



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“PRODUCCIÓN DE COMPOST CON DIFERENTES  
CONCENTRACIONES DE CABELLO HUMANO Y SU EFECTO EN  
EL CULTIVO DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*), 2016”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Ana Gisela Rivera Guizado

**ASESOR:**

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y gestión de los residuos

**LIMA – PERÚ**

**2016 - II**

**PÁGINA DEL JURADO:**

.....  
Dr. Elmer Benites Alfaro  
Presidente

.....  
Mgr. Rita Cabello Torres  
Secretario

.....  
Dr. Carlos Cabrera Carranza  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, hermanos y mis sobrinos quienes me han brindado mucho amor y cariño, han compartido momentos de mucha felicidad y tristeza, siempre brindándome sus consejos y enseñanzas para poder caminar entre tantos obstáculos que se presentaron durante mi trayectoria académica y personal, asimismo para ser una persona capaz de lograr los objetivos planteados confiando en mis capacidades y en especial en Dios.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis agradezco a Dios por haberme guiado y bendecido para llegar hasta donde he llegado.

A mi centro de estudio la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de realizarme como profesional.

Agradecer a mis profesores y asesores de toda la carrera profesional por aportar con granitos de arena en mi formación.

Un agradecimiento muy especial a mis padres, Mario Rivera Quispe y Nelly Guizado Ludeña, por el apoyo económico, moral y por la oportunidad de poder ser un profesional.

Así mismo agradecer a mis colegas y amigos, por su amistad condicional, ánimos, consejos, apoyo y compañía en los momentos más difíciles de esta carrera. Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Ana Gisela Rivera Guizado con DNI N° 72443812, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, me presento con la tesis titulada “Producción de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y su efecto en el cultivo de albahaca (*Ocimum Basilicum L*)” declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 de Diciembre del 2016

-----  
Ana Gisela Rivera Guizado

DNI N° 72443812

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Pongo a su disposición la tesis titulada “Producción de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y su efecto en el cultivo de albahaca (*Ocimum Basilicum L*)” En cumplimiento a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y de la Universidad “Cesar Vallejo” para obtener el Título Profesional de INGENIERA AMBIENTAL

En esta tesis se ha realizado el aprovechamiento de los restos de cabello humano para la producción de compost y se ha aplicado en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum L*), para determinar su efecto en el crecimiento y su productividad.

El manuscrito consta de siete capítulos: Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Marco metodológico, Capítulo III: Resultados, Capítulo IV: Discusión, Capítulo V: Conclusiones, Capítulo VI: Recomendaciones, y Capítulo VII: Referencias bibliográficas y anexos.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La autora

Ana Gisela Rivera Guizado

# ÍNDICE

Contenido	
<b>PÁGINA DEL JURADO:</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiv</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	15
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	16
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	22
1.3.1. Residuos Orgánicos:.....	22
1.3.2. Técnica de Compostaje:.....	22
1.3.3. El Compost:.....	23
1.3.4. Materiales compostables: .....	23
1.3.5. Presencia de metales pesados en el compost y Estándar de Calidad en suelo agrícola.....	24
1.3.6. Fases del Compostaje:.....	25
1.3.7. Factores para la producción de compost: .....	26
1.3.8. Cabello Humano.....	29
1.3.9. Albahaca ( <i>Osimun basilicum L.</i> ): .....	31
1.3.10. Zona de estudio:.....	33
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	34
1.4.1. PROBLEMA GENERAL: .....	34
1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:.....	34
PROBLEMA ESPECÍFICO Nº1:.....	34
PROBLEMA ESPECÍFICO Nº2:.....	34
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	34
1.6. HIPÓTESIS.....	37
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	37
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:.....	37

1.7. OBJETIVOS.....	37
1.7.1. OBJETIVO GENERAL:.....	37
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	38
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
2.1.1. TIPO DE ESTUDIO.....	38
2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	38
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	39
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	52
2.4.1. TÉCNICAS: .....	53
2.4.2. INSTRUMENTOS:.....	53
2.4.3. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	54
2.5. METODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	54
2.6. ASPECTOS ETICOS .....	55
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>IV. DISCUSION .....</b>	<b>105</b>
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>109</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>110</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>111</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>115</b>
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	115
Anexo Nº 2: Formato para recolección de datos de centros de estéticas y peluquerías y cantidad de cabello humano .....	117
Anexo Nº 3: Formato de caracterización del suelo antes de la aplicación de los tratamientos de compost.....	118
Anexo Nº 4: Formato para recolección de datos de temperatura, humedad y pH del compost.....	119
Anexo Nº 5: Formato de las características fisicoquímicas del compost inicial y final ....	119
Anexo Nº 6: Formato del crecimiento y peso cosechado del cultivo de albahaca ( <i>Ocimum Basilicum</i> ).....	121
Anexo Nº 7: Certificado de instrumentos de medición: pH y %Humedad .....	122
Anexo Nº 8: Certificado de instrumentos balanza .....	124
Anexo Nº 9: Certificado resultado de análisis de muestras inicial y final de los tratamientos de compost.....	126
Anexo Nº 10: Certificado resultado de análisis de suelo inicial.....	128
Anexo Nº 11: Constancia de desarrollo de tesis en Fundo Agroecológico HECOSAN ...	130



## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones referenciales de la calidad del compost .....	23
Tabla 2. Composición de concentraciones máximas de metales pesados en compost, Clase A.....	24
Tabla 3. Composición de concentraciones máximas de metales pesados en compost, Clase B.....	25
Tabla 4. Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.....	25
Tabla 5. Parámetros del compostaje.....	27
Tabla 6. Composición química de la queratina – cabello humano .....	30
Tabla 7. Operacionalización de variables.....	39
Tabla 8. Tratamientos de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y otras cantidades de materia orgánica .....	42
Tabla 9. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	53
Tabla 10. Determinación % Humedad por Método Gravimétrico-Laboratorio Edafología..	59
Tabla 11. Resultado de caracterización suelo antes aplicación de los tratamientos de compost.....	61
Tabla 12. Resultado de análisis inicial y final de los tratamientos $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ de compost.	62
Tabla 13. Diferenciación de la concentración inicial y final de pH en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	62
Tabla 14. Diferenciación de la concentración inicial y final de CE en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	63
Tabla 15. Diferenciación de la concentración inicial y final de %M.O. en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ ...	64
Tabla 16. Diferenciación de la concentración inicial y final de %N en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	65
Tabla 17. Diferenciación de la concentración inicial y final de % $P_2O_5$ en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$	
Tabla 18. Diferenciación de la concentración inicial y final de % $K_2O$ en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$	
Tabla 19. Diferenciación de la concentración inicial de % CaO en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	68
Tabla 20. Diferenciación de la concentración inicial de % MgO en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	68
Tabla 21. Diferenciación de la concentración inicial y final de % Na en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	69
Tabla 22. Diferenciación de la concentración inicial y final de %H en los $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	70
Tabla 23. Composición de concentraciones máximas de metales pesados en compost,..	71
Tabla 24. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 1era Semana.....	72
Tabla 25. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 2da Semana .....	74
Tabla 26. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 3era Semana.....	76
Tabla 27. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 4ta Semana .....	78
Tabla 28. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 5ta Semana .....	80
Tabla 29. Registro de muestreo de altura, nº de hojas y tamaño de hojas en el cultivo de Albahaca– 6ta Semana .....	82
Tabla 30. Registro de muestreo de peso cosechado de Albahaca– 6ta Semana .....	84

## ÍNDICE FIGURAS

<i>Figura 1. Efecto de borde en parcelas experimentales.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 2. Materias primas utilizadas.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3. Proceso de elaboración de los tratamientos de compost (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>), distribución de los materiales por capas.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4. Materiales utilizados para el inóculo.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5. Ubicación del proceso de producción de Albahaca (Ocimum Basilicum).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 6. Distribución de los tratamientos de albahaca.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 7. Aplicación de compost al suelo y producción del cultivo de Albahaca (Ocimum Basilicum L.).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 8. Instrumento de medición Temperatura: Termómetro digital.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 9. Medición con cinta de pH y equipo medidor de pH para los T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 10.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 11. Medición con equipo medidor de Humedad para Tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.....</i>	<i>59</i>

## ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados de Temperatura de los Tratamientos $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	56
Gráfico 2. Resultados de pH de los Tratamientos $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ .....	58
Gráfico 3. Resultados de %Humedad de los Tratamientos $T_0$ , $T_1$ y $T_2$ , a través del método del puño .....	60
Gráfico 4 .Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamientos.....	72
Gráfico 5. Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	73
Gráfico 6. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamiento	73
Gráfico 7. Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	74
Gráfico 8. Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	75
Gráfico 9. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamiento	75
Gráfico 10. Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	76
<b>Gráfico 11.</b> Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	77
Gráfico 12. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamientos .....	77
Gráfico 13. Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	78
Gráfico 14. Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	79
Gráfico 15. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	79
Gráfico 16. Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	80
Gráfico 17. Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	81
Gráfico 18. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	81
Gráfico 19. Muestreo de la altura (cm) del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	82
Gráfico 20. Muestreo de N° de hojas en el cultivo de la Albahaca por tratamiento.....	83
Gráfico 21. Muestreo de tamaños de las hojas del cultivo de la Albahaca por tratamiento .....	83
Gráfico 22. Muestreo de peso cosechado de la Albahaca por tratamiento .....	84

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Producción de compost con diferentes concentraciones de cabello humano y su efecto en el cultivo de albahaca (*Ocimum Basilicum L*)”, tuvo como fin aprovechar los restos de cabello humano generados en los salones de bellezas y peluquerías a través de la técnica de compostaje, ya que estos residuos no cuentan con ningún tratamiento y son dispuesto conjuntamente con otros residuos comunes en las bolsas de basura, para ser llevados por los carros recolectores municipales y depositarlos en los rellenos sanitarios y/o vertederos municipales. No obstante el cabello humano al ser un residuo orgánico, con elementos ricos en nutrientes: Nitrógeno (15,1%) y azufre (5.2%), pueden ser liberados en el proceso de compostaje y ser aplicados en el suelo y las plantas. Por ello se utilizó restos de cabello humano y otros residuos orgánicos en la elaboración de tres tratamientos de compost: T<sub>0</sub> (0kg cabello humano, 34 kg rastrojo y 50 kg estiércol), T<sub>1</sub> (8kg cabello humano, 34 kg rastrojo y 50 kg estiércol) y T<sub>2</sub> (16kg cabello humano, 34 kg rastrojo y 50 kg estiércol), el proceso de compostaje tuvo una duración de 12 semanas el cual se monitorearon los parámetros de temperatura, pH, humedad y su calidad nutricional (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na, Mg, CaO M.O. y %H). Los resultados para los tres tratamientos de compostaje fueron: T<sub>0</sub> (0kg de cabello humano): 7.54 pH, 57.88 % M.O, 2.59 %N, 1.60% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.97 % K<sub>2</sub>O, 3.12% CaO, 1.33 %MgO, 1.15 %Na, 62.09 %H y 77.75 ppm Plomo; T<sub>1</sub> (8kg de cabello humano): 6.4 pH, 62.56 % M.O, 3.26 %N, 1.53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2 % K<sub>2</sub>O, 2.92% CaO, 1.17 %MgO, 0.94 %Na, 62.51 %H y 86.13 ppm Plomo; T<sub>2</sub> (16 kg cabello humano): 5.18 pH, 65.64 % M.O, 4.95 %N, 1.16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.63 % K<sub>2</sub>O, 2.21% CaO, 1.04 %MgO, 0.84 %Na, 58.14 %H y 73.13 ppm Plomo. Dichos tratamientos de compost se aplicaron al cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) ubicados en el Fundo Agroecológico HECOSAN, de la carretera Lima-Canta km47, se tuvo 4 tratamientos (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>suelo</sub>) y 3 repeticiones con un diseño completamente randomizado, y se verifico durante 6 semanas el ritmo de crecimiento del cultivo (altura, n<sup>o</sup> hojas, tamaño hojas) y su productividad como producto cosechado (gr), los resultados obtenidos demostraron que la formulación T<sub>2</sub> (8kg de cabello humano, estiércol y rastrojo) fue el más adecuado para obtener una concentración optima de macronutrientes, elementos secundarios y micronutrientes, el cual permitió que el cultivo de albahaca tenga un mejor desarrollo: altura promedio: 29cm, n<sup>o</sup> hojas promedio:37, tamaño hojas promedio: 12.6cm) y productividad promedio (peso cosechado: 199.33 gr) en comparación de los otros tratamientos (T<sub>suelo</sub>, T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub>).

**Palabras claves:** Tratamientos, Cabello humano, compost, albahaca, *Ocimum Basilicum L.*

## ABSTRAT

This research work entitled "Production of compost with different concentrations of human hair and its effect on the cultivation of basil (*Ocimum Basilicum L*)", was aimed to take advantage of the human hair remains generated in the beauty salons and hairdressers through Of the composting technique, since these residues do not have any treatment and are disposed together with other common waste in the trash bags, to be taken by municipal collector cars and deposited in municipal landfills and / or landfills. However human hair being an organic residue, with elements rich in nutrients: Nitrogen (15.1%) and sulfur (5.2%), can be released in the process of composting and applied to soil and plants. Human hair residues and other organic residues were used in the preparation of three compost treatments: T<sub>0</sub> (0 kg human hair, 34 kg stubble and 50 kg manure), T<sub>1</sub> (8 kg human hair, 34 kg stubble and 50 kg manure) And T<sub>2</sub> (16 kg human hair, 34 kg stubble and 50 kg manure), the composting process had a duration of 12 weeks which monitored the parameters of temperature, pH, humidity and nutritional quality (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na , Mg, CaO, MO and% H). The results for the three composting treatments were: T<sub>0</sub> (0kg of human hair): 7.54 pH, 57.88% MO, 2.59% N, 1.60% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.97% K<sub>2</sub>O, 3.12% CaO, 1.33% MgO, 1.15% Na, 62.09 % H and 77.75 ppm Lead; T<sub>1</sub> (8kg human hair): 6.4 pH, 62.56% M.O., 3.26% N, 1.53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2% K<sub>2</sub>O, 2.92% CaO, 1.17% MgO, 0.94% Na, 62.51% H and 86.13 ppm Lead; T<sub>2</sub> (16 kg human hair): 5.18 pH, 65.64% M.O., 4.95% N, 1.16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.63% K<sub>2</sub>O, 2.21% CaO, 1.04% MgO, 0.84% Na, 58.14% H and 73.13 ppm Lead. These compost treatments were applied to the basilicum (*Ocimum basilicum L.*) cultivation located in the HECOSAN Agroecological Fund of the Lima-Canta km47 road, with 4 treatments (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> and T<sub>soil</sub>) and 3 replicates with one design (Height, number of leaves, leaf size) and productivity as a harvested product (gr), the results obtained showed that the T<sub>2</sub> formulation (8kg of human hair, manure and Strawberry) was the most adequate to obtain an optimum concentration of macronutrients, secondary elements and micronutrients, which allowed the cultivation of basil to have a better development: average height: 29cm, average number of leaves: 37, average leaves size: 12.6cm) And average productivity (harvested weight: 199.33 g) compared to the other treatments (T<sub>soil</sub>, T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub>).

**Key words:** Treatments, Human hair, compost, basil, *Ocimum Basilicum L.*