

# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



## TESIS

EVALUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS GENERADOS POR  
LOS CRIADEROS PORCINOS Y SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA  
EN EL SECTOR EL CASCAJO – CHANCAY, 2013

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR:**

**MORALES CÁCERES, Jhonatan Rody**

**ASESOR:**

**Mg. LUIS ALBERTO MENDOZA LUJAN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Ingeniería de Procesos Industriales

**LIMA – PERÚ**

**2013- II**

## **DEDICATORIA**

A Dios por regalarme la vida y darme la fortaleza y perseverancia, que me permitió realizar este trabajo de investigación que beneficiará a las futuras generaciones.

A mis padres por su apoyo permanente y desinteresado.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y fortaleza.

A mi familia por su apoyo, comprensión y paciencia; así como también a mi asesor Mg. Luis Alberto Mendoza Luján, por su orientación y colaboración en el proceso de desarrollo de esta investigación.

# ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA -----	ii
AGRADECIMIENTO-----	iii
ÍNDICE -----	iv
RESUMEN -----	viii
ABSTRACT -----	ix
INTRODUCCIÓN -----	x
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN -----	1
1.1 Planteamiento del problema-----	2
1.2 Formulación del Problema -----	4
1.2.1 Problema General-----	4
1.2.2 Problemas Específicos-----	4
1.3 Justificación -----	4
1.4 Antecedentes -----	5
1.5 Objetivos -----	10
1.5.1 Objetivo general -----	10
1.5.2 Objetivos Específicos -----	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO -----	11
2.1 Generalidades -----	12
2.1.1 Efectos sobre el ambiente-----	12
2.1.2 Substratos para la producción de biogás-----	13
2.1.3 Composición y propiedades del biogás-----	15
2.2 Etapas del proceso biológico-----	16
2.2.1 Hidrólisis y Acidogénesis-----	16
2.2.2 Acetogénesis y Homoacetogénesis-----	17
2.2.3 Metanogénesis-----	18
2.3 Ecología microbiana-----	18
2.3.1 Cinética de la Metanogénesis-----	19

2.4 Influencia de la temperatura y el ph -----	23
2.4.1 La Temperatura-----	23
2.4.2 El Ph -----	24
2.5 Antecedentes -----	25
2.6 Los substratos potenciales para la generación de biogás del Cascajo - Chancay -----	29
2.7 Ganado Porcino-----	29
2.8 Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y la gestión de los residuos sólidos	30
2.8.1 Los residuos Sólidos -----	30
2.8.2 Clasificación-----	31
2.8.3 Importancia del manejo integral de los residuos sólidos-----	31
2.8.4 Residuos Porcinos-----	32
2.9 Caracterización del distrito de Chancay -----	33
2.10 Efectos y causas de la ausencia de tratamiento y transformación de residuos generados por los criaderos porcinos en la industria.-----	34
2.11 Objetivos de la implementación de un tratamiento de residuos generados por los criaderos porcinos -----	36
2.11.1 Tratamiento de residuos sólidos -----	36
2.11.2 Beneficios de la implementación de un tratamiento-----	37
2.12 Marco Conceptual-----	40
2.12.1 Biodegradable. -----	40
2.12.2 Contaminación -----	40
2.12.3 Degradable-----	40
2.12.4 Fangos -----	40
2.12.5 Fertilidad de Suelo -----	40
2.12.6 Tratamiento de residuos -----	41
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO -----	42
3.1 Hipótesis -----	43
3.1.1 Hipótesis general-----	43
3.1.2 Hipótesis específicas-----	43
3.2 Variables -----	43
3.2.1 Definición conceptual-----	43
3.2.2 Definición Operacional-----	43

3.2.3 Operacionalización de las variables -----	44
3.2.4 Indicadores -----	45
3.3 Metodología -----	47
3.3.1 Tipo de estudio -----	47
3.3.2 Diseño de estudio -----	47
3.4 Población, Muestra y Muestreo -----	47
3.4.1 Población -----	47
3.4.2 Muestra -----	47
3.4.2 Muestreo -----	47
3.5 Método de la investigación -----	47
3.6 Técnicas y procedimientos de recolección de datos -----	47
3.7 Materiales empleados -----	48
3.8 El trabajo de campo -----	48
3.9 El ensayo de laboratorio -----	49
3.9.1 Biodigestores de Carga Fija -----	50
3.9.2 Biodigestores de Carga Semicontinua -----	50
3.9.3 Cálculo del Porcentaje de Materia Orgánica -----	51
3.10 Método de análisis de datos -----	53
CAPÍTULO IV -----	54
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN -----	54
4.1. Descripción de resultados -----	55
4.1.1 Biodigestores de carga fija -----	55
4.1.1.1 Resultados del primer ensayo -----	55
4.1.1.2 Resultados del segundo ensayo -----	55
4.1.1.3 Resultados del Tercer Ensayo -----	56
4.1.1.4 Resultados del Cuarto Ensayo -----	58
4.1.2. Resultados Obtenidos con el Estiércol de Porcino -----	59
4.1.3 Resultados Globales Obtenidos en los Biodigestores de Carga Fija ---	62
4.1.4 Biodigestores de carga semicontinua -----	62
4.1.5 El ph y temperatura en los biodigestores de carga semicontinua -----	63
4.1.6 Resultados Obtenidos con el Estiércol de Porcino -----	64
4.2 Resultados globales obtenidos de los biodigestores de carga semicontinua-	67

4.2.1 Comparación entre los biodigestores de carga fija y carga semicontinua 68

CONCLUSIONES-----	69
SUGERENCIAS-----	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	77
ANEXOS-----	79
I. ANEXOS -----	80

## RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en la implementación de biodigestores experimentales de 2 tipos: carga fija y carga semicontinua con volumen de 1L, utilizando como sustrato estiércol de ganado ovino, vacuno, porcino y sus combinaciones, procedentes de los corrales de crianza de la UNALM, y como inóculo el biol de un biodigestor en funcionamiento (Fundo Casablanca, Lurín); el diseño estadístico empleado para ambas clases de biodigestores fue de tipo DCA con 7 tratamientos y 3 repeticiones por cada uno.

La cuantificación del biogás producido se hizo por la medida diaria del agua desplazada en probetas graduadas. El tiempo de duración del ensayo con biodigestores de carga fija fue de 37 días y el ensayo con biodigestores de carga semicontinua fue de 53 días.

Los resultados obtenidos en los de carga fija fueron: 452 ml de biogás del estiércol de Ovino, 253 ml del Vacuno, 385 ml del de Porcino, 245 ml de la mezcla de Ovino y Vacuno, 240 ml de la mezcla de Ovino y Porcino, 305 ml de la mezcla de Vacuno y Porcino; y 267 ml de la mezcla de los tres tipos de estiércol. El sustrato con mayor producción y mejor rendimiento fue el que empleo estiércol de Ovino con 1.47 ml biogás/g/día mientras que el sustrato con menor rendimiento fue el que empleó la mezcla de los tres tipos de estiércoles con 0.65 ml biogás/g/día.

Los resultados obtenidos en los de carga semicontinua fueron: 677 ml de biogás del estiércol de Ovino, 823 ml del Vacuno, 597 ml del de Porcino, 746 ml de la mezcla de Ovino y Vacuno, 312 ml de la mezcla de Ovino y Porcino, 339 ml de la mezcla de Vacuno y Porcino; y 300 ml de la mezcla de los tres tipos de estiércol. El sustrato con mayor producción fue el que empleó estiércol de Vacuno mientras que el sustrato con mayor rendimiento fue el que empleó estiércol de Ovino con 0.18 ml biogás/g/día.



## ABSTRACT

The research was the implementation of experimental biodigester 2 types: fixed and semi- load cargo volume of 1L, using as substrate manure of sheep, cattle, pigs and combinations thereof, from rearing pens UNALM, and as a biol inoculum digester operation (Fundo Casablanca, Lurin), the statistical design used for both types of digesters was DCA type with 7 treatments and 3 replicates each.

Quantification of biogas produced was measured by daily water displaced in graduated cylinders. The duration of the test digesters fixed load was 37 days and the test load semi continuous digesters was 53 days.

The results of the load they fixed were: 452 ml of biogas manure Sheep, 253 ml of Beef, 385 ml of Pigs, 245 ml of the mixture of Sheep and Beef, 240 ml of the mixture of Sheep and Pigs , 305 ml of mixed beef and pork , and 267 ml of the mixture of the three types of manure . The substrate with higher output and improved performance was the use dung biogas Sheep with 1.47 ml / g / day while the lower substrate used results was that the mixture of the three types of manures with biogas 0.65 ml / g / day.

The results obtained in the semi continuous load were: 677 ml of biogas manure Sheep, Cattle 823 ml, 597 ml of Pigs, 746 ml of the mixture of Sheep and Beef, 312 ml of the mixture of Sheep and Pigs, 339 ml of mixed beef and pork, and 300 ml of the mixture of the three types of estiérpol. The substrate with the highest production was the Cow manure used as the substrate with higher performance was the Ovine manure used in biogas 0.18 ml / g / day.