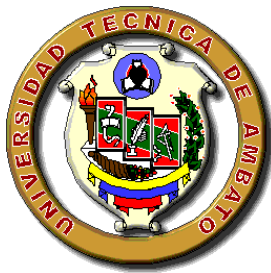


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EFECTO DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN EL TIEMPO DE  
DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*), ENRIQUECIDO.”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR: EDISON IVÁN BARREROS CHILUISA**

**TUTOR: Ing. Marco Pérez**

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2017**

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

“El suscrito EDISON IVAN BARREROS CHILUISA, portador de la cédula de identidad número 050350781-6, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“EFECTO DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN EL TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*), ENRIQUECIDO”** es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.”

---

EDISON IVÁN BARREROS CHILUISA

## DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“EFECTO DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN EL TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*), ENRIQUECIDO”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.”

---

EDISON IVÁN BARREROS CHILUISA

**“EFECTO DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN EL TIEMPO DE  
DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*), ENRIQUECIDO”.**

**REVISADO POR:**

.....

**Ing. Marco Pérez  
TUTOR**

.....

**Ing. Mg. Eduardo Cruz  
ASESOR DE BIOMETRIA**

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

**Fecha**

.....

.....

**Ing. Mg. Hernán Zurita  
PRESIDENTE TRIBUNAL**

.....

.....

**Ing. Mg. Luciano Valle Velasteguí  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

.....

.....

**Ing. Mg. David Guerrero  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi principal agradecimiento va dirigido a Dios que es el encargado de darme todos los días la oportunidad de vivir, de guiar mis pasos y dirigir todos mis pensamientos hacia un futuro de trabajo y sacrificio, el cual me servirá para ayudar a toda mi familia.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica quien me recibió en cada una de sus aulas dándome así la oportunidad de adquirir conocimientos y experiencias, las cuales serán de gran importancia para mi desempeño profesional.

A cada uno de los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes compartieron sus conocimientos, fundamentales para mi formación académica, en especial al Ing. Marco Pérez tutor de la investigación el cual con su experiencia supo guiarme desde el inicio hasta la culminación del presente proyecto. De igual manera al Ing. Eduardo Cruz asesor de Biometría y al Ing. Jorge Artieda asesor de Redacción Técnica por todas sus recomendaciones en este proyecto.

Al Ing. Aurelio Toapanta por darme la oportunidad de realizarme profesionalmente, enriqueciendo prácticamente los conocimientos adquiridos académicamente, y a todos mis amigos y allegados que con sus palabras de apoyo me supieron incentivar para seguir adelante en momentos de flaqueza.

## **DEDICATORIA**

El presente Proyecto de Investigación va dedicado principalmente a Dios que es el encargado de culminar mi carrera.

A mi amada madre Nelida Barreros que es un ejemplo a seguir, por sacrificio, por su lucha constante de ver a sus hijos realizados profesionalmente y porque en momentos de debilidad siempre encontró palabras de motivación para salir adelante.

A mi padre Elías Montachana que con sacrificios y limitaciones me ayudo a salir adelante en mi carrera.

Con mucho cariño a mis amados abuelitos Arturo Barreros y María Chiluisa que más que abuelitos se convirtieron en mis padres, que a pesar de su edad y ciertas limitaciones luchan incansablemente por ver a hijos, nietos y bisnietos ser mejores y personas y unos excelentes profesionales.

A mis hermanas Blanca, Yajaira y Domenica, que nunca dejaron que me rinda ante ningún tipo de problema, de igual manera a mis tíos y tías en especial a Danilo y Alexandra que, con solo unas palabras sencillas pero claras hacían que vea la vida de una manera diferente, lo cual hizo que forme en mi pensamientos de ayuda general más no individual.

A mi amada esposa la Lcda. Fernanda Ramírez quien ha sido un baluarte principal para culminar mi carrera, que con su apoyo, amor y desvelo siempre está ahí para decirme NO SE RINDA JAMÁS.

A mi hijo Maykel Jesus que es el motivo por el cual lucho y luchare para darle un buen porvenir y un buen ejemplo de vida superación y de sacrificios.

## INDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I</b> .....                                  | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                                 | <b>3</b>  |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO</b> .....      | <b>3</b>  |
| 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....                     | 3         |
| 2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL .....    | 5         |
| 2.2.1 Relación Carbono/Nitrógeno.....                    | 5         |
| • Importancia de la Relación C/N .....                   | 5         |
| • Características .....                                  | 6         |
| • Proporción Carbono Nitrógeno .....                     | 7         |
| 2.2.2. Abono Orgánico .....                              | 8         |
| • Beneficios del uso de abonos orgánicos.....            | 9         |
| • Tipos de abonos.....                                   | 10        |
| • Como se obtienen los abonos orgánicos .....            | 11        |
| 2.2.3. Abono o estiércol de Cuy .....                    | 12        |
| • Ventajas al utilizar estiércol de cuy.....             | 13        |
| • Riesgos respecto al estiércol animal.....              | 13        |
| Tratamientos para disminuir los riesgos.....             | 14        |
| • Los tipos de tratamiento .....                         | 15        |
| • Ventajas del estiércol .....                           | 16        |
| • Desventajas del estiércol .....                        | 16        |
| 2.2.4. Compost .....                                     | 17        |
| • El proceso de compostaje.....                          | 18        |
| • Factores que condicionan el proceso de compostaje..... | 19        |
| • Agentes de la descomposición .....                     | 20        |
| • Selección del sitio de Compostación.....               | 21        |
| <b>CAPÍTULO III</b> .....                                | <b>22</b> |
| <b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....                       | <b>22</b> |
| 3.1 HIPÓTESIS .....                                      | 22        |
| 3.2 OBJETIVOS.....                                       | 22        |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 3.2.1 Objetivo General .....                     | 22                                   |
| 3.2.2 Objetivos Específicos .....                | 22                                   |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>                         | <b>23</b>                            |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                 | <b>23</b>                            |
| 4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....               | 23                                   |
| 4.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....               | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.3 EQUIPOS Y MATERIALES .....                   | 23                                   |
| 4.3.1 Equipos y Materiales .....                 | 23                                   |
| 4.3 FACTORES DE ESTUDIO .....                    | 23                                   |
| 4.4 TRATAMIENTOS .....                           | 24                                   |
| 4.5 ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN DE CAMPO .....     | 24                                   |
| 4.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....                  | 24                                   |
| 4.7 VARIABLE RESPUESTA .....                     | 25                                   |
| 4.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....        | 26                                   |
| <b>CAPÍTULO VI .....</b>                         | <b>48</b>                            |
| <b>CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....</b> | <b>48</b>                            |
| 6.1 CONCLUSIONES .....                           | 48                                   |
| 6.2 BIBLIOGRAFÍA.....                            | 49                                   |
| <b>CAPÍTULO VII.....</b>                         | <b>62</b>                            |
| <b>PROPUESTA.....</b>                            | <b>63</b>                            |
| 7.1 DATOS INFORMATIVOS .....                     | 63                                   |
| 7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....           | 63                                   |
| 7.3 JUSTIFICACIÓN.....                           | 64                                   |
| 7.4 OBJETIVO.....                                | 64                                   |
| 7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....               | 64                                   |
| 7.6 FUNDAMENTACIÓN .....                         | 65                                   |
| 7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....           | 66                                   |
| 7.7.1 Ubicación .....                            | 66                                   |
| 7.7.2 Tipo de Documento .....                    | 66                                   |
| 7.7.3 Periodos.....                              | 66                                   |
| 7.7.4 Manejo del compost .....                   | 67                                   |
| 7.8 ADMINISTRACIÓN .....                         | 67                                   |



## INDICE TABLAS

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Tabla 1: Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de Algunos Materiales Orgánicos Comunes.<br>..... | 8                                    |
| Tabla 2: Composición química del estiércol de cuy .....  | 12                                   |
| Tabla 3: Temperaturas a las que pueden morir algunos organismos patógenos. ....                  | 14                                   |
| Tabla 4: Descripción de los tratamientos .....   | 24                                   |
| Tabla 5: Relación C/N de los tratamientos.....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## INDICE FIGURAS

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Figura 1: Evolución característica de la relación C/N durante el proceso de compostaje. ....                       | 7                                    |
| Figura 2: Tratamiento T1 (Nitrato de Amonio 1,97 kg/0,38m <sup>3</sup> ) humedad, temperatura y relación C/N ..... | 29                                   |
| Figura 3: Tratamiento T1 (Nitrato de Amonio 1,97 kg/0,38m <sup>3</sup> ) pH, CE y relación C/N.....                | 31                                   |
| Figura 4: Tratamiento T2 (Nitrato de Amonio 4,21kg/0,38m <sup>3</sup> ) humedad, temperatura y relación C/N .....  | 34                                   |
| Figura 5: Tratamiento T2 (Nitrato de Amonio 4,21kg/0,38m <sup>3</sup> ) pH, CE y relación C/N .....                | 37                                   |
| Figura 6: T3 Tratamiento 3 (Urea 1,43 kg/0,38m <sup>3</sup> ) humedad, temperatura y relación C/N ....             | 39                                   |
| Figura 7: T3 Tratamiento 3 (Urea 1,43 kg/0,38m <sup>3</sup> ) pH, CE y relación C/N.....                           | 41                                   |
| Figura 8: T4 Tratamiento 4 (Urea 8,07 kg/0,38m <sup>3</sup> ) humedad, temperatura y relación C/N ....             | 44                                   |
| Figura 9: T4 Tratamiento 4 (Urea 8,07 kg/0,38m <sup>3</sup> ) datos a los 8 días pH y CE .....                     | 46                                   |
| Figura 10: Testigo temperatura, humedad y relación C/N.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 11: Testigo pH, CE y relación C/N.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia de Mulliquindil, Barrio Pungahuito, en la propiedad del Sr. Arturo Barreros. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 2990 msnm, sus coordenadas son: latitud Sur  $1^{\circ}2'13.56''$  y de latitud Oeste  $78^{\circ}34'59.999''$ .

Esta investigación se realizó con el fin de transferir una nueva alternativa agrícola en cuanto al compostaje del abono de cuy, realizándolo en el menor tiempo posible a través de la aplicación de una fuente nitrogenada en este caso se probó dosis distintas de Nitrato de Amonio y Urea para ver si éstas sales o fertilizantes podían acortar el tiempo de descomposición del abono, manteniendo una relación C/N estimada en 15:1 y 20:1. Por lo tanto se hicieron 4 tratamientos y un testigo sin la aplicación de ningún producto, para determinar el mejor entre ellos.

Se contó con los siguientes tratamientos: T1 (Nitrato de Amonio 1,97 kg+0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy), T2 (Nitrato de Amonio 4,21 kg+0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy), T3 (Urea 1,43 kg+0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy) T4 (Urea 3,07 kg+0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy) y el Testigo (Abono de cuy). Al final de la investigación se pudo concluir que la relación C/N no es un factor determinante en el abono de cuy que establezca el que ya esté totalmente descompuesto, pero es el que asevera que hay materia orgánica presente, dispuesta a estar disponible mineralmente como fuente de nitrógeno absorbible por el vegetal. Además se logró acelerar el tiempo de descomposición del abono de cuy en el compostaje a través de la aplicación de fuentes nitrogenadas, siendo el tratamiento T4 (Urea 3,07 kg+0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy), el que presentó la estimación de la relación C/N 15:1 conjuntamente en su mejor tiempo de descomposición alrededor de los días 28 al 40, para la aplicación en los cultivos siendo éste en textura y olor óptimos. Y por último mediante los análisis de laboratorio se pudo obtener las cantidades de macro y micro nutrientes presentes en el abono de cuy en el transcurso de la investigación.

**Palabras clave:** abono orgánico, abono de cuy, relación C/N, compost, Urea. Nitrato de Amonio

## SUMMARY

The present investigation was carried out in the Province of Cotopaxi, Canton Salcedo, Parish of Mulliquindil, Barrio Pungahuito, in the property of Mr. Arturo Barreros. The land is located at an altitude of 2990 msnm, its coordinates are: South latitude  $1^{\circ} 2'13.56''$  and west latitude  $78^{\circ} 34'59.999''$ .

This research was carried out in order to transfer a new agricultural alternative in terms of the composting of guinea pig manure, in the shortest possible time through the application of a nitrogen source in this case were tested different doses of Ammonium Nitrate and Urea To see if these salts or fertilizers could shorten the decomposition time of the fertilizer, maintaining an estimated C / N ratio of 15: 1 and 20: 1. Therefore 4 treatments and a control were made without the application of any product, to determine the best among them.

The following treatments were used: T1 (Ammonium Nitrate 1.97 kg + 0.38 m<sup>3</sup> of guinea-pig manure), T2 (Ammonium Nitrate 4.21 kg + 0.38 m<sup>3</sup> guinea-pig manure), T3 1.43 kg + 0.38 m<sup>3</sup> guinea pig fertilizer) T4 (Urea 3.07 kg + 0.38 m<sup>3</sup> guinea pig fertilizer) and the Control (guinea pig fertilizer). At the end of the investigation, it was possible to conclude that the C / N ratio is not a determining factor in the fertilizer that establishes the one that is already totally decomposed, but it is the one that asserts that there is organic matter present, ready to be available minerally as Source of nitrogen absorbable by the vegetable. In addition, it was possible to accelerate the time of decomposition of the manure compost in the composting through the application of nitrogen sources, being the T4 treatment (Urea 3.07 kg + 0.38 m<sup>3</sup> of guinea-pig manure), which presented the estimate Of the C / N ratio 15: 1 together in its best decomposition time around days 28 to 40, for application in crops with optimal texture and odor. Finally, through the laboratory analyzes, the amounts of macro and micro nutrients present in the guinea pig fertilizer could be obtained during the investigation.

**Key words:** organic manure, guinea pig manure, C / N ratio, compost, Urea. Ammonium nitrate

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El impulsar la agricultura con abonos orgánicos brindará a los suelos la capacidad de absorber los distintos elementos nutritivos, así como reducir el uso de insumos externos y proteger la salud del ser humano y la biodiversidad. Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas del suelo sino que también mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (Mosquera, 2010).

Esta investigación busca una alternativa de producción de abono orgánico sencillo de realizarlo y rápido para ser utilizarlo. Enfocado principalmente en acelerar la descomposición del abono de cuy enriquecido, mediante la utilización de fuentes de nitrógeno (nitrato de amonio y urea); esto debido a que en nuestro país hay un deficiente proceso de descomposición de abono orgánico en su forma tradicional.

La crianza de animales menores en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia de Mulliquindil, Barrio Pungahuito, produce altas cantidades de abono producidos por estos pequeños animales, lo cual hace que los agricultores utilicen este abono sin esperar el tiempo suficiente para que este se descomponga, lo cual trae consigo consecuencias para sus cultivos, ya que al no ser debidamente descompuestos pueden desarrollarse patógenos que causen enfermedades o daños en la biología de la planta. Este proyecto propone una alternativa para acelerar la descomposición del abono orgánico de cuy, y su enriquecimiento para ser aplicado a los suelos agrícolas.

Corroborando o ayudando a lo prescrito en la Constitución del Ecuador, que dispone entre los derechos del buen vivir y el desarrollo a la seguridad alimentaria que: “Constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado el garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente”. “El sumak kawsay prohíbe el uso de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, tecnologías, agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas” (Mosquera, 2010).

Este proyecto se basó principalmente en desarrollar tecnología para la descomposición del abono orgánico de cuy (*Cavia porcellus*), en su forma tradicional utilizando fuentes de nitrógeno, para acelerar su proceso de descomposición. Logrando así que el agricultor pueda preparar éste y muchos abonos más a bajos costos económicos en un periodo de tiempo corto. Al final del proceso obtendremos abono orgánico debidamente descompuesto, sin riesgo de ataque de plagas y enfermedades para el cultivo que se lo aplique, más bien aportara a obtener una cosecha limpia, libre de cualquier patógeno que pueda ocasionar enfermedades gastrointestinales a las personas que consuman los productos cosechados con dichos abonos orgánicos debidamente descompuestos.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Flores y Núñez (2006) en su investigación “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOST CON CUATRO FUENTES DE MATERIA ORGANICA ANIMAL (Bostaurus, Gallusgallus, Cavia porcellus, Ovisaries) EN LA HACIENDA EL PRADO 2005”, señalan que en el proceso de elaboración de compost, inicialmente, la relación C/N fue alta para el tamo de avena, debido al mayor contenido de hidratos de carbono estructurales, por otro lado el estiércol de vaca más tamo de avena presentó una menor relación inicial dada su mayor degradación.

Por otra parte Ascázubi (2011) en su proyecto de investigación “EVALUACIÓN DE SEIS COMBINACIONES DE COMPOST DE MATERIAL VEGETAL DE ROSAS ENRIQUECIDO CON MACHACHI – CAT UTILIZANDO COMO PLANTA INDICADORA LA REMOLACHA”, menciona que las mejores relaciones C/N en la materia orgánica, en términos generales se presentaron en los tratamientos con gallinaza y con harina de pescado tanto en la séptima como en la décima semana, posiblemente a una descomposición más completa. Sin embargo la relación carbono/nitrógeno en la primera evaluación semanal se diferenció el compost normal y el de gallinaza con respecto al compost de harina de pescado, en las evaluaciones subsiguientes se equipararon.

Así como también Romero (2010) en su trabajo de investigación “SOPORTE CIENTÍFICO A LOS PROCEDIMIENTOS DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LIXIVIADOS”, manifiesta que la concentración en carbono orgánico también es mayor en el efluente de la planta, de ahí un valor mayor en sus nutrientes. Las relaciones C/N para el efluente de la planta y el abono comercial son, respectivamente, 1,28 y 0,41. Si bien la limitación legal sólo indica

que la relación C/N debe ser inferior a 20, su valor influye en la disponibilidad del nitrógeno. Cuando es elevada, los microorganismos del suelo precisan de nitrógeno adicional para descomponer el carbono y se producirá inmovilización del nitrógeno de forma orgánica. Por otro lado, un valor bajo de la relación C/N indica contenidos elevados de nitrógeno y puede ser considerado como un fertilizante mineral. No obstante, una relación C/N demasiado baja en un abono líquido implica una mineralización rápida de la materia orgánica del suelo; es por ello por lo que el aporte al suelo de un abono con un contenido de nitrógeno excesivo puede provocar una pérdida de materia orgánica. Por tanto, el efluente de la planta parece adecuado en este sentido.

Hoyos, Vargas y Velasco (2010) en su publicación. “EVALUACIÓN DE COMPOST OBTENIDO EN PILA MÓVIL EMPLEANDO MEZCLAS DE GALLINAZA DE JAULA CON MATERIAL CELULÓSICO”, establecieron como conclusiones que al emplear una relación C/N alta, se obtiene una disminución notable del contenido de humedad en comparación a los otros tratamientos, durante un periodo de 45 días. Sin embargo, con la relación (C/N 30:1), presentó impacto negativo sobre capacidad de intercambio catiónico.

Finalmente Rocha y Ramírez (2009) en su publicación. “PRODUCCIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE HOJARASCA EN DIFERENTES CONDICIONES SUCESIONALES DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO EN CHIAPAS, MÉXICO”, nos indican que el porcentaje inicial de C, N y la relación entre C/N varió entre las especies en cada localidad (50–52.5% de C, 1–1.6% de N y 31.5–47.8% de la relación C/N en Merced Bazom; 48.6–52.5% de C, 0–8–1.6% de N y 29.3–60.8% de la relación C/N. De esta manera, las concentraciones iniciales de dichos elementos resultaron significativamente diferentes entre las especies (Carbono:  $F_{7, 16} = 117.9$ ,  $p < 0.001$ ; Nitrógeno:  $F_{7, 16} = 65.61$ ,  $p < 0.001$  y relación C/N:  $F_{7, 16} = 74.19$ ,  $p < 0.001$ ). Sin embargo, al final del experimento (10 meses), la concentración de estos elementos no cambió entre las condiciones comparadas en Merced Bazom ni para *Clethra suaveolens* en Monte bello. En cambio, el contenido de Nitrógeno y la relación C/N mostraron diferencias significativas entre las condiciones del bosque para *Alnus acuminata* subsp. *arguta*, y *Quercus sapotifolia*. Por otra parte, los componentes estructurales y



nutricionales de la hojarasca son otros factores que determinan la tasa de descomposición y al menos en estudios de corta duración se considera que la relación C/N pronostica bien las tasas de descomposición de la hojarasca. Por lo general, un bajo valor de C/N anticipa una mayor tasa de descomposición. Los valores más bajos de la relación C/N correspondieron para las especies que tuvieron una mayor tasa de descomposición.

## **2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 Relación Carbono/Nitrógeno**

Gordillo y Chávez (2010) mencionan que la relación C/N es de esencial importancia en un compost ya que el carbono aportara la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas.

Jhorar (1991) citado por Márquez, Díaz y Cabrera (2003) expresan que para un correcto compostaje en el que se aproveche y retenga la mayor parte del C y del N, la relación C/N del material de partida debe ser la adecuada. Los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de C por cada una de N; por esta razón se considera que el intervalo de C/N teóricamente óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35.

- **Importancia de la Relación C/N**

La relación C/N es un importante factor que influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estos

microorganismos el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir. Si el residuo tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible realmente para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará rápidamente, pero afectará sólo a una proporción de la masa total. Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso (Márquez et al, 2003).

- **Características**

La relación C/N ideal para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus. En la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando la relación C/N es  $<20$  aunque esta es una condición necesaria pero no suficiente. Si los productos que se compostan poseen una relación C/N baja (inferior a 18-19), el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez, pero se desprende como amoníaco el exceso de N, produciéndose una autorregulación de la relación C/N (Jhorar, 1991).

Estas pérdidas, si bien no afectan negativamente al compostaje, suponen un derroche, porque el N es el nutriente fundamental para los cultivos, así como un problema medioambiental (Hedegaard y Col, 1996) indican que el amoníaco es un gas con un considerable efecto invernadero. Al tener la relación C/N una gran dependencia de la riqueza inicial de N, un valor concreto de C/N no refleja el estado de madurez de un compost, por lo que es más indicado seguir la evolución de C/N del proceso o calcular la diferencia entre los valores iniciales y finales; en la siguiente figura se muestra la evolución característica de la relación C/N durante el proceso de compostaje (Márquez et al, 2003).

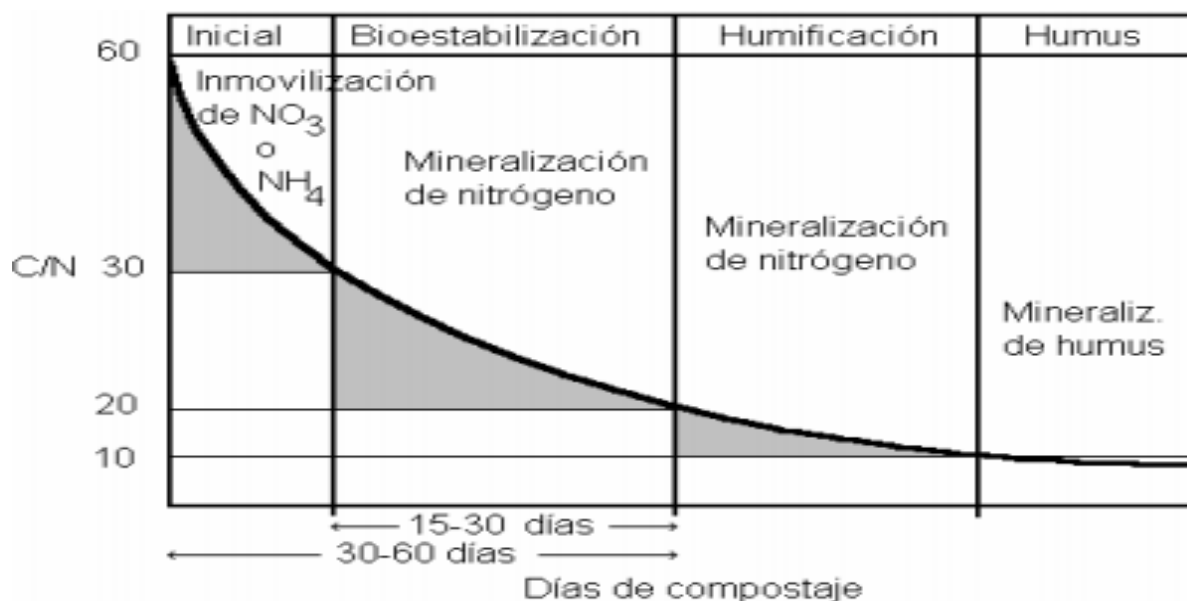


Figura 1: Evolución característica de la relación C/N durante el proceso de compostaje.

Fuente: (Márquez, et al 2003).

- **Proporción Carbono Nitrógeno**

Un proceso de fermentación de materia orgánica procedente de residuos sólidos urbanos realizado correctamente tiene un índice C/N en la masa fermentable entre 25 y 35. Para valores menores, deben agregarse materiales ricos en carbono: paja, virutas de madera, etc., y en el caso contrario, materiales ricos en nitrógeno, estiércoles, lodos de depuradora, etc., (ambientum.com 2016).

Según el tipo de residuo orgánico, el cálculo de la relación C/N no es muy fiable ya que, aunque todo el Nitrógeno esté disponible, o sea biodegradable, solamente una fracción de Carbono puede serlo. De este modo, la relación C/N puede variar (incluso duplicarse) según se considere el carbono orgánico total o el carbono orgánico disponible (ambientum.com 2016).

Durante el proceso de fermentación, la relación C/N disminuye hasta valores entre 12 y 18 por pérdidas de carbono como dióxido de carbono. Si el material final obtenido, tras la fermentación, tiene un valor C/N alto, indica que no ha sufrido una descomposición completa

y, si el índice es muy bajo, puede ser por una excesiva mineralización, aunque todo ello depende de las características del material de partida (ambientum.com 2016).

Tabla 1: **Lista de proporción Carbono/Nitrógeno de Algunos Materiales Orgánicos Comunes.**

| <b>Subproducto</b>    | <b>Nitrógeno total (%)</b> | <b>Carbono orgánico (%)</b> | <b>Relación C/N</b> |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Gallinaza             | 3,77                       | 45                          | 12                  |
| Estiércol             | 2,4                        | 28                          | 12                  |
| Purín de cerdo        | 3,07                       | 41                          | 13                  |
| Siega de césped       | 3,41                       | 48                          | 14                  |
| Restos de lechugas    | 3,14                       | 44                          | 14                  |
| Mezclas de hortícolas | 2,74                       | 41                          | 15                  |
| Poda de naranjo       | 2,03                       | 55                          | 27                  |
| <b>Valor deseado</b>  |                            |                             | <b>30-35</b>        |
| Cascara de arroz      | 0,91                       | 44                          | 49                  |
| Caña de maíz          | 0,96                       | 50                          | 52                  |
| Paja de arroz         | 0,48                       | 53                          | 110                 |
| Serrín caducifolias   | 0,36                       | 57                          | 158                 |

Fuente: (Bueno, 2008)

Bueno (2008) manifiesta que para determinar las cantidades de materiales a mezclar y obtener la relación C/N final deseada se puede utilizar la siguiente fórmula que, por tanteos, nos acerca al valor buscado.

$$\frac{(\text{kg}1^{\circ} \text{ material x su relación C/N}) + (\text{kg}2^{\circ} \text{ material x su relación C/N}) + (\text{X})\dots}{\text{Suma de todos los kilogramos}}$$

### 2.2.2. Abono Orgánico

Vivas (2009) señala que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente

leguminosas fijadoras de nitrógeno); con restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas (Vivas, 2009).

- **Beneficios del uso de abonos orgánicos**

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo (Vivas, 2009).

Los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo (Vivas, 2009).

Cajamarca (2012) también expresa que incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo (C.I.C.) que se refleja en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional. Contribuye a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes esenciales para las plantas entre los cuales se destacan el Nitrógeno (N), el Fósforo (P), el Azufre (S) y algunos elementos menores, como el Cobre (Cu) y el Boro (B).

Incrementa la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, es decir, su habilidad para resistir cambios bruscos en el pH cuando se adicionan sustancias o productos que dejan residuo ácido o alcalino. Ejemplo: cuando la urea y el sulfato de amonio se aplican al suelo se produce nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) que bajo condiciones de buena aireación se nitrifica liberando Hidrógenos que incrementan la acidez del suelo. En esos casos la materia orgánica actúa como amortiguador disminuyendo la acidez generada por los dos fertilizantes (Cajamarca, 2012).

- **Tipos de abonos**

Los abonos pueden ser de dos tipos: orgánicos y minerales.

**Los abonos orgánicos.**-son generalmente de origen animal o vegetal.

Los primeros son típicamente desechos industriales tales como desechos de matadero (sangre desecada, cuerno tostado,) desechos de pescado, lodos de depuración de aguas. Son interesantes por su aporte de nitrógeno de descomposición relativamente lenta, y por su acción favorecedora de la multiplicación rápida de la microflora del suelo, pero enriquecen poco el suelo de humus estable (Reyes, 2015).

Los procedentes de excrementos de animales como el estiércol y otros de efecto rápido como los orines y por supuesto aquellos que combinan los dos efectos. Un ejemplo son el guano de aves y murciélagos (palomina, murcielaguina, gallinaza), purines y estiércoles. En este marco también está el humus de lombriz, que en realidad es materia orgánica descompuesta por estas lombrices (Cuenca, 2012).

Reyes (2015) manifiesta que los segundos pueden ser desechos vegetales (residuos verdes), compostados o no. Su composición química depende del vegetal de que proceda y del momento de desarrollo de éste. Además de sustancias orgánicas que contienen gran cantidad de elementos como nitrógeno, fósforo y calcio, así como un alto porcentaje de oligoelementos. También puede utilizarse el purín pero su preparación adecuada es costosa.

**Abonos verdes.** Cualquier planta competitiva y bien adaptada a un determinado lugar, que produzca una gran cantidad de biomasa y colabore con la estructura. Generalmente constituyen buenos forrajes y productos agrícolas (Borrero, 2003).

Al descomponerse, los abonos verdes dan lugar a una serie de reacciones bioquímicas que incrementan la actividad microbiana del suelo, fomentando una mayor cantidad y diversidad de microorganismos, que se encarga de la mineralización de los elementos nutritivos. También, cuando son incorporados al suelo, favorecen la actividad de los microorganismos como hongos y bacterias que descomponen la celulosa.

Hay muchas ventajas de incorporar abonos verdes al suelo así tenemos:

- El contenido de materia orgánica del suelo aumenta, especialmente cuando son incorporadas mezclas de plantas como alfalfa, milin, retama y desechos de cultivos cosechados.
- Aumenta la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, en forma asimilable para las plantas.
- Permite elevar el pH del suelo principalmente por la acción de las leguminosas.
- Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.
- Favorece la actividad de los microorganismos del suelo (Borrero 2003).

- **Como se obtienen los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas (Cajamarca, 2012).

### 2.2.3. Abono o estiércol de Cuy

Borrero (2001) menciona que los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen; generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados.

El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K. Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10kg/ha al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser descompuestos o fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada (Borrero, 2001).

Molina (2014) nos dice que el estiércol de cuy, se lo utiliza con múltiples beneficios, sobre todo para la elaboración de abonos orgánicos, su alto contenido de nutrientes especialmente de elementos menores. El estiércol del cuy es uno de los mejores junto con el del caballo, y tiene ventajas como que no genera olores, no atrae moscas y viene en polvo. Este abono orgánico es muy importante para la utilización en cultivos y de una manera limpia la cual no afecta el medio ambiente.

Tabla 2: **Composición química del estiércol de cuy**

| Nutrientes (ppm) | %    |
|------------------|------|
| Nitrógeno        | 0.70 |
| Fosforo          | 0.05 |
| Potasio          | 0.31 |
| pH               | 10   |

Fuente: Pantoja (2014)



- **Ventajas al utilizar estiércol de cuy**

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se obtiene cosechas sanas.
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas. (Pantoja, 2014)

- **Riesgos respecto al estiércol animal**

Ramírez (2014) nos dice que el uso sin tratar de materias fecales de origen animal (y humano) se constituye en un riesgo de contaminación de los productos y un peligro en caso de que estos estén destinados al consumo en fresco. Los organismos patógenos asociados a estos riesgos pueden ocasionar enfermedades gastrointestinales, siendo la escherichiacoli una de las más infecciosas.

Otros como la salmonella y el cryptosporidium, pueden encontrarse en los excrementos de origen humano y animal. Como es de esperarse, la aplicación continua de estiércol animal no tratado, incrementa el riesgo de supervivencia de los patógenos, así como el de contaminación de las áreas vecinas (Yar, 2013).

Yar (2013) manifiesta que el estiércol sin tratar no debe utilizarse como fertilizante por los riesgos anotados. En la eventualidad de su uso, será preferible emplearlo en la etapa de preparación del terreno y antes de la siembra, procurando que transcurra el mayor tiempo posible. Hay también que tomar en cuenta que el producto que crece a poca profundidad o en la superficie, es más susceptible de contaminarse.

De igual manera Román, Martínez y Pantoja (2013) citado por Jones y Martin (2003) señalan las siguientes temperaturas a las que pueden morir algunos organismos patógenos. Estas temperaturas se indican en la tabla N° 3.

- **Tratamientos para disminuir los riesgos**

Yar (2013) menciona que para reducir los riesgos en el uso del estiércol, es necesario someterlo a un proceso de degradación y descomposición. La acción de bacterias y hongos fermenta el material orgánico y lo va estabilizando en la forma de humus. Los microorganismos que contribuyen en la formación del abono requieren de oxígeno, el cual lo toman del existente en los propios desechos. El alto calor que se genera por el proceso de fermentación, reduce los riesgos de contaminación biológica. El propio calor acelera el proceso de descomposición y deviene en la destrucción de los microorganismos adversos.

Tabla 3: **Temperaturas a las que pueden morir algunos organismos patógenos.**

| <b>Microorganismo</b>          | <b>T°</b> | <b>Tiempo de exposición</b> |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Salmonella sp                  | 55°C      | 1 hora                      |
|                                | 65°C      | 15-20 minutos               |
| Eschericia coli                | 55°C      | 1 hora                      |
|                                | 65°C      | 15-20 minutos               |
| Brucella abortus               | 55°C      | 1 hora                      |
|                                | 62°C      | 3 minutos                   |
| Streptococcuspyogenes          | 55°C      | 10 minutos                  |
| Huevos de Ascaris lumbricoides | 55°C      | 3 dias                      |

Fuente: (Román, Martínez y Pantoja 2013) citado por (Jones y Martin 2003)

- **Los tipos de tratamiento**

Para transformar los desechos orgánicos en abono, se dispone de dos tipos de proceso: pasivos y activos.

En los procesos pasivos, se deja a la naturaleza y las condiciones ambientales a que favorezcan el proceso de transformación gradual en abono. El proceso natural de degradación y descomposición demanda de un tiempo para ser efectivo. Ello depende de las propias condiciones naturales como humedad, temperatura y radiación solar. Justamente tomando en cuenta que los microorganismos más activos en la formación de abono, son aerobios (demandan oxígeno). Al no removerse el material, se desarrollan condiciones anaerobias que demoran el proceso de transformación (De la Rosa, 2012).

Sin la remoción del material, las altas temperaturas se concentran en el interior de la pila, mientras que en la periferia se mantienen temperaturas ambientales. De otra parte, los microorganismos que mejor actúan en la formación del abono, demandan de un nivel adecuado de humedad (40 a 50 por ciento). Sin remoción, las condiciones de humedad son desiguales y en general tienden a disminuir, dependiendo de las condiciones ambientales (De la Rosa, 2014).

De la Rosa (2012) menciona que otro factor a tomar en cuenta es el de la temperatura. Al interior de la pila es recomendable contar con una temperatura del orden de los 54 a 66 grados Centígrados. Esta temperatura favorece la constitución y desarrollo de bacterias termofílicas proclives a la digestión de materia orgánica. Cuando se alienta el calor, también se acelera el proceso de descomposición, y se colabora en la eliminación de microorganismos patógenos.

En los procesos activos se brindan tratamientos para acelerar el proceso de transformación, activando justamente las condiciones que requieren los microorganismos más favorables para su desarrollo (De la Rosa, 2012).

En estos tratamientos, las pilas del material son sometidas a condiciones que agilizan los procesos de transformación en abono. Se induce de manera artificial su conversión en abono. Básicamente comprenden las siguientes actividades.

- Remoción de las pilas para favorecer la aireación.
- Control de temperatura y humedad, y uso de aditivos para alcanzar los niveles necesarios (De la Rosa, 2012).
- **Ventajas del estiércol**

Morales (2004) nos menciona que es necesario compostar adecuadamente el estiércol, es decir someterlo a un proceso de fermentación y transformación con lo que se consigue un material final de innumerables ventajas al de partida. Requiere al menos 6 meses para conseguir un resultado aceptable.

La utilización del estiércol y demás subproductos de origen animal suponen un ahorro en la fabricación de abonos químicos, por tanto el uso de éstos contribuyen a aliviar el impacto de una industria pesada altamente contaminante. El estiércol, tras su compostaje, se convierte en una materia muy rica en flora microbiana beneficiosa (Morales, 2004)

- **Desventajas del estiércol**

Morales (2004) nos dice que con la modernización del campo el uso del estiércol pierde interés porque no se adapta bien a la excesiva mecanización. Cada vez es más caro y escaso y su incorporación al campo requiere de una adecuada mecanización para que no se eleven los costos de mano de obra.

Cada vez hay menos ganados de forma extensiva, con pastoreo y en lugares accesibles para conseguir el estiércol. Esto hace que el estiércol sea un bien cada vez más escaso. Algunos estiércoles muy ricos en macronutrientes como el nitrógeno si no se mezclan con otros más

pobres o con restos vegetales, a pesar del compostaje, tienen tendencia hacia el desequilibrio. Para realizar el proceso de compostaje del estiércol se necesita maquinaria para el volteo de los montones, y conocimientos para realizar el proceso. (Morales, 2004).

#### **2.2.4. Compost**

Gutiérrez (2009) menciona que el Compost es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo".

La calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% P y 1,5% K. puede tener elementos contaminantes si se ha utilizado basura urbana. Cuando se usa estiércol de vacuno estabulado (leche o engorde) existen riesgos de problemas por sales. En estos casos se debe utilizar una cantidad reducida de estiércol y abundante paja. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de capote que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles (Gutiérrez, 2009).

Borrero (2003) manifiesta que los efectos del compost en el suelo realizan lo siguiente:

- Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Incrementa la estabilidad de los agregados.
- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nemátodos.
- Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural.

- **El proceso de compostaje**

Gómez (2007) menciona del aumento de velocidad en los procesos de degradación durante el compostaje, aventajando en ese modo a la degradación bajo condiciones naturales. Ese aumento se atribuye a la acción de los microorganismos, que, bajo condiciones de humedad moderada y a diferentes niveles de temperatura, se alimentan de los materiales orgánicos y los devuelven en un estado más avanzado de degradación. La acción misma de los microorganismos provoca el aumento de temperatura, pues al combinarse distintos procesos bioquímicos se libera gran cantidad de energía.

Normalmente el proceso de compostaje ocurre durante cuatro etapas: mesófila, termófila, de enfriamiento y de maduración. Durante cada una de ellas ocurren procesos de especial importancia. En la etapa mesófila actúan los microorganismos mesofílicos, que prosperan a temperaturas entre 20 y 40 °C. La temperatura aumenta gradualmente y el pH al inicio baja debido a la generación de ácidos orgánicos; luego empieza a aumentar ligeramente (Gómez, 2007).

La segunda etapa es la termófila, durante la cual actúan los microorganismos termofílicos, a temperatura entre 40 y 70 °C. El pH sube a más de 8 y empieza a estabilizarse. Cuando la temperatura, que ha seguido aumentando, sobrepasa los 60 °C, los hongos mueren y el proceso es protagonizado por bacterias y actinomicetos. En ningún caso se debería dejar que la temperatura suba más de 70 °C. Desde este punto, empieza a bajar de nuevo para dar paso a la tercera etapa del proceso (Gómez, 2014).

Gómez (2007) menciona que durante la etapa de enfriamiento, que es la tercera, la temperatura baja a un ritmo más o menos similar a cuando aumentaba, y el pH se sigue estabilizando mientras reduce muy ligeramente con un valor alrededor del 8. Una vez la temperatura baja de 60, inicia una recolonización de hongos que se unen al proceso.

La etapa de maduración es la última y durante ella la temperatura y el pH acaban de estabilizarse. Diversos organismos animales se incorporan al proceso, y se da la formación de ácidos húmicos y fúlvicos al final, los materiales llegan a un estado de descomposición, y ya está listo el abono orgánico tipo compost (Gómez, 2007).

- **Factores que condicionan el proceso de compostaje**

También la revista Infoagro (2010) manifiesta que, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad degradadora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

**Temperatura.** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

**Humedad.** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. Para material vegetal fresco la humedad permisible, oscila entre 50-60%.

**pH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia ( pH= 6-7,5 ).

De igual manera Anacafe.org (1988) menciona que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

Así como también la revista Infoagro (2010) señala que el carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener una composta de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el composta. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica.

Una relación C/N muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener una composta equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero (Infoagro, 2010).

- **Agentes de la descomposición**

También gestaringenieria.com (2015) menciona que la construcción de pilas o silos para el compostaje tiene como objetivo la generación de un entorno apropiado para el ecosistema de descomposición. El entorno no sólo mantiene a los agentes de la descomposición, sino también a otros que se alimentan de ellos. Los residuos de todos ellos pasan a formar parte del compost. Los agentes más efectivos de la descomposición son las bacterias y otros microorganismos. También desempeñan un importante papel los hongos, protozoos y actinobacterias.



El proceso de la compostación se lleva a cabo por tres clases de microbios:

- Psicrófilos - microbios de temperatura baja
- Mesófilos - microbios de temperatura media
- Termófilos - microbios de temperatura alta

Generalmente, la compostación empieza a temperaturas mesofílicas y progresa hacia el rango termofílico. En las fases más tardías otros organismos incluyendo Actinomycetes, Ciempiés, Milípedos, Hongos, Sowbugs, Arañas y lombrices de tierra ayudan en el proceso (Ramírez y Sáinz 2007).

- **Selección del sitio de compostación**

Cualquier pila de materia orgánica se pudrirá, pero un sitio bien escogido puede acelerar el proceso. Debe buscarse un área con buen drenaje. Si se planea agregar desechos de cocina, el área debe mantenerse accesible a la puerta trasera. En latitudes más frescas, la pila debe mantenerse en un lugar soleado para que atrape calor. La pila debe protegerse de vientos fríos que podrían bajar lentamente el proceso de compostación. En latitudes calurosas, secas, la pila debe alojarse en un área más sombreada para que no se seque demasiado rápido. (Ramírez y Sáinz, 2007)

La pila debe hacerse sobre suelo o césped en lugar de concreto o asfalto, para aprovechar la lombriz de tierra, microbios benéficos y otros degradadores, los cuales emigrarán de arriba a abajo con el cambio estacional. El suelo descubierto también permite el desagüe. Si las raíces de árboles se están extendiendo hacia la pila, córtelas frecuentemente para que no puedan avanzar. (Ramírez y Sáinz, 2007)

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1 HIPÓTESIS**

La aplicación de Nitrato de Amonio y Urea reducirá el tiempo de descomposición y mejorará la relación C/N del abono de cuy.

#### **3.2 OBJETIVOS**

##### **3.2.1 Objetivo General**

Desarrollar una tecnología para la descomposición del abono orgánico de cuy (*Cavia porcellus*), en su forma tradicional utilizando fuentes de nitrógeno, buscando acelerar el proceso de descomposición.

##### **3.2.2 Objetivos Específicos**

- Establecer la relación Carbono/Nitrógeno del abono de cuy (*Cavia porcellus*), y su efecto en el tiempo de descomposición.
- Establecer el tiempo de descomposición del abono de cuy (*Cavia porcellus*), manteniendo la temperatura y la humedad óptimas durante el proceso de descomposición, utilizando Nitrato de Amonio y Urea.
- Determinar la composición química en macro y micro nutrientes del abono de cuy (*Cavia porcellus*).

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El lugar del ensayo está ubicado en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Parroquia de Mulliquindil, Barrio Pungahuito, en la propiedad del Sr. Arturo Barreros. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 2990 msnm, sus coordenadas son: latitud Sur  $1^{\circ}2'13.56''$  y de latitud Oeste  $78^{\circ}34'59.999''$

#### 4.2 EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.2.1 Equipos y Materiales

- Abono de cuy
- Herramientas agrícolas
- Materiales de escritorio
- Computadora
- Fuentes Nitrogenadas

#### 4.3 FACTORES DE ESTUDIO

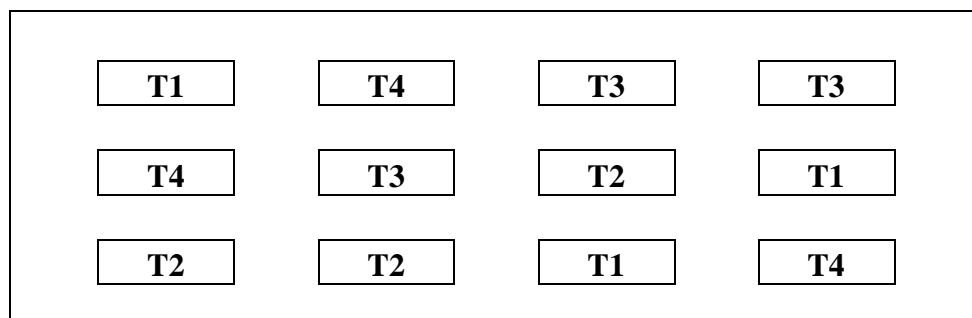
- Abono de Cuy
- **Fuentes Nitrogenadas:**
  - Nitrato de Amonio
  - Urea

#### 4.4 TRATAMIENTOS

Tabla 4: Descripción de los tratamientos

| N.- | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN  |
|-----|---------|--|
| 1   | T1      | 1,97 kg Nitrato de Amonio+0,38 m <sup>3</sup> Abono de cuy |
| 2   | T2      | 4,21 kg Nitrato de Amonio+0,38 m <sup>3</sup> Abono de cuy |
| 3   | T3      | 1,43 kg Urea+0,38 m <sup>3</sup> Abono de cuy              |
| 4   | T4      | 3,07 kg Urea+0,38 m <sup>3</sup> Abono de cuy              |

#### 4.5 ESQUEMA DE LA DISPOSICIÓN DE CAMPO



#### 4.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

- Se preparó el suelo donde se instaló las cajoneras, nivelándolo y midiendo las áreas de caminos y donde irían las 15 cajoneras de compostaje, ocupando 45m<sup>2</sup>.
- Se construyó cada cajonera con bordes de madera para el soporte del material a descomponer y cada una con una capacidad para 199kg de abono de cuy.
- Se colocó el abono de cuy recolectado en cada cajonera, sin presionarlo ni humedecerlo, porque por las orinas del cuy se encontraba humedecido.
- Se pesó las fuentes nitrogenadas, respectivamente Nitrato de Amonio y Urea, según los tratamientos y se añadió al estiércol.

- Se cubrió los tratamientos con plástico transparente, para aumentar la temperatura y mantener la humedad interna y proteger de las lluvias.
- Se hizo volteos cada 8 días, para ayudar a la aireación, y al final tener un compost homogéneo, se lo hizo con la ayuda de un azadón.
- El tratamiento testigo no tuvo aplicación de fuentes nitrogenadas, tampoco fue cubierto con plástico y no se hizo ningún volteo.
- No hubo necesidad de hacer riegos, porque se mantuvo la humedad inicial de la orina de los cuyes.
- Se colocó el abono descompuesto en lonas una vez que finalizó el ensayo a los sesenta días.

#### **4.7 VARIABLE RESPUESTA**

El día de la instalación del ensayo de campo se tomó los primeros datos de los parámetros de humedad, temperatura, relación C/N, pH y conductividad eléctrica.

A partir de la implementación de campo se tomaron datos de los mismos parámetros cada 8 días.

**Temperatura.-** Se trató de mantener la temperatura en rangos de 54 a 66 °C, se tomó este parámetro con la ayuda de un termómetro in situ.

**Humedad.-** Este procedimiento se realizó en laboratorio por diferencia de pesos.

**pH.-** Se lo realizó in situ con la ayuda de un ph-metro.

**Conductividad eléctrica.-** Se tomó este parámetro con la ayuda de un conductivímetro.

**Relación C/N.-** Se realizó análisis de laboratorio de la relación C/N existente en el compost cada quince días, desde la implementación del ensayo de campo, es decir a los 15, 30, 45 y 60 días.

#### **4.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para el procesamiento de datos se utilizó figuras de interpretación en el programa Excel, para la visualización de los parámetros en el trayecto de la investigación. Al no tener un diseño experimental determinado no se utilizó programas estadísticos.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según muestra la Figura 2 los datos observados en el día de la implantación del ensayo, la temperatura fue de 19,5°C y la humedad de 77,4% estos resultados ante lo analizado en la relación C/N de 27,96 siendo estos parámetros tomados con termómetro y por diferencia de peso en laboratorio la humedad. Una vez elaborada la cajonera de compost, se cubrió con plástico transparente.

En el día 16 se observó que la temperatura fue de 67°C y la humedad de 57,5% frente a la relación C/N 23,03 como vemos la temperatura muestra una subida normal ante el trabajo de los microorganismos para la descomposición del compost así según mencionan Márquez et al (2003) al disponerse el material que se va a comportar en pilas, en un reactor, etc., si las condiciones son las adecuadas, comienza la actividad microbiana. Inicialmente todo el material está a la misma temperatura, pero al crecer los microorganismos se genera calor aumentando la temperatura.

Así también la humedad se muestra en un rango adecuado para el trabajo microbiano, pues no debe excederse para evitar pudriciones por lo tanto cita Márquez et al (2003) la humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacio libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis.

El valor de la relación C/N bajó a diferencia del inicio, donde se puede asumir que comienza la mineralización del N que existe en la materia orgánica del estiércol como menciona Jhorar (1991) para un correcto compostaje en el que se aproveche y retenga la mayor parte del C y del N, la relación C/N del material de partida debe ser la adecuada. Los microorganismos utilizan

generalmente 30 partes de C por cada una de N; por esta razón se considera que el intervalo de C/N teóricamente óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35.

En el día 32 los datos observados fueron en temperatura 62,4°C y la humedad de 62,0% frente a la relación C/N de 12,85 posiblemente podemos creer que el aumento de la temperatura y humedad propician la mineralización del N para que siga descendiendo la relación C/N, además posiblemente se aceleró la liberación de N al haberse adicionado el Nitrato de Amonio, la cual es fuente también de nitrógeno. Ruiz (1999) manifiesta que un 34,5% de N, contiene la mitad en forma amonio y la mitad en la forma nítrica. Por tener las dos fracciones de N. tiene un efecto inmediato debido a la fracción nítrica y un efecto de más largo plazo representado por el amonio, el cual por su carga (+) queda retenido por las cargas (-) de las arcillas del suelo.

En los datos observados en el día 48 tenemos una temperatura de 55,3°C y humedad de 65% frente a la relación C/N de 8,62 en esta observación de datos, la humedad y la temperatura, según el análisis bibliográfico anterior se mantiene por la acción o el trabajo de los microorganismos, más la relación C/N presenta un descenso vertiginoso. Por esta razón Márquez et al (2003) nos dice que para eliminar el exceso de carbono (en forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estos microorganismos el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir.

Al día 60 se observó que la temperatura llegó a 53,3°C y la humedad en 56,7% frente a la relación C/N de 8,42% siendo similar a los datos observados en el día 48 y teniendo en cuenta la bibliografía mencionada ante los resultados.



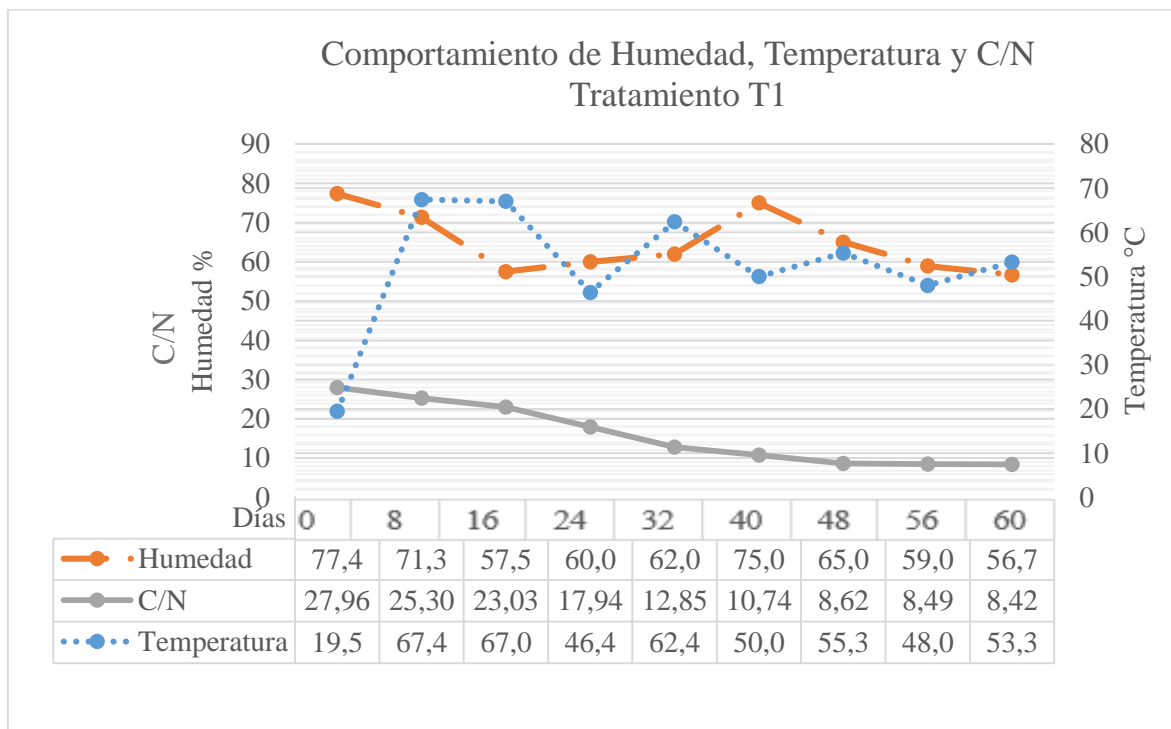


Figura 2: **Tratamiento T1 (Nitrato de Amonio 1,97 kg/0,38m3) humedad, temperatura y relación C/N**

En la figura 3 el día de la implantación del ensayo los datos de los parámetros observados en pH fue de 8,5 y CE de 0,609 frente a la relación C/N 27,96 con lo cual se inició el trabajo de investigación.

Al día 16 se observó un descenso de pH siendo de 7,2 neutro y la CE tuvo una subida a 1,607 dS/m según manifiesta la literatura por Márquez et al (2003) la CE tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes.

Suler y Finstein (1977) posteriormente estudiaron las relaciones pH-aireación-microorganismos existentes en el proceso, y dedujeron que la degradación orgánica se inhibe a pH bajos, por lo que si el pH se mantiene por encima de 7,5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición. Con estos resultados podemos aseverar que por esta razón los resultados de

la relación C/N han ido descendiendo a partir de su valor inicial a 23,03 como muestra de la mineralización del N o descomposición del estiércol.

Al día 32 se observó resultados en pH de 9,0 y de CE con 0,854 dS/m frente a la relación C/N con 12,85. Menciona Márquez et al (2003) que ocurre a veces un descenso de la CE durante el proceso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma. El pH se presenta levemente alcalino mostrando la descomposición que se refleja en el descenso también de la relación C/N.

Al día 48 de observaron datos de pH 8 ligeramente alcalino una fase de alcalinización que tuvo posiblemente el compost y CE de 1,364 dS/m ante una relación C/N de 8,62 menciona Márquez et al (2003) que según algunos autores la evolución del pH en el compostaje presenta tres fases. Durante la fase mesófila inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más lábil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas. Y en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón.

Por otra parte, menciona Sánchez, Roing, Paredes y Bernal (2001) citados por Márquez et al (2003) que la conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. La relación C/N para esta fecha a tomado una baja importante probablemente se deba a la mineralización del N, es decir el pasar de N orgánico contenido en el estiércol a N mineral disponible para la aplicación a los cultivos entonces mencionan Pedromo y Barbazán (2017) que como consecuencia de este proceso, a medida que este ciclo "gira" el resto vegetal que se está descomponiendo se enriquece cada vez más en N y se empobrece en C, por lo que la relación C/N disminuye hasta que ésta alcanza la relación C/N del tejido microbiano, la cual en promedio es cercano a 10/1.

Al día 60 se observó un pH de 7,6 y CE de 0,795 dS/m frente a una relación C/N de 8,42 en éste último dato del ensayo asumimos que se estabilizaba un ph neutro con una baja de CE como se habló de las fases que presenta el compost y una relación C/N baja por como aseveran los autores anteriores en su descomposición.

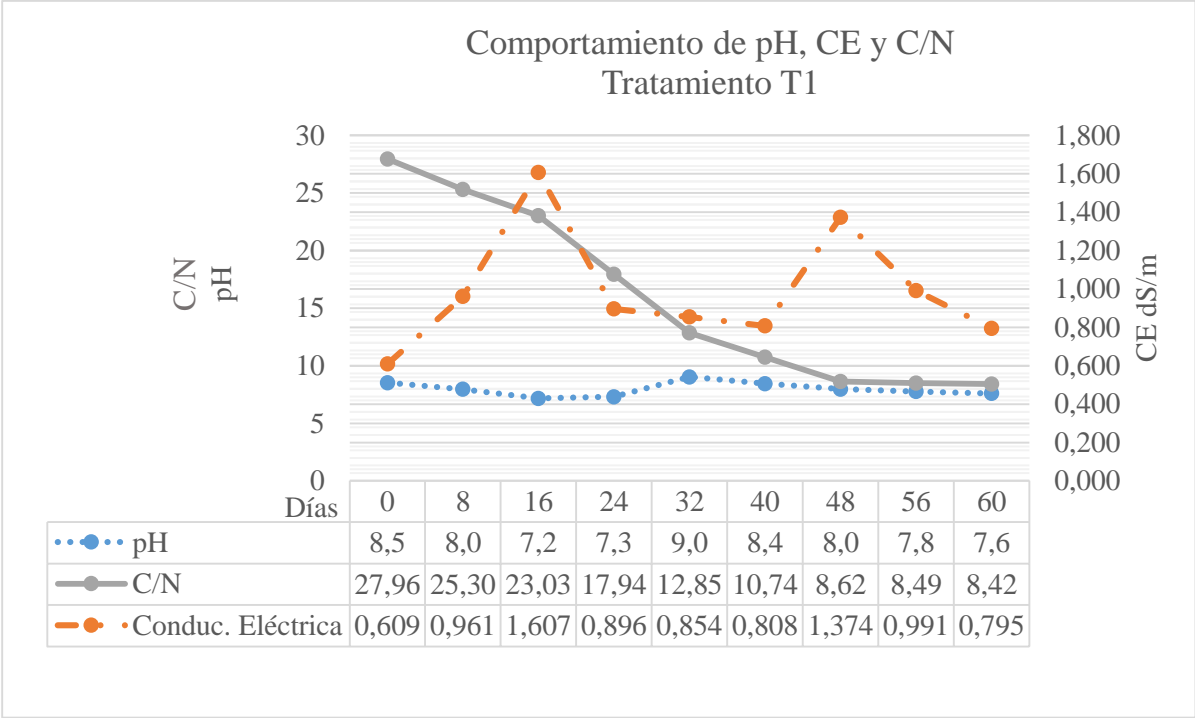


Figura 3: **Tratamiento T1 (Nitrato de Amonio 1,97 kg/0,38m3) pH, CE y relación C/N**

La Figura 4 del tratamiento T2 (Nitrato de Amonio 4,21kg/0,38m<sup>3</sup>, se observó los datos de temperatura y humedad frente a la relación C/N, donde en el día inicial del ensayo se tiene como datos en temperatura 20,5 °C, humedad 76,7% y la relación C/N de 27,96. Estos datos se tomaron en el momento que se hizo la pila de material para descomposición. Es normal poder ver éstos datos altos de relación C/N debido a los materiales orgánicos utilizados y que aún no sufren proceso de descomposición. En esta fecha el ensayo de campo se implantó y la temperatura que se midió fue de 20,5°C, en este momento la temperatura no era superior porque aún la actividad microbiológica no ha comenzado, la humedad de 76,7% que se tomó en este

día de la implantación de la investigación era porque el abono mismo tenía humedad por las orinas de los cuyes.

La temperatura en datos observados a los 16 días muestra un aumento, siéndole éste el comienzo de la actividad microbiana benéfica para la descomposición del material orgánico según manifiesta la página Compostadores (2016) la actividad de los organismos hace que se eleve la temperatura de los materiales alcanzando valores altos que no deben superar los 65-70°C. También mencionan Suler y Finstein (1977) que cada especie de microorganismo tiene un intervalo de temperatura óptima en el que su actividad es mayor y más efectiva: 15-40°C para los microorganismos mesófilos y 40-70°C para los termófilos.

En cuanto a la humedad, se observó que llegó a 55,5% a comparación del día cero sí descendió en cierto porcentaje, sin embargo se mantenía en rangos estables para el trabajo de los microorganismos en la descomposición del estiércol y recordando que la humedad que se sigue manifestando es la de la orina misma que contenía el estiércol y asumiendo que el plástico que cubría el abono ayudó a mantener la humedad. La página Compostadores (2016) además manifiesta que es importante mantener la humedad en torno al 60 % durante las primeras fases del proceso, ya que los organismos encargados de la descomposición de los materiales necesitan un cierto contenido en agua para desarrollar su actividad.

En tanto a la relación C/N el dato observado es de 19,51 siendo así un valor menor al inicial como ya han pasado unos días la actividad microbiana comienza su trabajo y para el paso de descomposición consumirá carbono y ayudará a que lo orgánico del abono se convierta en una asimilación mineral del nitrógeno, también se puede asumir que la presencia de nitrato de amonio en este tratamiento, pudo provocar algún tipo de aceleración o inmovilización de N y talvés reflejar así el resultado de C/N; Quian (2002) cita que reportan una alta mineralización neta de N en los estiércoles con relaciones C:N menores de 13, mientras que relaciones mayores de 15 provocaban inmovilización neta del N mineral, teniendo poco impacto en la disponibilidad de N mineral los estiércoles con relaciones C:N entre 13 y 15.

Los resultados del día 32 fueron en temperatura 57,0°C y humedad 61,7% éstos frente a la relación C/N 11,83. El rango de temperatura que se registró en éste día se puede decir es óptimo en la descomposición del compost, pues uno de los indicadores de un buen compostaje es la subida de temperatura porque así se identifica el trabajo de los microorganismos que permitirán un proceso continuo. La elevada presencia de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas... en humus y elementos) y la de macroorganismos (insectos, lombrices...) resulta vital e indispensable en todo proceso de degradación, descomposición o fermentación que vivan los materiales orgánicos, hasta transformarse nutritivos asimilables por las plantas (Bueno, 2008).

La humedad en éste día de 61,7% se ha mantenido estable hasta este tiempo, se puede interpretar que el plástico que cubría la pila ayudaba a que no se evapore fácilmente la humedad. En la investigación la pila era humedecida con riego sólo cuando tenía una subida excesiva de temperatura sobre los 60°C, sino seguía con la humedad inicial que era la de la orina misma que tenía el estiércol. La humedad y la temperatura también es un parámetro que va de la mano con la aireación de la pila, por lo tanto cada 8 días se daba el volteo de cada pila de los tratamientos a excepción del testigo. La aireación puede hacer que se enfríe el material de compostaje y la temperatura por tanto descienda y en ciertos casos causando sequedad del material es decir reduciendo por tanto la humedad. Mencionan Zhu, Deng y Xiong (2004), citados por Marquez et al (2003) el exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos.

Al día 48 se observó que la temperatura era de 56,3°C y la humedad de 64,8% frente a una relación C/N de 6,80. Estos parámetros como ya hemos mencionado se vieron estabilizados por la cubierta plástica que ayudó a mantener la temperatura y continuando también el proceso de trabajo microbiano. En cuanto a la relación C/N se tuvo un dato bastante bajo con 6,80 siendo probablemente el resultado de una descomposición de la materia orgánica, como vimos anteriormente la bibliografía hace notar un descenso de esta relación por la transformación del N orgánico al mineral.

Al día 60 se observó que la temperatura fue de 55,0°C y la humedad fue de 53,7% frente a una relación C/N de 6,64 donde vemos que no han variado los parámetros, para este tiempo la investigación ya se culminó y el compost presentaba una textura y olor agradable.

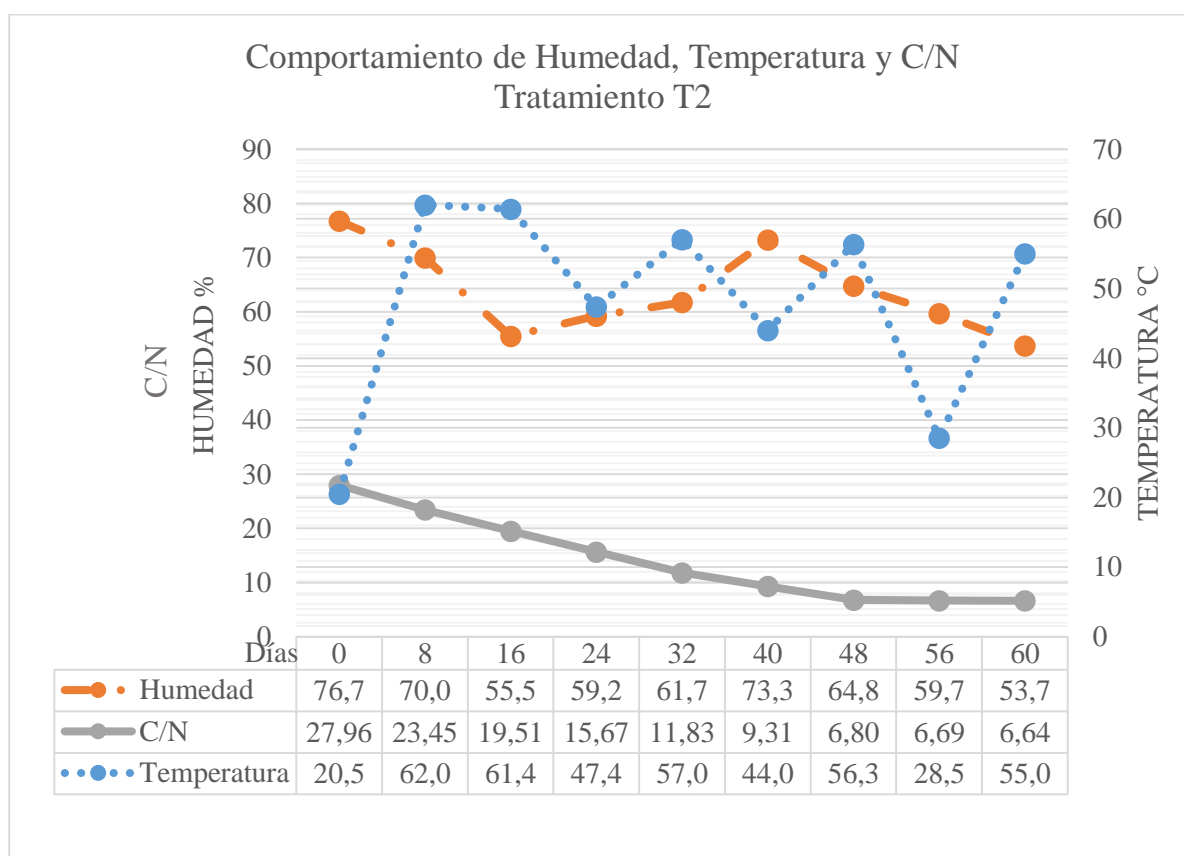


Figura 4: **Tratamiento T2 (Nitrato de Amonio 4,21kg/0,38m<sup>3</sup>) humedad, temperatura y relación C/N**

Según muestra la figura 5, los resultados observados en el día de la implantación del ensayo, fueron en CE 0,607 dS/m, un valor de pH de 8,3 siendo ligeramente alcalino y éstos resultados frente a la relación C/N con 27,96.

En el día 16 observamos que la conductividad eléctrica aumentó llegando a tener un valor de 1,601 dS/m es así como se supone que pudo ser talvés debido a la incorporación del nitrato de amonio y la acumulación de nutrientes. Según cita Ruiz (1999) es uno de los productos de mayor solubilidad. (1,920 g/l a 20°C)

Por otra parte el pH en el día 16 fue de 7,1 neutro debido a que la mayor parte de las bacterias se desarrollan mejor en pH neutros o ligeramente alcalinos, mientras que en el grupo de los hongos presenta un buen desarrollo en un intervalo de pH más amplio. (Córdova Ballona , 2010). Esto frente a la relación C/N donde se observó un valor de 19,51 a comparación del inicial ya muestra una baja. Se puede decir que esto se debe posiblemente al proceso normal de mineralización que sufre el convertirse el nitrógeno orgánico en mineral. Por lo tanto Córdova (2010) menciona que la relación C/N es un importante factor que influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje.

Los datos observados el día 32 desde la implantación del ensayo son en CE de 0,844 dS/m y de pH de 8,6 estos resultados frente a la relación C/N de 11,83 siendo menor la CE a diferencia del día 16 en un casi 50% y el pH ligeramente alcalino considerado este similar al resultado anterior, posiblemente por la estabilización de los nutrientes y las sales, según menciona Sánchez et al (2001), citados por Márquez et al (2003) en una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas.

El resultado de la relación C/N fue de 11,83 puede haber la posibilidad de que haya bajado porque va dándose la descomposición del material con la estabilización de pH por lo que según Márquez et al (2003) en la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando  $C/N < 20$  aunque esta es una condición necesaria pero no suficiente. Es así como vemos una regulación continua que va teniendo la relación C/N con resultados variables a los estimados.

En la toma de datos del día 48 se observa que la CE es de 1,179 dS/m y el pH de 7,6 estos resultados ante la relación C/N que es de 6,8 a lo cual podemos asumir que los resultados de CE nuevamente llegan a incrementarse ante el dato último posiblemente por la acumulación de nutrientes debido a la mineralización de la materia orgánica y el pH se fue neutralizando, pese a que la CE mostró un aumento, pero probablemente ayudó la aireación por lo tanto mencionan Suler y Finstein (1977) citados por Márquez et al (2003) quienes establecieron una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8.

A esto los resultados de la relación C/N ha descendido mucho más, para éste tiempo podríamos asumir según cita Jhorar (1991), citado por Márquez et al (2003) que si los productos que se compostan poseen una relación C/N baja (inferior a 18-19), el compostaje se lleva a cabo con mayor rapidez pero se desprende como amoníaco el exceso de N, produciéndose una autorregulación de la relación C/N.

Los datos observados en el día 60 después de la implantación del ensayo, fueron en CE de 0,790 y pH de 7,2 estos datos ante la relación C/N de 6,64. En cuanto a estos resultados finales, vemos que se mantienen similares a los de la toma última de datos, por lo que asumimos que sus resultados se pueden respaldar de acuerdo a lo establecido por los autores anteriormente mencionados.



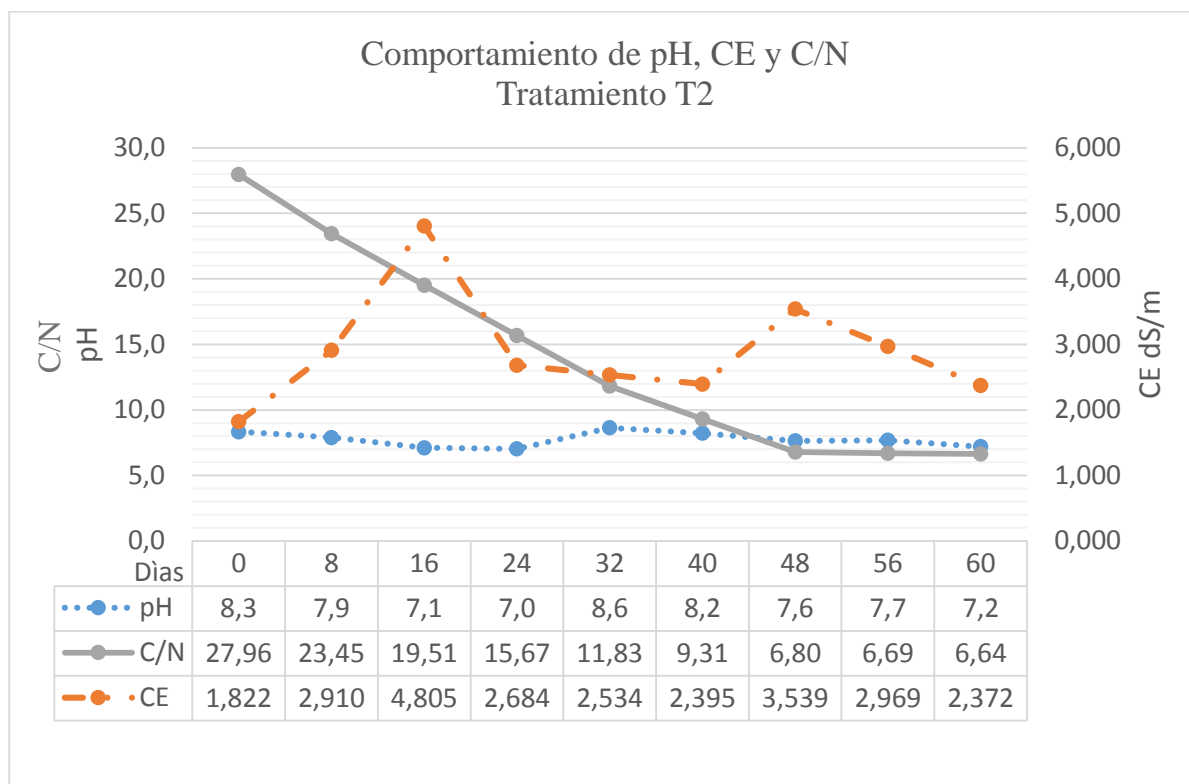


Figura 5: **Tratamiento T2 (Nitrato de Amonio 4,21kg/0,38m<sup>3</sup>) pH, CE y relación C/N**

En la figura 6 el tratamiento T3 (Urea 1,43 kg/0,38m<sup>3</sup>), se instaló el ensayo y los datos observados al inicio del ensayo fueron en temperatura 20,8°C y en humedad 76,2% estos datos frente a la relación C/N 27,96 esto hace referencia en el caso de la humedad por la orina del cuy que el estiércol presentaba y la temperatura que se tomó una vez apilado. En cuanto a la relación C/N es el valor que refleja el abono con la aplicación de Urea.

Al día 16 se pudo observar la temperatura 66,7°C y humedad 51,2% ante el resultado de relación C/N 22,80 en este día ya se notan los cambios de los parámetros donde la temperatura según cita la literatura esta en un grado de trabajo de microorganismos, así mismo la humedad se encuentra en un porcentaje adecuado para el trabajo de los mismos y por ende como a comenzado el trabajo de mineralización la relación C/N a descendido. El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que está compostando, por lo que la temperatura ha sido considerada tradicionalmente como una variable fundamental en el control del compostaje (Lian, Das y McClendon, 2003). Así mismo la humedad óptima

para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. (Márquez et al, 2003).

Al día 32 los datos observados fueron en temperatura de 60,8°C y humedad de 64,8% frente a la relación C/N 17,41 como se señala en las bibliografías anteriores la temperatura y humedad son de gran importancia para la descomposición del material orgánico, donde los microorganismos pueden realizar su labor. De ésta manera también se sigue evidenciando que la relación C/N sigue descendiendo con el transcurso de los días producto de la mineralización del N que éste posee y mostrando la regulación del mismo a partir del estiércol y la adición de la urea que éste tuvo.

El día 48 se observó que la temperatura fue de 55,6°C y la humedad de 65,1% estos datos frente a la relación C/N 14,92 donde se puede asumir que tanto la temperatura como la humedad mantenían su ritmo condicionante para la descomposición del compost. (Márquez et al. 2003) citan que se observan tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial ( $T < 45^{\circ}\text{C}$ ), al final de la cual se producen ácidos orgánicos; fase termófila ( $T > 45^{\circ}\text{C}$ ); y fase mesófila final, considerándose finalizado el proceso cuando se alcanza de nuevo la temperatura inicial.

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso.

Dados éstos parámetros podemos asumir que el ensayo de campo se mantenía en una evolución correcta para el compostaje, y así mismo que aunque ha ido bajando la relación C/N por la

mineralización misma se El N del estiércol se encuentra principalmente bajo forma orgánica y el proceso de mineralización realizado por los microorganismos determina su efectividad como fuente de N disponible. La relación C:N es uno de los principales factores que afectan la tasa de mineralización del estiércol. (Quian y J.J, 2002).

La temperatura que se observó a los 60 días desde la implantación del ensayo fue 58,5°C y la humedad 60,4% frente a una relación C/N de 11,44 como vemos los parámetros siguieron su curso en mineralización pero a diferencia de los dos tratamientos con Nitrato de Amonio, éste tratamiento con aplicación de Urea muestra que la relación C/N iba descendiendo no de manera tan brusca a los mencionados, puede ser porque la Urea como fuente nitrogenada provocó una leve inmovilización del N en la mineralización del estiércol, para luego ir siendo liberado poco a poco. Según ensayos realizados se menciona que los incrementos de nitrógeno mineral neto que ocurren con el transcurso del período de incubación en este tratamiento indican que hubo una leve inmovilización inicial del nitrógeno, la cual, a medida que se fue desarrollando el experimento, se liberó como nitrógeno mineral al suelo. (Martín Gloria y Rivera 2004)

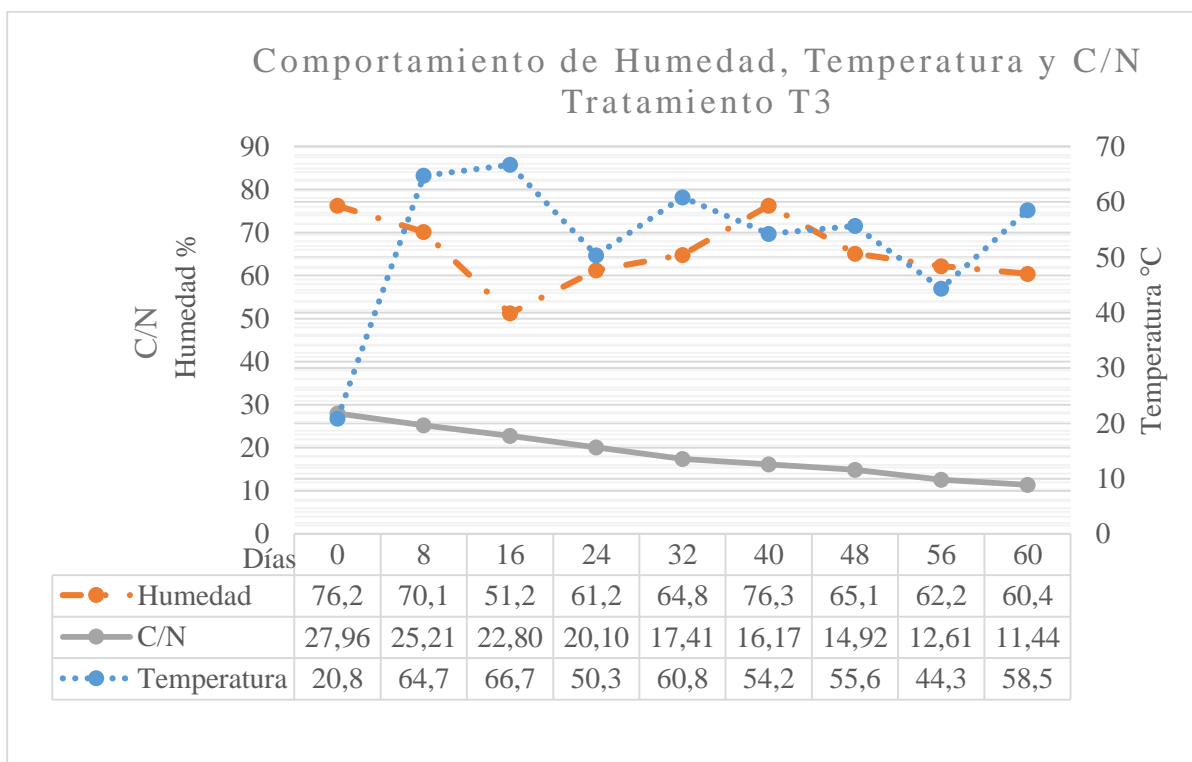


Figura 6: **T3 Tratamiento 3 (Urea 1,43 kg/0,38m<sup>3</sup>) humedad, temperatura y relación C/N**

Observamos en la figura 7 en la implantación del ensayo, un valor de pH de 8,6 y en CE 0,657 dS/m estos parámetros frente a la relación inicial de C/N de 27,96 del estiércol puesto en pila para compostaje.

Al día 16 se observó que el pH fue de 7,2 y la CE 1,542 dS/m frente a la relación C/N de 22,80 con estos datos vemos que el pH tendió a la neutralidad en estos días Suler y Finstein (1977), establecieron una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro. Por otra parte la CE según Márquez et al (2003) tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes. Y si ante lo mencionado vemos que se habla de mineralización ahí vemos el por qué la relación C/N también descendió.

Al día 32 los datos observados fueron para pH 9,0 ligeramente alcalino y CE 0,796 frente a la relación C/N 17,41 con estos parámetros podemos asumir que probablemente en una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas. Sánchez et al (2001) esto para asumir el porqué de la subida del pH. Mientras que en la CE según Márquez et al (2003) ocurre a veces un descenso de la CE durante el proceso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma. La relación C/N no se muestra tan baja como los tratamientos anteriores y según la literatura puede ser por una cierta inmovilización del nitrógeno.

Los datos observados en el día 48 fueron pH 9,1 ligeramente alcalino y CE 0,978 frente a la relación C/N 14,92 como vemos los parámetros no han cambiado en su proporción a los observados hace quince días por lo tanto nos mantenemos con la acotación relacionada al soporte bibliográfico ya mencionado anteriormente.

Al días 60 después de la implantación del ensayo los parámetros observados fueron en pH de 8,3 ligeramente alcalino y CE de 0,781dS/m frente a la relación C/N de 11,44 estos datos muestran al pH ligeramente alcalino, la CE con un valor no tan alto y la relación C/N comparada a otros tratamientos el de la Urea se ha mantenido no tan baja como decíamos probablemente por cierto grado de inmovilización del N como explicábamos en las conclusiones anteriores.

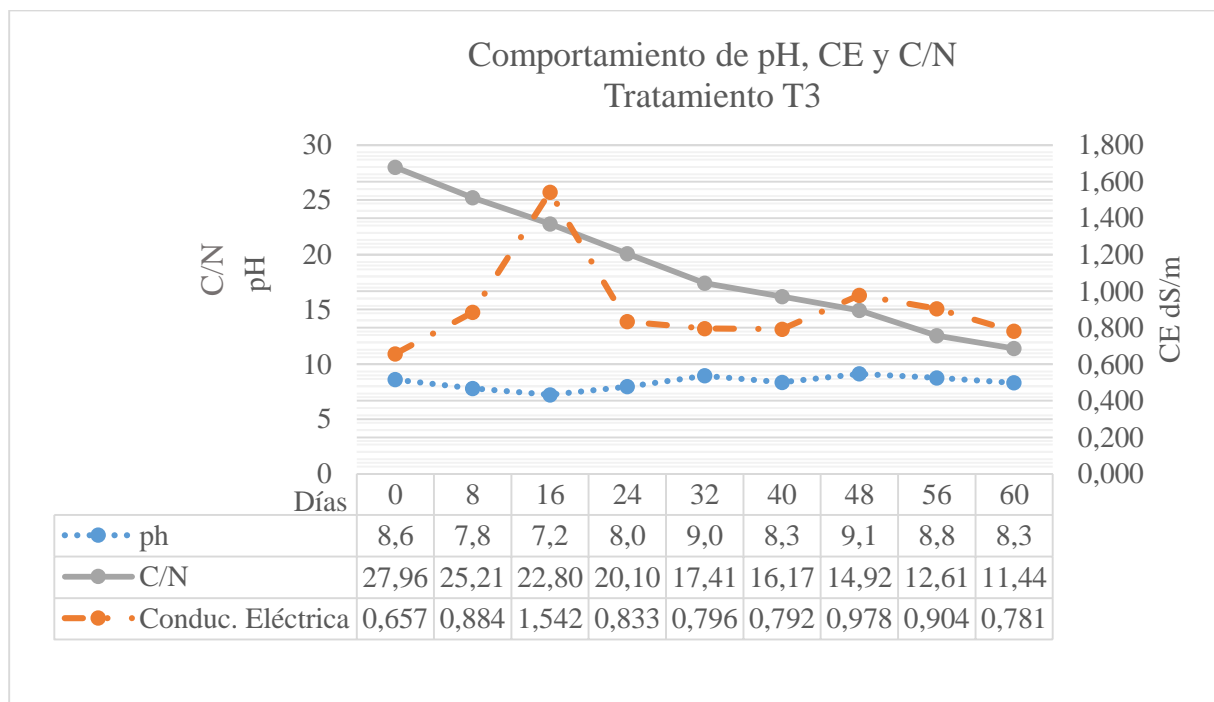


Figura 7: **T3 Tratamiento 3 (Urea 1,43 kg/0,38m<sup>3</sup>) pH, CE y relación C/N**

En la figura 8 los datos en la implantación del ensayo se observó la temperatura en 20°C y la humedad de 75,1% frente a la relación C/N de 27,96, donde se apilo el estiércol para el compostaje con la aplicación de la urea.

En los datos observados el día 16 después de la implantación del ensayo la temperatura fue de 66,0°C y la humedad de 54,7 frente a la relación C/N de 21,70 se puede interpretar que para éste día es común el compostaje muestre un incremento de la temperatura dado el trabajo de los microorganismos para la descomposición. Las diversas poblaciones bacterianas que actúan en

el compostaje llegan a través de los materiales orgánicos empleados, especialmente si añadimos excrementos animales (estiércol) o restos de compost. Otras poblaciones llegan directamente a través del aire, del agua o desde el suelo donde está ubicado el compost. Al cabo de unos días de crear el montón se inicia una fase de intensa actividad microbiana que provoca un fuerte aumento de la temperatura, pudiendo alcanzar a los pocos días temperaturas superiores a los 50 o 60°C, la humedad debe permanecer entre el 55 y 60% realizándose aportes de agua por microaspersión durante el volteo, siempre que resulte necesario. (Bueno, 2008)

En cuestión de la relación C/N ha descendido en valor del que se inicio, esto debido a la mineralización del estiércol, es decir sus componentes orgánicos volverlos N mineral para poder ser absorbido. Residuos ricos en nitrógeno como las leguminosas, presentan más baja la relación C/N (<20) y, por ende, mayor velocidad de mineralización así dicen Castellanos, Uvalle y Aguilar (2000), el régimen de humedad tiene una influencia significativa sobre los procesos de mineralización e inmovilización; las altas temperaturas, el pH cercano a la neutralidad y el buen nivel de aireación permite que aumente la mineralización del nitrógeno. (Khalil, Van Cleemput, Boeckx y Rosenani, 2001)

En los datos del día 32 se observó una temperatura de 50,4°C y una humedad de 65,1% a la relación C/N de 15,52 es posible entonces el proceso normal del compost en su descomposición y el comportamiento de sus parámetros en cuanto a temperatura y humedad, lo que hace como dicen los autores citados anteriormente que se dé la mineralización del material orgánico y siga descendiendo el valor de la relación C/N. Así mismo se marca una diferencia con los otros tratamientos en estos días donde la relación fue menor excepto el de urea con la aplicación de 1,43 kg, y donde se puede asumir que ésta no deja que descienda bruscamente esta relación.

Según Martín et al (2004) en un estudio realizado de mineralización del Nitrógeno en *Canavalia ensiformis* en el tratamiento donde se aplicó fertilizante mineral en forma de urea, esta hidrolizó muy rápidamente, alcanzando ya, a los primeros siete días de incubación, el 60 % del nitrógeno mineralizado con respecto al aportado. Los incrementos de nitrógeno mineral

neto que ocurren con el transcurso del período de incubación en este tratamiento indican que hubo una leve inmovilización inicial del nitrógeno, la cual, a medida que se fue desarrollando el experimento, se liberó como nitrógeno mineral al suelo.

Al día 48 se observó que la temperatura era de 58,6°C y la humedad de 66,6% donde la relación C/N era de 11,61 es así como se ve que tanto los parámetros de los días anteriores como éste permanecían en los establecidos por los autores y mencionados anteriormente, donde también la relación C/N sigue su descenso aunque no fuertemente como en los tratamientos con nitrato de amonio T1 y T2, por lo que se puede asumir que es posiblemente porque la urea tiende a no liberar prontamente su forma de absorción mineral. En este caso en el proceso de mineralización del estiércol.

Al día 60 se observó datos de temperatura de 56,3°C y humedad de 62,7% con un relación C/N de 10,66 como ya se manifestó estos parámetros son condicionantes del trabajo de descomposición del compost con el trabajo de los microorganismos y la presencia de mineralización de material que hace la relación C/N sea más baja. No podemos decir que por el descenso de ésta relación se haya tenido un deterioro del compost porque en el ensayo su textura y olor estuvieron de acuerdo a las características propias de un compostaje adecuado. Según Bueno (2008) se puede reconocer un buen compost de forma sencilla mediante: el olor a tierra de bosque, con la prueba de mano que consta en apretar un puño de compost que no gotea agua o se desmenuza y la textura que es suelta y algo granulosa.

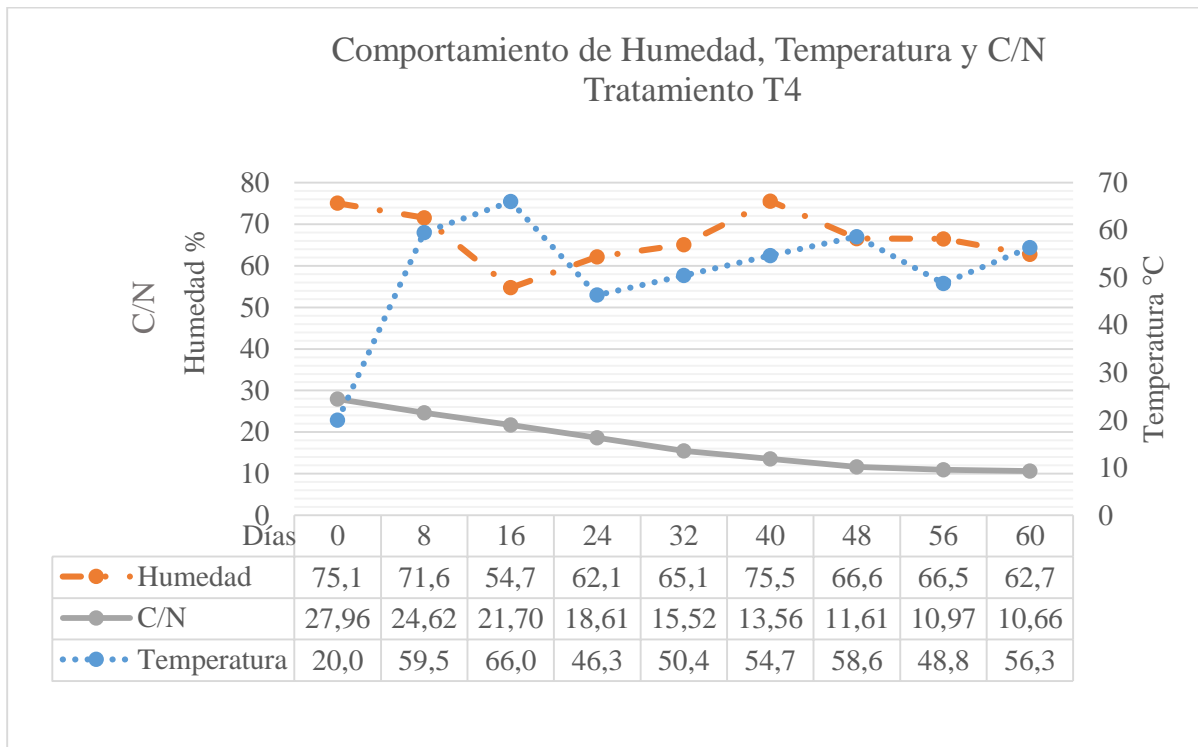


Figura 8: **T4 Tratamiento 4 (Urea 8,07 kg/0,38m<sup>3</sup>) humedad, temperatura y relación C/N**

Según muestra la Figura 9 al inicio del ensayo, se observó que el pH del compost fue de 8,7 ligeramente alcalino y su CE de 0,647 dS/ esto frente a la relación C/N de 27,96 con lo cual se inició el trabajo de investigación.

Al día 16 después de la implantación del ensayo observamos que el pH comienza a volverse neutro con un valor de 7,6 pese a que su CE se elevó en este punto a 1,532 dS/m siendo así que Suler y Finstein (1977) establecieron una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro.

La CE tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de



nutrientes. (Márquez et al, 2003). Y por tanto debido a éste comienzo de mineralización la relación C/N también va descendiendo.

Al día 32 los datos observados fueron en pH 8,4 y en CE de 0,800 así frente a la relación C/N de 15,52 donde los parámetros no establecen un vínculo directo como se analiza en el trayecto de los datos tanto el pH como la CE resultan ser más independientes Márquez et al (2003) dicen el pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos.

Pues tomando la referencia de la literatura anterior, ya son procesos de los microorganismos para la mineralización lo que hace que suba o baje sus datos. De igual manera establecemos que la relación C/N es la mineralización del estiércol por lo cual va descendiendo. Inclusive dicen Rodríguez y Guzmán (2016) en el caso de la Urea y la conductividad eléctrica se puede mencionar que esta presenta su mayor ventaja, es una forma orgánica no disociada en solución, por lo que al incorporarla al agua de riego no aumenta la conductividad eléctrica. Sin embargo, ya en la solución del suelo al transformarse en formas amónica y nítrica incrementa la conductividad eléctrica.

Al día 48 se observó el pH con un valor de 9,0 y CE 1,059 dS/m donde la relación C/N es de 11,61 siendo que comparados con los datos últimos se mantenía en valores menores los dos parámetros fueron aumentando poco a poco y la relación C/N fue descendiendo cada vez más para esta fecha y asumiendo que a relación de los otros tratamientos como con el nitrato de amonio ésta relación no bajó tan rápidamente, como ha manifestado la literatura posiblemente por la inmovilización del N y su liberación mineral lenta por la aplicación de urea.

En el día 60 se observó los datos de pH con un valor de 7,9 y una CE de 0,780 frente a una relación C/N de 10,66 se puede estimar que para ser el día 60 ha descendido a casi neutro el valor de pH del compost y la CE también a partir del día 48 que se elevó Sánchez et al (2001) manifiestan que la conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso.

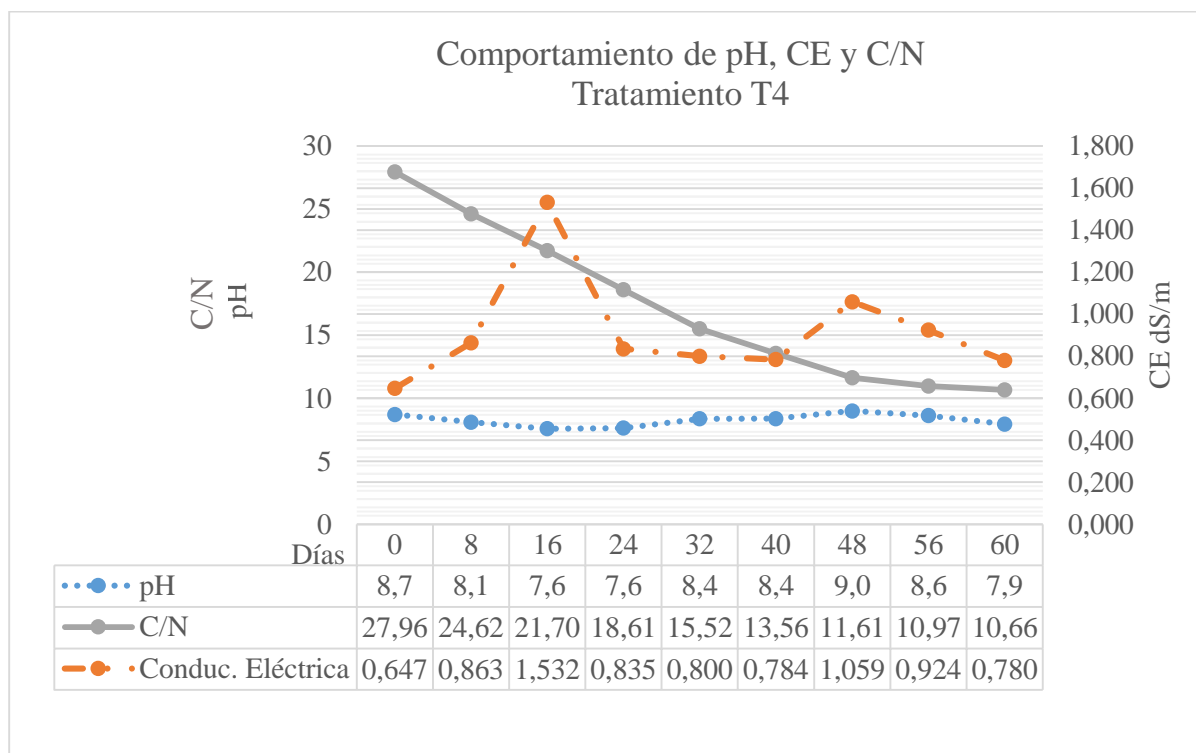


Figura 9: T4 Tratamiento 4 (Urea 8,07 kg/0,38m<sup>3</sup>) datos a los 8 días pH y CE

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos en el ensayo, con análisis de relación C/N cada 15 días y donde se logró también interpolar los datos para observar las relaciones posibles a la fecha.

La interpolación nos dará resultados estimados a obtener en diferentes días aunque éstos no consten en la tabla anterior, más la vista del compost en el campo pudo evidenciar texturalmente si éste estaba o no descompuesto para esas fecha donde se considere un resultado de la relación C/N aplicable para el cultivo.

Por lo tanto en la Tabla 5 se señala los valores estimados en esas fechas, el tratamiento T4 (Urea 3,07 kg/0,38m<sup>3</sup>) es el que se considera el mejor por su relación C/N de 15:1 y su descomposición obtenida entre los días 28 al 40. Así como también su valor en costos no genera inconvenientes ya que un quintal de urea esta alrededor de (\$23,50/50 kg), deduciendo que para 3,07 kg de urea en 0,38m<sup>3</sup> de abono se gastará \$1,44 siendo por lo tanto el más económico.

Tabla 5: Relación C/N de los tratamientos

| Observación<br>día | T1(Nitrato<br>de Amonio<br><b>1,97</b><br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T1(Nitrato<br>de Amonio<br>1,97<br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T2<br>(Nitrato de<br>Amonio<br><b>4,21</b><br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T2 (Nitrato<br>de Amonio<br>4,21<br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T3 (Urea<br><b>1,43</b><br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T3 (Urea<br>1,43<br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T4 (Urea<br><b>3,07</b><br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) | T4 (Urea<br>3,07<br>kg/0,38m <sup>3</sup> ) |
|--------------------|---|--|---|---|--|---|--|---|
|                    | <i>C/N a 20</i>   | <i>C/N a 15</i>  | <i>C/N a 15</i>   | <i>C/N a 20</i>   | <i>C/N a 20</i>                                    | <i>C/N a 15</i>                             | <i>C/N a 15</i>                                    | <i>C/N a 20</i>                             |
| 0                  | 27,96   | 27,96  | 27,96   | 27,96   | 27,96  | 27,96                                       | 27,96  | 27,96                                       |
| 4                  | 26,63   | 26,63  | 25,69   | 25,69   | 26,58  | 26,58                                       | 26,29  | 26,29                                       |
| 8                  | 25,30   | 25,30  | 23,45   | 23,45   | 25,21  | 25,21                                       | 24,62  | 24,62                                       |
| 12                 | 24,17   | 24,17  | 21,48   | 21,48   | 24,00  | 24,00                                       | 23,16  | 23,16                                       |
| 16                 | 23,03   | 23,03  | 19,51   | 19,51   | 22,8   | 22,8  | 21,70  | 21,70                                       |
| 20                 | <b>20,48</b>  | 20,48  | 17,59   | 17,59   | 21,45  | 21,45                                       | 20,15  | <b>20,15</b>                                |
| 24                 | 17,94   | 17,94  | <b>15,67</b>  | 15,67   | <b>20,10</b>                                       | 20,10                                       | 18,61  | 18,61                                       |
| 28                 | 15,39   | <b>15,39</b>   | 13,75   | 13,75   | 18,75  | 18,75                                       | 17,06  | 17,06                                       |
| 32                 | 12,85   | 12,85  | 11,83   | 11,83   | 17,41  | 17,41                                       | <b>15,52</b>                                       | 15,52                                       |
| 36                 | 11,79   | 11,79  | 10,57   | 10,57   | 16,79  | 16,79                                       | 15,58  | 15,58                                       |
| 40                 | 10,74   | 10,74  | 9,31  | 9,31  | 16,17  | 16,17                                       | 15,56  | 15,56                                       |
| 44                 | 14,62   | 14,62  | 8,05  | 8,05  | 15,92  | 15,92                                       | 13,58  | 13,58                                       |
| 48                 | 8,62  | 8,62   | 6,80  | 6,80  | 14,92  | <b>14,92</b>                                | 11,61  | 11,61                                       |
| 52                 | 8,55  | 8,55   | 6,74  | 6,74  | 13,76  | 13,76                                       | 11,29  | 11,29                                       |
| 56                 | 8,49  | 8,49   | 6,69  | 6,69  | 12,61  | 12,61                                       | 10,97  | 10,97                                       |
| 60                 | 8,42  | 8,42   | 6,64  | 6,64  | 11,44  | 11,44                                       | 10,66  | 10,66                                       |

■ Valores cercanos a lo estimado por obtener en C/N

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1 CONCLUSIONES

En esta investigación se puede concluir:

- La relación C/N no es un factor determinante para deducir que, el abono de cuy se encuentre totalmente descompuesto, pero es el que asevera que hay materia orgánica presente, dispuesta a estar disponible mineralmente como fuente de nitrógeno disponible para ser absorbido por el vegetal.
- Se logró acelerar el tiempo de descomposición del abono de cuy a través de la aplicación de fuentes nitrogenadas, siendo el tratamiento T4 (Urea 3,07 kg +0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy), el que presentó la estimación de la relación C/N 15:1; conjuntamente en su mejor tiempo de descomposición alrededor de 28 a 40 días, para la aplicación en los cultivos siendo éste en textura y olor óptimos.
- Mediante los análisis de laboratorio se pudo obtener los macronutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio) y micronutrientes (Cobre, Zinc y Manganeso), existentes en el abono de cuy en el transcurso de la investigación.

## 6.2 BIBLIOGRAFÍA

- Ambientum. (2016). *Relación carbono nitrógeno*. Obtenido de <http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.21r.html>
- Ascáubi, E. (2011). *Evaluación de seis combinaciones de compost de material vegetal de rosas enriquecido con machachi-cat utilizando como planta indicadora la remolacha*. Obtenido de Proyecto de Investigación: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4932/1/T-ESPE-IASA%20I-004546.pdf>
- Bidlingmaier, W. (1996). *Odour emissions from composting plants*. En: *De Bertoldi, M.; Sequi, P.; Lemmes, B., Papi, T. (Eds.). The Science of Composting*. London: Blackie Academic & Professional.
- Borrero, C. (2001). *Abonos Organicos*. Obtenido de [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos\\_guaviare.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm)
- Borrero, C. (2003). *Abono Verde*. Obtenido de INFOAGRO: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=671>
- Bueno, M. (2008). *Cómo hacer un buen compost. Manual para horticultores ecológicos*. Estella (Navarra), España: La Fertilidad de la Tierra.
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboracion de abonos organicos*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESIS.pdf>
- Capitan, H. (2006). *infoagro*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- Castellanos, J., Uvalle-Bueno, & Aguilar-Santelises. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas*. México: UACH.
- Compostadores*. (20 de Enero de 2016). Obtenido de <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/compostar-hacer-compost/147-el-compost-temperatura-y-humedad.html>
- Córdova Ballona , G. (2010). *Mineralización de Nitrógeno de diferentes abonos orgánicos*. Tabasco-México: Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Tabasco.
- Cuenca, F. (2012). *Tipos de abonos orgánicos*. El huerto urbano. Obtenido de <https://www.elhuertourbano.net/abonos/tipos-de-abonos-organicos/>
- De la Rosa, J. (Febrero de 2012). *“Análisis físico y químico de fertilizante organico (biol) producido por biodigestor a partir de estiércol de ganado”*. Obtenido de Memoria de residencia profesional Ingeniería en Agronomía: <https://static1.squarespace.com/static/540e331ee4b0fc69cb710ac9/t/5476677ae4b0004b19582625/1417045882915/AN%C3%81LISIS-F%C3%8DSICO-Y->

QU%C3%8DMICO-DE-FERTILIZANTE-ORGANICO-BIOL.-Jonatan-de-la-Rosa-M%C3%A9ndez.pdf

- Flores, J., y Núñez, I. (2006). *Análisis del proceso de elaboración de compost con cuatro fuentes de materia orgánica animal (Bos Taurus, Gallus gallus, Cavia porcellus, Ovis aries) en la hacienda el Prado 2005*". Obtenido de Proyecto de Investigación: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2561/1/T-ESPE-IASA%20I-003064.pdf>
- Gestar, I. (2015). *El Compostaje*. Obtenido de <http://gestaringenieria.com/index.php/site-map/articles/80-noticia/72-el-compostaje>
- Gómez, C. (2007). Agricultura Orgánica Posible: II. Elaboración de Abono Orgánico tipo Compost. *El Agrónomo*. Obtenido de El Agrónomo: <http://agronomord.blogspot.com/2007/12/agricultura-orgnica-posible-ii.html>
- Gordillo, F., y Chavez, E. (2011). "Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros". Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9112/1/Evaluaci%C3%B3n%20Comparativa%20de%20la%20calidad%20del%20compost.pdf>
- Guaman, V. (2010). *EVALUACION DE TRES FUENTES ORGÁNICAS (Ovinos, Cuy y Gallinaza) EN DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (Allium cepa), EN EL BARRIO TIOBAMBA, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA COTOPAXI*. Obtenido de proyecto de investigación <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/957/1/T-UTC-1253.pdf>
- Gutierrez, D. (11 de Junio de 2009). *Abonos orgánicos*. Obtenido de Agricultura Ecológica: <http://deyaniragutierrezdiaz.blogspot.com/2009/06/abonos-organicos.html>
- Hoyos, J., Vargas, C., y Velasco, R. (19 de Mayo de 2010). *Evaluación de compost obtenido en pila móvil empleando mezclas de gallinaza de jaula con material celulósico*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a07.pdf>
- Infoagro. (2010). *El Compostaje*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- Jhorar, B., Phogat, y Malik, E. (1991). Kinetics of composting rice straw with glue waste at different C/N ratios in a semiarid environment. *Arid Soil Rest.*
- Jones, P., y Martin, M. (2003). *Una revisión de la literatura sobre la ocurrencia y supervivencia de patógenos de animales y humanos en compost verde*. (Oxon, Ed.)
- Khalil, M., Van Cleemput, O., Boeckx, P., y Rosenani, A. (2001). *Nitrogen transformations and emission of greenhouse gases from three acid soils of humid tropics amended with N sources and moisture regime. I. Nitrogen transformations*. *Soil Science and Plant Analysis*.
- Kiehl, F. (1985). *Fertilizantes orgánicos*. Sao Paulo: Agronómica Ceres Ltda.

- Liang, C., Das, K., y McClendon, R. (2003). *The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend*. Biores-Tecnol.
- Martín, Gloria, M., y Rivera. (2004). *Mineralización del Nitrógeno de la Canavalia ensiformis en el suelo ferralítico rojo de la Habana*. Cultivo Tropicales. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Marquez, P., Díaz, M., y Cabrera, F. (2003). *Factores que afectan al proceso de Compostaje*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Miyatake, F., e Iwabuchi, K. (2006). *Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure*. Biores. Technol.
- Molina, A. (2012). *Produccion de abono organico con estiercol de cuy*. Obtenido de Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Bachiller Agropecuario: <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccion-de-abono-organico-con-estiercol-de-cuy/>
- Morales, A. (2004). *Ventajas y desventajas de estiercol*. Obtenido de <http://www.enbuenasmanos.com/el-estiercol>
- Mosquera, B. (2010). *Abonos Organicos Protegen el suelo y garantizan alimentacion sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas organicos*. (N. Puente, Ed.) USAID. Obtenido de [http://www.academia.edu/11059524/Abonos\\_organicos](http://www.academia.edu/11059524/Abonos_organicos)
- Nakasaki, K., Nang, K., y Karita, S. (2005). *Microbial succession associated with organic matter decomposition during thermophilic composting of organic waste*. Wastwe Manag Res.
- Pantoja Gordon, R. (2014). *“Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronomico, del cultivo de brocoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi”*. Obtenido de Tesis de grado: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/691/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf>
- Pedromo, C., y Barbazán, M. (2017). *Nitrógeno*. Montevideo-Uruguay: Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Area de Suelos y Aguas C´atedra de Fertilidad.
- Pergamino, E. d.-I. (20 de Enero de 2016). *Reacción de los fertilizantes en el suelo, Volatilización de amoníaco a partir de la urea*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Reaccion%20en%20el%20Suelo%20de%20la%20Urea.asp>
- Quian, P., y J.J, S. (2002). *Availability of nitrogen in solid manure amendments with diferent C:N ratio*.

- Ramirez, A. (5 de Febrero de 2014). *Transcripción de (Porquinaza)*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/yq7i8s7ydw28/porquinaza/>
- Ramirez, J., y Roque, S. (2007). *El compostaje*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos63/compostaje/compostaje2.shtml>
- Reyes, C. (25 de agosto de 2015). *Abonos Organicos*. Obtenido de <http://carlosreyez10.blogspot.com/2015/08/a-bono-de-plantas-el-abono-o.html>
- Rocha, A., y Ramírez, N. (21 de Junio de 2009). *Producción y descomposición de hojarasca en diferentes condiciones sucesionales del bosque de pino-encino en Chiapas, México*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-21282009000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-21282009000100001)
- Rodríguez Díaz, E., y Guzmán, M. (2016). *Características de los Fertilizantes para su uso en la Feertirrigación*. Guadalajara, México: Departamento de Producción Agrícola CUCBA. Universidad de Guadalajara. México; Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería, España .
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Romero, C. (Junio de 2010). *Procedimiento de aprovechamiento integral de Lixiviados*. Obtenido de Tesis Doctoral: [http://www.academia.edu/9487242/APROVECHAMIENTO\\_INTEGRAL\\_DE\\_LIXIVIADOS](http://www.academia.edu/9487242/APROVECHAMIENTO_INTEGRAL_DE_LIXIVIADOS)
- Ruiz, R. (1999). *Características de algunos fertilizantes nitrogenados para su uso en goteo*. Santiago, Chile: INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Centro Regional de Investigación La Platina.
- Sánchez Monedero, M. A., Roing, A., Paredes, C., y Bernal, M. P. (2001). *Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures*. Biores Technol.
- Soto, G., y Meléndez, G. (2003). *Taller de Abonos Organicos*. (B. O. IICA/CATIE, Ed.) Sabanilla: Catie. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=HtUOAQAAIAAJ&pg=PA7&lpg=PA7&dq=influencia+del+nitrato+de+amonio+en+el+compost&source=bl&ots=r0NpAQRBZ\\_&sig=6RzMQDIhwZJxPhAJf#v=onepage&q=influencia%20del%20nitrato%20de%20amonio%20en%20el%20compost&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=HtUOAQAAIAAJ&pg=PA7&lpg=PA7&dq=influencia+del+nitrato+de+amonio+en+el+compost&source=bl&ots=r0NpAQRBZ_&sig=6RzMQDIhwZJxPhAJf#v=onepage&q=influencia%20del%20nitrato%20de%20amonio%20en%20el%20compost&f=false)
- Suler, D., y Finstein, S. (1977). *Effect of Temperature, Aeration, and Moisture on CO2 Formation* in. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Sundberg, y Col. (2004). Low ph as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. Biores Technol.



- Vivas, Y. (25 de Febrero de 2009). *Preparacion de Abonos Organicos*. Obtenido de <http://abonosorganicosyuli.blogspot.com/2009/02/abonos-organicos-son-sustancias-que.html>
- Yar, P. (2013). "*DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL GRANO, EN LA REINTRODUCCION DE CUATRO VARIEDADES DE CEBADA (HORDEUM VULGARE L.) MEDIANTE LA APLICACION DE LA ABONADURA ORGANICA EN LA ZONA PIMAMPIRO PROVINCIA DE IMBABURA*". Obtenido de Tesis de Grado: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/272/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000065.pdf>
- Zhu, N., Deng, C., y Xiong, Y. (2004). *Performance characteristics of three aeration systems in the swine manure composting*. *Biores. Technol.*

### 6.3 ANEXOS

#### DATOS TEMPERATURA °C

| FECHAS     | T1:1,97 kg NA + 0,38<br>m3 abono |       |       | T2:4,21 kg NA + 0,38<br>m3 abono |       |       | T3:1,43 U + 0,38 m3<br>abono |       |       | T4: 3,07 kg U + 0,38<br>m3 abono |       |       |
|------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|
|            | R1                               | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    | R1                           | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    |
| 05/09/2016 | 19,00                            | 19,00 | 20,50 | 22,00                            | 19,00 | 20,50 | 22,00                        | 19,00 | 21,50 | 20,00                            | 19,00 | 21,00 |
| 11/09/2016 | 63,00                            | 72,10 | 67,20 | 62,00                            | 64,00 | 60,00 | 65,20                        | 65,50 | 63,30 | 59,70                            | 60,30 | 58,50 |
| 20/09/2016 | 62,50                            | 71,50 | 67,10 | 61,00                            | 59,00 | 64,20 | 68,00                        | 67,00 | 65,00 | 69,00                            | 67,00 | 62,00 |
| 25/09/2016 | 47,80                            | 46,60 | 44,90 | 47,00                            | 47,30 | 47,80 | 50,00                        | 52,00 | 49,00 | 47,00                            | 46,00 | 46,00 |
| 05/10/2016 | 60,80                            | 64,20 | 62,20 | 56,00                            | 57,50 | 57,60 | 59,70                        | 61,90 | 60,80 | 51,30                            | 50,40 | 49,60 |
| 09/10/2016 | 51,00                            | 49,00 | 50,00 | 43,00                            | 45,00 | 44,00 | 56,10                        | 52,10 | 54,40 | 56,00                            | 53,00 | 55,00 |
| 20/10/2016 | 54,00                            | 59,00 | 53,00 | 54,00                            | 58,00 | 57,00 | 56,20                        | 55,10 | 55,60 | 61,30                            | 58,30 | 56,30 |
| 23/10/2016 | 49,00                            | 47,00 | 48,00 | 42,80                            | 41,60 | 44,00 | 43,00                        | 46,00 | 44,00 | 46,90                            | 48,80 | 50,70 |
| 04/11/2016 | 52,60                            | 54,60 | 52,60 | 55,00                            | 53,00 | 57,00 | 56,20                        | 60,40 | 58,80 | 55,00                            | 56,00 | 58,00 |

## DATOS HUMEDAD

| FECHAS     | T1:1,97 kg NA + 0,38<br>m3 abono |       |       | T2:4,21 kg NA + 0,38<br>m3 abono |       |       | T3:1,43 U + 0,38 m3<br>abono |       |       | T4: 3,07 kg U + 0,38<br>m3 abono |       |       |
|------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|
|            | R1                               | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    | R1                           | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    |
| 05/09/2016 | 78,12                            | 76,56 | 77,40 | 77,34                            | 79,21 | 73,65 | 74,50                        | 78,12 | 76,00 | 76,45                            | 73,21 | 75,54 |
| 13/01/1900 | 69,32                            | 71,45 | 73,27 | 71,63                            | 70,86 | 67,45 | 71,76                        | 68,41 | 70,25 | 69,31                            | 71,54 | 73,80 |
| 20/09/2016 | 58,31                            | 57,41 | 56,80 | 56,21                            | 54,85 | 55,30 | 50,99                        | 51,24 | 51,43 | 55,76                            | 53,65 | 54,78 |
| 25/09/2016 | 59,86                            | 60,01 | 60,20 | 59,89                            | 58,79 | 59,01 | 61,21                        | 60,23 | 62,30 | 63,10                            | 61,34 | 62,00 |
| 05/10/2016 | 63,54                            | 61,20 | 62,34 | 60,73                            | 61,31 | 63,12 | 64,74                        | 63,50 | 66,10 | 65,86                            | 67,34 | 62,00 |
| 09/10/2016 | 76,50                            | 73,54 | 75,60 | 73,45                            | 71,69 | 74,63 | 78,32                        | 75,63 | 74,80 | 76,09                            | 74,63 | 75,91 |
| 20/10/2016 | 62,79                            | 63,74 | 69,00 | 63,43                            | 66,00 | 64,85 | 66,66                        | 63,75 | 64,86 | 68,34                            | 67,36 | 63,97 |
| 23/10/2016 | 58,98                            | 60,06 | 57,85 | 59,76                            | 60,32 | 58,97 | 60,59                        | 63,11 | 62,86 | 68,01                            | 66,54 | 64,87 |
| 04/11/2016 | 58,75                            | 56,62 | 54,71 | 55,62                            | 53,76 | 51,79 | 61,10                        | 60,26 | 59,89 | 63,23                            | 62,14 | 62,78 |

## DATOS pH

| FECHAS            | T1:1,97 kg NA + 0,38 m3 abono |      |      | T2:4,21 kg NA + 0,38 m3 abono |      |      | T3:1,43 U + 0,38 m3 abono |      |      | T4: 3,07 kg U + 0,38 m3 abono |      |      |
|-------------------|-------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|---------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|
|                   | R1                            | R2   | R3   | R1                            | R2   | R3   | R1                        | R2   | R3   | R1                            | R2   | R3   |
| <b>05/09/2016</b> | 8,90                          | 8,60 | 8,10 | 8,37                          | 8,21 | 8,43 | 8,79                      | 8,80 | 8,23 | 8,82                          | 8,55 | 8,77 |
| <b>11/09/2016</b> | 8,12                          | 7,90 | 7,83 | 7,88                          | 7,79 | 8,00 | 7,80                      | 7,86 | 7,73 | 8,10                          | 7,96 | 8,23 |
| <b>20/09/2016</b> | 7,43                          | 7,12 | 6,97 | 6,90                          | 7,32 | 7,12 | 7,12                      | 7,50 | 7,00 | 7,67                          | 7,10 | 7,96 |
| <b>25/09/2016</b> | 7,30                          | 7,00 | 7,60 | 7,22                          | 6,87 | 7,00 | 7,90                      | 8,20 | 7,76 | 7,80                          | 7,65 | 7,45 |
| <b>05/10/2016</b> | 9,10                          | 8,89 | 9,11 | 8,80                          | 8,45 | 8,68 | 8,70                      | 9,27 | 8,90 | 8,10                          | 8,69 | 8,30 |
| <b>09/10/2016</b> | 8,66                          | 8,65 | 8,00 | 8,73                          | 7,93 | 8,00 | 8,94                      | 8,10 | 8,00 | 8,53                          | 8,15 | 8,45 |
| <b>20/10/2016</b> | 7,81                          | 8,21 | 7,90 | 7,44                          | 7,60 | 7,86 | 9,27                      | 8,98 | 9,12 | 9,10                          | 9,00 | 8,87 |
| <b>23/10/2016</b> | 7,74                          | 7,90 | 7,64 | 7,90                          | 7,70 | 7,45 | 8,87                      | 8,50 | 8,90 | 8,26                          | 8,80 | 8,80 |
| <b>04/11/2016</b> | 7,24                          | 7,53 | 8,00 | 7,15                          | 7,34 | 7,12 | 8,84                      | 7,89 | 8,21 | 7,98                          | 7,86 | 8,00 |

**DATOS DE Conductividad Eléctrica (dS/m)**

| FECHAS            | T1:1,97 kg NA + 0,38 m3<br>abono |       |       | T2:4,21 kg NA + 0,38 m3<br>abono |       |       | T3:1,43 U + 0,38 m3<br>abono |       |       | T4: 3,07 kg U + 0,38 m3<br>abono |       |       |
|-------------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|
|                   | R1                               | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    | R1                           | R2    | R3    | R1                               | R2    | R3    |
| <b>05/09/2016</b> | 0,608                            | 0,613 | 0,606 | 0,604                            | 0,608 | 0,610 | 0,640                        | 0,680 | 0,650 | 0,620                            | 0,650 | 0,670 |
| <b>11/09/2016</b> | 0,964                            | 0,959 | 0,961 | 0,957                            | 0,966 | 0,987 | 0,897                        | 0,865 | 0,889 | 0,863                            | 0,859 | 0,866 |
| <b>20/09/2016</b> | 1,608                            | 1,600 | 1,612 | 1,601                            | 1,598 | 1,606 | 1,545                        | 1,534 | 1,548 | 1,523                            | 1,537 | 1,535 |
| <b>25/09/2016</b> | 0,898                            | 0,897 | 0,894 | 0,897                            | 0,889 | 0,898 | 0,843                        | 0,823 | 0,832 | 0,835                            | 0,846 | 0,824 |
| <b>05/10/2016</b> | 0,845                            | 0,851 | 0,865 | 0,834                            | 0,854 | 0,846 | 0,789                        | 0,798 | 0,801 | 0,803                            | 0,797 | 0,800 |
| <b>09/10/2016</b> | 0,807                            | 0,803 | 0,816 | 0,804                            | 0,785 | 0,806 | 0,779                        | 0,803 | 0,793 | 0,796                            | 0,787 | 0,769 |
| <b>20/10/2016</b> | 1,263                            | 1,212 | 1,646 | 1,056                            | 1,303 | 1,180 | 0,967                        | 1,020 | 0,948 | 0,923                            | 0,943 | 1,310 |
| <b>23/10/2016</b> | 0,986                            | 0,957 | 1,030 | 0,976                            | 0,989 | 1,004 | 0,894                        | 0,909 | 0,908 | 0,918                            | 0,903 | 0,952 |
| <b>04/11/2016</b> | 0,797                            | 0,806 | 0,781 | 0,761                            | 0,831 | 0,780 | 0,784                        | 0,797 | 0,763 | 0,797                            | 0,739 | 0,803 |

## Macro y Micronutrientes

### Macronutrientes primarios

| Nitrógeno % |            |                |                |               |               |  |
|-------------|------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--|
| Fecha       | N° de días | SIMBOLOGIAS    |                |               |               |  |
|             |            | T1             | T2             | T3            | T4            |  |
| 20/09/2016  | 15         | 1,43           | 1,63           | 1,37          | 1,48          |  |
| 05/10/2016  | 30         | 2.54           | 2.68           | 1.85          | 2.03          |  |
| 20/10/2016  | 45         | 3.8            | 4.3            | 2.2           | 2.6           |  |
| 04/11/2016  | 60         | 3.8            | 3.2            | 2.4           | 3.1           |  |
|             |            | <b>NA:1.97</b> | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| Fosforo %  |            |                |                |               |               |  |
|------------|------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--|
| Fecha      | N° de días | SIMBOLOGIAS    |                |               |               |  |
|            |            | T1             | T2             | T3            | T4            |  |
| 20/09/2016 | 15         | 0.3            | 0.2            | 0.1           | 0.1           |  |
| 05/10/2016 | 30         | 0.3            | 0.5            | 0.2           | 0.1           |  |
| 20/10/2016 | 45         | 0.4            | 0.4            | 0.1           | 0.2           |  |
| 04/11/2016 | 60         | 0.3            | 0.4            | 0.4           | 0.2           |  |
|            |            | <b>NA:1.97</b> | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| Potasio %  |            |                |                |               |               |  |
|------------|------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--|
| Fecha      | N° de días | SIMBOLOGIAS    |                |               |               |  |
|            |            | T1             | T2             | T3            | T4            |  |
| 20/09/2016 | 15         | 1.2            | 1.8            | 1             | 1.1           |  |
| 05/10/2016 | 30         | 1.3            | 2              | 1             | 1.3           |  |
| 20/10/2016 | 45         | 1.5            | 2.1            | 0.7           | 1.2           |  |
| 04/11/2016 | 60         | 0.7            | 1.1            | 1.8           | 1.8           |  |
|            |            | <b>NA:1.97</b> | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

### Macronutrientes secundarios

| <b>Calcio %</b>   |                   |                    |                |               |               |  |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>      | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                   |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b> | 15                | 5.4                | 5.1            | 4.2           | 9.4           |  |
| <b>05/10/2016</b> | 30                | 7.2                | 6.4            | 5.6           | 11            |  |
| <b>20/10/2016</b> | 45                | 7.4                | 7.1            | 6.2           | 10.9          |  |
| <b>04/11/2016</b> | 60                | 6.4                | 7.3            | 7.5           | 11            |  |
|                   |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| <b>Magnesio ppm</b> |                   |                    |                |               |               |  |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>        | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                     |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b>   | 15                | 2.2                | 2.3            | 2.6           | 1.4           |  |
| <b>05/10/2016</b>   | 30                | 2                  | 2.6            | 2.4           | 2.5           |  |
| <b>20/10/2016</b>   | 45                | 2                  | 3              | 3             | 4             |  |
| <b>04/11/2016</b>   | 60                | 3                  | 4              | 3             | 8             |  |
|                     |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

### Micronutrientes

| <b>Cobre ppm</b>  |                   |                    |                |               |               |  |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>      | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                   |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b> | 15                | 86                 | 88             | 189           | 63            |  |
| <b>05/10/2016</b> | 30                | 87                 | 86             | 187           | 66            |  |
| <b>20/10/2016</b> | 45                | 88                 | 85             | 186           | 65            |  |
| <b>04/11/2016</b> | 60                | 96                 | 42             | 198           | 65            |  |
|                   |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| <b>Manganeso ppm</b> |                   |                    |                |               |               |  |
|----------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>         | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                      |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b>    | 15                | 56                 | 54             | 138           | 97            |  |
| <b>05/10/2016</b>    | 30                | 61                 | 60             | 142           | 89            |  |
| <b>20/10/2016</b>    | 45                | 66                 | 64             | 149           | 87            |  |
| <b>04/11/2016</b>    | 60                | 66                 | 68             | 154           | 174           |  |
|                      |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| <b>Zinc ppm</b>   |                   |                    |                |               |               |  |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>      | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                   |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b> | 15                | 74                 | 79             | 64            | 53            |  |
| <b>05/10/2016</b> | 30                | 80                 | 87             | 71            | 62            |  |
| <b>20/10/2016</b> | 45                | 88                 | 85             | 74            | 65            |  |
| <b>04/11/2016</b> | 60                | 96                 | 93             | 84            | 65            |  |
|                   |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

| <b>Materia Orgánica %</b> |                   |                    |                |               |               |  |
|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------|---------------|--|
| <b>Fecha</b>              | <b>N° de días</b> | <b>SIMBOLOGIAS</b> |                |               |               |  |
|                           |                   | <b>T1</b>          | <b>T2</b>      | <b>T3</b>     | <b>T4</b>     |  |
| <b>20/09/2016</b>         | 15                | 57.64              | 55.87          | 54.8          | 56.28         |  |
| <b>05/10/2016</b>         | 30                | 57.80              | 54.68          | 56.73         | 55.63         |  |
| <b>20/10/2016</b>         | 45                | 58.8               | 56.8           | 17.8          | 53.7          |  |
| <b>04/11/2016</b>         | 60                | 57.67              | 41.38          | 46.74         | 54.09         |  |
|                           |                   | <b>NA:1.97</b>     | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |



| Carbono %  |            |                |                |               |               |  |
|------------|------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--|
| Fecha      | N° de días | SIMBOLOGIAS    |                |               |               |  |
|            |            | T1             | T2             | T3            | T4            |  |
| 20/09/2016 | 15         | 42.9           | 39.6           | 37.8          | 39.3          |  |
| 05/10/2016 | 30         | 39.6           | 36.3           | 31.4          | 31.4          |  |
| 20/10/2016 | 45         | 32.8           | 29.1           | 32.9          | 29.7          |  |
| 04/11/2016 | 60         | 31.61          | 21.58          | 27.33         | 32.61         |  |
|            |            | <b>NA:1.97</b> | <b>NA:4.21</b> | <b>U:1.43</b> | <b>U:3.07</b> |  |

## FOTOGRAFÍAS



Recolección del abono de cuy



Colocación del abono de cuy en las composteras



Aplicación y remoción de las fuentes nitrogenadas



Toma de datos de pH, conductividad eléctrica



Proceso para determinar humedad



Remoción del abono



Riego del abono



Compost de cuy listo para ser recolectado después de 60 días

## CAPÍTULO VII

### PROPUESTA

#### 7.1 DATOS INFORMATIVOS

**Título:** “DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO DE CUY (*Cavia porcellus*), ENRIQUECIDO CON UREA”

**Institución ejecutora:**

Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencias Agropecuarias

**Beneficiarios:**

Comunidad en general

**Ubicación:**

Territorio Ecuatoriano

#### 7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta fue diseñada basando en los siguientes resultados:

- La relación C/N no es un factor determinante para deducir que, el abono de cuy se encuentre totalmente descompuesto, pero es el que asevera que hay materia orgánica presente, dispuesta a estar disponible mineralmente como fuente de nitrógeno disponible para ser absorbido por el vegetal.
- Se logró acelerar el tiempo de descomposición del abono de cuy a través de la aplicación de fuentes nitrogenadas, siendo el tratamiento T4 (Urea 3,07 kg +0,38 m<sup>3</sup> de abono de cuy), el que presentó la estimación de la relación C/N 15:1; conjuntamente en su mejor tiempo de descomposición alrededor de 28 a 40 días, para la aplicación en los cultivos siendo éste en textura y olor óptimos.

- Mediante los análisis de laboratorio se pudo obtener los macronutrientes (Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio) y micronutrientes (Cobre, Zinc y Manganeso), existentes en el abono de cuy en el transcurso de la investigación.

### **7.3 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto es de suma importancia ya que explica de una manera clara la manera adecuada de compostar un abono, acelerando el tiempo de descomposición y mejorando la relación C/N. Esta propuesta presenta alternativas en la transferencia de tecnología, se logra hacer un aporte a la comunidad agrícola como beneficiaria directa; mejorando de forma integral sus recursos, teniendo un aprovechamiento del abono de cuy en tiempo más corto con una relación C/N útil para los cultivos así como también su disponibilidad de nutrientes. Así mismo la comunidad universitaria sería otro beneficiario, por ser el que impulse la expansión de este tipo de investigación y por ser quien se interesa en las oportunidades de la mejora de calidad de vida de la sociedad.

### **7.4 OBJETIVO**

Descomponer el abono de cuy a corto tiempo mediante la aplicación de (3,07 kg de urea/0,38 m<sup>3</sup>), mejorando su relación C/N.

### **7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Es factible realizar esta propuesta, porque se cuenta con los aspectos técnicos necesarios como el conocimiento de la Urea como fuente nitrogenada y el del abono de cuy como abono.

Desde el punto de vista económico y financiero esta es una propuesta que no requiere de mayor inversión, ya que la urea es de fácil acceso y tiene un valor económico al alcance del agricultor.

Por otra parte en cuanto al factor social, esta propuesta es factible realizar, por la necesidad de los productores agropecuarios de mejorar su productividad y acelerar tiempos en descomposición de abonos a base de estiércol.

La propuesta es amigable con el medio ambiente; si es tratado con el manejo oportuno propuesto ya que reduce la contaminación por utilización de productos químicos.

Además la Universidad Técnica de Ambato por medio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, es capaz de llevar a cabo esta propuesta mediante proyectos de vinculación con la colectividad puesto que dispone de los recursos económicos, físicos y humanos.

## **7.6 FUNDAMENTACIÓN**

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); con restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados. (Vivas, 2009)

Cajamarca (2012) también expresa que incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo (C.I.C.) que se refleja en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional. Contribuye a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes esenciales para las plantas entre los cuales se destacan el Nitrógeno (N), el Fósforo (P), el Azufre (S) y algunos elementos menores, como el Cobre (Cu) y el Boro (B).

Molina (2014) nos dice que el estiércol de cuy, se lo utiliza con múltiples beneficios, sobre todo para la elaboración de abonos orgánicos, su alto contenido de nutrientes

especialmente de elementos menores. El abono de cuy es uno de los mejores junto con el del caballo, y tiene ventajas como que no huele, no atrae moscas y viene en polvo. Este abono orgánico es muy importante para la utilización en cultivos y de una manera limpia la cual no afecta el medio ambiente.

El Compost es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". (Gutiérrez, 2009)

Así como también la revista Infoagro (2010) señala que el carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener una composta de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el composta. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica.

## **7.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **7.7.1 Ubicación**

Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

### **7.7.2 Tipo de Documento**

Guía para la descomposición del abono de cuy mediante la utilización de urea como acelerador en el compostaje.

### **7.7.3 Periodos**

Taller teórico-práctico periódico de 8 horas.

#### 7.7.4 Manejo del compost

- Se debe preparar el suelo donde se instalará la cajonera o compostera, nivelándolo de preferencia para no tener problemas con lluvias y perder material.
- Construir la cajonera o compostera con bordes de madera para el soporte del material a descomponer y de acuerdo a lo que quiera descomponer de abono de cuy, es mejor no exceder alturas de 1,5 m y anchos en los que sea incómodo el volteo o el manejo.
- Se coloca el abono de cuy recolectado en pila, sin presionarlo, y sólo humedecerlo si este se encuentra seco y la temperatura exceda los 65°C., de lo contrario no hacer ningún riego.
- Pesar la Urea en proporción de 3,07 kg por cada 0,38 m<sup>3</sup> de abono.
- Cubrir con plástico transparente para aumentar la temperatura, mantener la humedad interna y proteger de las lluvias.
- Realizar riegos si la temperatura del abono se incrementa, además voltearlo cada 8 días para ayudar en su aireación.
- Se puede ayudar a controlar la temperatura con un termómetro.
- Entre los días 28 al 40, ya estará listo el compost con una relación C/N estimada de 15:1.
- Colocar el compost listo en lonas y aplicarlo en cualquier tipo de cultivo.

#### 7.8 ADMINISTRACIÓN

**Organización General:** Decanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Aval académico:** Subdecanato de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Ente ejecutor:** DIVISO (Dirección de Vinculación con la Sociedad) Facultad de Ciencias Agropecuarias.

**Organización Logística:** Coordinación de Carrera Ingeniería Agronómica

**Organización Exposición:** Edison Iván Barreros Chiluisa