

**EVOLUCIÓN DEL PROCESO DE  
COMPOSTAJE DE LODOS**

**TEXTILES**

**Engenharia Biologica e Alimentar**

**TRABAJO FIN DE CURSO**

**Autor: Javier Llorente Rubio**

**Orientador: Filipe Alberto Marques da Silva Carreiro**

**CASTELO BRANCO**

**2008**

“Las doctrinas expresadas en este trabajo son de entera responsabilidad de su autor”

# Índice

Índice general.....	1
Índice de figuras.....	3
Índice de tablas.....	5
Leyenda de abreviaturas.....	7
<b>Resumen.....</b>	<b>9</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>10</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Parte I – Revisión bibliográfica.....</b>	<b>3</b>
1. Fundamentos del proceso de compostaje.....	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Definición.....	6
1.3. Proceso de compostaje.....	8
1.4. Factores que afectan al proceso.....	9
1.4.1. Factores que dependen del material.....	9
1.4.1.1. Características físicas.....	9
1.4.1.2. Características químicas.....	10
1.4.2. Factores relacionados con el proceso.....	11
1.5. Sistemas de compostaje.....	14
2. Factores limitantes de la utilización del compost. Riesgos.....	18
3. Biología y bioquímica del proceso.....	20
3.1. Microorganismos.....	22
3.2. Cambios bioquímicos.....	23

<b>Parte II – Parte experimental.....</b>	<b>25</b>
1. Evaluación de la estabilidad para la utilización del producto final	25
1.1. Parámetros físicos.....	26
1.2. Parámetros químicos.....	27
1.3. Parámetros biológicos.....	27
2. Metodología analítica.....	30
3. Metodología del proceso.....	36
3.1. Selección del local.....	36
3.2. Equipamiento utilizado.....	37
3.3. Materiales utilizados.....	39
3.4. Diseño del ensayo.....	43
4. Resultados.....	45
4.1. Experiencia 1:2.....	45
4.2. Experiencia 1:1.....	56
4.3. Experiencia 2:1.....	66
5. Conclusiones finales.....	71
6. Referencias bibliográficas.....	74
<b>Parte III – Anexos.....</b>	<b>76</b>
Anexo I. Relación de temperaturas.....	77
Anexo II. Legislación Portuguesa sobre los lodos.....	86
Anexo III. Requerimiento para su utilización.....	117
Anexo IV. Resultados de todos los análisis realizados (tablas).....	122

# Índice de figuras

<b>Figura 1</b> – Compost en plena fase mesófila.....	13
<b>Figura 2</b> – Evolución de la temperatura durante el compostaje. Imagen tomada del manual para horticultura ecológica. Mariano Bueno....	14
<b>Figura 3</b> – Ejemplo de una pila dinámica en sistema abierto.....	15
<b>Figura 4</b> – Ejemplo de una pila estática en sistema abierto.....	16
<b>Figura 5</b> – Ejemplo de reactores para sistemas cerrados.....	17
<b>Figura 6</b> – Aparición de los hongos los hongos.....	21
<b>Figura 7</b> – Conductímetro.....	32
<b>Figura 8</b> – Aparato para la determinación del nitrógeno por el método Kjeldahl.....	33
<b>Figura 9</b> – Composición física del ensayo.....	36
<b>Figura 10</b> – Contenedor utilizado.....	37
<b>Figura 11</b> – Medidor móvil con sonda de T <sup>a</sup> .....	37
<b>Figura 12</b> – Sonda de T <sup>a</sup> del contenedor (PT100).....	37
<b>Figura 13</b> – Inyección de aire.....	37
<b>Figura 14</b> – Compresor para ventilación.....	38
<b>Figura 15</b> – Panel de control.....	38
<b>Figura 16</b> – Hormigonera utilizada para la mezcla.....	38
<b>Figura 17</b> – Paja utilizada.....	42
<b>Figura 18</b> – Astilla utilizada.....	42
<b>Figura 19</b> – Lodos utilizados.....	43
<b>Figura 20</b> – Diseño de las experiencias .....	44
<b>Figura 21</b> – Evolución de T <sup>a</sup> para 1:2 ventilados.....	50
<b>Figura 22</b> – Evolución de T <sup>a</sup> para 1:2 no ventilados.....	55

<b>Figura 23</b> – Evolución de $T^a$ para 1:1 ventilados.....	60
<b>Figura 24</b> – Evolución de $T^a$ para 1:1 no ventilados.....	65
<b>Figura 25</b> – Evolución de $T^a$ para 2:1 ventilados.....	70

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> – Clasificación de la fitotoxicidad a partir del % de germinación.....	28
<b>Tabla 2</b> – Métodos analíticos utilizados en la caracterización físico-química.....	31
<b>Tabla 3</b> – Composición de la célula vegetal y análisis que determina cada fracción.....	35
<b>Tabla 4</b> – Características de la paja.....	40
<b>Tabla 5</b> – Características de la astilla.....	41
<b>Tabla 6</b> – Características de los lodos.....	42
<b>Tabla 7</b> – Características físico-químicas de la experiencia 1:2 con ventilación.....	45
<b>Tabla 8</b> – Relación de micronutrientes, metales pesados y fósforo para la experiencia 1:2 con ventilación.....	47
<b>Tabla 9</b> – Relación de macronutrientes para 1:2 con ventilación.....	49
<b>Tabla 10</b> – Características físico-químicas de la experiencia 1:2 sin ventilación.....	51
<b>Tabla 11</b> – Relación de metales pesados, micronutrientes y fósforo para la experiencia 1:2 sin ventilación.....	53
<b>Tabla 12</b> – Relación de macronutrientes para 1:2 sin ventilación.....	54
<b>Tabla 13</b> – Características físico-químicas de la experiencia 1:1 con ventilación.....	56
<b>Tabla 14</b> – Relación de metales pesados, micronutrientes y fósforo para la experiencia 1:1 con ventilación.....	58
<b>Tabla 15</b> – Relación de macronutrientes para 1:1 con ventilación.....	59
<b>Tabla 16</b> – Características físico-químicas de la experiencia 1:1 sin ventilación.....	61
<b>Tabla 17</b> – Relación de metales pesados, micronutrientes y fósforo para la experiencia 1:1 sin ventilación.....	63

<b>Tabla 18</b> – Relación de macronutrientes para 1:1 sin ventilación.....	64
<b>Tabla 19</b> – Características físico-químicas de la experiencia 2:1 con ventilación.....	66
<b>Tabla 20</b> – Relación de metales pesados, micronutrientes y fósforo para la experiencia 2:1 con ventilación.....	68
<b>Tabla 21</b> – Relación de macronutrientes para 2:1 con ventilación.....	69

## **Leyenda de abreviaturas**

**C** – Carbono

**C.E** - Conductividad eléctrica

**Ca** – Calcio

**Cd** – Cadmio

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de carbono

**Cr** – Cromo

**Cu** – Cobre

**Fe** – Hierro

**H<sub>2</sub>O** – Agua

**K** – Potasio

**M.O** – Materia orgánica

**M.S** – Materia seca

**Hemicel** – hemicelulosa

**Cel** – Celulosa

**Lign** - Lignina

**Mg** – Magnesio

**Mn** – Manganeso

**N** – Nitrógeno

**Na** – Sodio

**Ni** – Níquel

**N<sub>t</sub>** – Nitrógeno total

**O<sub>2</sub>** – Oxígeno

**P** – Fósforo

**Pb** – Plomo

**Zn** - Zinc

**NH<sub>3</sub>** - Amoniaco

**T<sup>a</sup>** – Temperatura

**°C** – Grados Celsius

**H** – Humedad

**n.d.** – No detectado

**DL** – Decreto lei

**NP** – Norma portuguesa

**VMA** – Valor máximo admisible

**VMR** – Valor máximo recomendable

**CaCO<sub>3</sub>** – Carbonato de cálcio

**CH<sub>4</sub>** – Metano

**CuSO<sub>4</sub>** – Sulfato de cobre

**FeSO<sub>4</sub>** – Sulfato de hierro

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – Ácido sulfúrico

**HCl** – Ácido clorhídrico

**H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>** – Ácido bórico

**HNO<sub>3</sub>** – Ácido nítrico

**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – Sulfato de potasio

**NaOH** – Hidróxido de sodio

**NH<sub>3</sub>** – Amoníaco

**N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** – Nitrógeno nítrico

**N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** – Nitrógeno amoniacal

**C/N** – relación carbono nitrógeno

**NDF** – Neutral Detergent Fiver

**ADF** – Acid detergent Fiver

**ADL** – Acid Detergent Fiver

## RESUMEN

### *PROCESO DE COMPOSTAJE DE LODOS RESIDUALES*

El problema de las lamas residuales está adquiriendo un interés cada vez mayor, no sólo porque las cantidades producidas son cada vez más elevadas, sino porque su composición día a día se torna mucho más compleja y más difícil de tratar.

Con este trabajo se pretende estudiar la viabilidad de aplicar el proceso de compostaje como medio de tratamiento y valorización de las lamas resultantes del sistema de tratamiento de efluentes de la Empresa Sociedade Têxtil Manuel Rodrigues Tavares Lda., conjuntamente con otros residuos que se creyeron convenientes para así obtener un sustrato adecuado para el desarrollo del proceso biológico.

Se ha pretendido desarrollar a escala de demostración, a través de la instalación de una unidad piloto de compostaje, los procedimientos de posible utilización, a modo de optimizar los parámetros que influencia el proceso; normalmente, el tipo de ventilación y el tipo de residuos a seleccionar de forma a mejorar el proceso todo lo posible.

La calidad del compuesto se determinó a través de las características físicas, químicas y biológicas. El compuesto final debiera tener un color castaño, con un olor muy similar al de la tierra húmeda, libre de materiales por compostar y exento de olores desagradables.

El residuo que estamos utilizando presenta baja alteración en casi todos los análisis realizados. De todos modos el proceso aún no ha llegado a su fin, ya intentando compostar desde primeros de marzo, y con posibilidad de que se pueda tener un producto compostado en un tiempo cercano.

En este trabajo se va a evaluar el proceso de todo el estudio, anteriormente comentado y realizado, hasta la fecha, ante la imposibilidad de poder evaluar el producto final por razones de tiempo.

## **ABSTRACT**

### ***Sludge composting from a raw wool washing waste water treatment unit***

The problem of sewage sludge waste is becoming an increasing interest not only because the quantities produced are increasingly high, but because its composition every day becomes much more complex and harder to treat.

With this work we intend to study the feasibility of sludge composting as a process of treatment and recovery of the sludge from the waste water treatment plant on the Sociedade Têxtil Manuel Rodrigues Tavares Company through different mixtures with straw as a carbon source, we expect to verify composting feasibility for waste water sludge treatment with other wastes that are believed suitable for and obtain a suitable substrate for the development of biological process.

It has sought to develop scale demonstration, through the installation of a pilot composting unit, the procedures for possible use, to how to optimise the parameters that influence the process, normally the type of ventilation and type of waste chosen in such a way to improve the process as much as possible.

The quality of the compound was determined through the physical, chemical and biological weapons. The compound should have a final brown, with a smell very similar to moist soil, free materials for composting and free from unpleasant odors.

The residue shows that we are using low alteration in almost all analyses performed. Anyway the process has not yet come to an end, and composting trying since early March, and with the possibility that they may have a product composted at a time close.

This study will evaluate the process throughout the study, commented previously made and, to date, given the impossibility of being able to assess the final product for reasons of time.