



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES

Elaboración de compostaje de los residuos sólidos orgánicos de la Parroquia Rural de Limoncocha con fines de valorización.

Samantha Vallejo

OBJETIVO

General:

Establecer si es posible elaborar un compost de calidad con los residuos sólidos orgánicos de la Parroquia Rural de Limoncocha, para proponer este proceso como una opción para la gestión de los residuos.

Específicos:

Determinar si el aumento de una fuente de nitrógeno, a los residuos sólidos orgánicos de la Limoncocha, produce un compost de mejor calidad que los obtenidos anteriormente.

Analizar mediante la relación C/N y la conductividad eléctrica, si el compost obtenido tiene la calidad necesaria para su uso en la agricultura.

Introducción

- El mundo genera alrededor de 1,3 billones de toneladas de residuos al año.
- Ecuador → 4,1 millones de toneladas (INEC & AME, 2014).
- Limoncocha → 176,2 toneladas anuales (Marañón, 2015).



Google Earth. 2017. Limoncocha

- En Ecuador: 39% en rellenos sanitarios, 26% a vertederos, el 23% se envía a botaderos a cielo abierto (INEC & AME, 2014).
- Los residuos de Limoncocha son llevados al relleno sanitario de Shushufindi.



Toro, S. 2016. Relleno Sanitario de Shushufindi.

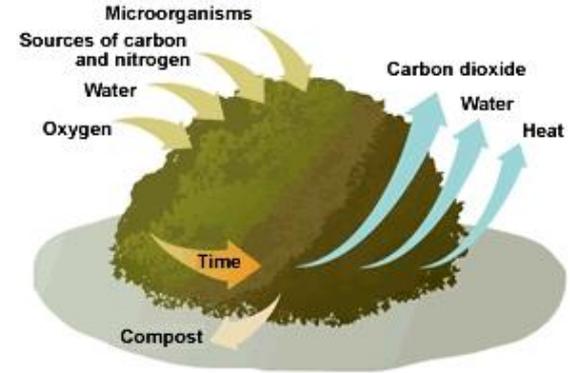
- 65% de lo generado es orgánico.
- Podrían ser aprovechados por un proceso de compostaje



- El compostaje es una técnica que utiliza la biodegradación de la materia orgánica para transformarla en un producto de aprovechamiento agrícola.
- Tiene 4 Etapas: Fase Mesófila, Fase Termófila, Fase de enfriamiento o Mesófila II y Fase de Maduración

- En Limoncocha para 2015 el 68% no conocían cómo se realiza el compostaje
- En 2016 era el 33% de la población.
- Entre otras causas para no emplear el compostaje se encuentran la falta de espacio y la generación malos olores (Mora, 2016).
- El compostaje no implica necesariamente grandes extensiones de terreno.
- El mal olor puede darse por la baja cantidad de oxígeno o un alto % de nitrógeno.
- El porcentaje nitrógeno en los residuos de la parroquia es muy bajo, siendo la media de 0.4153% (Toro, 2016).

Organic waste + O₂ $\xrightarrow{\text{Microorganisms}}$ CO₂ + H₂O + Heat + Compost



Kemindo. 2016. SN. Recuperado de: <http://kemindoagro.com/organic-fertilizers.html>



- La relación C/N es una referencia para predecir la facilidad de descomposición del material orgánico.
- Valor ideal entre de 25 a 35
- Valor en Limoncocha: 158.53
- Valores más cercanos al óptimo(48,05) se observaron en muestras que contenía aproximadamente un 30% de residuos de carne (Toro, 2016).
- El presente trabajo buscó obtener resultados respecto al comportamiento del proceso de compostaje con los residuos sólidos orgánicos de la parroquia de Limoncocha, esperando generar un compost de baja calidad si la mezcla no es mejorada, y un compost más útil para la agricultura si se mejora la mezcla con residuos de carne.

Tabla 14 Relación C:N de algunos materiales usados en el compostaje

Nivel alto de nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5	Estiércol vacuno	25:1	Hierba recién cortada	43:1
Gallinaza pura	7:1	Hojas de frijol	27:1	Hojas de árbol	47:1
Estiércol porcino	10:1	Crotalaria	27:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Desperdicios de cocina	14:1	Pulpa de café	29:1	Basura urbana fresca	61:1
Gallinaza camada	18:1	Estiércol ovino/caprino	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
		Hojas de plátano	32:1	Paja de arroz	77:1
		Restos de hortalizas	37:1	Hierba seca (gramíneas)	81:1
		Hojas de café	38:1	Bagazo de caña de azúcar	104:1
		Restos de poda	44:1	Mazorca de maíz	117:1
				Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Román, Martínez, & Pantoja, 2013

Materiales y Métodos

Diseño de camas de compostaje



Sistema cerrado y horizontal

Marco de madera con fondo y cubierta de plástico impermeable

Tubo de PVC entre las capas de plástico. Con válvula para eliminar lixiviados.

Cálculo de la muestra

Densidad: 185 kg/m³.

Volumen= 1,05 m * 1.05 m * 0.17 m

Volumen = 0,187 m³

Muestra = Densidad residuos *
Volumen utilizable



Conformación de composteras

Cama 1: Tierra + 35 kg de residuos + Agua

Cama 2: Tierra + 21 kg de residuos + 14 kg de
carne + Agua

Tierra: Inoculación y reducción de la temperatura

RSO: Entre 5-20 cm



Mediciones semanales

pH



Humedad



Temperatura



Fase de laboratorio

Conductividad Eléctrica

Nitrógeno (NTK)

Carbono (TOC)

Relación C/N

Análisis de Laboratorio INIAP

Conductividad

- Pesar 10 g de muestra
- Agregar 25 mL de agua destilada.
- Mezclar manualmente durante 5 minutos con ayuda de una varilla de agitación
- Dejar en reposo durante 24 horas.
- Lavar el electrodo con agua destilada, introducir en la zona media del sobrenadante cuidando de no apoyar el electrodo en las paredes y realizar la medición.
- Lavar el electrodo antes de cada medición.



Carbono



Pérdida total por ignición

$$\%LOI = \frac{(A - B)}{(A - C)} * 100$$

A= Peso del crisol y de la muestra antes de la ignición en gramos

B= Peso del crisol y la muestra después de la ignición en gramos

C= Peso del crisol en gramos.

Determinación del porcentaje de carbono

$$\%C = \%LOI * 0,58$$

Nitrógeno Kjeldahl



Nitrógeno Kjeldahl



Nitrógeno Total Kjeldahl

$$\%NTK = \frac{(A - B) * N * 1.4007}{m}$$

Fuente: (Bradstreet, 1954).

Relación C/N

Relación C/N

$$\frac{C}{N} = \frac{\%C}{\%NTK}$$

Fuente: (Barrera, 2006)

Resultados

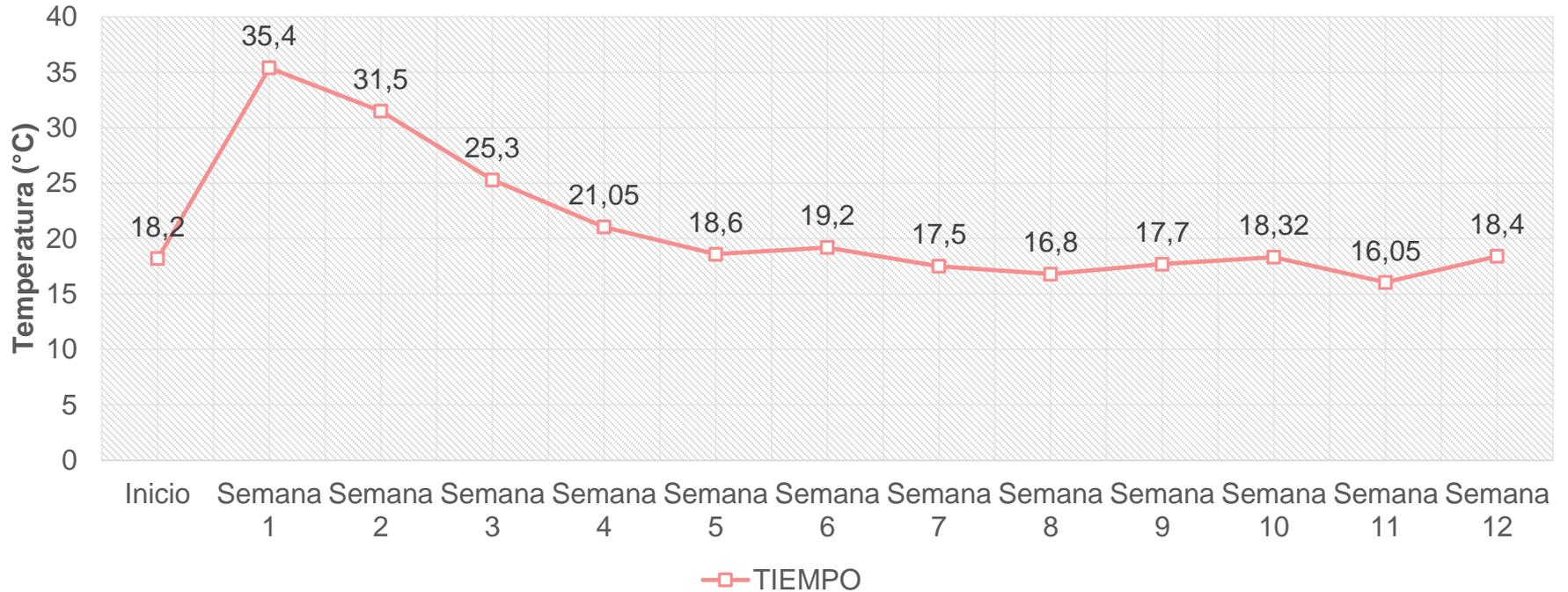
pH

Cama 1	
TIEMPO	pH
Inicio	6.72
Semana 1	6.78
Semana 2	6.89
Semana 3	5.58
Semana 4	7.75
Semana 5	6.40
Semana 6	6.55
Semana 7	7.53
Semana 8	6.73
Semana 9	7.75
Semana 10	6.31
Semana 11	6.56
Semana 12	7.52

Cama 2	
TIEMPO	pH
Inicio	6.57
Semana 1	6.52
Semana 2	6.89
Semana 3	6.03
Semana 4	7.85
Semana 5	5.89
Semana 6	7.96
Semana 7	5.34
Semana 8	6.12
Semana 9	6.20
Semana 10	6.01
Semana 11	6.38
Semana 12	6.75

Temperatura

Temperatura Vs. Tiempo. Cama 1



Temperatura

Temperatura Vs. Tiempo. Cama 2



Aspecto



Conductividad

CAMA 1			CAMA 2		
MUESTRA	mS/cm	dS/m	MUESTRA	mS/cm	dS/m
1	5,15	0,00515	1	3,97	0,00397
2	5,67	0,00567	2	2,96	0,00296
3	5,36	0,00536	3	3,99	0,00399
4	5,78	0,00578	4	4,59	0,00459
5	5,35	0,00535	5	4,27	0,00427
Media	5,462	0,005462	Media	3,956	0,003956

Compost clase A: Producto de alta calidad que no presenta ninguna restricción de uso pudiendo ser aplicado a macetas directamente sin mezclarse. Recomendado para ser usado en viveros y macetas

De acuerdo a la norma chilena de compost NCh2880.

Compost clase A: menor o igual a 3 dS/m

Compost clase B: menor o igual a 8 dS/m

De acuerdo a la norma mexicana de compost NADF-020-AMBT-2011.

Compost clase A: <4 dS/m

Compost clase B: <8 dS/m

Compost clase C: <12 dS/m

Carbono

CAMA 1				
Peso antes de ignición	Peso después de ignición	Peso del crisol	% LOI	%C
42,1707	40,5172	36,8375	31,0039	17,9823
42,1479	40,8237	36,8813	25,1434	14,5831
40,0263	38,9805	35,1806	21,5820	12,5176
44,8853	43,3982	39,6085	28,1819	16,3455
43,3163	42,0858	38,1963	24,0332	13,9393
Media				15,0735

Valor menor al del material de partida. Por lo que se puede asumir que fue consumido.

CAMA 2				
Peso antes de ignición	Peso después de ignición	Peso del crisol	% LOI	%C
39,8053	38,4911	34,6578	25,5308	14,8079
40,5627	39,4638	35,4238	21,3840	12,4027
39,8942	38,6675	34,2247	21,6368	12,5494
41,2772	39,9392	36,1269	25,9791	15,0679
44,2748	42,9702	39,0577	25,0062	14,5036
Media				13,8663

Mayor cantidad de nitrógeno, facilita las reacciones metabólicas de las bacterias, aumentando el consumo de carbono.

Nitrógeno

CAMA 1		
Peso muestra	Cantidad de HCl consumida (mL)	NTK%
10,0082	6,80	0,24
10,0028	5,60	0,20
10,0132	4,65	0,16
10,0023	6,45	0,23
10,0083	5,35	0,19
Media		0,20

Los datos de Nitrógeno similares al estudio de Toro (2016), que los datos se mantengan demuestra que no existe aprovechamiento de nitrógeno debido a su baja disponibilidad.

CAMA 2		
Peso muestra	Cantidad de HCl consumida	NTK%
10,0165	9,85	0,34
10,0046	8,60	0,30
10,0078	7,50	0,26
10,0226	9,40	0,33
10,0056	8,53	0,30
Media		0,31

Datos superiores debido al aporte de nitrógeno que proporciona la carne.

C/N en Cama 1

CAMA 1		
%C	%NTK	RELACIÓN C/N
17,9823	0,2379	75,58
14,5831	0,1960	74,39
12,5176	0,1626	76,98
16,3455	0,2258	72,39
13,9393	0,1872	74,47
Media		74,76

Tipo de compost	NADF-020-AMBT-2011	NCh2880
Clase o Tipo A	<15	<25
Clase o Tipo B	<25	<30
Clase o Tipo C	<30	No tiene esta clasificación

En la Cama 1 los valores de la relación C/N bajaron en relación a los valores del material de partida, que de acuerdo a los datos de Toro (2016), la media de la relación C/N de los mismos era de 158,53. Pero continúan fuera de norma.

C/N en Cama 2

CAMA 2		
%C	%NTK	RELACIÓN C/N
14,8079	0,3444	43,00
12,4027	0,3010	41,20
12,5494	0,2624	47,82
15,0679	0,3284	45,88
14,5036	0,2985	48,58
Media		45,30

Tipo de compost	NADF-020-AMBT-2011	NCh2880
Clase o Tipo A	<15	<25
Clase o Tipo B	<25	<30
Clase o Tipo C	<30	No tiene esta clasificación

Los resultados obtenidos son más cercanos a los parámetros de las normas de referencia utilizadas en este estudio que los de la Cama 1, todavía se encuentran fuera de los rangos determinados en NADF-020-AMBT-2011 y NCh2880.

Resultados de Análisis INIAP

Resultados análisis del INIAP

REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Samanta Vallejo
Dirección : Sucumbios
Ciudad :
Teléfono : 0984441680
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : S/N
Provincia : Sucumbios
Cantón : Shushufindi
Parroquia : Limoncocha
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

No. Muestra Lab. : 1110-1111
Fecha de Muestreo : 19/06/2017
Fecha de Ingreso : 20/06/2017
Fecha de Salida : 30/06/2017

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	g/100 ml							mg/l					%		
		N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	C/N	D.A	H
1110	Cama 1	0.18	0.19	0.18	0.80	0.19	0.07	21.94	1.6	27.3	17.8	12468.0	253.7	70.7		
1111	Cama 2	0.39	0.17	0.10	0.54	0.14	0.06	22.39	1.6	23.2	15.7	10875.0	247.1	33.3		

Unidades

g/100 ml : gramos/100 mili litros = % : porcentaje
 mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón.
 dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.

Método

pH : Potenciométrico
 C.E: Conductimétrico
 M.O.: Calcinación.

Resultados análisis del INIAP

Los resultados de nitrógeno y de la relación C/N son comparables con lo obtenido en los análisis de laboratorio y permite avalar que se realizó de manera correcta los estudios realizados para este proyecto.

Se puede notar que los valores de los elementos analizados no son muy altos a excepción del Hierro (Fe) y Manganeso (Mn), parámetros no listados en las normativas internacionales usadas en esta investigación por lo que no existe un rango o un límite con el que comparar los resultados.

Parámetro	Resultados INIAP Cama 1	Resultados INIAP Cama 2	Límite máximo NCh2880	Límite máximo NADF-020-AMBT- 2011
Cobre (ppm)	17,8	15,7	100	70
Zinc (ppm)	27,3	23,2	200	200

Resultados análisis del INIAP

Parámetro	Resultados INIAP Cama 1	Resultados INIAP Cama 2	Límite máximo NADF-020-AMBT- 2011
Nitrógeno %	0,18	0,39	1% a 3%
Fosforo %	0,19	0,17	1% a 3%
Potasio %	0,18	0,10	1% a 3%
Calcio %	0,80	0,54	1% a 3%
Magnesio %	0,19	0,14	1% a 3%
Azufre %	0,07	0,06	1% a 3%

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El muestreo y la recolección de grandes cantidades de desechos en la parroquia de Limoncocha pueden presentar varias dificultades.

El proceso de compostaje al necesitar de la presencia de oxígeno, no puede desarrollarse en un ambiente sellado y por más precauciones que se tomen en el proceso, siempre se tendrán complicaciones que se deben analizar en el diseño.

Un correcto diseño y elección del sistema de compostaje es esencial para obtener resultados adecuados.

La conductividad en los dos casos presenta valores adecuados para su uso en la actividad agrícola, pero la relación C/N limita el uso del mismo.

Conclusiones

El compost obtenido en la Cama 2 se encuentra fuera de rango, en cuanto a la relación C/N y los macronutrientes, al igual que el compost de la Cama 1, pero es claro que el producto de la Cama 2 se vio influenciado por la adición de carne en la mezcla inicial y esto permitió que los resultados del compost de esta cama sean más cercanos a los rangos recomendados para el uso en agricultura.

Los macronutrientes, si bien no están dentro de los límites establecidos en normativa, no presentan un peligro para los cultivos, por lo que su uso es factible.

Conclusiones

El uso del compostaje en Limoncocha podría ser una herramienta clave para el manejo de desechos, permitiendo así mantener fuera del relleno sanitario de Shushufindi alrededor de 118 toneladas de residuos al año

El compostaje es una opción viable para los RSO de la parroquia de Limoncocha, siempre y cuando se realice una mejora de los mismos con materiales ricos en nitrógeno que permitan que la relación C/N inicial este entre 25-35.

Si bien la relación C/N influye en el proceso, no se puede dejar de tomar en cuenta también a los factores ambientales, la disponibilidad de otros nutrientes, porcentaje de humedad, cantidad de materiales, entre otros.

Recomendaciones

Una vez que se obtiene la cantidad de RSO necesaria para el proceso, es importante que el traslado al lugar donde se realiza la experimentación, sea rápido.

Mejorar la muestra inicial de residuos solidos orgánicos con fuentes de nitrógeno para obtener un compost de mejor calidad.

Agregar tierra en la compostera para evitar el aumento de la temperatura.

Mantener un control en cuanto a la acceso de animales al compost.

Asegurarse de que exista una aireación constante y la humedad correcta.

Recomendaciones

Considerar que el compostaje puede llegar a durar 6 meses, para estudios siguientes.

Se necesita realizar más estudios respecto al tema que consideren la situación socioeconómica del área para determinar el material de mejora más adecuado para ser usado en el compostaje en Limoncocha.

Para realizar la mezcla se podría tomar en cuenta el volumen de aprovechamiento óptimo, para lo que es necesario, además de los datos de carbono y nitrógeno obtenidos, datos de humedad de los materiales de mezcla y los RSO de la parroquia para determinar la cantidad y el tipo de mezcla ideal.

Se recomienda que de realizarse el compostaje sea una actividad a nivel parroquial o zonal para generar un producto aprovechable y una fuente de ingresos de la población.

Referencias

- Alvarado, S., Córdova, J., & López, M. (2009). *Metodologías de Análisis Físico Químico de Suelos, Tejido Vegetal 41 y Aguas, 4ta Aproximación*. Quito: Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas.
- Barrera, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. *Tesis doctoral*. Barcelona, España.
- Bradstreet, R. (1954). *Kjeldahl Method for Organic Nitrogen. New Jersey: The Bradstreet Laboratories, Inc.*
- Grupo Banco Mundial. (3 de Marzo de 2016). *Grupo Banco Mundial*. Obtenido de Basura Cero - Los residuos sólidos en el epicentro del Desarrollo Sostenible: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/03/waste-not-want-not---solid-waste-at-the-heart-of-sustainable-development>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management*. . Washington DC.: World Bank .
- INEC. (2014). MÓDULO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN HOGARES. *ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO, DESEMPLEO Y SUBEMPLEO (ENEMDU) 2014*. Ecuador.
- INEC, & AME. (2014). Estadística de información ambiental económica de gobiernos autónomos descentralizados municipales 2014. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Normalización. (2004). Norma Chilena de Compost - Clasificación y requisitos.

- Marañón, K. (2015). MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CABECERA PARROQUIAL DE LIMONCOCHA. Quito, Ecuador.
- Mora, C. (2016). DIAGNOSTICO DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CABECERA PARROQUIAL DE LIMONCOCHA, MEDIANTE MUESTREOS REALIZADOS EN LA POBLACIÓN (2015 - 2016). Quito, Ecuador.
- Navarro, R. (2008). *Manual para hacer composta Aeróbica*. El Salvador: CESTA Amigos de la Tierra.
- Neira, F., Suza, M., & Robles, K. (2013). Usos sostenibles de la biodiversidad en un área protegida de la Amazonía ecuatoriana (2006-2011). *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 338-357.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual del Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina. Santiago de Chile: FAO.
- Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (30 de Noviembre de 2012). NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-020-AMBT-2011, QUE ESTABLECE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTA A PARTIR DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, AGRÍCOLAS, PECUARIOS Y FORESTALES, ASÍ COMO LAS ESPECIFI. *GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL*. Mexico DF, Mexico.
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimentales . Uruguay: Oficina de Planeamiento y Presupuesto.
- Toro, S. (2016). DETERMINACION DE LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA DE LIMONCOCHA 2015-2016. Quito, Ecuador.
- Yugsi, L. (2011). *Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos. Guía de Campo para Capacitar a Capacitadores*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**