos, tales como huevos de helmintos, para ampliar estos resultados obtenidos.

En general se puede concluir que la composta generada por las heces fecales de las letrinas secas aboneras familiares tratadas con tres diferentes estabilizadores cal, ceniza y cal-ceniza después de un período de tratamiento de seis meses, es de calidad aceptable para utilizarse como abono orgánico.

El tiempo óptimo de degradación de la composta generada en letrinas secas aboneras familiares (LASF) para su uso como abono orgánico sin daño a la salud humana y ambiental usando como parámetro de referencia los coliformes fecales es de 4 meses, sin embargo, debe hacerse notar que el parámetro de la viabilidad de huevos de helmintos no se determinó en esta investigación y este parámetro prolonga el tiempo mínimo de uso.

BIBLIOGRAFÍA

American Public Health Association. 1998. Standard Method for The Examination of Water and Wastewater. Washington DC, United States of America. 20 th Edition.

Cuesta Díaz René. 2010. Evaluación de las Características Físicoquímica y Microbiológica de la Composta Generada en Letrinas Aboneras Secas Familiares (LASF) para su Uso como Abono Orgánico en la Comunidad Ocuilapa de Juárez, Ocozocoautla, Chiapas. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería. UNACH.

Guillén-Trujillo Hugo A. 2008. Consideraciones en la Construcción de Letrinas Ecológicas en Comunidades de San Juan Chamula. Universidad Autónoma de Chiapas.

Guillén-Trujillo Hugo A. 2010. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de la Composta Generada en Letrinas Aboneras Secas Familiares (LASF) para su Uso como Abono Orgánico en la Comunidad Ocuilapa de Juárez, Ocozocoautla, Chiapas. Reporte Final Proyecto de Investigación 8ª. SIINV-UNACH. Facultad de Ingeniería. UNACH.

Inckel, M; De Smet, P; Tersmette, T; Veldkamp, T. 1994. La Preparación y Uso del Compost. Folleto AGRODOKS. Wageningen, Holanda.

McCain, J. 1995. Manual El Baño Seco: el Por qué y el Cómo Usarlo. Hábitat para la Humanidad Bolivia y Comité Central Menonita Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Metcalf & Eddy. 1997. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización; Tomo 1 y 2; Edit. Mc Graw Hill; México.

Noyola Robles Alberto. 2000. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales. IMTA Manuales. México.

Schiere, J. 1993. Manual LASF. Segunda Edición. Comité Central Menonita. Ciudad de Guatemala.

Xicay, A. 1992. Las Letrinas y la Comunidad. Folleto CCM-TECNOLOGIA PARA LA SALUD. Santa María Cauqué Sacatepéquez, Guatemala.