



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES:** CRISTIAN LEONARDO CADENA CASANOVA

**FACULTAD:** DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS:** DE INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA

**DIRECTOR:** AZULA SANGUINO QUINTERO

**TITULO DE TESIS:** DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES EN UNA ZONA PILOTO DE LA CIUDAD DE CUCUTA, CONSTITUIDA POR LOS BARRIOS: CEIBA II, GUAIMARAL, LIBERTADORES, QUINTA BOSCH Y EL COLSAG A TRAVÉS DEL COMPOSTAJE OPTIMIZADO MEDIANTE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS

### RESUMEN

En este trabajo se propone a realizar el compostaje de los residuos vegetales generados en una zona piloto del municipio, mediante la investigación y evaluación de la biodegradación de dichos residuos por medio de alternativas biotecnológicas como la bioaumentación e inoculación de los hongos *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, se seleccionaron gracias a sus características especiales como hongos celulolíticos, reconocidos en la biodegradación de la celulosa principal constituyente de la pared celular de los vegetales.

### CARACTERÍSTICAS

**PAGINAS** 83      **PLANOS** \_\_\_\_\_      **ILUSTRACIONES** \_\_\_\_\_      **CD – ROM** 1

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS  
VEGETALES EN UNA ZONA PILOTO DE LA CIUDAD DE CUCUTA,  
CONSTITUIDA POR LOS BARRIOS: CEIBA II, GUAIMARAL,  
LIBERTADORES, QUINTA BOSCH Y EL COLSAG A TRAVÉS DEL  
COMPOSTAJE OPTIMIZADO MEDIANTE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS**

**CRISTIAN LEONARDO CADENA CASANOVA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2004**

**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS  
VEGETALES EN UNA ZONA PILOTO DE LA CIUDAD DE CUCUTA,  
CONSTITUIDA POR LOS BARRIOS: CEIBA II, GUAIMARAL,  
LIBERTADORES, QUINTA BOSCH Y EL COLSAG A TRAVÉS DEL  
COMPOSTAJE OPTIMIZADO MEDIANTE TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS**

**CRISTIAN LEONARDO CADENA CASANOVA**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de  
Producción Biotecnológica**

**Director  
AZULA SANGUINO QUINTERO  
Microbióloga De Alimentos**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2004**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
-Ingeniería de Producción Biotecnológica-

**ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** DICIEMBRE 3 DE 2004

**HORA:** 16:00

**LUGAR:** SALA 4 CREAD

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA

**TITULO DE LA TESIS:** DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA BIODEGRADACION DE LOS RESIDUOS VEGETALES EN UNA ZONA PILOTO DE LA CIUDAD DE CUCUTA, CONSTITUIDA POR LOS BARRIOS: CEIBA II, GUIMARAL, LIBERTADORES, QUINTA BOSCH Y EL COLSAG A TRAVES DEL COMPOSTAJE OPTIMIZADO MEDIANTE TECNICAS BIOTECNOLOGICAS

**JURADOS:** SANDRA MILENA GOMEZ PAÑARANDA  
ROSALBA ROZO DE ACOSTA  
ANA MILENA GOMEZ SOTO

**DIRECTOR:** AZULA SANGUINO QUINTERO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
CRISTIAN LEONARDO CADENA CASANOVA	610044	3.8

**OBSERVACIONES:**  
CALIFICACION APROBADA

**FIRMA DE LOS JURADOS:**

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

A ese ser que me lleva solo a una cosa abrir mi corazón para que entre en mí y poder ser feliz con la gracia de su amor y compañía de la Virgen María alcance estar siempre junto a el mi señor.

A mis padres los cuales hicieron posible la realización de este sueño, para ellos todo mi amor.

***CRISTIAN LEONARDO***

## **AGRADECIMIENTOS**

El Autor expresa sus agradecimientos a:

A la empresa Exporganic's por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto.

De manera muy especial para mi gran amiga Yuli Andrea Rodriguez Quiñones y a todas aquellas personas que de forma directa e indirectamente durante el transcurso de mi vida me han ayudado a salir adelante solo me queda decirles muchas gracias.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	18
1. PROBLEMA	20
1.1 TITULO	20
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA	21
1.4 JUSTIFICACION	21
1.5 OBJETIVOS	23
1.5.1 Objetivo General	23
1.5.2 Objetivos específicos	23
2. MARCO REFERENCIAL	24
2.1 ANTECEDENTES	24
2.1.1. Antecedentes Bibliográficos.	24
2.2 MARCO CONTEXTUAL	25

2.3 MARCO TEORICO	25
2.3.1 Importancia de los hongos en los procesos biológicos	25
2.3.2 Características generales de Trichoderma sp.	26
2.3.3 Trichoderma viride y T. Harzianum en procesos de biodegradación de la materia orgánica.	29
2.3.4 Proceso biotecnológico (Compostaje)	33
2.3.5 Biorremediación	35
2.3.6 Bioaumentación	37
2.3.7 Microbiología del suelo	37
2.3.8 Introducción a la bioquímica ambiental y ciclos biogeoquímicos	37
2.3.9 Características de los constituyentes del medio de cultivo sólido	39
2.3.10 Fermentación discontinua	40
2.3.11 Diseño de Biorreactores	40
2.3.12 Selección del microorganismo	42
2.4 MARCO LEGAL	43
3. METODOLOGÍA	44



3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.2 POBLACION Y MUESTRA	44
3.2.1 Población	44
3.2.2 Muestra	44
3.3 TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACION	44
3.4 INSTRUMENTOS	45
3.4.1 Equipos	45
3.4.2 Materiales	45
3.4.3 Reactivos	46
3.5 HIPOTESIS	47
3.6 FASES DE LA INVESTIGACION	47
4. DISEÑO EXPERIMENTAL	49
4.1 RECOLECCION, CLASIFICACION, TRITURACIÓN Y MUESTREO DEL MATERIAL VEGETAL – PLANTA PILOTO	49
4.1.1 Evaluación y cuantificación de la cantidad de residuos generados en la zona objeto de estudio	49
4.1.2 Recolección de la muestra	49

4.1.3 Clasificación de los residuos recolectados	49
4.1.4 Trituración de residuos vegetales	50
4.1.5 Obtención de la muestra necesaria para los análisis de laboratorio – Cuarteo	50
4.1.6 Análisis físicos- químicos y microbiológicos iniciales	51
4.2 ESCALAMIENTO EN LABORATORIO - TRICHODERMA HARZIANUM Y TRICHODERMA VIRIDE	52
4.2.1 Selección del microorganismo	53
4.2.2 Obtención de las cepas	53
4.2.3 Activación de Trichoderma harzianum y Trichoderma viride	53
4.2.4 Crecimiento, mantenimiento y conservación de los hongos	53
4.2.5 Medio de cultivo	54
4.3 ESCALAMIENTO EN BIORREACTORES	56
4.3.1 Parámetros utilizados en la fermentación en biorreactores	56
4.3.2 Diseño de fermentadores	56
4.3.3 Cálculo de volumen de aire inyectado al medio	57
4.3.4 Preparación del fermentador	59

4.3.5 Inoculación de los fermentadores	59
4.3.6 Prueba confirmativa de biodegradación de la celulosa	62
4.4 MONTAJE DE BIOPILAS DE COMPOSTACION EN CAMPO	63
4.4.1. Diseño de las biopilas	63
4.4.2 Acondicionamiento del material a compostar	63
4.4.3 Inoculación de las biopilas, con el bioaumentado obtenido por fermentación en batch	65
4.4.4 Monitoreo de biopilas	67
4.4.5 Tamizado del abono orgánico obtenido	69
4.4.6 Análisis realizados al compost obtenido (Físicos – químicos y microbiológicos)	69
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	72
5.1 CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS – BIOAUMENTACION	72
5.1.1 Primera inoculación	72
5.1.2 Segunda inoculación	72
5.2 MONITOREO DE BIOPILAS	73
5.3 MONITOREO DE BIOPILAS	74

5.4 CUADROS COMPARATIVOS – RESULTADOS FISICO QUIMICOS DEL COMPOST	75
6. CONCLUSIONES	78
7. RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFIA	83