



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**GOBIERNO MUNICIPAL DE CAYAMBE**  
**PROCANOR -ICDF**



***EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS DE DESECHOS BIODEGRADABLES INOCULADOS CON TRES DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST. CAYAMBE-PICHINCHA***

Autor : Diego Gonzalo Quishpe Landeta

Director: Ing. Agr. Manuel B. Suquilanda V. M.Sc.





# INTRODUCCIÓN

En los últimos 25 años, la generación de basura por persona pasó de aproximadamente 470 a 650 (g/hab/día), siendo el 60% orgánica, que al no ser tratada en una forma adecuada genera problemas ambientales como la producción de lixiviados, gases y vectores de contaminación, siendo el **compostaje** una forma técnica de tratar dichos desechos.

## Datos importantes en el cantón Cayambe:

Año:	<b>2007</b>
Población urbana:	<b>38 000 hab</b>
Porcentaje crecimiento anual:	<b>3.6% (dato censo)</b>
PPC desechos asumida:	<b><u>0.86 kg/hab/día</u></b>

**ESTIMADO TOTAL DESECHOS = 32 680 kg/día**

### **Desechos generados en el camal municipal del Cantón :**

Contenido ruminal :	<b>22 000 kg/mes</b>
Sangre :	<b>7 100 litros/mes</b>
Estiércol :	<b>8 000 kg/mes</b>





# *OBJETIVOS*

## **General**

Evaluar tres mezclas biodegradables compuestas de desechos urbanos, sangre y contenido ruminal inoculadas con tres dosis de microorganismos efectivos para la elaboración de compost.



# Objetivos Específicos

- Determinar la eficiencia de las mezclas biodegradables con la inoculación de microorganismos, que permitan obtener un compost con riqueza nutritiva comercial.
- Establecer el efecto del mejor compost producido en el crecimiento inicial de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

# MATERIALES Y MÉTODOS

# CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

## Ubicación Geográfica del ensayo

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Cayambe
- Parroquia: Cangahua
- Altitud: 2470
- Longitud: 78°20' O
- Latitud: 00°03'00" N
- Topografía: Inclclinada







## Condiciones meteorológicas

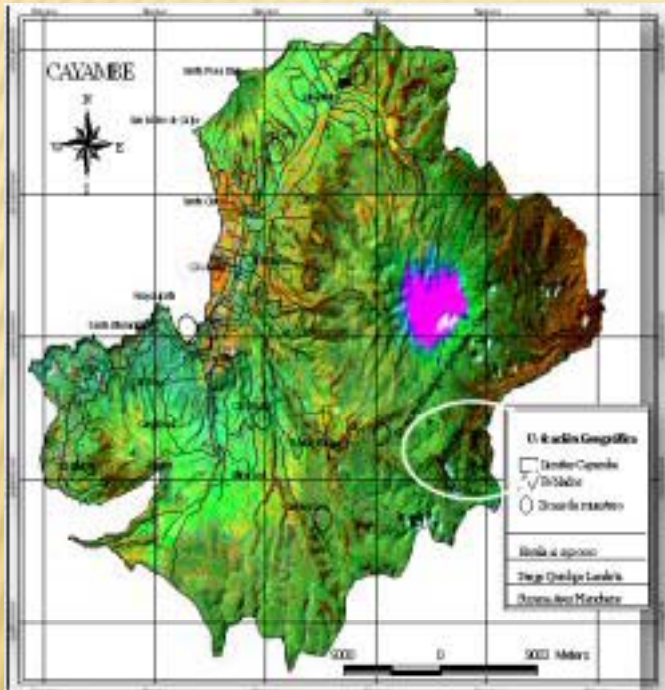
Precipitación:	568 mm/año
Temperatura promedio anual:	14°C
Heliofanía total anual:	2212.2
Humedad relativa promedio anual:	79.4%

## Clasificación Ecológica

El lugar donde se instaló el ensayo corresponde a la formación Ecológica Bosque Seco Montano Bajo (bs-Mb)



# UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE RECOLECCIÓN DE CEPAS NATIVAS DE MICROORGANISMOS



- **Cantón: Cayambe**
- **Reserva Ecológica Cayambe-Coca**
- **Sector: Yurapaccha-Oyacachi**
- **3430 m.s.n.m**
- **822319 E 9976366 N**
- **Bosque muy húmedo montano (bmh-M)**

# *MATERIALES*

## **Para el compostaje de residuos urbanos orgánicos y del camal:**

- Minitractor para los volteos
- Tanques de 1000 l para la recolección de sangre
- Contenido ruminal desecho del camal
- Sangre desecho del camal
- Desechos urbanos orgánicos
- Balanza
- Mangueras
- Mascarillas
- Overoles
- Botas plásticas
- Termómetro
- Flexómetro
- Regaderas
- Tanques plásticos de 200 litros
- Baldes de 20 litros

## **Materiales para la captura y activación de microorganismos nativos (M.N.) de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca**

- Tarrinas plásticas
- Arroz cocido
- Telas nylon
- Melaza
- Torta de soya
- Leche
- Yogurth
- Suero de queso





Av. 12 de Octubre y Patria  
E-MAIL: [diserlab@puce.edu.ec](mailto:diserlab@puce.edu.ec)  
RUC: 1790105601001  
Teléf: 2991727  
Fax: 2991645  
Quito - Ecuador

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA**  
**INFORME DEL ENSAYO**

N° 062-2006


NOMBRE DEL CLIENTE: Sr. Diego Quishpe  
TELÉFONO DEL CLIENTE: 2350-137  
CÉDULA DE IDENTIDAD DEL CLIENTE: 1714641345

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO: Recuento de microorganismos  
MÉTODO UTILIZADO: Recuento en placa  
TIPO DE MUESTRA: Acelerador de compostaje  
PROCEDENCIA: ~~Cayambe Reserva Ecológica Cayambe-Coca~~  
FECHA DE RECEPCIÓN: 23-10-06  
FECHA DEL REPORTE: 20-11-06

**MUESTRA # 1: ACELERADOR DE COMPOSTAJE**

**RESULTADOS DE LA MUESTRA # 1**

Recuento de Bacterias:  $88 \times 10^5$  UFC / mL de muestra analizada  
Recuento de Hongos:  $76 \times 10^5$  UFC / mL de muestra analizada  
Recuento de Levaduras:  $227 \times 10^4$  UFC / mL de muestra analizada  
Recuento de Actinomicetos: No se observa crecimiento de actinomicetos hasta los 30 días de incubación.  
Recuento de microorganismos proteolíticos:  $51 \times 10^1$  UFC / mL de muestra analizada  
Recuento de microorganismos celulolíticos:  $45 \times 10^1$  UFC / mL de muestra analizada  
Recuento de solubilizadores de fosfatos:  $93 \times 10^2$  UFC / mL de muestra analizada

  
Dr. Santiago Escalante V.  
DIRECTOR TÉCNICO

  
Lcda. Verónica Luna  
RESPONSABLE

Página 1 de 1

# FACTORES EN ESTUDIO

## Mezclas biodegradables

- **m1:** Contenido ruminal 10% (50 kg) + sangre 10% (50 kg) + residuos urbanos orgánicos 80 % ( 400 kg ).
- **m2:** Contenido ruminal 15% (75 kg) + sangre 15 % (75 kg) + residuos urbanos orgánicos 70 % ( 350 kg )
- **m3:** Contenido ruminal 20% (100 kg) + sangre 20% (100 kg) + residuos urbanos orgánicos 60 % ( 300 kg )

## Dosis de microorganismos efectivos (EM)

- d1:** 200 cc + melaza 200 cc/m<sup>3</sup> (dosis baja).
- d2:** 250 cc + melaza 250 cc/m<sup>3</sup> (dosis media)
- d3:** 300 cc + melaza 300 cc/m<sup>3</sup> (dosis alta)

## Adicionales

- TCC:** Testigo Centro de Compostaje Contenido ruminal: 15% (75 kg) + sangre 15 % (75 kg) + residuos urbanos orgánicos 70 % (350 kg ) + E.M. AGEARTH 250 cc
- TA:** Testigo Absoluto: Contenido ruminal 15% (75 kg) + sangre 15 % (75 kg) + residuos urbanos orgánicos 70 % (350 kg ).



# *UNIDAD EXPERIMENTAL*

Estuvo conformada por una compostera de 500 kg, con las siguientes dimensiones 1.5 m x 1.5 m x 0.80 m y un volumen aproximado de 1.80 m<sup>3</sup>. En total se obtuvo 44 unidades experimentales.

## **3.4.4 Dimensiones del Experimento**

Superficie total del experimento: 28.7 m x 30 m = 861 m<sup>2</sup>

Superficie neta del experimento: 1.5 m x 2.5 m x 44 = 165 m<sup>2</sup>



# *VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN*

## **Temperatura**

- Medición diaria 10:00 a.m.
- En el estrato superior, medio y bajo.

## **Determinación de pH**

Se tomó diez submuestras de compost hasta completar un kg de peso que se envió al SESA para su valoración.

## **Determinación del tiempo de descomposición**

Se llevó un registro desde el día de elaboración de las composteras, hasta el día que se obtuvo el compost, el mismo que debió presentar características como: color negro, olor a tierra de bosque y con temperatura estable (temperatura ambiental).

## **Grado de conversión**

Se determinó el peso de la pila al inicio del compostaje y al final del proceso, y se estableció el grado de conversión en cada una de las unidades experimentales.

# *VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN*

- **Determinación de materia orgánica**
- **Determinación del carbono**
- **Determinación de nitrógeno**
- **Relación carbono/nitrógeno**
- **Determinación del porcentaje fósforo**
- **Determinación del porcentaje potasio**





# Análisis económico

- Análisis de Relación beneficio/costo.
- Porcentaje de conversión por tratamiento.
- Costos fijos y variables para la elaboración 1 Tm de compost.

## Evaluación del compost en semilleros de lechuga (Lactuca sativa).

Los tres mejores tratamientos se evaluaron en semilleros de lechuga (Lactuca sativa variedad seis grandes lagos 659), en comparación con un testigo absoluto, donde se evaluó:

- Porcentaje de brotación
- Altura de las plántulas
- Peso de la masa radicular
- Materia seca



# *ANÁLISIS ESTADÍSTICO*

**Diseño experimental:** Diseño de Bloques Completos al Azar. (D.B.C.A) con un arreglo factorial  $3 \times 3 + 2$ .

**Número de repeticiones:** Cuatro

**Número de unidades experimentales:** 44

# ESQUEMA DEL ADEVA

Cuadro 1. Esquema del análisis de la varianza

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grado de Libertad</b>
Total	43
Tratamientos	10
Mezclas biodegradables (m)	2
m2 vs m1 m3	1
m1 vs m3	1
Dosis M.N. (D)	2
Lineal	1
Cuadrática	1
M x D	4
Factorial vs Testigos	1
T.E.M. vs T.A.	1
Repeticiones	3
Error experimental	30
<b>Coefficiente de Variación % Promedio</b>	



# *MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO*

## **Formación de las composteras**

- Se formaron las composteras después de la clasificación de los materiales orgánicos y se apiló con la minicargadora con una pendiente del 1%.
- Se incorporó el contenido ruminal en las cantidades planificadas en el experimento.

# *MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO*

- La sangre se añadió en forma fraccionada durante dos semanas, al momento de formar la compostera el 70%, a los siete días otro 30%
- Las composteras se formaron con un peso de 500 kg



## •Volteos

se realizaron cada ocho días con el minitractor.

## •Aplicación de Microorganismos M.E. Agearth

250 ml de E.M. en 20 litros de agua, al momento de formar las composteras y posteriormente cada ocho días con los respectivos volteos.

## •Microorganismos Efectivos Nativos M.N.

### **Protocolo para la colecta de microorganismos nativos**

Se realizó una colecta en la reserva ecológica Cayambe-Coca,

### **Activación de los microorganismos efectivos nativos M.N.**

### **Aplicación de Microorganismos Efectivos Nativos M.N.**

Los microorganismos nativos M.N. y la melaza, se aplicaron en las dosis planificadas en el experimento en 20 litros de agua al formar las composteras y se continuó con su aplicación cada ocho días en los respectivos volteos.

## •Riegos

Hasta aproximadamente el 60% de humedad por compostera



# *RESULTADOS Y DISCUSIÓN*



**Cuadro 2.** Análisis de la varianza para cuatro variables en la evaluación de tres mezclas biodegradables inoculadas con tres dosis de microorganismos para la elaboración de compost. Cayambe – Pichincha 2007.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		Temp	pH	Tiempo de des.	G. Conversión
TOTAL	43				
Tratamientos	10	0.179 ns	0.148 ns	<b>7.10 **</b>	<b>40.29 **</b>
Mezclas (m)	2	0.158 ns	<b>0.260 *</b>	<b>8.08 *</b>	<b>132.04 **</b>
m2vsm1m3	1	0.316 ns	0.228 ns	1.12 ns	<b>194.05 **</b>
m1vsm3	1	0.001 ns	0.293 ns	<b>15.04 **</b>	<b>70.04 **</b>
Dosis (d)	2	<b>0.446 *</b>	0.020 ns	<b>11.58 **</b>	<b>16.77 **</b>
Lineal	1	<b>0.881 *</b>	0.002 ns	<b>22.04 **</b>	<b>33.14 **</b>
Cuadrática	1	0.010 ns	0.039 ns	1.12 ns	0.40 ns
MxD	4	0.093 ns	<b>0.200 *</b>	1.92 ns	<b>23.65 **</b>
Fact. vs Adic.	1	0.172 ns	0.060 ns	22.00 **	<b>9.56 **</b>
Tcc vs Tabs	1	0.036 ns	0.061 ns	2.00 ns	1.12 ns
REPETICIONES.	3	7.202 **	0.263 *	10.39 **	1.50 ns
E. EXP.	30	0.122	0.074	1.60	1.45
	<b>Promedio=</b>	<b>31.97 ° C</b>	<b>8.79</b>	<b>82.75 días</b>	<b>46.29 %</b>
	<b>CV %=</b>	<b>1.09</b>	<b>3.09</b>	<b>1.53</b>	<b>2.60</b>



**Gráfico 1.** Comportamiento de la temperatura en la fase inicial del proceso de compostaje. Hómez 2006.



**Cuadro 3.** Porcentaje de nutrientes de los tratamientos en estudio, para la elaboración de compost. Cayambe – Pichincha 2007.

TRATAMIENTO	PORCENTAJE					
	MO %	N %	C%	C/N	P2O5 %	k2O %
m1d1	18.80	0.42	10.90	25.96	0.97	0.89
m1d2	18.70	0.56	10.85	19.37	0.95	1.12
m1d3	19.00	0.61	11.02	18.07	1.12	0.77
m2d1	19.50	0.63	11.31	17.95	<b>1.20</b>	1.24
m2d2	19.17	0.60	11.12	18.53	0.87	0.95
m2d3	21.95	0.69	12.73	18.45	1.07	1.14
m3d1	<b>22.69</b>	<b>0.74</b>	<b>13.16</b>	<b>17.79</b>	1.03	<b>1.29</b>
m3d2	18.87	0.55	10.95	19.90	0.87	1.1
m3d3	17.69	0.52	10.26	19.73	0.85	1.19
TCC	17.15	0.44	9.95	22.61	0.61	0.99
TA	20.53	0.65	11.91	18.32	0.75	0.79

**Cuadro 4.** Relación Beneficio/Costo para obtener una tonelada métrica de compost en la evaluación de tres mezclas biodegradables inoculadas con tres dosis de microorganismos para la elaboración de compost. Cayambe – Pichincha 2007.

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN (kg)	BENEFICIO BRUTO (USD)	COSTO TOTAL (USD)	B/C (USD)
m1d1	1000	80.00	56.98	1.40
m1d2	1000	80.00	58.46	1.37
m1d3	1000	80.00	58.04	1.39
m2d1	1000	80.00	55.00	1.46
m2d2	1000	80.00	56.05	1.43
m2d3	1000	80.00	58.66	1.36
<b>m3d1</b>	<b>1000</b>	<b>80.00</b>	<b>54.10</b>	<b>1.48</b>
m3d2	1000	80.00	58.67	1.36
m3d3	1000	80.00	59.50	1.34
<b>TCC</b>	<b>1000</b>	<b>40.00</b>	<b>61.78</b>	<b>0.65</b>
TA	1000	40.00	53.15	0.75

**CUADRO 5 .-** Variables de la prueba de eficacia en Lechuga (*Lactuca sativa* var. Grandes lagos 659). Cayambe – Ecuador. 2007.

Tratamiento	Sustrato	Brotación %	Peso radicular		Peso follaje		Altura Cm
			MV g	MS g	MV g	MS g	
t4 (m2d1)	100% compost	69.04	2.00	0.41	12.10	0.89	9.05
	50% compost + 50 % tierra negra	71.43	1.71	0.50	11.50	1.30	9.20
	40% compost + 40% tierra negra + 20% cascajo	59.52	2.20	0.31	10.52	0.81	7.65
t6 (m2d3)	100% compost	52.38	0.89	0.20	7.20	0.50	8.40
	50% compost + 50 % tierra negra	69.04	1.21	0.29	10.90	0.90	8.50
	40% compost + 40% tierra negra + 20% cascajo	54.76	1.70	0.38	9.49	0.62	6.75
t7 (m3d1)	100% compost	59.52	1.90	0.42	9.00	0.69	7.60
	50% compost + 50 % tierra negra	76.19	1.80	0.41	9.39	1.90	6.50
	40% compost + 40% tierra negra + 20% cascajo	85.71	1.00	0.20	5.80	0.40	6.10
t abs (tierra)	100 % tierra	45.24	1.50	0.40	7.70	0.59	8.25





# CONCLUSIONES

1. La mezcla biodegradable que alcanzó las mejores características comerciales durante el proceso de compostaje correspondió a **m3d1** (Contenido ruminal 20% + sangre 20 % + residuos urbanos orgánicos 60% + 200 cc de Microorganismos Nativos + 200 cc de melaza, diluidos en 20 litros de agua/m<sup>3</sup> de residuos).



2. El mejor efecto en semillero presentó el tratamiento **m3d1** (Contenido ruminal 15% + sangre 15 % + residuos urbanos orgánicos 70% + 200 cc M.N. + 200 cc de melaza, diluidos en 20 litros de agua/m<sup>3</sup> de desechos orgánicos) en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa var. Great Lakes 654) fue: peso radicular fresco y seco 2.20 y 0.50 g respectivamente, peso del follaje fresco 12.10 g y altura de plántula 9.20 cm.
  
3. Desde el punto de vista económico, el tratamiento con mayor rentabilidad fue el **m3d1** con una relación beneficio/costo de 1.48 USD, es decir que por cada dólar de inversión se obtuvo una ganancia de 0.48 USD; el testigo del Centro de Compostaje presentó la menor relación beneficio/costo con 0.65 USD.



# RECOMENDACIONES

- Implementar el tratamiento **m3d1** ((Contenido ruminal 20% + sangre 20 % + residuos urbanos orgánicos 60% + 200 cc de Microorganismos Nativos + 200 cc de melaza, diluidos en 20 litros de agua por cada metro cúbico de desechos orgánicos a compostarse) porque presentó las mejores características nutritivas.
- Utilizar el compost a base del tratamiento **m3d1** en semilleros de lechuga (*Lactuca sativa* var. Great Lakes 659).
- Voltear y reinocular con la dosis **d1** 200 cc cada ocho días el material a compostar ya que es la forma mas eficiente de tener un proceso controlado de compostaje de desechos y permite obtener un abono de calidad nutricional comercial.