

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**SANGOLQUÍ**

**TEMA**

**" USO DE DESECHOS DE CAMAL (CONTENIDO RUMINAL, SANGRE Y  
ESTIÉRCOL) EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON LA UTILIZACIÓN  
DE DIFERENTES SUSTRATOS."**

**AUTOR**

**CHÁVEZ REVELO LUIS MIGUEL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GRADUACIÓN DE INGENIERO**  
**AGROPECUARIO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**USO DE DESECHOS DE CAMAL (CONTENIDO RUMINAL, SANGRE Y  
ESTIÉRCOL) EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON LA UTILIZACIÓN  
DE DIFERENTES SUSTRATOS.**

**LUIS MIGUEL CHÁVEZ REVELO**

**REVISADO Y APROBADO**

---

**ING. PATRICIA FALCONÍ  
DIRECTORA DE CARRERA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

**ING. ADRIANA RACINES C.**

**DIRECTOR**

---

**ING.MARIO ORTIZ M.**

**CODIRECTOR**

---

**SECRETARIA ACADÉMICA**

III

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

**LUIS MIGUEL CHÁVEZ REVELO**

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

**ING. PATRICIA FALCONÍ**

**DELEGADO UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

---

**DR. CARLOS OROZCO**

**SANGOLQUÍ, 2012**

**USO DE DESECHOS DE CAMAL (CONTENIDO RUMINAL, SANGRE Y ESTIÉRCOL) EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS.**

**LUIS MIGUEL CHÁVEZ REVELO**

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS**

	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>FECHA</b>
<b>ING. ADRIANA RACINES C. DIRECTOR</b>	_____	_____
<b>ING. MARIO ORTIZ M. CODIRECTOR</b>	_____	_____

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA SECRETARIA.**

\_\_\_\_\_  
**SECRETARIA ACADÉMICA**

**Declaración de Responsabilidad**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)**  
**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Luis Miguel Chávez Revelo

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “Uso de desechos de camal (Contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 2012

---

Luis Miguel Chávez Revelo

**Certificado de Tutoría**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÈRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA (IASA)**

**CERTIFICACIÓN**

**Ing. Adriana Racines C. e Ing. Mario Ortiz M.**  
**CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “Uso de desechos de camal (Contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos” realizado por Luis Miguel Chávez Revelo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidos por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que es un trabajo de interés por la importancia económica de la producción de mora, recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Luis Miguel Chávez Revelo que lo entregue a la Ing. Patricia Falconí, en su calidad de Directora de la Carrera.

Sangolquí, 2012

---

**Ing. Adriana Racines C.**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Mario Ortiz M.**  
**CODIRECTOR**

**Autorización de Publicación**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÈRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**  
**AUTORIZACIÓN**

Yo, Luis Miguel Chávez Revelo

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “Uso de desechos de camal (Contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 2012

---

Luis Miguel Chávez Revelo

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia,  
especialmente a mi padre y a mi madre  
que han sido pilar fundamental para  
las metas alcanzadas en mi vida y  
al apoyo incondicional de mi hermanos.



### **AGRADECIMIENTO**

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Director, Codirector y Proponente de Proyecto, por sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la planificación, desarrollo y finalización de Proyecto.

X

### **AUTORÍA**

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor

## RESUMEN

La mayoría de camales y empresas de faenamiento vierten la sangre, el contenido ruminal y el estiércol a los sistemas de alcantarillado e inclusive contaminan fuentes hídricas cercanas como ríos y lagos.

El proyecto presente tiene como finalidad utilizar estos desechos para el desarrollo de abonos orgánicos (compost). El proyecto utilizó los desechos antes mencionados junto con bagazo de caña, residuos de vegetales y frutas provenientes del mercado central de Ibarra y una combinación de estos dos (sutrato mix) que además fueron combinados con melaza y lixiviados del camal, que tuvieron la función de aditivos, dando a lugar seis tratamientos y su comparación con un tratamiento rudimentario (testigo).

De estos seis tratamientos se observó que el tratamiento de Bagazo de Caña + Melaza, sostuvo las mayores temperaturas en el proceso de compostaje, debido a azúcares residuales que posee el bagazo de caña, además de los azúcares adicionales por parte de la melaza creando un ambiente propicio para la población microbiana. Por otra parte el tratamiento de Residuos Vegetales + Melaza desarrolló rápidamente la fase termofílica presentando picos de 49,87 °C y 47,47 °C la primera y la segunda semana; y presentó el menor rango de temperatura (23,18°C) en la décima semana, diferenciándose de los demás tratamientos culminando el proceso de compostaje más rápidamente.

Los tratamientos en general finalizaron el proceso de compostaje con una temperatura promedio de 23,77 °C y con un pH neutro de 7,51 a la decimo segunda semana. Cabe

recalcar que se necesitaron 2 riegos semanales de 25L / m<sup>3</sup> para poder mantener los niveles de humedad al 60%.

Macro y Micro Nutrientes se pudo observar que los tratamientos en general alcanzaron altos niveles en Nitrógeno (2,46%) dentro de los macro elementos, y en Calcio dentro de los micro elementos (0,3%). Pero el tratamiento que sobresalió fue el de Residuos Vegetales + Melaza ya que tuvo los rangos más altos para Potasio (0,6%) y Azufre (0,11%).

**SUMMARY**

Most slaughterhouses and slaughtering companies shed blood, rumen content and manure to sewage systems and even pollute nearby water sources such as rivers and lakes.

The present project aims to use this waste for development of organic fertilizers (compost). The project used waste above with bagasse, fruit and vegetable waste from the central market of Ibarra and a combination of these two (strato mix), this ones were also combined with molasses and leachate from the slaughterhouse, which had the function of additives, giving six treatments under study and their comparison with rudimentary treatment (control).

Of these six treatments showed, the treatment of Bagasse + Molasses, gave the higher temperatures in the composting process, because it has a residual sugar from cane bagasse, plus additional sugars from molasses creating an appropriate environment to microbial population. Moreover Waste Treatment Plant + Molasses developed rapidly presenting thermophilic phase peaks 49.87 °C and 47.47 °C the first and the second week, and had the lowest temperature range (23.18 °C) in the tenth week, differing from the other treatments culminating the composting process faster.

Treatments generally completed the composting process with an average temperature of 23.77 °C and a neutral pH of 7.51 at the twelfth week. It should be noted that it took two weekly watering of 25L / m<sup>3</sup> to maintain moisture levels up to 60%.

#### XIV

Macro and Micro Nutrients generally in all the treatments got high levels in nitrogen (2.46%) within the macro elements, and calcium within the micro elements (0.3%). But the treatment that stood out was VegetableWaste +Molasses since it had the highest ranks for potassium (0.6%) and sulfur (0.11%).

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1	GESTIÓN AMBIENTAL.....	2
2.1.1	Contaminación Ambiental.....	2
2.1.1.1	Clasificación en función del medio .....	4
2.1.1.2	Basura y residuos.....	4
2.1.2	Gestión Ambiental de Residuos de Camal .....	5
2.1.2.1	Residuos sólidos .....	6
2.1.2.2	Residuos líquidos.....	7
2.1.2.3	Residuos gaseosos .....	8
2.1.3	Alternativas de Manejo de Residuos .....	9
2.2	ASPECTOS BÁSICOS DEL COMPOST.....	10
2.2.1	Definición de Compost.....	10
2.2.2	Beneficios del Compost.....	11
2.3	MATERIA ORGÁNICA .....	12
2.3.1	Materia Orgánica de Origen Animal .....	12
2.3.2	Materia Orgánica de Origen Vegetal.....	12

2.4	ETAPAS DEL COMPOSTAJE.....	13
2.4.1	Mesofílica .....	13
2.4.2	Termofílica .....	14
2.4.3	Enfriamiento .....	14
2.4.4	Maduración.....	15
2.5	SISTEMAS DE COMPOSTAJE.....	15
2.5.1	Compostaje Aeróbico .....	15
2.5.2	Compostaje Anaeróbico .....	16
2.6	DISEÑO Y MANEJO DE LA COMPOSTERA .....	16
2.6.1	Preparación del Material.....	16
2.6.2	Riego y Control de la Humedad .....	17
2.6.3	Aireación .....	18
2.6.4	Control de la Temperatura.....	18
2.6.5	Tiempo de Compostaje.....	19
2.6.6	Factores a Considerar .....	19
2.6.6.1	Temperatura.....	19
2.6.6.2	pH .....	20
2.6.6.3	Humedad.....	22
2.6.6.4	Relación Carbono Nitrógeno .....	22
2.7	CONDICIÓN IDEAL DEL COMPOST .....	23



2.8	USO DEL COMPOST.....	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1	UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	27
3.2	MATERIALES .....	28
3.2.1	Inventario de Materiales .....	28
3.3	MÉTODOS .....	29
3.3.1	Caracterización de Sustratos para el Compostaje.....	29
3.3.1.1	Toma de muestras.....	29
3.3.1.2	Análisis de laboratorio.....	29
3.3.2	Elaboración de Pilas de Compostaje .....	30
3.3.3	Actividades en el Proceso de Compostaje.....	31
3.3.4	Evaluación de Variables .....	32
3.3.4.1	pH .....	32
3.3.4.2	Temperatura.....	33
3.3.4.3	Humedad.....	33
3.3.5	Análisis Nutricional del Compost Elaborado .....	34
3.3.5.1	Toma de muestras.....	34
3.3.5.2	Análisis de laboratorio.....	34
3.3.6	Evaluación de Compost en Campo.....	35

3.3.6.1	Diseño experimental .....	35
3.3.6.1.1	Sustratos a probar.....	35
3.3.6.1.2	Tratamientos a comparar .....	36
3.3.6.1.3	Tipo de diseño.....	36
3.3.6.1.4	Repeticiones o bloques .....	36
3.3.6.1.5	Características de la ue .....	36
3.3.6.1.6	Croquis del diseño .....	37
3.3.6.2	Análisis estadístico .....	38
3.3.6.2.1	Esquema de análisis de varianza.....	38
3.3.6.2.2	Coeficiente de variación .....	38
3.3.6.2.3	Análisis funcional .....	39
3.3.6.3	Análisis económico .....	39
3.3.6.4	Variables a medir.....	39
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1	PROCESO DE COMPOSTAJE.....	40
4.1.1	Temperatura .....	40
4.1.2	Humedad .....	48
4.1.3	pH.....	56
4.1.4	Relación Carbono- Nitrógeno, Materia Orgánica y pH en compost procesado.	64
4.1.5	Macro y Micronutrientes.....	69

4.1.6 Rendimientos.....	75
V ANÁLISIS ECONÓMICO.....	78
5.1 Producción de Compost.....	78
VI CONCLUSIONES.....	81
VII RECOMENDACIONES.....	84
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	85
IX ANEXOS.....	90

**LISTADO DE CUADROS**

Cuadro 1.- Sustratos para compost.....	35
Cuadro 2.- Aditivos para el compost.....	35
Cuadro 3.- Combinaciones:.....	36
Cuadro 5.- Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.....	41
Cuadro 6.-Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	41
Cuadro 7.-Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	42
Cuadro 8.- Análisis de variancia para la evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	43
Cuadro 9.- Análisis de Duncan. Evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos Ibarra 2012.....	46
Cuadro 10.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.....	49
Cuadro 11.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	49

Cuadro 12.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	50
Cuadro 13.- Análisis de variancia para la evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	52
Cuadro 14.- Evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.....	54
Cuadro 15.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.....	57
Cuadro 16.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	57
Cuadro 17.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	58
Cuadro 18.- Análisis de varianza para la evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	60
Cuadro 19.- Evaluación semanal de pH en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan al 5%.....	62
Cuadro 20.- Relación Carbono Nitrógeno, % de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.....	64

Cuadro 21.- Relación Carbono Nitrógeno, % de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	64
Cuadro 22.- Relación Carbono Nitrógeno, % de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	64
Cuadro 23.- Análisis de varianza para la relación carbono nitrógeno, % de materia orgánica y pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012. ....	66
Cuadro 24.- Relación carbono nitrógeno, % de materia orgánica y pH en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.....	67
Cuadro 25.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo. ....	69
Cuadro 26.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	69
Cuadro 27.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.....	69
Cuadro 28.- Análisis de varianza para la concentración de macro y micro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	71
Cuadro 29.- Concentración de macro y micro nutrientes en en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.....	72
Cuadro 30.- Rendimiento de producción en los distintos tratamientos. Ibarra 2012. ....	75

Cuadro 31.- Análisis de varianza para rendimientos de producción en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	76
Cuadro 32.- Rendimientos de producción en los distintos tratamientos a base de 3 fuentes de material vegetal (Bagazo de Caña, Residuos vegetales provenientes del mercado y un Mix de estos dos) y dos aditivos (Melaza y Lixiviados). Ibarra 2012.....	77
Cuadro 33.- Promedios de Rendimiento, Producción y Costo/Kg. ....	78
Cuadro 34.- Promedios de Producción/ Unidad Experimental, Producción Estimada, Beneficio Bruto, Costo Variable y Beneficio Neto de los tratamientos en estudio.....	79
Cuadro 35.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio. ....	80
Cuadro 36.- Registro de Temperatura, Humedad y pH Semanales. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 37.- Composición Bagazo de Caña..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 38.-Análisis de desechos de (Fruta y Legumbres)... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 39.- Composición Contenido Ruminal ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 40.- Análisis Sangre proveniente del Camal..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 41.- Análisis de Lixiviados..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 42.- Análisis de costos..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Curva de Temperatura y pH.....	21
Gráfico 2: Evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.	45
Gráfico 3: Evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.	52
Gráfico 4.- Evaluación semanal de pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	60
Gráfico 5: Relación carbono nitrógeno en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	67
Gráfico 6: % de Materia Orgánica en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	68
Gráfico 7: pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	68
Gráfico 8: Concentración de macro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012...	73
Gráfico 9: Concentración micro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.....	74



**LISTA DE TABLAS Y FIGURAS**

Figura 1: Modelo de Pila de Compostaje.....	17
Figura 2: Modelo de la pila de compostaje.....	30
Figura 3: Detalles Unidad Experimental.....	37
Figura 4: Ordenamiento de las Unidades Experimentales .....	37
Figura 5.- Área del Proyecto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 6.- Levantamiento de pilas de compostaje .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 7.- Distribución pilas de compostaje.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.- Medición pH.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.- Medición temperatura.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10.- Medición % Humedad.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 11.- Toma de muestras.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El funcionamiento de la mayoría de camales y empresas de Faenamiento en el país, provocan contaminación ambiental ya que vierten la sangre, el contenido ruminal, el estiércol y el agua utilizada para limpieza del camal, en los sistemas de alcantarillado de la ciudad y en los ríos. La liberación de estos materiales en el ambiente ocasiona graves problemas a los ecosistemas y de igual forma llegan a afectar a la salud del ser humano.

La sangre de los animales es un contaminante muy peligroso, porque al descomponerse consume el oxígeno del agua y por consiguiente mueren peces y otras formas de vida de los ríos. Por lo tanto se requiere un cambio de paradigma hacia que tenga visión ambientalista y en el que se entienda que estos residuos son recursos que pueden y deben aprovecharse (Bonilla, 2007).

En el sector Norte del País se consume un promedio anual de 31.881 cabezas de ganado. De este total, la población de Ibarra consume 11.263 cabezas de ganado anuales en carne a la canal, de esta cantidad se calcula que el 70.27% pertenece a carne a la canal, el 15,81% representa las viseras y órganos internos, 8,26% el hueso, dejando un 5,66 % en desechos de camal originándose; una descarga diaria de 1 tonelada métrica de materiales contaminantes como sangre, estiércol, contenido ruminal, y otros residuos que son vertidos a la alcantarilla (EP-FYPROCAI, 2010).

Al observar las cifras de materiales contaminantes y el gran riesgo tanto ambiental como sanitario, la finalidad de este proyecto es aportar con una investigación orientada a la

biodegradación aeróbica, como un claro proceso para disminuir la contaminación ambiental y aumentar la seguridad de la salud en el cantón de Ibarra. En otros términos, es la conversión de un problema costoso y complicado, a un beneficio ambiental y para la tierra, ya que se elimina la contaminación y se puede obtener una fuente constante de abonos orgánicos.

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar las características nutricionales de compost elaborados a partir de desechos del camal, mezclados con diferentes tipos de sustrato (Residuos vegetales y bagazo de caña.)

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los diferentes tipos de sustratos a ser utilizados.
- Determinar el compost con mejor contenido nutricional.
- Analizar el efecto de las adiciones de sangre y fluidos ruminales sobre las características nutricionales del compost.
- Evaluar el efecto de las adiciones de sangre y fluidos ruminales sobre la duración del proceso de compostaje.
- Determinar el tiempo óptimo para la elaboración del compost.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GESTIÓN AMBIENTAL

#### 2.1.1 Contaminación Ambiental

La contaminación es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales puedan ser nocivos para la salud, la seguridad y el bienestar de la población; de igual forma, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, impidiendo el uso normal de las propiedades del medio ambiente, así como lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas, gaseosas así como mezclas de ellas, que alteran desfavorablemente las condiciones naturales, afectando la salud y el bienestar público (Haya,C, 2005).

Podemos resumir que la contaminación es:

- Ensuciar parte del ambiente que nos rodea o envenenarlo.
- Alterar los ciclos normales de la naturaleza.
- Romper las cadenas alimenticias o privar de oxígeno u otros elementos a los seres vivos.

### **2.1.1.1 Clasificación en función del medio**

Según Terry podemos clasificar la contaminación por sus efectos en el medio, así tenemos las siguientes:

- Contaminación atmosférica: Debido a las emisiones de gases a la atmósfera. Los principales contaminantes son los productos generados en procesos de combustión convencional, actividades de transporte, industriales, generación de energía eléctrica y evaporación de disolventes orgánicos, emisiones de carbono y metano por la descomposición desordenada de los residuos orgánicos, emisiones de ozono y freones etc.

- Contaminación de las fuentes hídricas y del suelo: Se refiere a la presencia de contaminantes en el agua (ríos, mares y napas freáticas). Los contaminantes principales son los vertidos de desechos industriales; en el campo, los desechos líquidos originados en el saneamiento de los corrales y los fluidos generados en la descomposición de los materiales tanto animales y vegetales son contaminantes no solo para las fuentes hídricas visibles, si no que tienden a contaminar las napas freáticas de la zona.

### **2.1.1.2 Basura y residuos**

Se consideran basuras a elementos de diferente naturaleza así: desperdicios domésticos, cenizas, papel, cartón, vidrio, latas, envases desechables y restos de plantas, desperdicios de comida y todo aquello que queremos desaparecer de nuestra vista porque ensucia o da la

impresión de originar impurezas. Se dice que los objetos inútiles son basura, y esto presupone el deseo de eliminarlos, ya que no se les atribuye suficiente valor para conservarlos.

La basura constituye un problema para muchas sociedades, sobre todo para las grandes ciudades así como para el conjunto de la población del planeta. Debido a la sobrepoblación, las diversas actividades y el consumismo del ser humano, se ha acrecentado la cantidad de basura que generamos; lo anterior junto a el ineficiente manejo que se da a la basura provoca problemas de contaminación, que se resumen problemas de salud y daño al medio ambiente (Duque y Chinchai, 2008).

Se considera residuos a los materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlos nuevamente en el proceso que los generó; pero que a través de diferentes técnicas y medios, pueden ser reutilizados o transformados en elementos útiles para el ser humano, los animales o el suelo.

### **2.1.2 Gestión Ambiental de Residuos de Camal**

Los residuos de camal tienden a ser un riesgo para el ecosistema (aguas, suelo, seres vivos etc.) pues degradan las fuentes de agua – inclusive las de agua potable - y los suelos donde se vierten directamente.

Según estudios efectuados en otros países como Chile y Colombia, se conoce que el contenido ruminal puede ser empleado para la formulación de concentrados para la

alimentación de animales, la producción de abonos orgánicos a través del compostaje y lombricultura. Las pezuñas, cascos y huesos pueden ser usados para la generación de harinas y complementos alimenticios para mascotas. Así la mayor parte de residuos originados en las labores cárnicas pueden ser recuperados y reutilizados, eliminando en un gran porcentaje los elementos contaminantes tanto sólidos. (Bucheli F, 2000).

#### **2.1.2.1 Residuos sólidos**

En los mataderos, casi el 25% del peso total de los animales vivos puede considerarse como residuos (estiércol, contenidos estomacales, sangre, huesos, pelo, pezuñas, cuernos, fragmentos de tejidos grasos, conjuntivos y musculares). Se ha estimado que para ganado bovino y porcino, respectivamente se generan en matadero 2,0 – 3,5 y 7,5 – 30 Kg de estiércol ( en su mayoría semilíquido); 4-6 y 30 – 35 Litros de sangre; 9 y 66 Kg de huesos y 0,4 – 1,6 y 40 – 80 Kg de contenidos estomacales. Se trata de materiales ricos en proteínas y grasas, por tanto con notable contenido de nitrógeno, pero también fosforo, potasio y calcio(Gurtler,1976).

El contenido ruminal está formado por los restos de la alimentación y por sustancias que fueron vertidas por el organismo animal al canal intestinal.

Contiene, además, los productos de excreción y secreción del intestino y de las glándulas anejas (compuestos biliares, mucus, minerales, fermentos, elementos epiteliales); así como bacterias y productos formados por ellas como: Indol, escatol y fenol, ácidos grasos volátiles y gases. Las heces de los porcinos contienen gran cantidad de residuos

alimenticios no digeridos que figuran en elevada proporción como fibra bruta en la alimentación de estos animales.

Las características del estiércol, particularmente su olor, color y consistencia, varían en los diversos animales y cada uno de ellos depende de la naturaleza de los alimentos ingeridos. El contenido de agua en el estiércol depende de la naturaleza de alimentos ingeridos, de la cantidad de líquidos bebidos y del tiempo de permanencia del alimento en el tracto digestivo(Dominguez,1990).

Es necesario reiterar que la disminución del riesgo ambiental se vincula directamente a la reducción de los residuos sólidos de camal, en el caso de los rastros de mayor tamaño, se adoptan opciones de manejo de biodigestión/ producción de biogás. Para rastros pequeños, las tecnologías más sofisticadas pueden ser inviables económicamente debido al bajo volumen de residuos generados. Para estos casos se sugiere el compostaje y la lombricultura.

#### **2.1.2.2 Residuos líquidos**

Otro de los riesgos asociados a la actividad de los mataderos, derivan de un inadecuado manejo de sus efluentes líquidos, los mismos que, por su procedencia se caracterizan por tener una alta concentración de materia orgánica, la cual al ser descargada en un cuerpo hídrico provoca serios problemas que se manifiestan en una disminución en la concentración de oxígeno disuelto en las aguas, lo que genera la muerte de animales,



proliferación de malos olores, lo que deriva en presencia de plagas que atentan contra la salud de los seres vivos (Dominguez,1990).

La gestión de las aguas residuales debería ser considerada como una operación integrada dentro del proceso productivo, lo que implica analizar y plantear medidas preventivas antes que correctivas; es decir se debería revisar el uso eficiente del agua, con el fin de minimizar los vertidos en cada operación del camal.

### **2.1.2.3 Residuos gaseosos**

Con respecto a las emisiones gaseosas, por lo general los camales no presentan efectos ambientales significativos, a excepción de los problemas generados por los olores.

Los olores se presentan en las operaciones de estabulación, almacenamiento de residuos o tratamiento de aguas residuales y pueden tener efectos medioambientales de importancia, sobre todo cuando los establecimientos industriales estén situados cerca de núcleos habitados. El principal problema consiste en su localización dispersa. Debe tenerse especial atención a la contaminación atmosférica provocada por la quema a cielo abierto de desechos o crematorios y la liberación de metano proveniente de residuos orgánicos sin un adecuado proceso de descomposición. Estas actividades pueden ser fuentes de contaminación importantes, principalmente si los rastros no se ubican a una distancia mínima recomendada, de 1 Km del área urbana (Silva y Samperi, 2004).

Al realizar quemas u otras actividades relacionadas con gases tóxicos para el organismo, se deben prever las acciones y medidas de protección para los trabajadores.

### **2.1.3 Alternativas de Manejo de Residuos**

En el tema de Manejo de Residuos Sólidos, la principal característica de las deyecciones de estos animales es el contenido de elementos fertilizantes y materia orgánica, a pesar de que unas prácticas intensivas puedan dar origen a problemas de contaminación. Aunque en la actualidad existe una profunda separación entre actividad agrícola y actividad pecuaria un análisis de ciertos sistemas de manejo pueden poner en manifiesto que siempre queda "algo" cuyo destino final puede ser el suelo cultivado (Kras.E, 1994); estos sistemas tienen la ventaja que durante el proceso de transformación de los residuos disminuye los olores, la fase sólida se composta o unifica fácilmente y los elementos líquidos se pueden emplear en fertirrigación e incluso en sistema de riego por goteo (Lopez y Casp, 2004).

La fase líquida de los procesos anteriormente mencionados se pueden someter a digestión anaerobia. Este proceso es altamente interesante: conduce a la producción de un gas combustible (biogás) y un líquido, relativamente estable que debe ser aplicado al suelo cultivado, aunque en condiciones distintas al purín entero o la fase líquida sin digerir. (Debe ser aplicado al suelo porque, a pesar de la gran reducción de la Demanda Biológica de Oxígenos y la Demanda Química de Oxígeno que tiene lugar en el proceso, el líquido final no puede ser vertido al cauce público Lopez y Casp, 2004).

El sistema de manejo a través de la transformación de la materia orgánica bruta en compostaje. El compostaje es un sistema que conduce a la obtención de un material que se puede calificar de abono orgánico u órgano-mineral (si se complementa con algunos fertilizantes minerales). Para su realización se necesita el complemento de materiales, tales

como paja, cortezas de árboles, virutas de madera, etc. En algunos países europeos, con exceso de estos materiales, se considera un sistema muy adecuado (Lugo, 1998).

## **2.2 ASPECTOS BÁSICOS DEL COMPOST**

### **2.2.1 Definición de Compost**

Proceso biológico controlado de transformación de la materia orgánica a humus, a través de la acción de microorganismos que promueven una descomposición aeróbica (Meléndez, 2003).

Los materiales orgánicos están compuestos de una amplia gama de diferentes elementos, desde las macromoléculas que están presentes en todas las maderas, hasta grupos menos complejos en su constitución como las sustancias minerales y los elementos nutricionales de las plantas.

El compostaje se basa en la acción de diversos microorganismos aerobios que actúan de manera sucesiva sobre la materia original, en función de la influencia de determinados factores, produciendo elevadas temperaturas, reduciendo el volumen y el peso de los residuos provocando su humificación y oscurecimiento. Durante este proceso se han de controlar los distintos factores que aseguren una correcta proliferación microbiana y por consiguiente una adecuada mineralización de la materia orgánica (Casco y Herrero, 2007).

El Compost es un compuesto con altos contenidos de materia orgánica parcialmente mineralizada y humificada, que puede ser usado como abono orgánico o como sustrato y

que una vez incorporado al suelo puede sufrir mineralizaciones más lentas. Este material al final de su evolución o descomposición se transforma en humus (CORPOICA, 2005).

Cabe destacar de acuerdo al manual CORPOICA (2005), que el humus es un compuesto diferente al compost, el humus es una fracción residual caracterizado por poseer un color oscuro, ser muy resistente al ataque microbiano y relativamente estable, que resulta de la descomposición de la materia orgánica en el suelo. De acuerdo con este concepto el compost sería la fase intermedia entre la materia orgánica bruta y el humus.

### **2.2.2 Beneficios del Compost**

La utilización directa de residuos orgánicos frescos en Agricultura presenta diferentes inconvenientes: fitotoxicidad (por compuestos orgánicos, elementos y sustancias minerales, etc.), inmovilización de nitrógeno y deficiencia de oxígeno a nivel de las raíces de la planta, elevación excesiva de la temperatura en la zona de la rizósfera, etc. (Abad et al. 1999).

Entre los diferentes métodos de adecuación de los residuos orgánicos para fines agrícolas destaca el compostaje tanto desde el punto de vista ecológico como económico (Climent et al. 1996).

Al mismo tiempo que colabora en la gestión de los residuos sólidos, el compostaje es el sistema que más respeta el ciclo de conservación de la materia y el que mayor aplicación encuentra en Agricultura (Peña, 2002).

En la actualidad, el compostaje es un proceso tecnológico industrializado, sin un grado de complejidad excesivo; técnico y económicamente viable, poco contaminante y con

mayor aceptación social, en comparación con los vertederos o las plantas incineradoras (Abad et al. 1999).

## **2.3 MATERIA ORGÁNICA**

Existen diversas fuentes que pueden aportar carbono al suelo. Estas se pueden clasificar según Sierra y Rojas (2007) como de origen animal y de origen vegetal.

### **2.3.1 Materia Orgánica de Origen Animal**

Los materiales más frecuentemente usados son los estiércoles de animales. En muchos casos este puede ser mezclado con paja de cereales y orina de ganado. La gallinaza por otro lado corresponde a una mezcla de estiércol de ave, viruta o aserrín además incluye restos de concentrado que se utiliza en su alimentación.

Los purines son una mezcla de orina, estiércol y agua de lavado. Normalmente la materia orgánica de origen animal posee bajas concentraciones de nutrientes especialmente de fósforo, por otra parte su contenido de Nitrógeno y Potasio son altos.

### **2.3.2 Materia Orgánica de Origen Vegetal**

La materia orgánica de origen vegetal es la fuente primaria de carbono; se utilizan comúnmente los residuos de cosechas, cuya calidad se diferencia por el estado crecimiento y tipo de planta. Las leguminosas proveen más de nitrógeno, siendo las gramíneas y otras especies las que se constituyen en fuente de carbono incorporado.

La descomposición de los residuos vegetales en el suelo depende de factores como, el contenido de humedad, tamaño de los restos vegetales al ser incorporados, relación C/N del material vegetal y sobretodo la temperatura del suelo, este último factor es determinante para la actividad microbiana (Sierra y Rojas, 2007).

## **2.4 ETAPAS DEL COMPOSTAJE**

### **2.4.1 Mesofílica**

En esta etapa abundan las bacterias mesofílicas y hongos mesofílicos. El número de actinomicetos permanece relativamente bajo. Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5.5-6 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad.

En esta etapa la relación C/N es de especial importancia ya que el carbono aportara la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas, por ello la relación debe estar entorno 30, si superamos esta proporción la actividad biológica disminuye, mientras que proporciones superiores de N provocan el agotamiento rápido del oxígeno, y la pérdida del exceso en forma de amoníaco, tóxico para la población bacteriana o por lixiviados. El color en esta etapa aun es claro y el olor a frutas, verduras y hojas frescas (Vilariño y Taibo, 2009).

### **2.4.2 Termofílica**

La temperatura continua ascendiendo hasta llegar a valores de 75°C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen en estado de dormancia, mientras que las bacterias termofílicas, actinomicetos y hongos termofílicos encuentran su óptimo, generando calor. La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento del pH pasando desde 5.5 hasta 7.5 donde permanecerá casi constante hasta el final del proceso, el color del compost se pone más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra húmeda.

Es en esta etapa cuando se da un proceso de pasteurización de la materia orgánica debido a las altas temperaturas y a la concentración de CO<sup>2</sup> dentro del material en proceso de compostación; la mayoría de las semillas y patógenos como *Escherichia coli* mueren al estar sometidos durante días a estas condiciones con temperaturas superiores a 45°C (Peña, 2002).

### **2.4.3 Enfriamiento**

Una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye; consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75°C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los microorganismos termofílicos y la reaparición de microorganismos mesofílicos; al entrar a los 40°C, estos dominarán el proceso hasta consumir toda la energía (Casco y Herrero, 2008).

#### **2.4.4 Maduración**

Tal como mencionan Vilariño y Taibo ( 2009), la temperatura y pH se estabilizan; los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macro organismos tales como nemátodos, rotíferos, escarabajos, lombrices etc., incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial de estos para permitir el acceso de los microorganismos. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no se deben reconocer los residuos iniciales.

La mayoría de composteras utilizan un sistema de volteo. Este ayuda a mantener la concentración de oxígeno, porosidad, temperatura y humedad uniforme en toda la pila de residuos ya que, los materiales próximos a la superficie tienden a recibir mayor aporte de oxígeno pero alcanzan menos temperatura mientras que los materiales del interior poseen menor porosidad debido a la presión de los materiales que les rodean y alcanzan mayor temperatura y humedad (Vilariño y Taibo, 2009).

### **2.5 SISTEMAS DE COMPOSTAJE**

#### **2.5.1 Compostaje Aeróbico**

Este tipo de compostera deberá hacerse en terrenos con cierta pendiente, así se evacuarán los excesos de agua, sin embargo al presentarse precipitaciones se cubrirá el



material en descomposición con plástico u otros materiales disponibles en la finca (Bongkam, 2003).

Para evitar temperaturas altas y favorecer la aireación se pueden realizar hoyos en el medio de la compostera con postes de madera de 1,5 m de largo, por 10-20 cm de diámetro (Meléndez, 2003).

### **2.5.2 Compostaje Anaeróbico**

En este modelo el material sufre un proceso de carácter anaeróbico, donde los residuos se biodegradan en ausencia de oxígeno; este sistema se puede desarrollar bajo el suelo o cualquier estructura cerrada (tanque o cajón) para evitar la entrada de aire. Las temperaturas que se obtienen siguiendo este procedimiento, son casi similares a las del método aeróbico, pero para llegar a igualarle, se deben añadir activadores microbianos (Guzman, 2007).

## **2.6 DISEÑO Y MANEJO DE LA COMPOSTERA**

### **2.6.1 Preparación del Material**

Se debe tener el mayor grado de división posible para acelerar el ataque de los microorganismos descomponedores, esto se logra picando los desechos con machete o con máquina picadora.

**Figura 1: Modelo de Pila de Compostaje**

Para enriquecer el compost Melendez, (2003) sugiere que en cualquiera tipo de compostera inicie colocar una capa de material vegetal seguido de una capa de estiércol o la mezcla de varios si es que se tienen diferentes especies de animales, asimismo se puede agregar cal agrícola o ceniza para enriquecer el compost.

### **2.6.2 Riego y Control de la Humedad**

En cuanto al riego de la compostera, este debe ser frecuente sobre todo al inicio del proceso. Este se debe realizar de acuerdo a las condiciones climáticas, evitando por todos los medios el exceso de humedad que puede llevar a la pudrición del material. En caso de que el riego sea requerido, es importante tomar en cuenta la calidad del agua, la cual debe poseer una baja cantidad de sustancias químicas y una buena proporción de oxígeno disuelto (Rodale, 1973).

Para favorecer la humedad de compost Meléndez (2003) sugiere mantener la humedad alrededor de un 60%, regando con 20 litros de agua más 200 ml de melaza por metro

cuadrado (1,2 a 1,5 altura de la pila), a la pila cada vez que se observe resequeidad en la mezcla.

### **2.6.3 Aireación**

Durante el proceso es fundamental la ventilación de la pila de compost. Esta permite un flujo constante de gases entre la compostera y la atmósfera. Los microorganismos del suelo que descomponen los residuos orgánicos son aeróbicos, por lo tanto requieren de oxígeno para su normal desarrollo (Rodale, 1973). Este procedimiento tiene dos objetivos:

- Favorecer el metabolismo aerobio.
- Procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje.

La operación se puede hacer tanto manualmente como mecánicamente procurándose siempre en los movimientos, que el material perteneciente al núcleo de la pila de compostaje pase a formar parte de la corteza y viceversa. (SZTERN y PRAVIA, 1999). No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que resulten aplicables para todos los casos posibles. Las aireaciones excesivas, son tan perjudiciales como los riegos en exceso. Uno de los parámetros, que nos resultará de fácil determinación es la temperatura y es a partir de la misma que podremos en gran parte, ejercer un control sobre el proceso (Internet1).

### **2.6.4 Control de la Temperatura**

Para ello Suquilanda (1996) recomienda que cuando se llega a los 55-70 °C, se realiza el volteo. La temperatura desciende ligeramente, se oxigena el material y comienza de nuevo el proceso. Los volteos se repiten hasta que en el montón ya no se alcanza valores elevados

de temperatura, lo que indica que el proceso ha entrado en la fase de maduración. El manejo del montón dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar.

### **2.6.5 Tiempo de Compostaje**

Se entiende por tiempo o ciclo de compostaje al transcurrido desde la conformación de una parva o camellón hasta la obtención de compost estable.

El tiempo de compostaje, varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, % de humedad relativa, etc.); manejo físico-químico; manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener. El tiempo de compostaje, es un parámetro que puede ser controlado y establecido con cierto grado de certeza a través del conjunto de técnicas descritas con anterioridad (Internet 2).

### **2.6.6 Factores a Considerar**

#### **2.6.6.1 Temperatura**

Con los niveles de humedad y aireación señalados y si el volumen de restos es suficientemente grande comenzará una elevación de temperatura al cabo de unos días, esta variación de temperaturas también dependerá de la temperatura del ambiente y de la forma del compostaje.

Las temperaturas del compostaje pueden elevarse hasta unos 70 °C, pero no es recomendable, pues superando los 65 °C, comienzan a morir gran cantidad de bacterias y

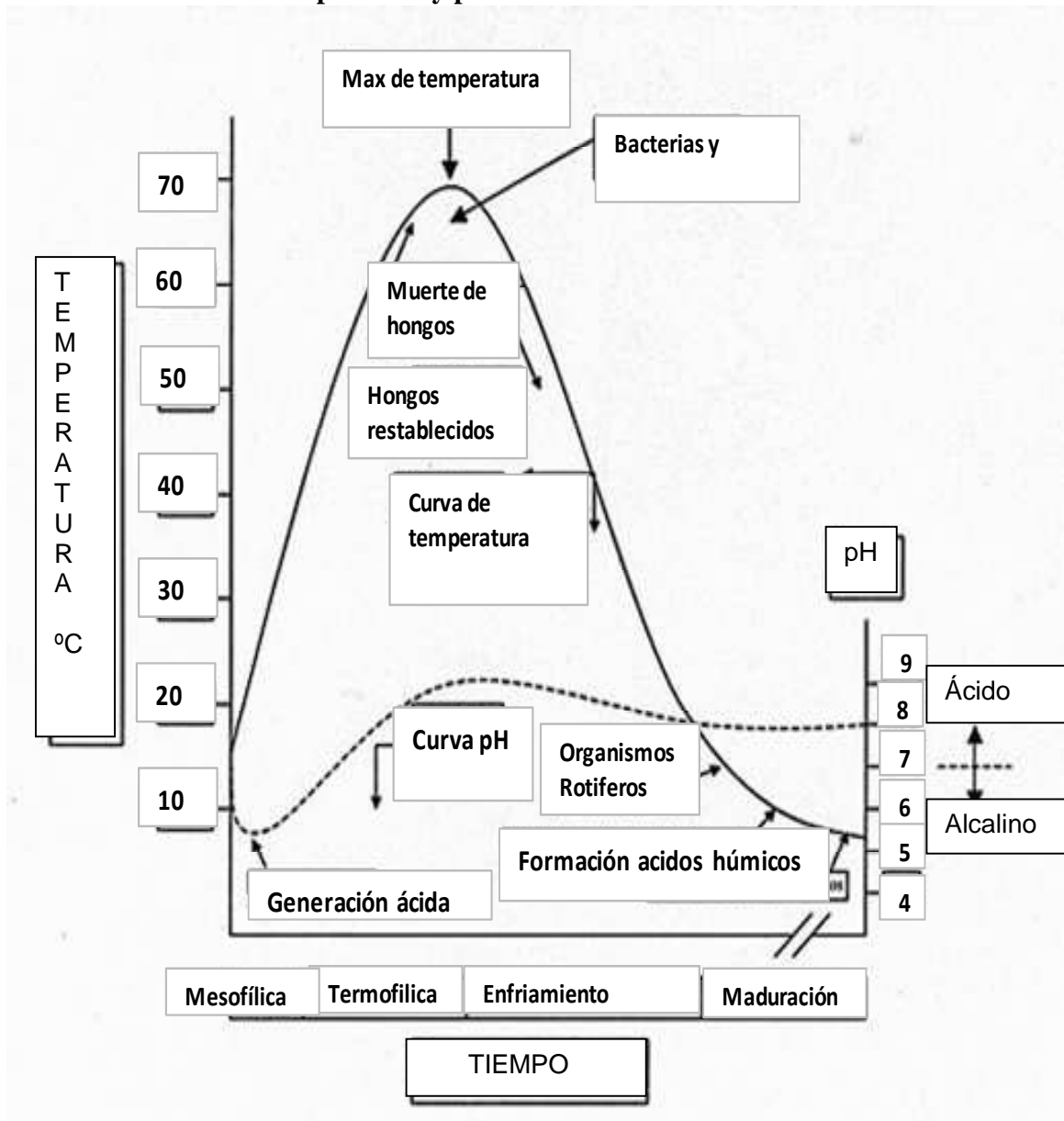
microorganismos beneficiosos para el proceso. En cada rango de temperatura intervienen diferentes poblaciones microbianas y son muy pocas las que intervienen en casi todas ellas (Peña, 2002).

#### **2.6.6.2 pH**

La expresión numérica del pH del agua pura es 7 en una escala de 0 a 14, por encima de esta cifra cualquier resultado se lo considera una sustancia básica o alcalina y por de bajo soluciones ácidas.

El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6.5-7.5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. (Internet 1)

**Grafico 1: Curva de Temperatura y pH**



Fuente: <http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>

### **2.6.6.3 Humedad**

La humedad adecuada para iniciar un proceso de descomposición esta entre (60 - 70 %). Un exceso de humedad da lugar a una falta de aireación (putrefacción- malos olores) y a pérdida de nutrientes por lixiviación y la falta de humedad, ralentizará el proceso de compostaje por baja actividad de los microorganismos. Si no se dispone de residuos húmedos para la mezcla, se puede regar la pila con agua, estiércoles líquidos o los lixiviados recogidos de la propia pila (Casco y Herrero, 2008).

Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 30%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento (Haug,1993).

### **2.6.6.4 Relación Carbono Nitrógeno**

Conviene mezclar materiales de origen vegetal y animal para procurar un contenido aceptable de todos los nutrientes esenciales.

Es importante mantener un buen equilibrio entre los materiales ricos en carbono y los ricos en nitrógeno, para que la relación C/N se mantenga entre 25 y 35. Una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes y los restos de animales de

mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posibles materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos (Peña, 2002).

## **2.7 CONDICIÓN IDEAL DEL COMPOST**

En cuanto a los nutrientes, Benzing (2001) señala que mientras el contenido de proteínas, azúcares, o hemicelulosa se reduce rápidamente a una tercera parte o menos, la descomposición de grasas, ceras, celulosa, lignina, o sustancias húmicas es mucho más lenta. Normalmente se produce un incremento de los ácidos húmicos en el compostaje. También indica que el nitrógeno contenido en el material original, es mineralizado durante el compostaje. Mientras al inicio predomina amonio entre las formas minerales del nitrógeno, hacia el final del compostaje aumenta la fracción de nitrato. Cierta porcentaje de nitrógeno mineral es incorporado nuevamente a compuestos orgánicos, sea como parte de la masa microbiana o de sustancias húmicas.

Este autor señala también que el nitrógeno puede perderse durante el compostaje básicamente por cuatro vías: volatilización (amoníaco), sobre todo durante el calentamiento inicial; desnitrificación (nitrógeno, nitritos y nitratos), en zonas anaeróbicas; lixiviación (nitratos); escurrimiento (amonio y nitrógeno orgánico). Las pérdidas suman entre aproximadamente el 15 y 30% del nitrógeno total, pero en casos extremos puede llegar a más del 50%.

Suquilanda (1995) señala que cuanto más alta es la relación C/N, más prolongado es el proceso de descomposición, y esto se observa cuando esta relación supera el 33/1. Durante



el compostaje el carbono orgánico se convierte en dióxido de carbono. Suele perderse más carbono que nitrógeno, razón por la cual se estrecha la relación C/N. También indica que durante el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, aproximadamente el 65% del carbono es liberado como CO<sub>2</sub> y el 35% restante es utilizado por los microorganismos en la síntesis de compuestos de sus propios tejidos y otros compuestos orgánicos.

Rodale (1973) señala 10 parámetros básicos en torno a los cuales se puede determinar la condición ideal del compost. De esta manera, un compost ideal, el mismo que posee las siguientes características:

- El material debe tener una estructura media, algo disgregado, no muy compacto sin terrones.
- Debe tener un color café oscuro hasta negro, si este material se encuentra muy húmedo y mal oliente es signo de una fermentación negativa con mucha humedad y poco aire.
- El olor debe ser parecido al de la tierra, suelo de bosque o humus. El mal olor indica que la descomposición aún se lleva adelante
- La reacción de la solución (pH) debe ser ligeramente ácida. Un exceso de acidez es sinónimo de exceso de humedad y falta de oxígeno. Por tanto el rango adecuado se ubica entre 6.0 y 7.4
- La mezcla de los materiales iniciales debe ser homogénea. El contenido ideal de materia orgánica debe encontrarse entre el 25 y el 50%.

- La humedad debe mantenerse dentro del rango del 15 y 30%. No existe actividad biológica en condiciones de baja humedad.
  
- El contenido de Potasio debe encontrarse acorde al material inicial. Cualquier material vegetal contiene un aproximado del 5% de potasio en su estructura.
  
- Debe encontrarse limo en el contenido de la compostera para favorecer el desarrollo de bacterias nitrificantes. Para esto es una buena opción su adición.
  
- El compost debe contener nitratos procedentes de la descomposición de la proteína del material inicial.
  
- Un compost ideal tiene en su composición trazas de manganeso y otros micro elementos para favorecer al cultivo.

## **2.8 USO DEL COMPOST**

Inicialmente se debe utilizar el compost como un mejorador de la estructura del suelo para facilitar las labores de manejo del cultivo al proveer a la planta un lugar de sustento para sus raíces el mismo que mantiene la humedad y favorece la absorción de nutrientes. En suelos arcillosos, el uso del compost con el transcurso del tiempo se traducirá en una notable mejora en la calidad y cantidad de producto (Rodale, 1973).

Es importante aplicar un mínimo de 1 cm hasta 8 cm de espesor por año de compost al terreno en una o dos aplicaciones. La cantidad a aplicar depende por supuesto de la fertilidad inicial del suelo (Rodale, 1973). En cuanto a la aplicación de materiales que no se encuentran determinados, el autor antes citado señala que el compost debe ser bien mezclado con los 10 cm superiores del terreno, esto se puede lograr con el paso de un arado de discos dos veces sobre el terreno o un paso de rotavator.

De acuerdo a varios floricultores, el compost es el mejor acondicionador del suelo para las rosas. En función de esto, los agricultores orgánicos recomiendan la preparación del terreno un mes antes de la siembra, ubicando el compost al menos a 30 cm de profundidad. Para este fin se recomienda el empleo de material compostado especialmente para rosas, este puede obtenerse a base de material vegetal y estiércol de bovino, el cual se debe mantener humedecido de manera adecuada. Esta actividad se debe complementar con la remoción del material superficial que debe ser eliminado para mejores resultados.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo tuvo dos fases una de campo y otra de laboratorio. La primera se desarrollará en la compostera que tiene el Camal en el Cantón Ibarra y la segunda fase se llevara a cabo en laboratorio para los respectivos análisis del material en las diferentes etapas de compostaje.

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

El centro de Compostaje del Camal está ubicado a 3 Km del Estadio de la Ciudad con dirección al Norte.

**Longitud: 78°35'24"O**

**Latitud: 0°15'0"S**

**Altitud: 2040 msnm**

Sus límites son:

**Al norte:** La Panamericana Norte.

**Al sur:** La ciudad de Ibarra

**Al este:**Hcda. Yuracruz

**Al oeste:** Comunidad Pigunchuela

**Superficie:**1 Ha

### 3.1.2 Ubicación Ecológica

- **Zona de vida:** Se encuentra en la región andina, corresponde al piso latitudinal montano bajo, específicamente en el bosque húmedo templado.
- **Altitud:** 2040 msnm
- **Temperatura:** En el Centro de Compostaje se registra una temperatura promedio de 17 °C y una humedad relativa promedio cercana al 58%.
- **Precipitación:** Posee una pluviosidad de 600 a 1000 mm.

Información proporcionada por: la pagina web del municipio de Ibarra.

[http://www.sanantonio.gov.ec/es/san\\_antonio.php](http://www.sanantonio.gov.ec/es/san_antonio.php)

## 3.2 MATERIALES

### 3.2.1 Inventario de Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales, herramientas y equipos:

- **EQUIPO:** Bombas, Carretillas, Baldes, Trinches, Palas, Plástico, Coladores.
- **MATERIAL DE LABORATORIO:** Termómetro de compost, Cintas medidoras de pH, Balanza, Estufa, Platos, Bolsas de plástico.
- **MATERIALES PARA COMPOST:** Residuos de Faenamiento, Residuos Vegetales (Hojas de hortalizas, cascara de fruta) Bagazo de Caña, Contenido Ruminal, Sangre, Melaza, Cal.
- **MATERIALES DE SEGURIDAD:** Overoll, Mascarillas, Guantes, Botas, Algodón.
- **MATERIALES DE OFICINA:** Libreta de registro, Cámara, Hojas de papel, Impresiones.

### **3.3 MÉTODOS**

#### **3.3.1 Caracterización de Sustratos para el Compostaje**

Se realizó un estudio para reconocer la composición de los sustratos que se utilizarán en la elaboración del compost.

##### **3.3.1.1 Toma de muestras**

En esta fase se tomó 1Kg de muestra de cada sustrato (Desechos del camal, bagazo de caña y los residuos vegetales), recopilándolos en una funda plástica transparente por separado e identificándolos a través de una etiqueta que indica: el material a analizar, el tratamiento, el lugar y la fecha de recolección de la muestra.

##### **3.3.1.2 Análisis de laboratorio**

Se enviarán a un laboratorio para los siguientes estudios.

- Desechos del camal: Análisis en %materia seca, % humedad y un análisis microbiano.
- Bagazo de Caña: Análisis en %materia seca, % humedad y un análisis de cenizas.
- Desechos Vegetales: Análisis en materia seca, % humedad y un análisis de cenizas.

Tras los respectivos análisis de laboratorio se realizó un informe indicando los resultados obtenidos.

### 3.3.2 Elaboración de Pilas de Compostaje

- Se realizó el transporte al área de compostaje del contenido ruminal recolectado junto con la sangre en barricas de 100 L y el estiércol por separado. De igual forma se trasladaron los desechos de bagazo de caña proveniente de los ingenios de Ambuquí y los desechos vegetales que se originaron del mercado central de Ibarra,
- Con los desechos vegetales se realizó una preclasificación para determinar que no tengan desechos inorgánicos como plásticos, vidrios y metales.
- Se trituró el bagazo de caña y si es necesario los desechos vegetales. Dejándolos finamente picados en dimensiones promedio de 3 cm x 0.4 cm.
- Se levantaron las pilas de compostaje experimentales alternando capas de la manera indicada.

**Figura 2: Modelo de la pila de compostaje**



- Se procederá con la medición y el trazado de las dimensiones de cada pila experimental. Dimensiones: Largo: 1m Ancho: 1m y Altura: 1.2m
- Dentro de la fase se destaca el establecimiento de las unidades experimentales que las constituirán los compost elaborados con los diferentes sustratos, además se añadirá un compost tipo testigo conformado por pilas trabajadas con el sistema de manejo tradicional del Centro de compostaje. Por lo tanto sería un total de 21 pilas a levantar.

### **3.3.3 Actividades en el Proceso de Compostaje**

Luego de formadas las pilas se procede al riego de las mismas hasta alcanzar entre 60 y 70% de humedad en el montículo. Los riegos efectuados a las pilas generaron junto con la sangre utilizada, lixiviados; que fueron recuperados a través de una de una plancha de cemento con pendiente (10%) y canales de recolección, que guiaron a los fluidos hacia pequeñas fosas de almacenamiento. Estos lixiviados fueron reutilizados a manera de riegos en las mismas pilas de compostaje. Los elementos líquidos fueron aplicados sobre las pilas cada vez que se observaba resequeadad en las pilas, tomando en cuenta que el material siempre debe mantener 60% de humedad.

- Se realizaron aireaciones semanales; empezando desde la segunda semana.
- Luego de cada aireación se colocó la mezcla de melaza o la de los lixiviados + sangre utilizando una concentración de 10 %; (200ml / 20 Litros de Agua por m<sup>2</sup>).



- Cuando el material se encontraba finalizando la fase de maduración (90 a 100 días de compostaje) se eliminaron los riegos a las pilas de compostaje para que la humedad baje en un 30%. Con esta humedad es factible mantener la vida microbiana y el embalaje es más fácil.
  
- Se tomaron las muestras de cada unidad experimental para el análisis en laboratorio de los macro y micro elementos de mayor importancia.
  
- El material pasó por un proceso final de triturado con la finalidad de homogenizar el tamaño de las partículas de compost, mejorando la imagen del producto antes de su empaque y su posterior comercialización.

### **3.3.4 Evaluación de Variables**

Se desarrolló la evaluación de las variables como pH , temperatura y humedad a través de la toma de datos según el cronograma establecido por el periodo de 12 semanas. Se llevó de esta manera un registro para el respectivo análisis estadístico.

#### **3.3.4.1 pH**

Para la medición de esta variable se utilizaron tiras reactivas para tests rápidos de pH en solución. Primeramente se realizó un macerado con 50 g de muestra de compost de cada unidad experimental, se sumergió la tira y se analizaron los colores resultantes con la tabla de pH. Este procedimiento se realizó 2 veces por semana, durante 12 que duró el proceso de formación del compost.

### **3.3.4.2 Temperatura**

La temperatura fue tomada dos veces por semana a una hora rutinaria (10 A.M de la mañana) para determinar la evolución de la actividad microbiana. Se realizaron 3 tomas de temperatura por cada unidad experimental de la parte superior (1m), de la parte intermedia (60 cm) y de la parte inferior (20 cm), por el periodo de 12 semanas.

### **3.3.4.3 Humedad**

Esta variable fue analizadamediante la técnica para saber la medida de la pérdida de peso debida a la desecación total de la muestra de compost. La muestra se deseca en estufa a 200°C durante 2 horas. La pérdida de masa es determinada por pesada. Utilizando un presecado para productos con humedad mayor al 50%

**Tabla 1.- Cronograma de actividades en las composteras.**

<b>ACTIVIDADES</b>			
<b>SEMANA</b>	<b>Volteo de Pilas</b>	<b>Medición pH</b>	<b>Medición Temperatura y Humedad</b>
<b>Lunes</b>	X	X	
<b>Martes</b>			X
<b>Miércoles</b>			
<b>Jueves</b>	X	X	
<b>Viernes</b>			X
<b>Sábado</b>			

### **3.3.5 Análisis Nutricional del Compost Elaborado**

#### **3.3.5.1 Toma de muestras**

A los 90 días del proceso de compostaje, se tomó 1Kg de muestra de cada pila según el tratamiento (desechos del camal, bagazo de caña y los residuos vegetales), recopilándolos en una funda plástica transparente por separado e identificándolos a través de una etiqueta que indicaba: el material a analizar (abono orgánico), el tratamiento, el lugar y la fecha de recolección de la muestra.

#### **3.3.5.2 Análisis de laboratorio**

Se realizó el análisis de laboratorio para obtener los porcentajes de los siguientes macro y micro elementos.

- Macronutrientes: %N,%P,%K.
- Micronutrientes: %Ca,%Mg,%S.
- Relación C/N
- Valor del pH
- % de Materia Orgánica.

El análisis completo se lo llevó a cabo en los laboratorios agroquímicos “LABONORT” en Ibarra, obteniéndose los datos de: Nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, elementos secundarios y microelementos.

Esto se lo realizó a través de la obtención de cenizas (residuo inorgánico después de incinerar la materia orgánica de un compuesto) y luego por Espectroscopia de absorción

atómica que ayuda a identificar los elementos presentes en la materia y determinar sus concentraciones. Para ello dichos elementos se convierten en átomos o iones en estado gaseoso por medio de un proceso denominado atomización. En si es un método seguro que no requiere reactivos peligrosos, requiere poca atención y se pueden procesar muchas muestras

Relación C/N y Materia Orgánica Total: Estos parámetros se obtienen mediante cálculo a partir de los valores obtenidos de cenizas y nitrógeno.

### **3.3.6 Evaluación de Compost en Campo**

#### **3.3.6.1 Diseño experimental**

##### **3.3.6.1.1 Sustratos a probar**

Los factores a probar en la fase de campo son materiales vegetales:

#### **Cuadro 1.- Sustratos para compost**

S1	Bagazo de Caña
S2	Residuos Vegetales
S3	Bagazo de Caña + Residuos Vegetales

#### **Cuadro 2.- Aditivos para el compost.**

A1	Lixiviados ( Agua + fluidos ruminales + sangre)
A2	Melaza

### 3.3.6.1.2 Tratamientos a comparar

Los tratamientos a comparar son el resultado de la combinación de 3 clases sustratos x 2 tipos de aditivos líquidos para la descomposición.

**Cuadro 3.- Combinaciones:**

Combinaciones	Nomenclatura	Descripción
T1	S1A1	Bagazo de Caña + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Melaza
T2	S1A2	Bagazo de Caña + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Lixiviados
T3	S2A1	Desechos Veg. + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Melaza
T4	S2A2	Desechos Veg. + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Lixiviados
T5	S3A1	Bagazo de Caña + Desechos Veg. + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Melaza
T6	S3A2	Bagazo de Caña + Desechos Veg. + Contenido Ruminal y Sangre + Estiércol + Lixiviados
T7		Testigo

### 3.3.6.1.3 Tipo de diseño

El tipo de diseño a utilizar fue completamente al azar, ya que la asignación de los tratamientos se da en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales.

### 3.3.6.1.4 Repeticiones o bloques

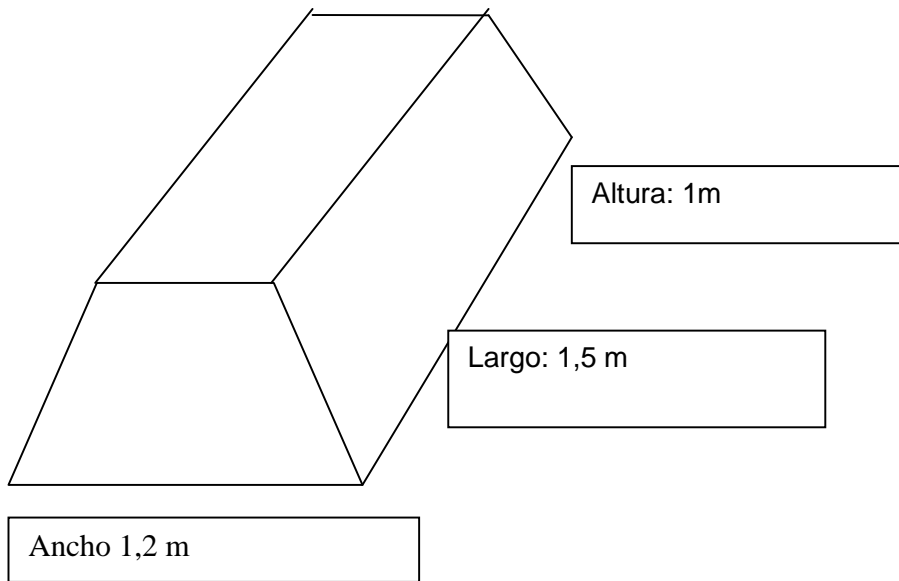
Cada tratamiento constó de 3 repeticiones.

### 3.3.6.1.5 Características de la ue

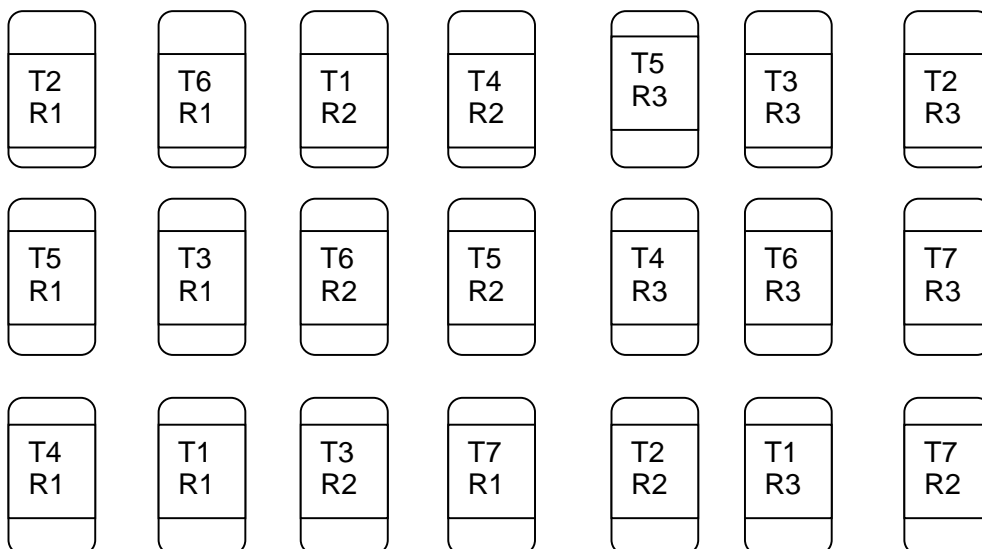
Pilas de compost experimental: Dimensiones: Largo: 1m Ancho: 1m y Altura: 1.2m

### 3.3.6.1.6 Croquis del diseño

**Figura 3: Detalles Unidad Experimental**



**Figura 4: Ordenamiento de las Unidades Experimentales**



### **3.3.6.2 Análisis estadístico**

#### **3.3.6.2.1 Esquema de análisis de varianza**

**Cuadro 4. Análisis de varianza**

<b>F de V</b>	<b>GL</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>
<b>ENTRE GRUPOS</b>	<b>3</b>
<b>TEST Vs RESTO</b>	<b>1</b>
<b>G3vs G2,G1</b>	<b>1</b>
<b>G2vs G1</b>	<b>1</b>

---

<b>D G1 Bagazo Caña</b>	<b>1</b>
<b>DG2 Desechos Veg</b>	<b>1</b>
<b>DG3 Bagazo + Desechos Veg</b>	<b>1</b>
<b>ERROR</b>	<b>14</b>

#### **3.3.6.2.2 Coeficiente de variación**

Es un índice que mide el porcentaje (%) del error con respecto a la media. Valores altos del coeficiente de variación, indican que existe alta variabilidad en los datos, por lo tanto estarían respaldando una diferenciación de los tratamientos y en definitiva la credibilidad de los resultados y del experimento en general.

### **3.3.6.2.3 Análisis funcional**

Se utilizó la prueba de Duncan al 5% para grupos y tratamientos en general y DMS al 5% para comparar las adiciones dentro de cada compost.

### **3.3.6.3 Análisis económico**

Se tomó en cuenta el costo del producto por materiales para cada tratamiento y se analizó el tratamiento más rentable.

### **3.3.6.4 Variables a medir**

- Macro y micro nutrientes

Nitrógeno	N	%
Fósforo	P	%
Potasio	K	%
Calcio	Ca	%
Magnesio	Mg	%
Azufre	S	%

- Temperatura
- pH
- Relación carbono nitrógeno
- Materia orgánica
- Humedad
- Rendimiento



## **IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 PROCESO DE COMPOSTAJE**

#### **4.1.1 Temperatura**

Las temperaturas alcanzadas durante el proceso de compostaje en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 y el Testigo fueron de 45,97 (T1), 35,47 (T2), 49,87 (T3), 47,17 (T4), 49,33 (T5), 48,23 (T6) y 34,83 (Testigo), respectivamente, durante la primera y la segunda semana. Según los resultados descritos en los cuadros 6,7 y 8 los tratamientos cumplieron con las etapas de compostaje según Peña (2002).

Cabe mencionar que la melaza (al 20% de concentración) como aditivo recomendado por Melendez (2003), cumplió como fuente de energía para las poblaciones microbianas de bacterias termofílicas y actinomicetos, presentando las temperaturas más altas los tratamientos T1, T3 y T5 que tuvieron como aditivo la melaza. (Cuadros 5,6 y 7)

**Cuadro 5.- Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	45,97	43,1	38,6	37,49	38,03	33,31	26,91	27,67	25,71	24,84	23,37	24,49
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	35,47	33,53	32,64	37,39	30,17	32,61	24,35	26,32	24,54	24,64	23,24	24,58
<b>TESTIGO</b>	34,83	30,93	33,6	28,36	28,46	27,35	24,38	26,27	24,31	23,22	21,89	23,15

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 6.-Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMANA A 1	SEMANA A 2	SEMANA A 3	SEMANA A 4	SEMANA A 5	SEMANA A 6	SEMANA A 7	SEMANA A 8	SEMANA A 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	49,87	47,47	39,1	33,71	34,66	30,67	27,08	28,13	25,63	23,18	21,94	23,21
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	47,17	43,6	37,13	33,63	33,75	31,9	26,39	27,33	25,11	23,36	21,75	23,01
<b>TESTIGO</b>	34,83	30,93	33,6	28,36	28,46	27,35	24,38	26,27	24,31	23,22	21,89	23,15

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 7.-Evaluación semanal de temperatura en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMAN A 1	SEMAN A 2	SEMAN A 3	SEMAN A 4	SEMAN A 5	SEMAN A 6	SEMAN A 7	SEMAN A 8	SEMAN A 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	49,1	49,33	39,17	36,18	34,46	29,79	27,63	28,75	26,68	24,28	22,65	23,99
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	48,23	43,83	35,87	35,12	32,11	32,71	27,07	28,56	25,82	24,38	22,67	24
<b>TESTIGO</b>	34,83	30,93	33,6	28,36	28,46	27,35	24,38	26,27	24,31	23,22	21,89	23,15

Fuente: Chávez L. 2012

En el cuadro 8, los tratamientos presentaron diferencias significativas al 5% durante la primera semana y altamente significativas al 1% en la décima semana.

Se encontró diferencias altamente significativas al 1% entre grupos de tratamientos para la primera, segunda, décima, décimo primera y décimo segunda semana. El grupo de tratamientos de Bagazo de caña presentó diferencias altamente significativas al 1% la primera, segunda y quinta semana, y al 5% la tercera semana; estos resultados demuestran que los tratamientos T1 y T2 que conforman el grupo DG1 Bagazo de Caña, fueron diferentes estadísticamente en el registro de temperatura para las mencionadas semanas.

Se encontró que los promedios fueron descendiendo a lo largo del proceso el mismo que se inició con promedios de 44,367 °C, y finalizó en la décimo segunda semana con promedios de 23,773 °C, casi igualando la temperatura del medio ambiente. Para los coeficientes de variación el mayor fue de 9,18% la tercera semana y el menor fue de 1,01% en la décima sexta y décimo segunda semana. Mientras que para la quinta, novena, décima y décimo primera semana se amplía a tres rangos de temperatura (A,B y C) (Cuadro 9).

**Cuadro 8.- Análisis de variancia para la evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

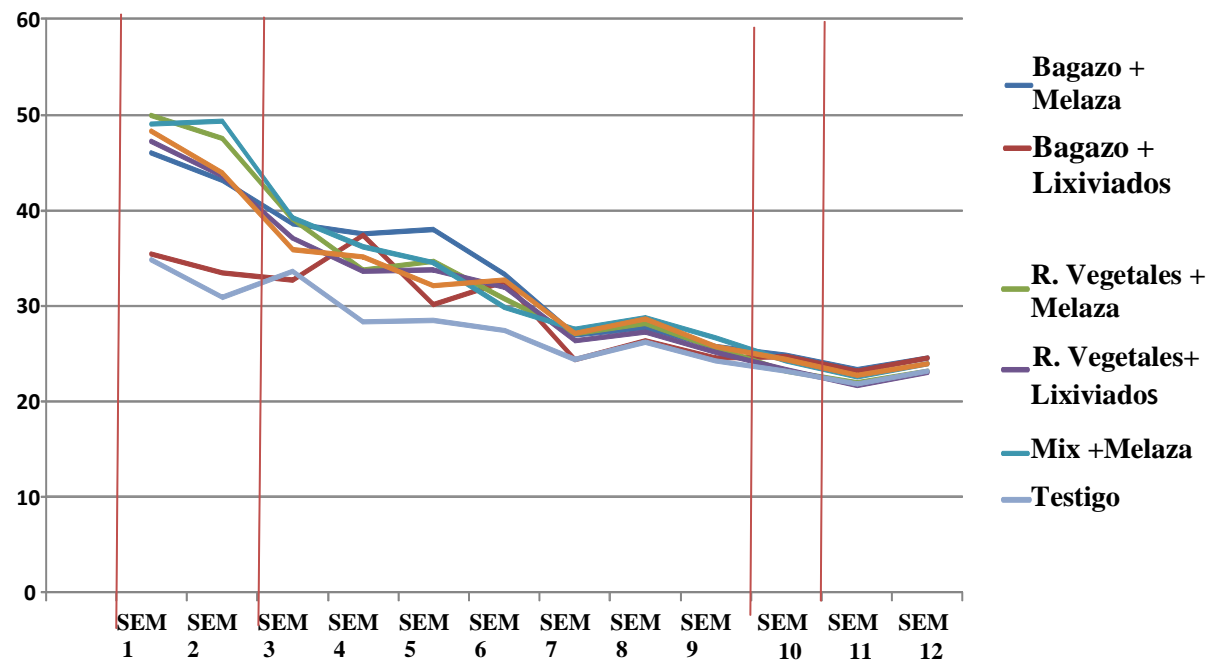
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>												
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	13,90*	10,75 ns	1,88 ns	3,36 ns	4,66 ns	2,68 ns	1,86 ns	1,38 ns	3,65 ns	25,86 **	9,05 ns	9,55 ns
<b>ENTREGRUPOS</b>	<b>3</b>	21,17**	16,32**	1,53 ns	6,66 ns	4,04 ns	4,28 ns	2,46 ns	2,18 ns	5,11 ns	51,02 **	17,91 **	18,93 **
<b>Test vs Resto</b>	<b>1</b>	35,72 **	30,6 **	2,77 ns	15,17**	11,65**	10,51**	4,24 *	2,74 ns	7,64 **	35 **	9,21 **	10,35 **
<b>G3 VS G2,G1</b>	<b>1</b>	7,35 **	6,56 *	0,15 ns	0,004ns	0,47 ns	0,62 ns	1,89 ns	3,06 ns	7,36 **	6,97 **	0,19 ns	0,90ns
<b>G2 VS G1</b>	<b>1</b>	20,35 **	11,81 **	1,66 ns	4,81 ns	0,01 ns	1,71 ns	1,26 ns	0,75 ns	0,33 ns	111,09**	44,34 **	45,54 **
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	18,54**	10,377**	4,734 *	0,002 ns	14,35 **	0,148 ns	3,376 ns	1,247 ns	3,833 ns	1,00ns	0,214 ns	0,077 ns
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	1,226 ns	1,695 ns	0,514 ns	0,001 ns	0,193 ns	0,457 ns	0,245 ns	0,443 ns	0,740 ns	0,833 ns	0,357 ns	0,461 ns
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	0,126 ns	3,430 ns	1,449 ns	0,193 ns	1,290 ns	2,614 ns	0,166 ns	0,023 ns	2,018 ns	0,333ns	0,021 ns	0,009 ns
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	8,92	13,23	11,28	8,86	6,45	4,92	2,9	2,19	0,54	0,06	0,14	0,13
<b>X</b>		44,367	41,67	36,6	34,55	33,09	31,19	26,26	27,58	25,4	23,98	22,5	23,77
<b>CV (%)</b>		6,73	8,72	9,18	8,62	7,68	7,11	6,49	5,36	2,9	1,01	1,69	1,54

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia: p < 0,05 (\*)  
p < 0,01 (\*\*)

En el gráfico 2 se observó como todos los tratamientos presentaron una curva descendente para la temperatura, llegando a igualar sus valores con los del medio ambiente durante la décima y la décimo segunda semana.

**Gráfico 2: Evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**



Fuente: Chávez L. 2012

En el análisis de Duncan se observó una conformación de rangos para la primera, segunda, cuarta, quinta, sexta, novena, décima, décimo primera y décimo segunda semana. Se puede notar una baja conformación de rangos (A y B) para la primera, segunda, cuarta,

**Cuadro 9.- Análisis de Duncan. Evaluación semanal de temperatura en los distintos tratamientos Ibarra 2012.**

TRATAMIENTOS		SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T3	49,87	A	T5	49,33	A	T5	39,17	
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T5	49,10	A	T3	47,47	A	T3	39,10	
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T6	48,23	A	T6	43,83	A	T1	38,60	
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T4	47,17	A	T4	43,6	A	T4	37,13	
<b>MIX+MELAZA</b>	T5	T1	45,97	A	T1	43,1	A	T6	35,87	
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T2	35,47	B	T2	33,53	B	T7	33,60	
<b>TESTIGO</b>	T7	T7	34,83	B	T7	30,93	B	T2	32,63	

TRATAMIENTOS		SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T1	37,49	A	T1	38,03	A	T1	33,31	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T2	37,39	A	T3	34,66	AB	T6	32,71	A
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T5	36,18	A	T5	34,46	AB	T2	32,61	A
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T6	35,12	A	T4	33,75	AB	T4	31,90	A
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T3	33,71	AB	T6	32,11	BC	T3	30,67	AB
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T4	33,63	AB	T2	30,17	BC	T5	29,79	AB
<b>TESTIGO</b>	T7	T7	28,36	B	T7	28,46	C	T7	27,35	B

TRATAMIENTOS		SEMANA 7			SEMANA 8			SEMANA 9		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T5	27,63		T5	28,75		T5	26,68	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T3	27,08		T6	28,56		T6	25,82	AB
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T6	27,07		T3	28,13		T1	25,71	AB
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T1	26,91		T1	27,67		T3	25,63	AB
<b>MIX + MELAZA</b>	T5	T4	26,39		T4	27,33		T4	25,11	BC
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T7	24,38		T2	26,32		T2	24,54	BC
<b>TESTIGO</b>	T7	T2	24,35		T7	26,27		T7	24,31	C

TRATAMIENTOS		SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T1	24,84	A	T1	23,37	A	T2	24,58	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T2	24,64	AB	T2	23,24	AB	T1	24,49	A
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T6	24,38	B	T6	22,67	B	T6	24,00	A
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T5	24,28	B	T5	22,65	B	T5	23,99	A
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T4	23,36	B	T3	21,94	C	T3	23,21	B
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T7	23,22	C	T7	21,89	C	T7	23,15	B
<b>TESTIGO</b>	T7	T3	23,18	C	T4	21,75	C	T4	23,01	B

Fuente: Chávez L. 2012



#### 4.1.2 Humedad

El porcentaje de humedad promedio registrado en los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y Testigo) varió de 48,85% a 40,82% desde la primera a la novena semana (Cuadro 13), con un riego semanal de 25 L/ m<sup>3</sup> de material en proceso de compostaje; con dos riegos semanales el porcentaje de humedad se incrementó a 61% promedio.

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas desde la primera a la décimo segunda semana con excepción de la octava semana, sin embargo hay que destacar los tratamientos que llegaron a conservar un mayor porcentaje de humedad (con 2 riegos de 25 L/m<sup>3</sup> semanales) que fueron los tratamientos T3 (Residuos Vegetales + Melaza) y T4 (Residuos Vegetales + Lixiviados) con el 64,67% y 62,67%., respectivamente El tratamiento que mantuvo el menor porcentaje de humedad fue el T1 (Bagazo + Melaza) con un 59% (Cuadros 10, 11 y 12).

**Cuadro 10.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA1 1	SEMANA 12
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	42,67	44,83	45,5	46,88	45,17	42,33	44,02	42,33	44,17	60,67	60,83	61
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	44,7	33,5	44	43,97	42,83	40,5	41,48	38,67	38,17	59	59,5	59,5
<b>TESTIGO</b>	45,17	41,67	43,67	45,33	44	4,1	41,48	39,33	36,42	60,67	60,83	60,83

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 11.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA1 1	SEMANA 12
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	49,5	50	53,67	51,77	48,67	47	48,77	47,67	43,67	64,33	64,67	63,83
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	49	49,33	51,33	49,93	47,17	46,5	46,23	46,17	41,33	62,33	62,5	62,67
<b>TESTIGO</b>	45,17	41,67	43,67	45,33	44	4,1	41,48	39,33	36,42	60,67	60,83	60,83

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 12.-Evaluación semanal de humedad en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
MIX + MELAZA	46,67	50,17	49	51,7	47,00	45,5	47,5	46	41,5	60,67	61	61
MIX + LIXIVIADOS	52,5	53,17	54,83	49,72	46,5	46,17	47,18	43,83	40,5	60,67	61	60,67
TESTIGO	45,17	41,67	43,67	45,33	44	41	41,48	39,33	36,42	60,67	60,83	60,83

Fuente: Chávez L. 2012

Al establecer el análisis de varianza para la humedad (Cuadro 13) se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos en la octava semana al 1%. Para entres grupos de tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas al 1% en la tercera, octava y décimo primera semana, y al 5% para la séptima, novena y décima semana. El grupo de Bagazo de Caña, tuvo diferencias altamente significativas al 1% la octava y novena semana, y al 5% la segunda semana. El grupo de Residuos vegetales presentó diferencias significativas al 5% la décima y la décimo primera semana. Y el grupo de sustrato Mix presentó diferencias altamente significativas al 1% la tercera semana y al 5% la primera semana.

Los coeficientes de variación estuvieron entre 13,48% la segunda semana y 1,68 % la décimo primera semana (Cuadro 13).

**Cuadro 13.-Análisis de variancia para la evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

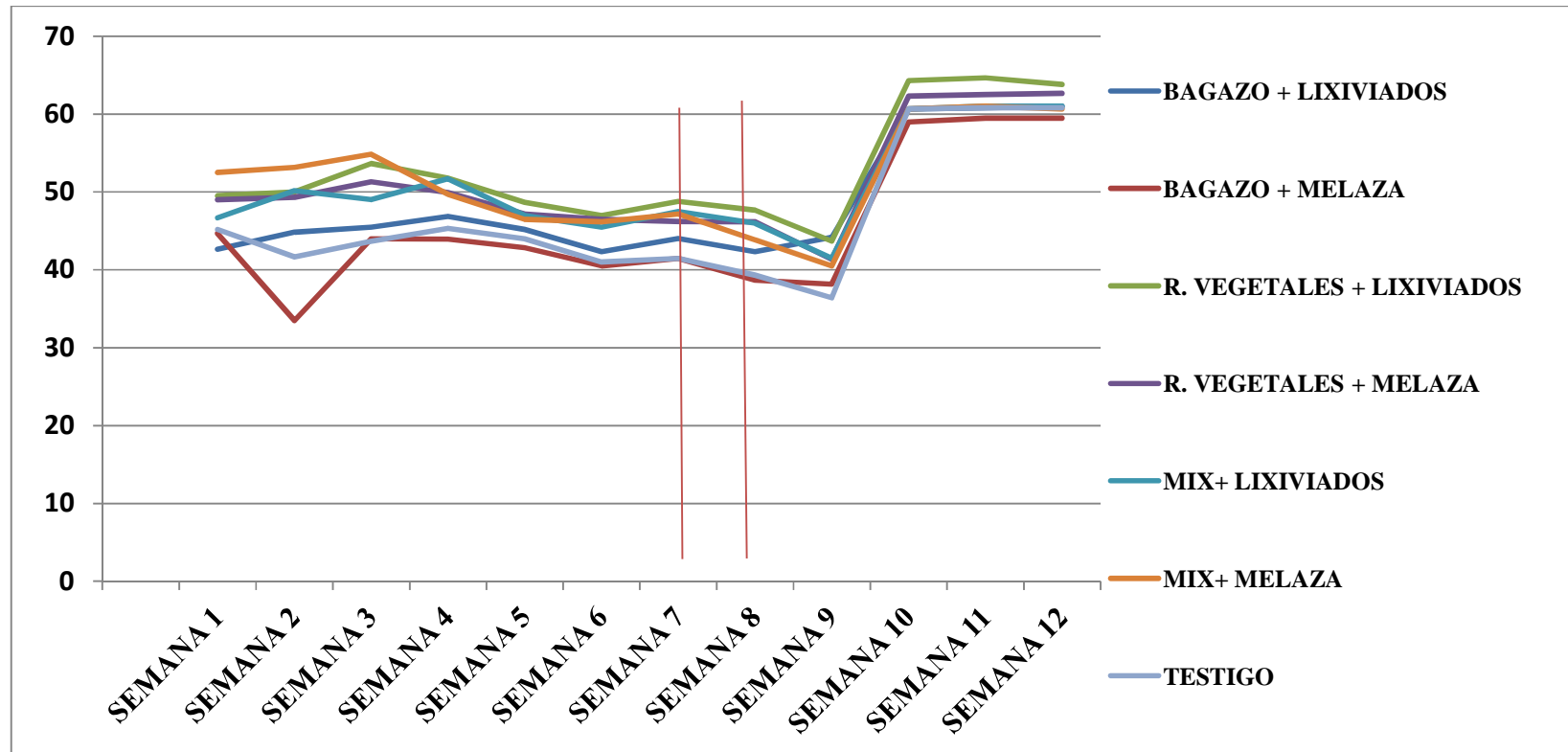
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>												
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	4,06 ns	3,53 ns	10,01 ns	3,8 ns	0,69 ns	3,85 ns	4,96 ns	18,9 **	7,29 ns	5,98 ns	7,66 ns	3,72 ns
<b>ENTREGRUPOS</b>	<b>3</b>	5,82 ns	5,27 ns	16,73 **	6,56 ns	1,16 ns	7,36 ns	9,06 *	32,5 **	7,93 *	9,58 *	12,3 **	6,31 ns
<b>Test vs Resto</b>	<b>1</b>	1,68 ns	1,78 ns	14,89 **	4,54 *	0,72 ns	5,77 *	9,81 **	30,44 **	21,26 **	0,67 ns	1,35 ns	0,58 ns
<b>G3 VS G2,G1</b>	<b>1</b>	4,65 *	5,45 *	6,84 **	3,49 ns	0,14 ns	2,05 ns	3,91 *	3,03 ns	0,87 ns	2,35 ns	2,86 ns	2,03 ns
<b>G2 VS G1</b>	<b>1</b>	11,13 **	8,57 **	28,45 **	11,64 **	2,72 ns	14,25 **	13,46 **	64,05 **	1,67 ns	25,73 **	32,69 **	16,32 **
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	0,743 ns	4,974 *	0,534 ns	1,683 ns	0,465 ns	0,841 ns	1,915 ns	10,451**	16,928**	2,916 ns	2,495 ns	2,049 ns
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	0,046 ns	0,017 ns	1,291 ns	0,665 ns	0,192 ns	0,063 ns	1,915 ns	1,751 ns	2,561 ns	4,196 *	6,579 *	1,236 ns
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	6,113 *	0,35 ns	8,063 **	0,778 ns	0,022 ns	0,112 ns	0,03 ns	3,648 ns	0,470 ns	0 ns	0 ns	0,103 ns
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	8,35	38,6	6,33	7,58	17,58	5,99	5,03	1,93	3,19	1,43	1,07	1,65
<b>X</b>		47,16	46,095	48,85	48,47	45,904	44,143	45,24	43,43	40,82	61,19	61,48	61,357
<b>CV (%)</b>		6,13	13,48	5,15	5,68	9,13	5,54	5,17	3,2	4,38	1,95	1,68	2,1

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia:  $p < 0,05$  (\*) $p < 0,01$  (\*\*)

Fuente: Chávez L. 2012

**Gráfico 3: Evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**



Fuente: Chávez L. 2012

En el cuadro 14 podemos observar una amplitud de rangos para la tercera, octava y novena semana (A, B, C y D). Mientras que para la segunda y sexta semana los rangos se reducen a A y B. En la quinta semana todos los tratamientos son semejantes.

**Cuadro 14.-Evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS		SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T5	52,50	A	T5	53,17	A	T5	54,83	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T4	49,50	AB	T6	50,17	A	T4	53,67	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T3	49,00	AB	T4	50,00	A	T3	51,33	AB
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T6	46,67	BC	T3	49,33	A	T6	49,00	BC
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T7	45,17	BC	T2	44,83	AB	T2	45,50	CD
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T1	44,70	BC	T7	41,67	AB	T1	44,00	D
<b>TESTIGO</b>	T7	T2	42,67	C	T1	33,50	B	T7	43,67	D

TRATAMIENTOS		SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T4	51,77	A	T4	48,67		T4	47,00	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T6	51,70	A	T3	47,17		T3	46,50	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T3	49,93	AB	T6	47,00		T5	46,17	A
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T5	49,72	AB	T5	46,50		T6	45,50	A
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T2	46,88	BC	T2	45,17		T2	42,33	AB
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T7	45,33	BC	T7	44,00		T7	41,00	B
<b>TESTIGO</b>	T7	T1	43,97	C	T1	42,83		T1	40,50	B

TRATAMIENTOS		SEMANA 7			SEMANA 8			SEMANA 9		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T4	48,77	A	T4	47,67	A	T2	44,17	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T6	47,50	AB	T3	46,17	AB	T4	43,67	AB
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T5	47,18	AB	T6	46,00	AB	T6	41,50	AB
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T3	46,23	AB	T5	43,83	BC	T3	41,33	BC
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T2	44,02	BC	T2	42,33	C	T5	40,50	BC
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T1	41,48	C	T7	39,33	D	T1	38,17	CD
<b>TESTIGO</b>	T7	T7	41,48	C	T1	38,67	D	T7	36,42	CD

TRATAMIENTOS		SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T4	64,33	A	T4	64,67	A	T4	63,83	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T3	62,33	AB	T3	62,50	B	T3	62,67	AB
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T7	60,67	BC	T5	61,00	BC	T6	61,00	BC
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T5	60,67	BC	T6	61,00	BC	T2	61,00	BC
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T6	60,67	BC	T2	60,83	BC	T7	60,83	BC
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T2	60,67	BC	T7	60,83	BC	T5	60,67	BC
<b>TESTIGO</b>	T7	T1	59,00	C	T1	59,50	C	T1	59,50	C

Fuente: Chávez L. 2012



### 4.1.3 pH

La variación del pH en los diferentes tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) fue semejante para todos los tratamientos desde la primera hasta la décimo primera semana y presentó diferencias significativas (al 5%) en la décimo segunda semana, describiendo los cambios puntuales en proceso de compostaje este se inició con un pH neutro (7,24), para luego desarrollar una tendencia ligeramente ácida (6,5) desde la semana 2 hasta la semana 6; a partir de la semana 7 se observó nuevamente un pH neutro de 6,96 manteniéndose así hasta la semana 10 con 7,18; en la semana 12 se observó una leve basicidad con un promedio de 7,51. Por lo tanto los cambios generales de pH fueron de neutro-ligeramente ácido-neutro-ligeramente básico (Cuadro 18).

**Cuadro 15.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	7	6,5	6,5	6,67	6,67	6,83	7	7	7,17	7,25	7,33	7,42
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	7,17	6,67	6,67	6,83	6,83	6,75	6,83	7	7	7,25	7,67	7,92
<b>TESTIGO</b>	7,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,83	6,92	7	7	7	7	7

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 16.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	7,33	6,83	6,83	6,67	6,67	7	7	7	7,17	7,25	7,67	8
<b>VEGETALES + MELAZA</b>	7,17	7	7	6,58	6,83	7	7	7	7,17	7	7	7
<b>TESTIGO</b>	7,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,83	6,92	7	7	7	7	7

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 17.- Evaluación semanal de pH en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
MIX + LIXIVIADOS	7,17	6,83	6,83	6,83	7	7	7	7	7,17	7,33	7,5	7,75
MIX + MELAZA	7,33	7	6,92	7	6,5	7	7	7	7	7,17	7,5	7,5
TESTIGO	7,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,83	6,92	7	7	7	7	7

Fuente: Chávez L. 2012

Como se mencionó anteriormente no hubo diferencias significativas desde la primera hasta la décimo primera semana en el proceso de compostaje, tan solo en la última semana (semana 12) se observaron diferencias para tratamientos y entregupos de tratamientos al 5%.

Dentro del los grupos de tratamientos se observaron pequeñas diferencias, Bagazo de Caña presentó en la séptima semana diferencias altamente significativas al 1% y en la décimo primera semana diferencias al 5%; Residuos Vegetales presentó diferencias altamente significativas al 1 % a la décimo primera semana. El grupoMix presentó diferencias altamente significativas al 1% a la quinta semana.

Los coeficientes de variación que se alcanzaron fueron de 3,89 % en la cuarta semana y del 0% en la octava semana donde todos los tratamientos se igualaron a un pH de 7 (Cuadro 18).

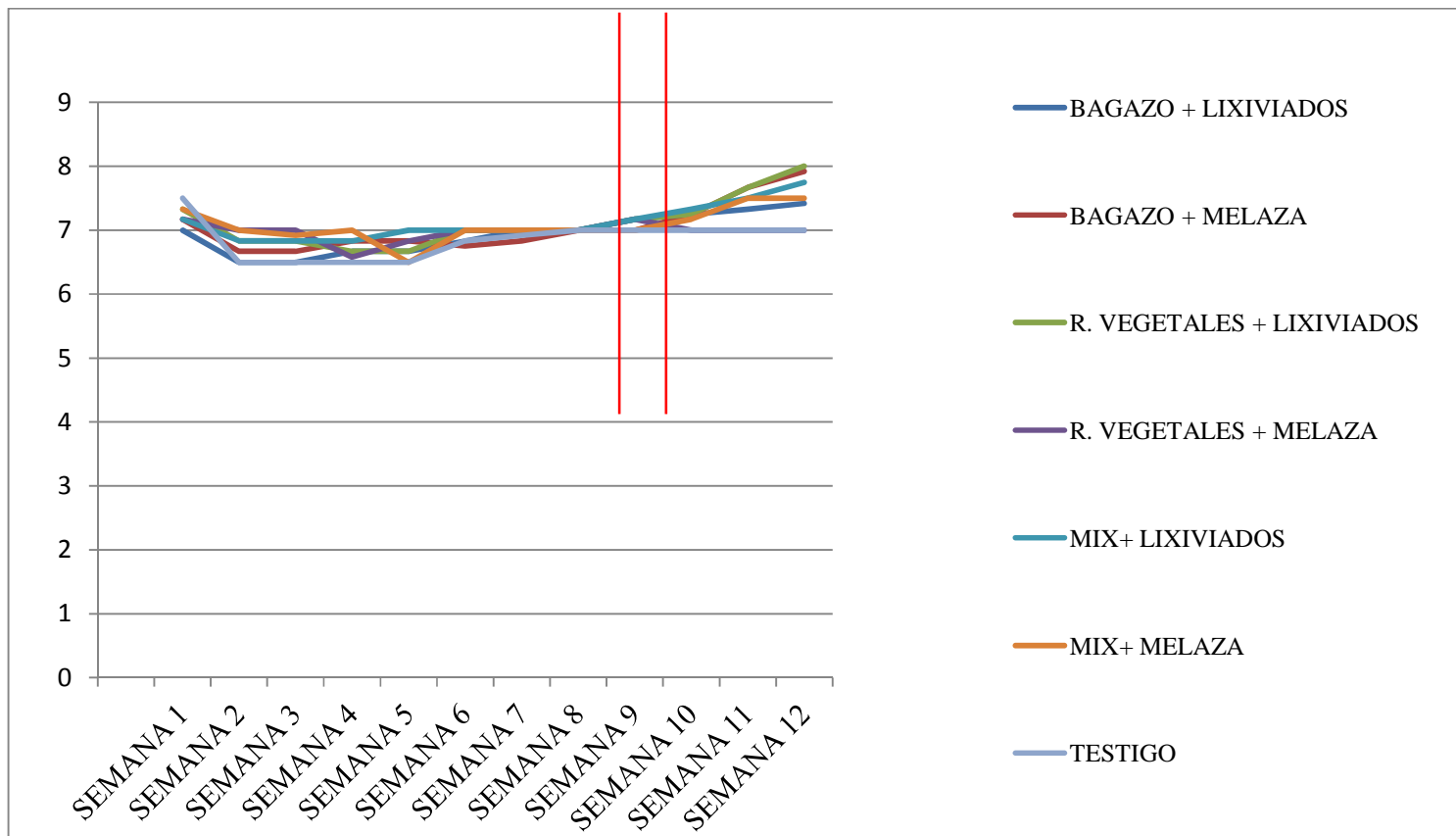
**Cuadro 18.- Análisis de varianza para la evaluación semanal de humedad en los distintos tratamientos. Ibarra 2012**

		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>												
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	1,33 ns	3,78 ns	3,05 ns	1,29 ns	2,17 ns	2,33 ns	0,87 ns	0ns	0,5 ns	1,24 ns	5,42 ns	15,15 *
<b>ENTREGRUPOS</b>	<b>3</b>	1,97 ns	6,39 ns	5,29 ns	2,12 ns	1,13 ns	4,43 ns	0,8 ns	0ns	0,42 ns	1,39 ns	4,62 ns	10,26 *
<b>Test vs Resto</b>	<b>1</b>	4,03 *	6,72 **	5,65 *	2,62 ns	3,38 ns	1,63 ns	0,53 ns	0ns	0,67 ns	2,68 ns	11,38 **	28,02 **
<b>G3 VS G2,G1</b>	<b>1</b>	0,47 ns	3,11 ns	1,62 ns	3,07 ns	0 ns	2,92 ns	0,47 ns	0ns	0,15 ns	0,38 ns	0,62 ns	0,21 ns
<b>G2 VS G1</b>	<b>1</b>	1,4 ns	9,33 **	8,62 **	0,68 ns	0 ns	8,75 **	1,4 ns	0ns	0,44 ns	1,13 ns	1,38 ns	2,55 ns
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	0,667 ns	1 ns	1 ns	0,571 ns	0,8 ns	1 ns	4 **	0ns	0,8 ns	0 ns	4,25 *	0,38 ns
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	0,667 ns	1 ns	1 ns	0,143 ns	0,8 ns	0 ns	0 ns	0ns	0 ns	2,25 ns	16,75 **	1,5 ns
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	0,667 ns	1 ns	0,25 ns	0,571 ns	7,6 **	0 ns	0 ns	0ns	0,8 ns	1 ns	0 ns	0,09 ns
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	0,06	0,04	0,04	0,07	0,05	0,01	0,01	0	0,05	0,04	0,04	0,03
<b>X</b>		7,24	6,76	6,75	6,73	6,71	6,92	6,96	7	7,095	7,18	7,38	7,51
<b>CV (%)</b>		3,37	2,79	2,91	3,89	3,25	1,76	1,75	0	3,08	2,84	2,86	2,41

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia  $p < 0,05$  ( )\* $p < 0,01$  ( )\*\*

**Gráfico 4.-Evaluación semanal de pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**



Fuente: Chávez L. 2012

A través del análisis de Duncan podemos observar que se amplían los rangos para la semana número doce (A,B,C y D), mientras que para la primera, segunda, tercera, quinta, sexta y la décimo primera semana los rangos se limitan a A y B. Para el resto de semanas los tratamientos se presentaron iguales. (Cuadro 19)

**Cuadro 19.- Evaluación semanal de pH en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.**

TRATAMIENTOS		SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T7	7,50	A	T5	7,00	A	T3	7,00	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T4	7,33	AB	T3	7,00	A	T5	6,92	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T5	7,33	AB	T6	6,83	AB	T6	6,83	AB
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T6	7,17	AB	T4	6,83	AB	T4	6,83	AB
<b>MIX + MELAZA</b>	T5	T1	7,17	AB	T1	6,67	AB	T1	6,67	AB
<b>MIX + LIXIVIADOS</b>	T6	T3	7,17	AB	T7	6,50	B	T7	6,50	B
<b>TESTIGO</b>	T7	T2	7,00	B	T2	6,50	B	T2	6,50	B

TRATAMIENTOS		SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T5	7,00		T6	7,00	A	T3	7,00	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T1	6,83		T3	6,83	AB	T6	7,00	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T6	6,83		T1	6,83	AB	T5	7,00	A
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T4	6,67		T2	6,67	AB	T4	7,00	A
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T2	6,67		T4	6,67	AB	T2	6,83	AB
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T3	6,58		T7	6,50	B	T7	6,83	AB
<b>TESTIGO</b>	T7	T7	6,50		T5	6,50	B	T1	6,75	B

TRATAMIENTOS		SEMANA 7			SEMANA 8			SEMANA 9		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T3	7,00		T3	7,00		T6	7,17	
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T6	7,00		T6	7,00		T3	7,17	
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T5	7,00		T5	7,00		T4	7,17	
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T4	7,00		T4	7,00		T2	7,17	
<b>MIX + MELAZA</b>	T5	T2	7,00		T2	7,00		T7	7,00	
<b>MIX + LIXIVIADOS</b>	T6	T7	6,92		T7	7,00		T5	7,00	
<b>TESTIGO</b>	T7	T1	6,83		T1	7,00		T1	7,00	

TRATAMIENTOS		SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T6	7,33		T4	7,67	A	T4	8,00	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T4	7,25		T1	7,67	A	T1	7,92	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T1	7,25		T6	7,50	A	T6	7,75	AB
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T2	7,25		T5	7,50	A	T5	7,50	BC
<b>MIX + MELAZA</b>	T5	T5	7,17		T2	7,33	AB	T2	7,42	C
<b>MIX + LIXIVIADOS</b>	T6	T7	7,00		T7	7,00	B	T7	7,00	D
<b>TESTIGO</b>	T7	T3	7,00		T3	7,00	B	T3	7,00	D

Fuente: Chávez L. 2012



#### 4.1.4 Materia Orgánica y pH en compost procesado.

El grupo que obtuvo mayor porcentaje de materia orgánica fue el Bagazo de Caña tanto con melaza como con lixiviados presentando un 50% y un 51%; y el de menor % de materia orgánica fue Residuos Vegetales + Lixiviados con un 46%.

En el pH de el compost ya procesado los tratamientos de Bagazo + Melaza y Residuos Vegetales + Lixiviados fueron de 8,17 y 8,04, mientras que Residuos Vegetales + Melaza obtuvo el menor pH con 7,13 (cuadros 21,22 y 23).

**Cuadro 20.- Porcentaje de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	%MO	pH ( final)
BAGAZO + LIXIVIADOS	50,005	7,6558
BAGAZO + MELAZA	51,646	8,1787
TESTIGO	47,017	7,4538

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 21.- Porcentaje de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	%MO	pH ( final)
R. VEGETALES + LIXIVIADOS	46,3330	8,0466
R. VEGETALES + MELAZA	48,8431	7,1306
TESTIGO	47,0167	7,4538

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 22.- Porcentaje de Materia Orgánica y pH en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>%MO</b>	<b>pH ( final)</b>
<b>MIX + LIXIVIADOS</b>	49,6830	8,2970
<b>MIX + MELAZA</b>	50,3080	7,8980
<b>TESTIGO</b>	47,0170	7,4530

Fuente: Chávez L. 2012

En el análisis de varianza presentado en el cuadro 19 podemos observar, que no hay diferencias significativas para el % de materia orgánica y pH, mientras que en entregrupos de tratamientos se aprecian diferencias al 5% en relación carbono nitrógeno y pH (compost procesado).

Se encontró diferencias significativas en los grupos de tratamientos, Bagazo de caña que presentó diferencias altamente significativas al 1% en pH; Residuos vegetales que presentó diferencias altamente significativas al 1% para pH y el grupo de sustrato Mix que tuvo diferencias significativas al 5% para pH.

Los coeficientes de variación que se obtuvieron fueron: 8,95 % para materia orgánica y 2,94 % para pH.

**Cuadro 23.- Análisis de varianza para el Porcentaje de Materia Orgánica y pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

		%MO	pH ( final)
FV	Gl	F	F
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	0,55 ns	9,96 ns
<b>ENTREGUPOS</b>	<b>3</b>	0,85 ns	7,840 *
<b>Test vs Resto</b>	1	0,80ns	8,38 **
<b>G3 VS G2,G1</b>	1	0,13 ns	8,95 **
<b>G2 VS G1</b>	1	1,63 ns	6,20 *
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	0,209 ns	8,2 **
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	0,489 ns	25,2 **
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	0,031 ns	4,80 *
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	19,33	0,05
<b>X</b>		49,12	7,81
<b>CV (%)</b>		8,95	2,94

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia:  $p < 0,05$

( )\*

$p < 0,01$

( )\*\*

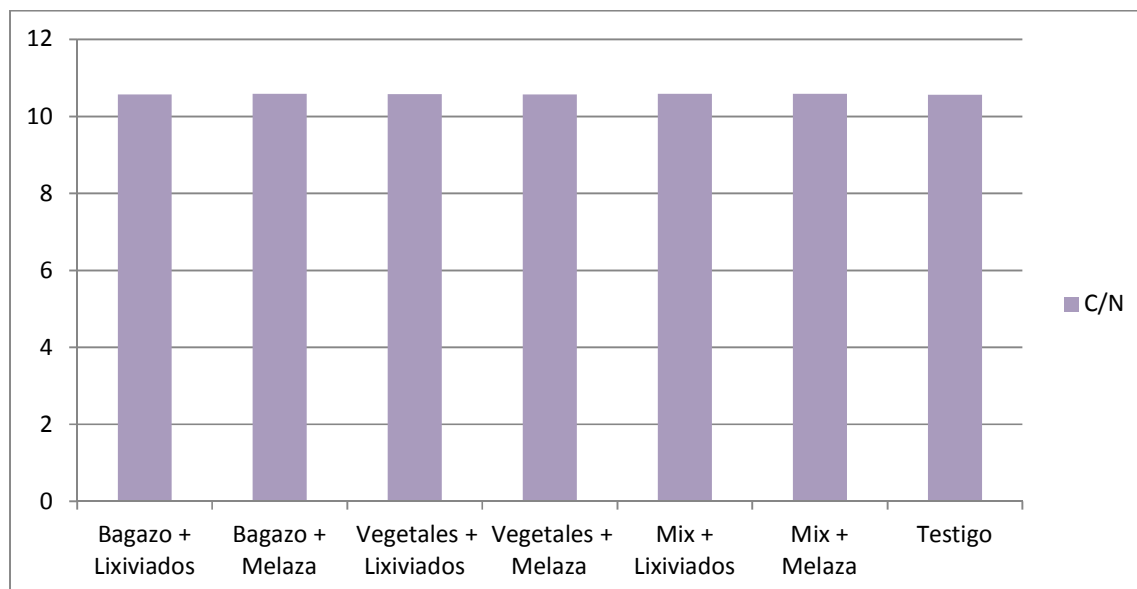
El análisis de Duncan del cuadro 24 muestra una amplitud de rangos para el pH (A, B, C y D). Mientras que para la materia orgánica los tratamientos reflejan ser semejantes entre ellos.

**Cuadro 24.- % de materia orgánica y pH en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%.**

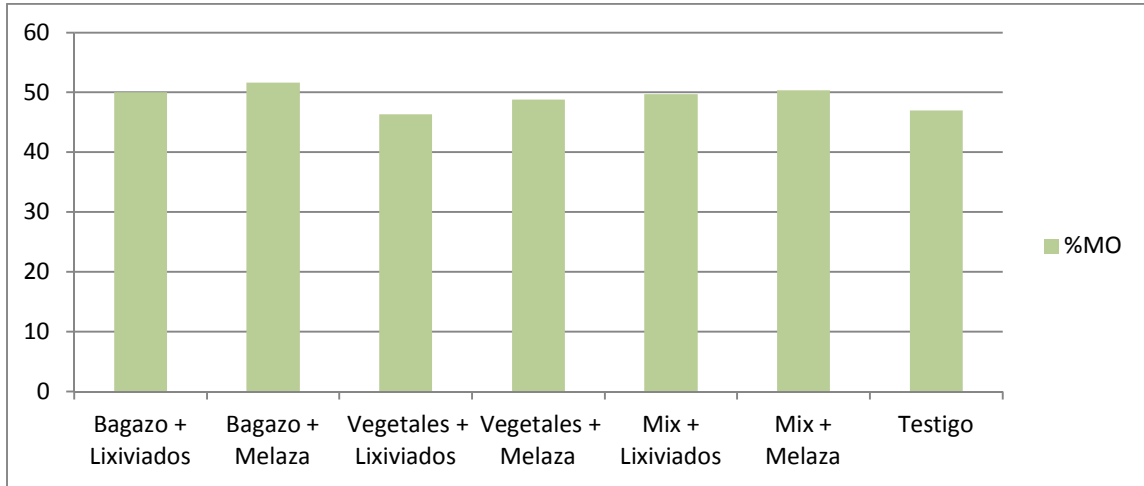
TRATAMIENTOS		MO%			pH Final		
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	T1	T2	51,65		T6	8,29	A
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	T2	T6	50,31		T1	8,17	A
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	T3	T1	50,01		T4	8,04	AB
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	T4	T5	49,68		T5	7,89	AB
<b>MIX+ MELAZA</b>	T5	T4	48,84		T2	7,65	BC
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	T6	T7	47,02		T7	7,45	CD
<b>TESTIGO</b>	T7	T3	46,33		T3	7,13	D

Fuente: Chávez L. 2012

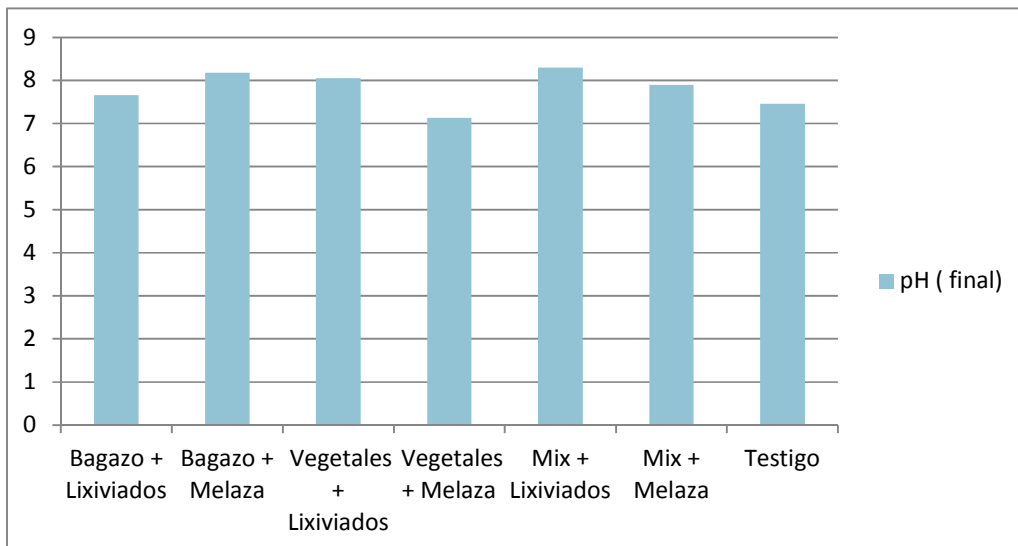
**Gráfico 5: Relación carbono nitrógeno en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**



Fuente: Chávez L. 2012

**Gráfico 6: % de Materia Orgánica en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

Fuente: Chávez L. 2012

**Gráfico 7: pH en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

Fuente: Chávez L. 2012

#### 4.1.5 Macro y Micronutrientes

Los cuadros 25, 26 y 27 muestran los diferentes promedios de macro y micro nutrientes de los tratamientos en estudio. Los tratamientos que presentaron los valores más altos en los siguientes elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Macro elementos); Azufre, Calcio y Magnesio (Micro elementos) fueron: T1 con Nitrógeno en un 2,57%, T2 con Fósforo en un 0,303%, T4 con Potasio en un 0,5949%, T2 con Azufre en un 0,1161%, T4 con Calcio en un 0,3096% y T6 con Magnesio en un 0,0834%. La cantidad de macro y micro elementos coinciden con lo señalado en estudios anteriores de compost de material vegetal con majada animal realizados por Flor y Silva (2005).

**Cuadro 25.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 1 (bagazo de caña + melaza), 2 (bagazo de caña + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	% N	% P	% K	% S	% Ca	% Mg
<b>BAGAZO + LIXIVIADOS</b>	2,5002	0,0307	0,465	0,1161	0,2818	0,0756
<b>BAGAZO + MELAZA</b>	2,5784	0,0294	0,4482	0,1132	0,3006	0,0771
<b>TESTIGO</b>	2,3537	0,0314	0,3183	0,0471	0,3146	0,0779

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 26.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 3 (residuos vegetales + melaza), 4 (residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

TRATAMIENTOS	% N	% P	% K	% S	% Ca	% Mg
<b>R. VEGETALES + LIXIVIADOS</b>	2,3147	0,0295	0,5949	0,1137	0,3096	0,0824
<b>R. VEGETALES + MELAZA</b>	2,4416	0,0303	0,3435	0,0663	0,3053	0,0742
<b>TESTIGO</b>	2,3537	0,0314	0,3183	0,0477	0,3146	0,077

Fuente: Chávez L. 2012

**Cuadro 27.- Concentración de macro y micro nutrientes en los tratamientos 5 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + melaza), 6 (mix de bagazo de caña con residuos vegetales + lixiviados) y testigo.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>% N</b>	<b>% P</b>	<b>% K</b>	<b>% S</b>	<b>% Ca</b>	<b>% Mg</b>
<b>MIX+ LIXIVIADOS</b>	2,4807	0,0293	0,4524	0,0771	0,28714	0,0836
<b>MIX + MELAZA</b>	2,51	0,0303	0,3142	0,0711	0,28518	0,07578
<b>TESTIGO</b>	2,3537	0,0314	0,3183	0,0471	0,31468	0,077938

Fuente: Chávez L. 2012

En el análisis de varianza del cuadro 28 podemos observar que dentro de los macro elementos hubo diferencias altamente significativas al 1% para el Potasio (K) y en los micro elementos para el Azufre (S). Estas diferencias altamente significativas al 1% se repitieron para entre grupos de tratamientos.

Dentro de los grupos hubo diferencias altamente significativas al 1% en el elemento Potasio (K) tanto para Residuos vegetales como para el sustrato Mix.

Los coeficientes de variación fueron de 8,97 % para Nitrógeno; 9,7% para Fósforo; 9,15% para Potasio; 8,93% para Calcio; 9,23% para Azufre y 9,05 % para Magnesio.

**Cuadro 28.- Análisis de varianza para la concentración de macro y micro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

		% N	% P	% K	% Ca	% S	%Mg
<b>FV</b>	<b>G1</b>	F	F	F	F	F	F
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	0,52 ns	0,20ns	20,98 **	0,71 ns	36,34 **	0,77 ns
<b>ENTREGRUPOS</b>	<b>3</b>	0,80ns	0,20ns	13,96 **	1,16 ns	54,29 **	0,2 ns
<b>Test vs Resto</b>	<b>1</b>	0,74 ns	0,58 ns	24,33 **	1,42 ns	83,94 **	0,001ns
<b>G3 VS G2,G1</b>	<b>1</b>	0,12 ns	0,02 ns	17,22 **	0,96 ns	50,59 **	0,36 ns
<b>G2 VS G1</b>	<b>1</b>	1,55 ns	0,000097ns	0,32 ns	1,11 ns	28,34 **	0,24 ns
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	0,2 ns	0,3875ns	0,28 ns	0,747ns	0,203 ns	0,104ns
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	0,4 ns	0,0675 ns	60 **	0,042ns	53,12 ns	1,98 ns
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	0,02 ns	0,1875 ns	20 **	0,008 ns	0,953 ns	1,92 ns
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	0,05	0,000008	0,0015	0,00071	0,000064	0,00005
<b>X</b>		2,46	0,03	0,42	0,03	0,09	0,08
<b>CV (%)</b>		8,97	9,70	9,15	8,93	9,23	9,05

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia: p < 0,05 (\*)  
p < 0,01 (\*\*)

En el análisis de Duncan mostrado en el cuadro 29 podemos observar que los únicos elementos que muestran rangos comparativos son el potasio (K) y el azufre (S) que presentaron 3 rangos (A, B y C), los otros elementos fueron semejantes entre si.



**Cuadro 29.- Concentración de macro y micro nutrientes en los distintos tratamientos. Análisis de Duncan 5%**

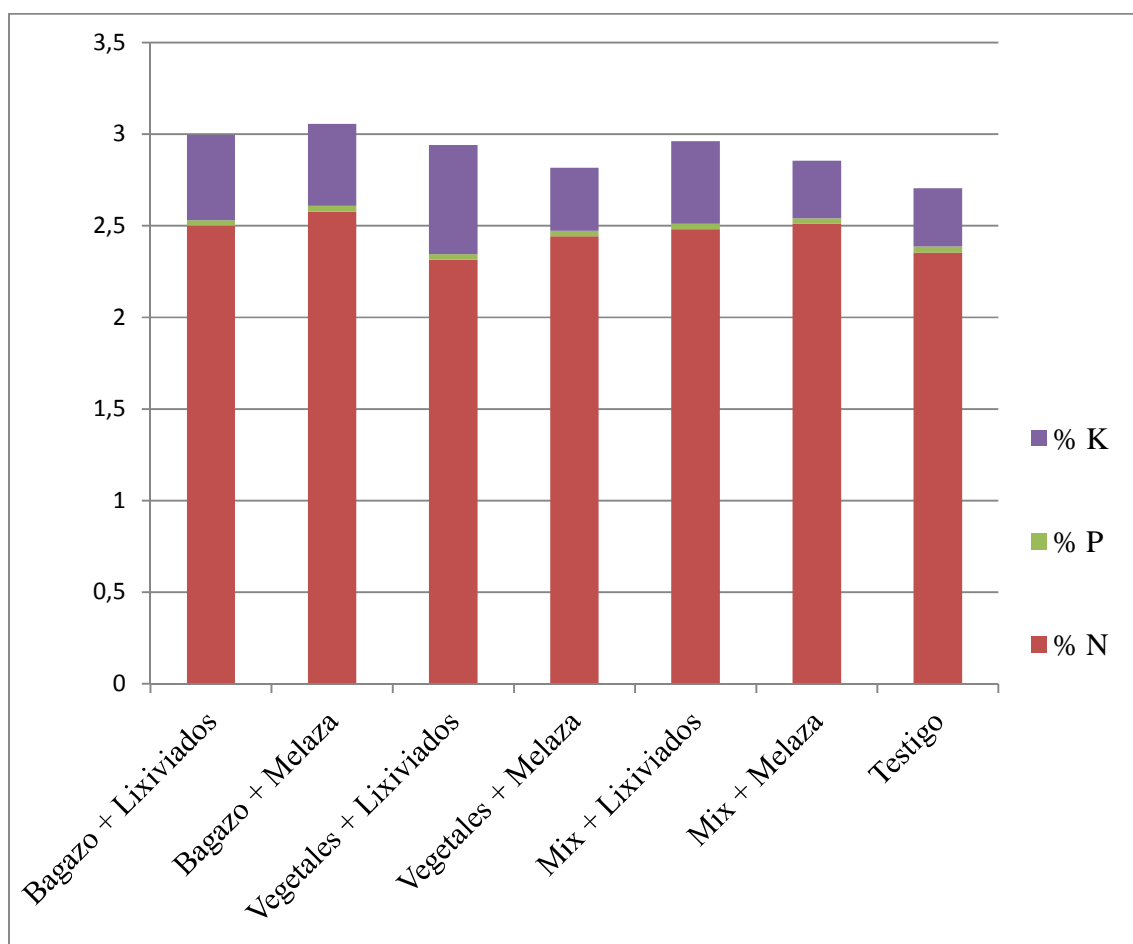
TRATAMIENTOS		N%			P%			K%		
BAGAZO + MELAZA	T1	T1	2,58		T6	0,03		T4	0,60	A
BAGAZO + LIXIVIADOS	T2	T5	2,51		T4	0,03		T2	0,47	B
R. VEGETALES + MELAZA	T3	T2	2,5		T5	0,03		T6	0,45	B
R. VEGETALES + LIXIVIADOS	T4	T6	2,48		T3	0,03		T1	0,45	B
MIX+ MELAZA	T5	T3	2,44		T2	0,03		T3	0,34	C
MIX+ LIXIVIADOS	T6	T7	2,35		T1	0,03		T7	0,32	C
TESTIGO	T7	T4	2,32		T7	0,03		T5	0,31	C

TRATAMIENTOS		Ca%			S%			Mg%		
BAGAZO + MELAZA	T1	T2	0,31		T2	0,12	A	T6	0,08	
BAGAZO + LIXIVIADOS	T2	T1	0,31		T4	0,11	A	T4	0,08	
R. VEGETALES + MELAZA	T3	T6	0,31		T1	0,11	A	T7	0,08	
R. VEGETALES + LIXIVIADOS	T4	T5	0,3		T6	0,08	B	T1	0,08	
MIX + MELAZA	T5	T4	0,29		T5	0,07	B	T5	0,08	
MIX + LIXIVIADOS	T6	T3	0,29		T3	0,07	B	T2	0,08	
TESTIGO	T7	T7	0,28		T7	0,05	C	T3	0,07	

Fuente: Chávez L. 2012

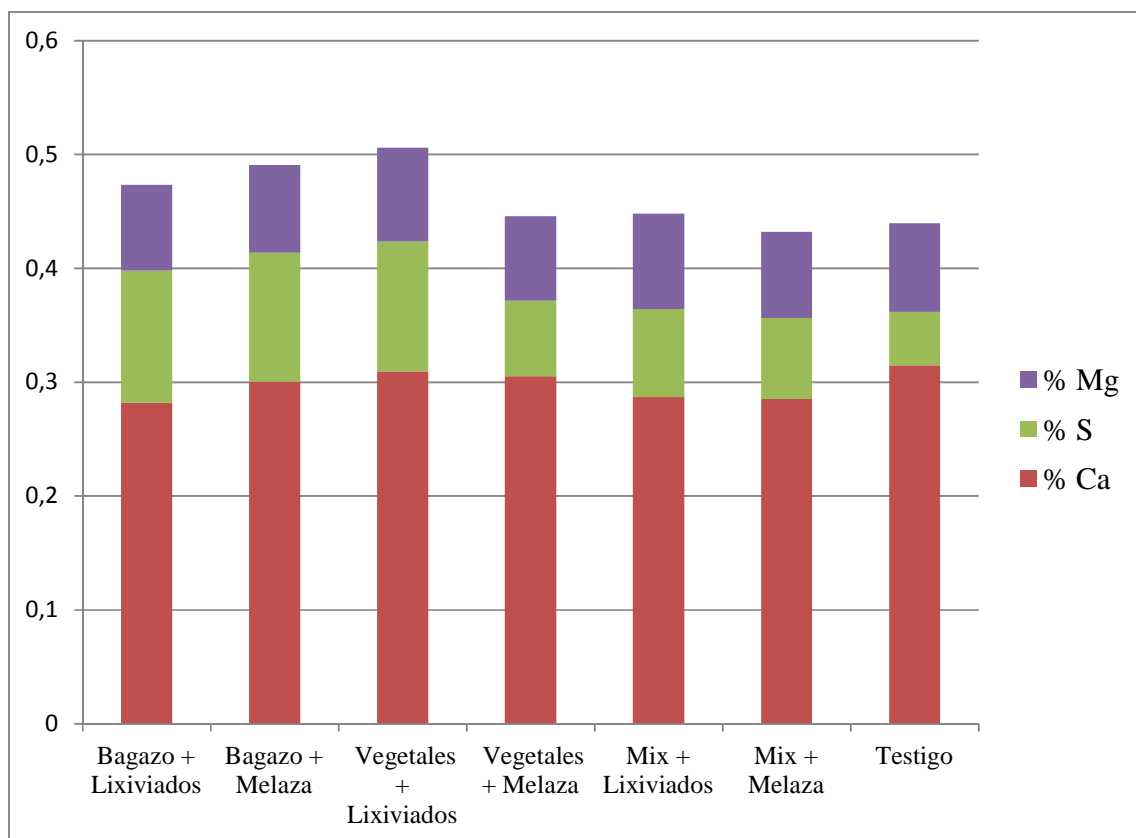
En los análisis funcionales podemos observar que los tratamientos que más se destacan en el contenido de macro elementos (nitrógeno, fósforo y potasio) son los de Bagazo + Lixiviados, Bagazo + Melaza y Mix + Lixiviados, tal como indica el gráfico. También se puede notar que el elemento macro que tuvo los más altos porcentajes fue el nitrógeno con un % promedio del 2,46%. (Gráfico 8)

**Gráfico 8: Concentración de macro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**



Fuente: Chávez L. 2012

Por otra parte en micro elementos (magnesio, azufre y calcio) el tratamiento que más se destaca es el de Residuos Vegetales + Lixiviados, como indica el gráfico. También podemos observar que el micro elemento de mayor % es el Calcio con un promedio del 0,3% (Gráfico 9).

**Gráfico 9: Concentración micro nutrientes en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

Fuente: Chávez L. 2012

#### 4.1.6 Rendimientos

En el cuadro 30 podemos observar los rendimientos de los diferentes sustratos para compost, el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el testigo con 41,67% seguido del tratamiento de Bagazo + Melaza con un 41%. El tratamiento que obtuvo menos rendimiento fue el sustrato Residuos vegetales + Lixiviados con un 38,33%.

**Cuadro 30.- Rendimiento de producción en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>%</b>
<b>Bagazo + Melaza</b>	41
<b>Bagazo + Lixiviados</b>	38,33
<b>R. Vegetales + Melaza</b>	39,33
<b>R. Vegetales + Lixiviados</b>	38,33
<b>Mix + Melaza</b>	38,67
<b>Mix + Lixiviados</b>	40,67
<b>Testigo</b>	41,67

Fuente: Chávez L. 2012

En el análisis de varianza de rendimientos en producción de compost podemos observar que los tratamientos no muestran diferencias significativas en tratamientos ni en ninguna de las comparaciones entre grupos. El análisis de varianza muestra un coeficiente de variación del 5,71 % y un rendimiento promedio de 38,71%. (Cuadro 31)

**Cuadro 31.- Análisis de varianza para rendimientos de producción en los distintos tratamientos. Ibarra 2012.**

		<b>Rendimiento</b>
<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>F</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>6</b>	1,11 ns
<b>ENTREGRUPOS</b>	<b>3</b>	1,04 ns
<b>Test vs Resto</b>	1	2,59 ns
<b>G3 VS G2,G1</b>	1	0,14 ns
<b>G2 VS G1</b>	1	0,41 ns
<b>DG1 BAGAZO DE CAÑA</b>	<b>1</b>	2,076 ns
<b>DG2 RESIDUOS VEGETALES</b>	<b>1</b>	0,29 ns
<b>DG3 MIX</b>	<b>1</b>	1,17 ns
<b>ERROR</b>	<b>14</b>	5,14
<b>X</b>		39,714
<b>CV (%)</b>		5,71

Fuente: Chávez L. 2012

Nivel de Significancia:  $p < 0,05$  (\*)  
 $p < 0,01$  (\*\*)

En el cuadro 32 según el análisis de Duncan, nos indica que todos los tratamientos son semejantes entre sí, compartiendo un mismo rango de clasificación. Destacando el alto valor promedio (41%) en rendimientos de producción, podemos ver que el T1 (Bagazo + Melaza) es una buena opción para la producción de compost.

**Cuadro 32.- Rendimientos de producción en los distintos tratamientos a base de 3 fuentes de material vegetal (Bagazo de Caña, Residuos vegetales provenientes del mercado y un Mix de estos dos) y dos aditivos (Melaza y Lixiviados). Ibarra 2012.**

<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>Rendimientos</b>		
<b>Bagazo + Melaza</b>	T1	T7	41,67	
<b>Bagazo + Lixiviados</b>	T2	T1	41,00	
<b>R. Vegetales + Melaza</b>	T3	T6	40,67	
<b>R. Vegetales + Lixiviados</b>	T4	T3	39,33	
<b>Mix + Melaza</b>	T5	T5	38,67	
<b>Mix + Lixiviados</b>	T6	T4	38,33	
<b>Testigo</b>	T7	T2	38,33	

Fuente: Chávez L. 2012

## V ANÁLISIS ECONÓMICO

### 5.1 Producción de Compost

Siguiendo la metodología de presupuesto parcial establecido por Perrin, *et al.* (1981), se procedió a obtener los costos de producción sobre una unidad de medida en este caso se seleccionó el peso para tener una idea base de cuánto cuesta producir 1Kg de cada tratamiento. Según los resultados del cuadro 34, los tratamientos de mayor costo de producción fueron los de Mix + Melaza con 36 centavos de dólar el Kg y Residuos Vegetales + Melaza con 37 centavos de dólar el Kg. Los tratamientos que obtuvieron menores costos de producción fueron el Testigo con 28 centavos de dólar el Kg, Mix + Lixiviados con 29 centavos de dólar el Kg y Residuos Vegetales + Lixiviados con 29 centavos de dólar el Kg.

**Cuadro 33.- Promedios de Rendimiento, Producción y Costo/Kg.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Rendimiento%</b>	<b>Producción Kg/ UE</b>	<b>Costo (dólar) /Kg</b>
<b>Bagazo + Melaza</b>	41	85,17	0,34
<b>Bagazo + Lixiviados</b>	38,33	73,50	0,30
<b>R.Vegetales + Melaza</b>	39,33	74,67	0,37
<b>R.Vegetales + Lixiviados</b>	38,33	71,17	0,29
<b>Mix + Melaza</b>	38,67	79,33	0,36
<b>Mix + Lixiviados</b>	40,67	81,67	0,29
<b>Testigo</b>	41,67	80,50	0,28

Fuente: Chávez L. 2012

Al establecer los costos variables correspondientes a los componentes de los diferentes tratamientos. De la diferencia del beneficio bruto (producción estimada expresada en su valor monetario) menos el costo variable se obtuvo el beneficio neto (cuadro 35).

**Cuadro 34.- Promedios de Producción/ Unidad Experimental, Producción Estimada, Beneficio Bruto, Costo Variable y Beneficio Neto de los tratamientos en estudio.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Prod/UE</b>	<b>Producción Estimada</b>	<b>Beneficio Bruto</b>	<b>Costo Variable</b>	<b>Beneficio Neto</b>
<b>Bagazo + Melaza</b>	85,1 Kg	1788,5 Kg	500,78	426	84,78
<b>Bagazo + Lixiviados</b>	73,5 Kg	1543,5 Kg	432,18	276	166,18
<b>R.Vegetales + Melaza</b>	74,67 Kg	1568 Kg	439,04	411	48,04
<b>R.Vegetales + Lixiviados</b>	71,17 Kg	1494,5 Kg	418,46	261	177,46
<b>Mix + Melaza</b>	79,33 Kg	1666 Kg	466,48	436	50,48
<b>Mix + Lixiviados</b>	81,67 Kg	1715 Kg	480,2	291	189,2

Fuente: Chávez L. 2012

En el análisis de dominancia del cuadro 36 los tratamientos se ordenan en forma descendente según su beneficio neto acompañados de sus costos variables, luego se procede a realizar el análisis de dominancia donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable, de este análisis se determinó que el tratamiento no dominado fue el de Sustrato Mix+ Lixiviados con un Beneficio Neto de 189,20 dólares y un costo variable de 291 dólares.



**Cuadro 35.- Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Costo Variable</b>
<b>Mix + Lixiviados</b>	189,20	291
<b>R. Vegetales + Lixiviados</b>	177,46	261*
<b>Bagazo + Lixiviados</b>	166,18	276*
<b>Bagazo + Melaza</b>	84,78	426*
<b>Mix + Melaza</b>	50,48	436*
<b>R.Vegetales + Melaza</b>	48,04	411*

Fuente: Chávez L. 2012

## VI CONCLUSIONES

En base a los estudios técnicos llevados en este proyecto de tesis podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos en general llegan a un pico en temperatura la primera y la segunda semana. Destacándose el tratamiento de Residuos Vegetales + Melaza que presentó las temperaturas más altas, con 49,87 °C (Semana 1) y 47,47 °C (Semana 2).
2. Durante el proceso los tratamientos en general tienden a bajar la temperatura luego de la segunda semana para llegar a igualar la temperatura del medio ambiente entre la décimo primera y la décimo segunda semana. El tratamiento de Residuos Vegetales + Melaza llegó a diferenciarse con el resto de tratamientos a la décima semana al presentar 23,18 °C con el rango más bajo en temperatura, esta diferenciación en temperatura muestra que es el primero de los tratamientos en iniciar la fase de enfriamiento y maduración. Mientras que para los tratamientos Residuos Vegetales + Lixiviados, Bagazo de Caña + Melaza, Bagazo de Caña + Lixiviados, Sustrato Mix + Melaza y Sustrato Mix + Lixiviados fueron necesarias 12 semanas.
3. El tratamiento que sostuvo las temperaturas más altas en todo el proceso fue el de Bagazo de Caña + Melaza, en base a que el bagazo de caña es un subproducto de la molienda de la industria azucarera, Pozo (2011) menciona en su proyecto de

investigación que se mantienen residuos de sacarosa entre el 5,75% y 5,63%. Con esta fuente de energía extra para la biodegradación y sumando la adición de los azúcares (sacarosa) por parte de la melaza se puede concluir que se creó un ambiente propicio para mantener la población microbiana más tiempo.

4. La melaza como aditivo jugó un papel muy importante ya que siendo una fuente energética con la sacarosa como azúcar ayudó a que los tratamientos alcancen temperaturas más altas y se aceleren su proceso de descomposición, en relación a los tratamientos en los que se utilizó lixiviados.
5. La humedad fue difícil de mantener en rangos mínimos (60%) con un solo riego por lo que se optó en dar dos riegos por semana, cada uno en una relación de 25 L de agua sea con lixiviados o melaza como aditivos (al 20% de concentración) por cada m<sup>3</sup> de compost.
6. En referencia al pH los tratamientos mostraron un grado neutro con tendencia básica. Los tratamientos que mostraron más basicidad fueron el sustrato Mix + Melaza con 8,3; Bagazo + Lixiviados con 8,18; Residuos vegetales + Melaza con 8,05 y Residuos vegetales + Lixiviados con 7,9. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos por lo que se recomienda que el pH se mantenga alrededor de 7.

7. En lo que respecta a Macro y Micro Nutrientes se pudo observar que hubo diferencias significativas solo para Potasio y Azufre, mientras que para el resto de elementos (nitrógeno, fósforo, calcio y hierro) los tratamientos fueron semejantes. Siendo el tratamiento más recomendable el de Residuos Vegetales + Melaza ya que tuvo los rangos más altos para Potasio (0,6%) y Azufre (0,11%) además de alcanzar altos niveles en Nitrógeno (2,46%) dentro de los macro elementos, y en Calcio dentro de los microelementos (0,3%).
  
8. Al término del presente proyecto se puede concluir que hay tendencia a disminuir la contaminación ambiental, por mediante el uso de residuos orgánicos como los contenidos ruminales que se generan y desechan en los camales y de los residuos vegetales que proceden de los mercados; a través la elaboración de abonos orgánicos, que en el caso de este proyecto ha sido el compost.
  
9. Reutilizando los desechos antes mencionados se puede tener una producción eficiente de compost, el cual puede ser utilizado para la instalación de huertos hortícolas orgánicos y ser una fuente de trabajo para la sociedad.

## VII RECOMENDACIONES

1. Los abonos orgánicos pueden ser la solución directa para disminuir la cantidad de basura en rellenos sanitarios y botaderos, ya que promueven primeramente un proceso de clasificación de basura (orgánica e inorgánica) y luego la formación de materiales (abonos) que pueden servir de base para promover la producción limpia de alimentos.
2. El compost que se obtuvo a través de este proyecto de investigación tiene la capacidad de incrementar la materia orgánica en el suelo por lo que se recomienda su incorporación a terrenos antes de la siembra para ayudar a incrementar las poblaciones de microorganismos edáficos.
3. Se recomienda el desarrollo de este proyecto en empresas municipales y organismos encargados del manejo de desechos y subproductos de utilidad para el hombre, con la finalidad evitar y disminuir los porcentajes de contaminación del ambiente generando al mismo tiempo fuentes de trabajo.

## VIII BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M; Burés, S; Noguera, P; Carbonel, L. 1999. Elaboración de un inventario de sustratos y materiales adecuados para ser utilizados como sustratos o componentes de sustratos en España. CICYT. Valencia España. p 45 – 61.
- Benzing, A.2001. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la Región Andina. Editorial Neckar. Verlag, Alemania. p 231- 247.
- Bongkam, E.2003. Guia para compostaje y manejo de suelos, Ed 2003. Serie Ciencia y Tecnología.p 22 -23.
- Bonilla, M. 2007 Guia para el manejo de Residuos en Rastros y Mataderos Municipales, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Consultado 30 Octubre 2011. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/work/sites/cfp/resources/.../3/GUIA4.PDF>
- Bucheli, F. (2000). Manual de Gestión Ambiental. Cuenca Ecuador. Consultado 15 de Septiembre del 2011. Disponible en : <http://www.abarrataldea.org/manualpdf.pdf>
- Casco, J; Herrero R.2008. Compostaje. Ed 2008. Editorial Científicos. Valencia España. págs. p 75- 78.

- Climent, M; Abad, M; Aragón, P. 1996. El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Sus Características y Aprovechamiento en Agricultura. Ediciones y Promociones LAV S.L. Valencia España. p 156-157.
- CORPOICA. Producción de Abonos de buena calidad. CIP ( Centro de Investigaciones Palmira). Ed. 2005. Bogotá Colombia. p 5,6.
- Domínguez, A. 1990. El abonado de los cultivos. EditorialMundi Prensa. p 39.
- Duque, P; Chinchai L.2008. Caracterización de Residuos Sólidos, Efluentes Residuales y Evaluación de Impactos Ambientales en tres mataderos de ganado en la provincia de Loja-Ecuador. Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AEISA. Consultado el : 14 de Mayo del 2012. Disponible en : [www.aeisa.org.ec/.../R2%20QUITO%20DUQUE-ECUADOR-1.doc](http://www.aeisa.org.ec/.../R2%20QUITO%20DUQUE-ECUADOR-1.doc)
- EP-FYPROCAI (Empresa Pública de Faenamiento Y Productos Cárnicos de Ibarra). 2010, Sistema Integrado de Manejo de Productos Cárnicos. Perfil del Proyecto del Nuevo Centro de Faenamiento Regional Empresa Municipal de Ibarra, Tabla de Consumo TM Carne Bovina.2009. CD-ROM.
- Flores, J; Nuñez, I. 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. Tesis Ing. Agro. Ecuador. ESPE. p 135-138.

- Gurtler, H. et al. 1976. Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia. Zaragoza. p 56,57,58.
- Guzman, N. 2007. The compost vegetal as an alternative to reduce yard wastes in the Sanitary Landfill of Guayama, Puerto Rico, Universidad de Turabo (Puerto Rico). School of Science and Technology. p 21, 22, 23.
- Haug, R. 1993. "The Practical Handbook of Compost Engineering". Editorial Lewis. California, EEUU. p 403
- Haya, C. 2005. Guía para la Gestión de Residuos. Hospital Regional Universitario Carlos Haya. Consultado el :17 de Marzo del 2012. Disponible en:  
<http://www.carloshaya.net/denfermeria/media/docu/guía%20residuos.pdf>
- Kras, E. 1994. El desarrollo sustentable y las empresas. Grupo Editorial Iberoamérica. p 109.
- Linden, G; Lorient, D. 1996. Bioquímica Agroindustrial. Revalorización alimentaria de la producción agrícola. Editorial Acribia, Zaragoza España. Consultado el: 01 Agosto 2012. Disponible en :  
<http://tirsomestre.blogspot.com/2010/05/uso-del-contenido-ruminal-y-algunos.html>



- Lopez, V;Casp, R. 2004. Tecnología de Mataderos. Ediciones Mundiprensa Madrid. p 26
- Melendez, S.2003. Taller de abonos orgánicos. Centro de investigaciones Agronómicas Sabanilla CATIE. p 2-4.
- Nociones Básicas de Compostaje, Via rural .org Consultado 15 de Septiembre 2011. Disponible en: [www.viarural.org/images/documentos/compostaje.pdf](http://www.viarural.org/images/documentos/compostaje.pdf)
- Peña, E. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. CINA. Costa Rica. 2-6 p
- Perrin, R; Winkelmann, D; Moscardi, E; Anderson, J. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. p 4.
- Pozo, C. 2011. Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería. Tesis Ing. Amb. Ecuador. ESPOCH. p 30.
- Rodale, J. 1973. “The Complete Book of Composting”, EMMAUS. Pennsylvania EEUU. pp. 19 – 847.
- Sierra, C; Rojas, C. 2007. La Materia Orgánica y su Efecto en las Características Físico-Químicas y Biológicas del Suelo. INIA-Intihuasi La Serrana. La Platina

Santiago. Consultado 23 de Marzo del 2012. Disponible en:[www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR28122.pdf](http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR28122.pdf)

- Sztern, D; Pravia, M. 1999. “Manual Para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos”. Consultado el 28 de Julio del 2005. (Internet 2) Disponible en: <http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf>
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica: Alternativa Tecnológica del Futuro, Fundagro. Quito, Ecuador. 337-338-339p
- VARIOS, 2005 “El Compostaje” (en línea). Consultado el 30 de Julio del 2005. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp> (Internet 1)
- Vilariño, F; Taibo, A. 2011 Etapas del proceso de Compostaje. 19 de Diciembre 2009. Consultado 12 de Octubre del 2011. Disponible en: <http://proyectogestionderesiduos.wordpress.com/2009/12/15/etapas-del-proceso-decompostaj>



