



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERIA BIOQUÍMICA

Tema:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BORRAJA (*Borago officinalis*)
Y ORTIGA (*Urtica dioica*), COMO ACELERANTE Y
ENRIQUECEDOR NUTRITIVO EN EL PROCESO DE
COMPOSTAJE”**

Trabajo de Investigación. Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Bioquímico otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Por: Guido Reinaldo Paredes Aulestia

Tutor: Químico Lander Pérez

AMBATO - ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

Químico Lander Pérez

Siendo el Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BORRAJA (*Borago officinalis*) Y ORTIGA (*Urtica dioica*), COMO ACELERANTE Y ENRIQUECEDOR NUTRITIVO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE”, por el egresado Guido Reinaldo Paredes Aulestia; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de investigación de Ingeniería Bioquímica; y el señor egresado posee los méritos académicos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Junio del 2014.

.....
Químico Lander Pérez

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BORRAJA (*Borago officinalis*) Y ORTIGA (*Urtica dioica*), COMO ACELERANTE Y ENRIQUECEDOR NUTRITIVO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Junio del 2014.

.....
Guido Reinaldo Paredes Aulestia

CI: 180436364-4

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERIA BIOQUÍMICA

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Junio del 2014.

Para constancia firman:

.....
Ing. Gladys Navas Miño Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Mario Manjarrez MBA.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Dolores Robalino Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis padres Sabina y Guido, mi hermana Lucia; por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para mi esposa Alba, a ella especialmente le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Es la persona que más directamente ha sufrido las consecuencias del trabajo realizado. Realmente ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Nunca le podré estar suficientemente agradecido.

A todos ellos,

Muchas gracias de todo corazón.

AGRADECIMIENTO

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi director y tutor de Tesis, Químico Lander Pérez, su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

A la Universidad Técnica de Ambato, ya que los conocimientos impartidos fueron recibidos en sus aulas, agradezco a los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la carrera de Ingeniería Bioquímica, a quienes tuve la dicha de conocer mil gracias por formarnos profesional y personalmente.

A mis familiares y amigos incondicionales que con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1	TEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1	Contextualización	2
1.2.2	Análisis crítico.....	4
1.2.3	Prognosis	6
1.2.4	Formulación del problema	6
1.2.5	Preguntas directrices.....	6
1.2.6	Delimitación.....	7
1.3	JUSTIFICACIÓN	7
1.4	OBJETIVOS	8
1.4.1	Objetivo General.....	8
1.4.2	Objetivos Específicos	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	11
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	11
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	12

2.4.1	Marco Teórico de la Variable Independiente:	13
2.4.2	Marco Teórico de la Variable Dependiente:	15
2.5	HIPÓTESIS	17
2.5.1	Hipótesis Nula	17
2.5.2	Hipótesis Alternativa	17
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	17

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1	ENFOQUE	18
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	19
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	23
3.6	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	25
3.6.1	Mezcla de las materias primas	25
3.6.2	Control de Temperatura	26
3.6.3	Control de Humedad	26
3.6.4	Control de Potencial Hidrógeno (pH)	27
3.6.5	Empleo del abono orgánico en plantas de rábano	28
3.6.6	Cuantificación de clorofila total	28
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	29

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL.....	30
4.2	DÍAS DE COMPOSTAJE	35
4.3	EMPLEO DEL ABONO ORGÁNICO EN CULTIVOS DE RÁBANOS.....	41
4.4	CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA TOTAL	45
4.5	COMPARACIÓN DE MACRONUTRIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO CON EL TESTIGO	50
4.6	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	51

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES.....	53
5.2	RECOMENDACIONES	54

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	56
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	57

6.3	JUSTIFICACIÓN	59
6.4	OBJETIVOS	59
6.4.1	Objetivo General.....	59
6.4.2	Objetivos específicos.....	59
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	60
6.6	FUNDAMENTACIÓN	60
6.7	METODOLOGÍA	61
6.8	ADMINISTRACIÓN	62
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	63
	MATERIAL DE REFERENCIA	65
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Tratamientos a ser aplicados en el diseño experimental.....	21
Tabla 2:	Operacionalización de la variable independiente:	23
Tabla 3:	Operacionalización de la variable dependiente:.....	24
Tabla 4:	Pesos de las materias primas	26
Tabla 5:	Modelo Operativo - Plan de Acción.....	61
Tabla 6:	Administración de la propuesta	62
Tabla 7:	Previsión de la evaluación.....	63

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Árbol de problemas.....	5
Gráfico 2: Dimensión de camas de compostaje	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A

RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A-1.- Temperaturas tomadas en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos.....	71
Tabla A-2.- Datos de humedades tomados durante el proceso de compostaje.....	74
Tabla A-3.- Datos promedio de humedades tomados durante el proceso de compostaje.....	75
Tabla A-4.- pH tomados en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos.....	78
Tabla A-5.- Días de compostaje resultante de los diferentes tratamientos.....	81
Tabla A-6.- Peso de los rábanos sembrados con compost obtenido de los diferentes tratamientos.....	83

Tabla A-7.- Contenido de clorofila en las hojas de los rábanos.....	85
Figura A-1: Evolución de la temperatura en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos.....	72
Figura A-2: Comparación de la evolución de la temperatura en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo.....	73
Figura A-3.- Evolución del % de humedad de las diferentes camas de compostaje.....	76
Figura A-4.- Evolución del % de humedad del mejor tratamiento comparado con el testigo.....	77
Figura A-5: Evolución del pH en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos.....	79
Figura A-6: Comparación de la evolución del pH en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo.....	80
Figura A-7: Tiempo de compostaje de los diferentes tratamientos.....	82
Figura A-8: Peso de rábano.....	84
Figura A-9: Cantidad de clorofila en las hojas de rábano.....	86

ANEXO B
ANALISIS ESTADISTICO

Tabla B-1.- Análisis de varianza del tiempo de compostaje obtenido con los diferentes tratamientos.....	88
Tabla B-2.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante.....	88
Tabla B-3.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según la parte de la planta.....	89
Tabla B-4.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según la dosificación.....	89
Tabla B-5.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante y la parte de la planta.....	90
Tabla B-6.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante y dosificación.....	90
Tabla B-7.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el parte de la planta y dosificación.....	91
Tabla B-8.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según tipo de acelerante, parte de la planta y dosificación.....	91

Tabla B-9.- Análisis de varianza del peso de rábanos obtenido con los diferentes tratamientos.....	94
Tabla B-10.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según parte de la planta.....	94
Tabla B-11.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según la dosificación.....	95
Tabla B-12.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según el tipo de acelerante y la parte de la planta.....	95
Tabla B-13.- Análisis de varianza de la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano obtenido con los diferentes tratamientos.....	98
Tabla B-14.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según el tipo de acelerante.....	98
Tabla B-15.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según la parte de la planta.....	99
Tabla B-16.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según la dosificación.....	99

Tabla B-17.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según el tipo de acelerante y la dosificación.....	100
Figura B-1.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la parte de la planta.....	92
Figura B-2.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la dosificación.....	92
Figura B-3.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para la parte de la planta y la dosificación.....	93
Figura B-4.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta.....	96
Figura B-5.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación.....	96
Figura B-6.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación.....	97
Figura B-7.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta.....	100
Figura B-8.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación.....	101

Figura B-9.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación.....	101
---	-----

ANEXO C
FOTOGRAFÍAS

Fotografía C-1.- Preparación del campo para la parte experimental.....	103
Fotografía C-2.- Camas de compostaje.....	103
Fotografía C-3.- Geomembrana para evitar lixiviación.....	103
Fotografía C-4.- Acelerantes para el proceso de compostaje.....	104
Fotografía C-5.- Pesaje del material a ser utilizados en el proceso de compostaje.....	104
Fotografía C-6.- Cobertura de las camas de compostaje.....	105
Fotografía C-7.- Control de humedad de los diferentes tratamientos.....	105
Fotografía C-8.- Control de pH de los diferentes tratamientos.....	106
Fotografía C-9.- Compost antes de ser zarandeado.....	106
Fotografía C-10.- Zarandeado del compost resultante.....	107

Fotografía C-11.- Compost resultante del proceso de zarandeado.....	107
Fotografía C-12.- Tarrinas con semillas de rábano y compost obtenido de los diferentes tratamientos.....	108
Fotografía C-13.- Tarrinas con plantas de rábano y compost obtenido de los diferentes tratamientos después de 21 días de ser sembradas.....	108
Fotografía C-14.- Peso de los rábanos cultivados a los 25 días.....	109
Fotografía C-15.- Peso de la muestra para la cuantificación de clorofila...	109
Fotografía C-16.- Maceración de la muestra con acetona.....	110
Fotografía C-17.- Muestra después del filtrado.....	110
Fotografía C-18.- Medición de absorbancias de los diferentes extractos...	111

ANEXO D

RESULTADO DE ANALISIS

Tabla D-1.- Datos de nitrógeno, fosforo y potasio del mejor tratamiento y de la prueba testigo.....	113
Figura D-2.- Resultado de los análisis de Nitrógeno, Fosforo, y Potasio del mejor tratamiento y el testigo.....	114

Figura D-2.- Comparación de los resultados de los nutrientes entre el mejor tratamientos y la prueba testigo.....	114
---	-----

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BORRAJA (*Borago officinalis*) Y ORTIGA (*Urtica dioica*), COMO ACELERANTE Y ENRIQUECEDOR NUTRITIVO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Paredes Guido y Pérez Lander
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
e-mail: dogui888@hotmail.com
AMBATO –ECUADOR

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos, para lo cual se utilizaron dos especies vegetales borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), realizando un diseño de bloques con arreglo factorial A*B*C y un ANOVA al 95% de confianza, teniendo en cuenta que los factores involucrados en esta investigación fueron; tipo de acelerante (borraja, ortiga), parte de la planta (hoja, tallos) y dosificación (5%, 10%). Se pudo determinar que los tres factores anteriormente descritos influyen significativamente en el tiempo de compostaje, y la cantidad de nutrientes presentes el abono orgánico.

Para evidenciar la asimilación de los nutrientes presentes en el abono orgánico, este se lo sometió a un cultivo de rápido crecimiento (rábanos), teniendo en cuenta parámetros como peso del cultivo y cantidad de clorofila en las hojas de los rábanos.

Al realizar el análisis estadístico se determinó que el mejor tratamiento fue el $a_0b_1c_1$ que consistía en la aplicación de las hojas de la borraja en una dosificación del 10%, teniendo menor tiempo de compostaje (49 días), mayor peso de rábanos (36,89 g) y mayor cantidad de clorofila en las hojas de los rábanos (6,39 $\mu\text{g/ml}$)

Palabras clave: Proceso de compostaje, tiempo de compostaje, borraja, ortiga.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“Evaluación del efecto de borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), como acelerante y enriquecedor nutritivo en el proceso de compostaje”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento del proceso de compostaje se ha convertido en un gran obstáculo para tratar biológicamente la gran variedad de residuos orgánicos, lo cual incrementa la contaminación a nivel mundial, una alternativa ha surgido en base a esta problemática la cual es realizar abonos orgánicos en base a estos residuos.

El tiempo de compostaje se presenta como una barrera ya que este varía de 3 a 5 meses, tiempo el cual es relativamente largo y la oportunidad de disminuir dicho tiempo es limitado ya que no existe la suficiente información acerca de cómo hacerlo.

Al utilizar acelerantes para el compostaje tales como: especies vegetales, macro y microorganismos, y hasta otros abonos orgánicos ya sean líquidos o sólidos; hace que el tiempo de compostaje disminuya y además contribuye con nutrientes que serán aportados por los acelerantes tales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), etc., los cuales ayudarán a un mejor desarrollo de los alimentos, tanto en sus hojas, raíces y el fruto.

1.2.1 Contextualización

Según la asociación internacional de residuos sólidos (ISWA) este es un siglo en el cual se ha evidenciado el hiperconsumismo, lo cual basta poner como

ejemplo que la ciudad de Bangkok ha incrementado su superficie habitada de 67 Km² a 426 Km² en tan solo 40 años, lo cual indica que la tasa de generación de residuos prevista a nivel mundial será de un 44% superior en los años del 2005 al 2025.

Esta es la razón por lo cual países europeos han optado por realizar trabajos con los residuos orgánicos realizando procesos de compostaje, así encontrándose en un problema con el largo tiempo que lleva este proceso optaron por utilizar un nuevo ingrediente denominado comfrey, el cual ha dado muy buenos resultados, disminuyendo el tiempo de compostaje así como también aumentando la cantidad de N, P, y K, lo cual es beneficioso para los cultivos (Ahmad, *et al*; 2010).

Mientras tanto en países asiáticos para disminuir el tiempo de compostaje han optado por realizar investigaciones con harina de ortiga obteniendo resultados satisfactorios, tales como en la reducción de tiempo de compostaje hasta de 1 mes y el incremento de fósforo y potasio en el abono orgánico (Azza, 2010).

En la región latina se ha optado por la investigación con microorganismos, tal es el caso de Argentina que aceleró el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos con mezcla de microorganismos endógenos las cuales fueron identificadas como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* y un hongo *Aspergillus fumigatus*. Los microorganismos antes mencionados lograron que la pila de abono orgánico alcance estabilidad y madurez cuatro semanas antes que la pila de control la cual estuvo sin inoculación de microorganismos (Carriello, 2007).

1.2.2 Análisis crítico

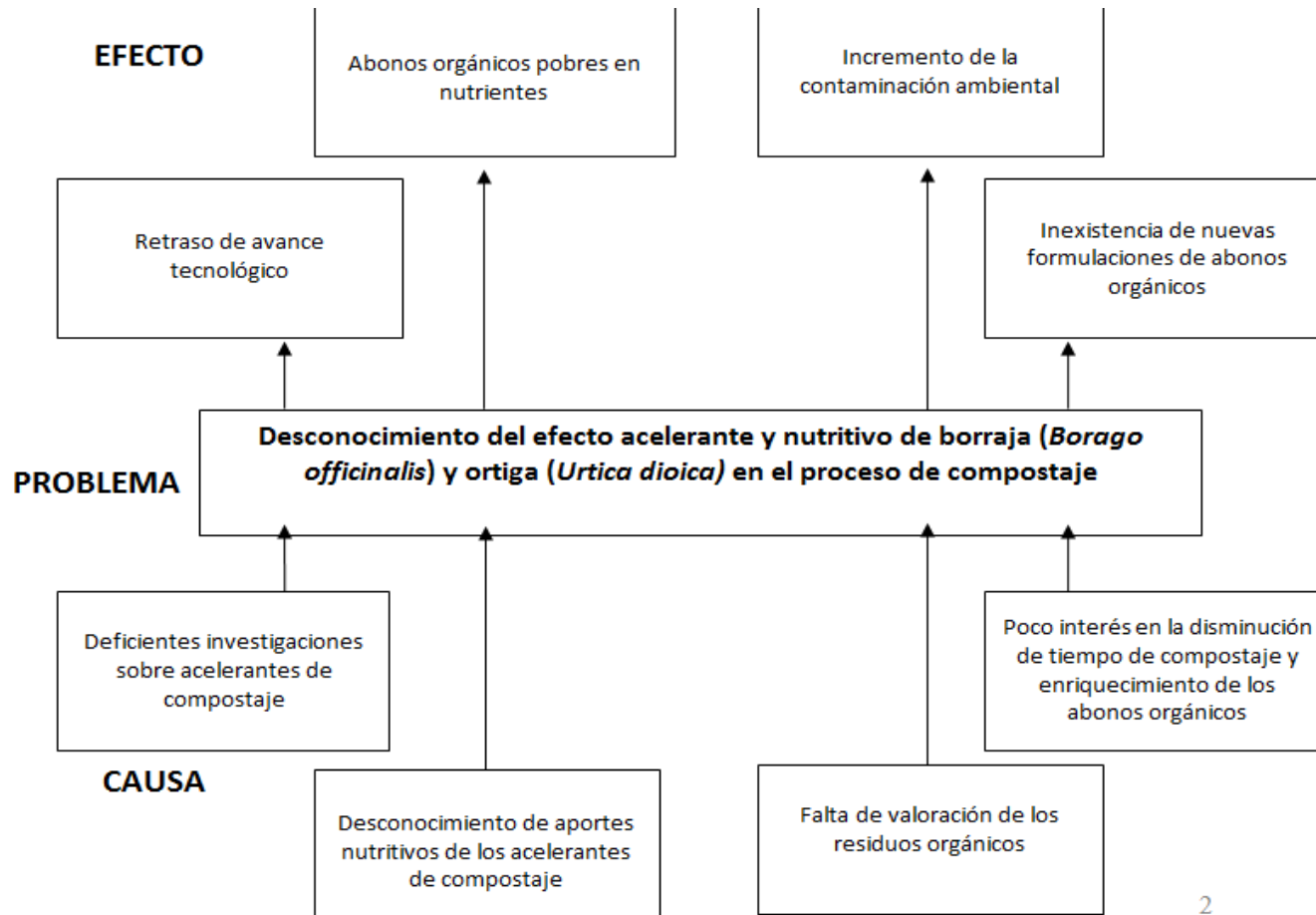
El incremento de residuos ha ido aumentando desde hace pocos años atrás, evidenciándose un gran problema de que para disminuir los residuos, por otra parte las opciones para disminuir los residuos es realizar un correcto tratamiento de los mismos, ya sea el reciclaje, la reutilización o la elaboración de abonos orgánicos a partir de residuos orgánicos. Esta última como una alternativa viable dando así paso a una agricultura orgánica.

Para muchos agricultores es de desconocimiento este tipo de aprovechamiento de los residuos orgánicos debido a la falta de incentivación para la realización de dichos abonos, más aun si el proceso de total desconocimiento para los agricultores.

Si bien es cierto el proceso de compostaje es relativamente largo por lo cual agricultores prefieren no hacerlo y seguir con la dependencia de los abonos químicos.

Otro limitante para los agricultores es el desconocimiento de los beneficios que tienen algunas especies vegetales para acelerar el proceso de compostaje; este es el caso de la borraja y ortiga.

Gráfico 1: Árbol de problemas



2

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

1.2.3 Prognosis

En caso de no ejecutar la investigación para el problema planteado las consecuencias a identificarse en un futuro afectarían directamente al campo científico retrasando las investigaciones en ciencias ambientales en la provincia de Tungurahua, manteniéndose limitados los próximos trabajos aplicables al medio ambiente debido a la falta de información acerca de la investigación propuesta, con los cuales se aportaría notablemente a la sociedad, interactuando con el sector científico y el pueblo en general de tal manera que los beneficiarios seamos los habitantes de la provincia de Tungurahua.

Al no realizar este tema de investigación no se podrá determinar la influencia de los acelerantes en el proceso de compostaje, así dejando un vacío en la comunidad científica sobre los aportes nutricionales que brindan los acelerantes de abonos orgánicos y su incidencia en el cultivo al cual se lo vaya a exponer.

Además se mantendría el proceso normal de compostaje, el cual como resultado daría un compost en mayor tiempo y con la cantidad reducida de nutrientes los cuales no aportarían a un mayor desarrollo del cultivo y por ende una deficiencia en el campo investigativo.

1.2.4 Formulación del problema

¿Es posible evaluar el efecto de borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), como acelerante y enriquecedor nutritivo en el proceso de compostaje?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cómo se puede analizar la influencia de los acelerantes en el tiempo de compostaje, o en el aporte nutritivo?

¿Será posible verificar la eficiencia del compost acelerado y enriquecido en un cultivo de rápido crecimiento?

¿Es posible elaborar una formulación para un abono orgánico rápido y enriquecido nutritivamente?

1.2.6 Delimitación

ÁREA:	Biología Ambiental
SUB-ÁREA:	Tratamiento Biológico de Residuos
SECTOR:	Determinación de aporte nutritivo y acelerante en el proceso de compostaje
TEMPORAL:	Agosto 2013 – Mayo 2014
ESPACIAL:	Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. Laboratorios INIAP (certificado de acreditación: OAE LE C 10-003)

1.3 JUSTIFICACIÓN

El tiempo de compostaje es para algunos agricultores un gran limitante para realizar una agricultura orgánica, por lo cual se propone la utilización de acelerantes para disminuir el tiempo de compostaje, y el enriquecimiento del mismo con nutrientes tales como, nitrógeno (N), potasio (K), y fósforo (P).

Por encontrarnos en la región andina se puede encontrar fácilmente los acelerantes a ser utilizados en la investigación los cuales son: borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), y así poder aprovechar todos estos beneficios de los antes mencionados acelerantes.

Los beneficiarios directos o indirectos en esta investigación serán los agricultores de la provincia de Tungurahua, y los habitantes de la misma ya que a la evidente reducción del tiempo en el proceso de compostaje se realizara mayor cantidad de abonos orgánicos sólidos, así disminuyendo también los residuos orgánicos tales como: restos domiciliarios, residuos de podas de jardines, etc. presentes en la contaminación de la provincia.

Para abalzar esta investigación se tomarán en cuenta parámetros físico-químicos, que permitan evidenciar la influencia de los acelerantes en el valor nutritivo del abono orgánico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), como acelerante en el proceso de compostaje, mediante la disminución de tiempo en la elaboración de compost.

1.4.2 Objetivos Específicos

Analizar la influencia de los acelerantes en el tiempo de compostaje, o en el aporte nutritivo.

Verificar la eficiencia del compost rápido y enriquecido en un cultivo de rápido crecimiento.

Plantear una formulación para la elaboración de un abono orgánico, cuyo tiempo de compostaje será reducido y enriquecido nutritivamente.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Desde hace años, los países orientales, tales como China ha recogido y compostado las materias de sus jardines, de sus campos y de sus casas, incluyendo materias fecales. En el Oriente, existen lugares dispuestos para recoger la basura urbana: unos residuos se quemaban y con los otros se hacía compost. Después de la Primera Guerra Mundial, surgió con mayor auge los abonos populares, para su utilización en la agricultura. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que tales abonos químicos empobrecen la tierra a medio plazo

De forma tradicional, los agricultores han reunido los desperdicios orgánicos para transformarlos en abono para sus tierras. Compostar dichos restos no es más que imitar el proceso de fermentación que ocurre normalmente en un suelo, pero acelerado y dirigido. El abono resultante proporciona a la tierra a la que se aplicara prácticamente los mismos efectos beneficiosos que el humus para una tierra natural.

El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado método Indore, se fundamentaba en la fermentación de una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales, y humedecerla habitualmente.

La palabra compost viene del latín componere, que significa juntar; por lo tanto es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que resiste un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro cuando este finalice. El

abono resultante contiene materia orgánica así como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, nutrientes necesarios para la vida de las plantas.

Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método indú Indore. En la ciudad holandesa de Hanmer se instaló en 1932 la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas, A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas y a inicios de los 70 se llegó a 230 plantas (Aproborca, 2011).

Un parámetro muy importante que se debe controlar es la humedad, ya que según Wu, *et al* (2000) un compost con una humedad adecuada debe estar no por encima del 40%

Otro parámetro que es muy importante tomar en cuenta para la producción de compost es la temperatura ya que este ayuda a realizar cambios en la calidad y densidad de la población microbiana (Herrmann, *et al*; 1997).

Es muy importante no observar picos de autocalentamiento ya que esto evidencia el periodo propio de estabilización (Boulter, *et al*; 2000).

El pH es de vital importancia ya que esto evidencia la degradación de la materia orgánica, ya que al inicio debe presentar un pH ligeramente ácido, lo cual va a atribuir a los ácidos orgánicos simples los cuales son productos iniciales de la descomposición (Boulter, *et al*; 2000).

El pH final de un compost bien elaborado debe ser neutro ya que esto demostrara una buena descomposición aerobia de los residuos orgánicos (Jimenez, Garcia; 1989).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Uno de los paradigmas más conocidos y que se aplicó en la presente investigación es el Crítico propositivo porque critica la situación del problema planteado que es el desconocimiento del efecto acelerante y nutritivo de borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*) en el proceso de compostaje e identifica el potencial de cambio, emancipación de los sujetos, a partir del análisis de la realidad; a fin de proponer una innovación biológica que permita aprovechar los residuos y así disminuir el nivel de contaminación ambiental. Es decir evidenciando que la práctica es teoría en acción (Lara y Piedra, 2009).

La presente investigación se basa además en el paradigma Naturalista, ya que el hecho de que sea compartida determina una realidad percibida como objetiva, viva y cognoscible para todos los participantes en la interacción social. Además, el mundo social no es fijo ni estático sino cambiante, mudable, dinámico. El paradigma Naturalista no concibe el mundo como fuerza exterior, objetivamente identificable e independiente del hombre. Existen por el contrario múltiples realidades. En este paradigma los individuos son conceptuados como agentes activos en la construcción y determinación de las realidades que encuentran, en vez de responder a la manera de un robot según las expectativas de sus papeles que hayan establecido las estructuras sociales (Dobles, *et al.* 1998).

Las dos fundamentaciones son necesarias para tener una percepción más clara de la realidad, los fenómenos en su contexto, criticarlos y proponer innovaciones biológicas en base al conocimiento adquirido.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador,

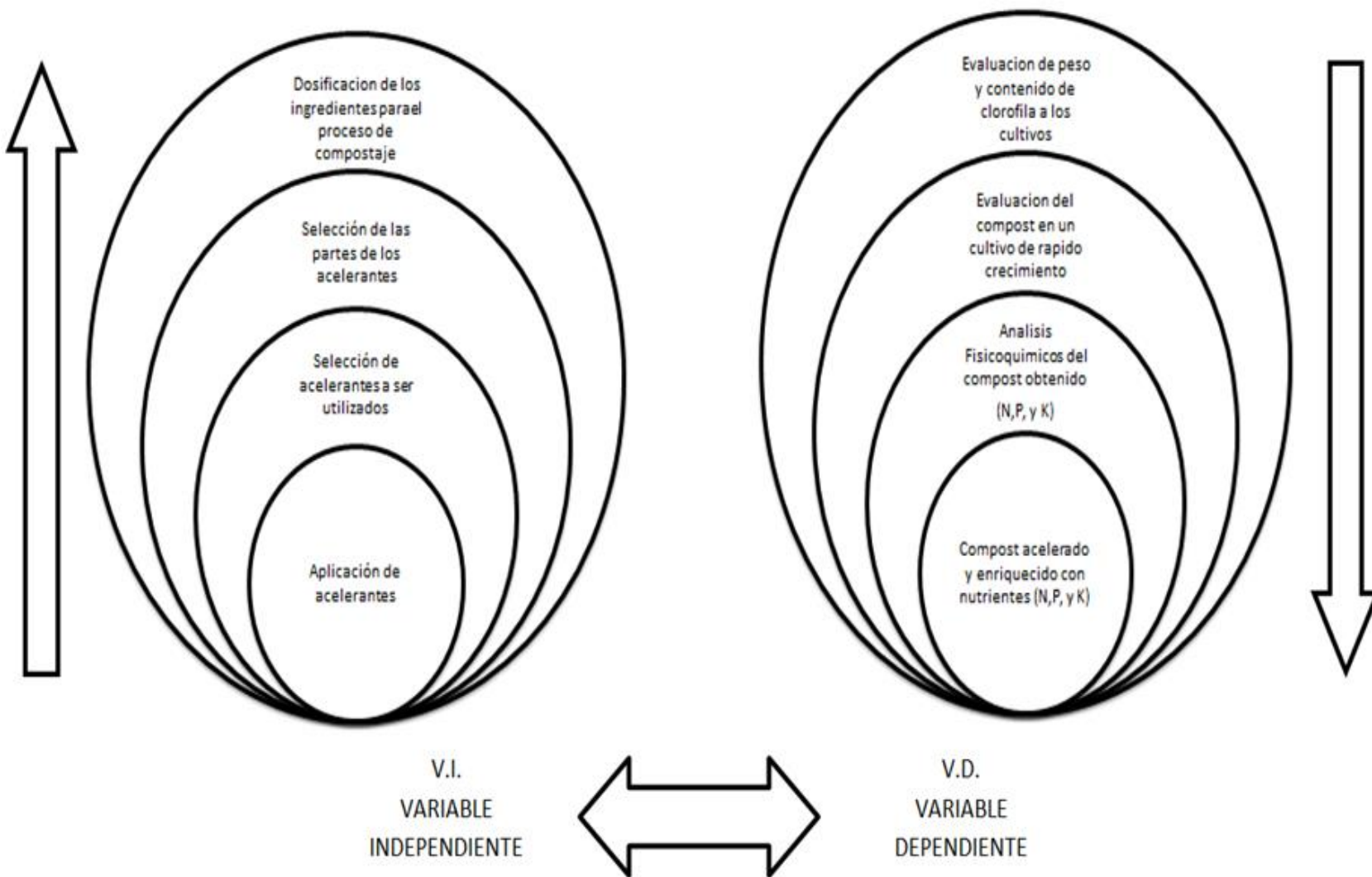
Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El artículo 15 de la Constitución de la República del Ecuador, manifiesta que el estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

El numeral 4 del artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador,

Señala que el régimen de desarrollo tendrá como uno de sus objetivos el de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

1 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2

2.4.1 Marco Teórico de la Variable Independiente:

Los acelerantes en el proceso de compostaje ayudan a la mayor degradación de la materia orgánica, este influyendo directamente en el tiempo de compostaje.

Existen diversos tipos de acelerantes que cumplen básicamente la misma función, tales como microorganismos, plantas, abonos orgánicos, cal apagada, tierra de paramo, etc. Diferentes casas comerciales también producen acelerantes con el mismo fin el cual es de disminuir el tiempo de compostaje.

Al utilizar acelerantes orgánicos tales como plantas además de disminuir el tiempo de compostaje que esta dado en la velocidad de descomposición de la materia orgánica se aprovecha los nutrientes que tiene dicha planta.

Borago officinalis, la borraja, es una especie fanerógama perteneciente a la familia de las boragináceas, originaria de Siria y Egipto aunque naturalizada por toda la región mediterránea, así como Asia Menor, zonas cálidas de la Europa Occidental, África del Norte y Sudamérica.

La borraja es una planta de porte recio que puede alcanzar alturas de poco más de medio metro y cuya raíz es muy resistente y profunda. Está emparentada con plantas del tipo del nomeolvides, la escila y el heliotropo. Posee unas vellosidades blancas muy particulares por toda su estructura, rígidos hasta el punto de ser pungentes. Sus hojas tienen un color muy oscuro, un verde casi musgoso; son muy ásperas y tienen nerviaciones muy gruesas; son usadas generalmente en la cocina (Hoogesteger, 1994).

Las flores son lo más llamativo de esta planta; se agrupan en ramilletes en espiral y va desplegándose cuando empiezan a abrirse las flores. Tienen un color azul muy intenso y característico, y se usan en el ámbito médico. La borraja es especialmente frecuente en la cuenca mediterránea, aunque su

cultivo se extiende por todas las zonas templadas del mundo (Fonnegra y Jiminez, 2007).

La ortiga (del latín 'urtica') es el nombre común de las plantas del género *Urtica*, de la familia de las urticáceas. Todas ellas caracterizadas por tener unos pelos urticantes que liberan una sustancia ácida que produce escozor e inflamación en la piel. Es una de las "malas hierbas" más habituales, bien conocida por sus cualidades urticantes. Antiguamente se conocía también como "la hierba de los ciegos", pues hasta éstos la reconocen con solo rozarla. Es una de las plantas que más aplicaciones medicinales posee (ECOagricultor, 2013).

Existen dos tipos:

La (*Urtica dioica*), conocida como ortiga mayor y ortiga verde, que es la más común. Alcanza entre 50 y 150 centímetros. La característica más conocida de esta planta es presencia de pelos urticantes cuyo líquido cáustico (acetilcolina) produce una irritación con picor intenso en la piel cuando se le toca o roza. Tiene el tallo de sección en forma de cuadrado, hojas con forma de ovalo, con el borde aserrado, sus flores son pequeñas unisexuales, inconspicuas y agrupadas en glomérulos.

La ortiga menor (*Urtica urens*) suele crecer al lado de la ortiga mayor, tiene unos 60 centímetros y produce mayor irritación que la anterior, pero posee menos virtudes terapéuticas.

La ortiga es una planta arbustiva perenne, dioica, de aspecto tosco y que puede alcanzar hasta 1,5 m de altura.

Es característico de esta planta el poseer unos pelos urticantes que tienen la forma de pequeñísimas ampollas llenas de un líquido irritante que al contacto con la piel producen una lesión y vierten su contenido (ácido fórmico, resina,

histamina y una sustancia proteínica desconocida) sobre ella, provocando ronchas, escozor y prurito. Este picor se debe a la acción del ácido fórmico, compuesto del que contiene una gran cantidad. Estos pelos son muy duros y frágiles en la punta, por lo que es suficiente el roce para provocar su rotura.

La raíz es muy rica en taninos, que le confieren una acción astringente (Duke, 1998).

La borraja también llamada “ comfrey”, al igual que la ortiga son una fuente particularmente valiosa de la fertilidad del cultivador orgánico y actúa como un acumulador dinámico de nutrientes de la tierra. Estos se ponen a disposición a través de sus hojas de rápido crecimiento que, a falta de fibra, se rompen rápidamente a un líquido negro y espeso. El comfrey y la ortiga es una excelente fuente de potasio, un nutriente esencial para las plantas necesarias para la producción de flores, semillas y frutas. Sus hojas contienen 2 a 3 veces más potasio que el estiércol, extraídos de las profundidades del subsuelo. Además estos dos tipos de plantas tienen la capacidad de ayudar a calentar la pila (Don, 2008).

2.4.2 Marco Teórico de la Variable Dependiente:

Los beneficios de los acelerantes mejoran la calidad del compost, ya que estos beneficios detallados a continuación mejoran la disponibilidad de los nutrientes.

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- Mejora la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica (Moreno y Moral, 2007).

Al momento de utilizar como acelerantes a plantas el abono orgánico se enriquece de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y muchos minerales más.

Las funciones que cumplen los macronutrientes en las plantas son de vital importancia.

El nitrógeno es un macronutriente que es un elemento integral para el proceso de la energía de las plantas. Es un ingrediente de la clorofila que ayuda en la fotosíntesis. Esto ayuda a acelerar el crecimiento de las plantas mediante la ampliación del proceso de fabricación de los frutos y las semillas. El nitrógeno está naturalmente en el aire o se puede aplicar a través de un fertilizante.

El fósforo también es un elemento esencial en la fotosíntesis. Alienta un crecimiento sano y rápido de las raíces y las flores. También ayuda a generar energía química. El fósforo se puede encontrar en la harina de huesos, superfosfatos y fertilizantes.

El potasio es vital para el proceso de la fotosíntesis. Ayuda a generar la proteína que ayuda en la calidad de la fruta. También ayuda a reducir las enfermedades. Es un ingrediente natural del suelo o en fertilizantes (Hunter, s/f).

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis Nula

La aplicación de acelerantes no disminuye el tiempo de compostaje y tampoco aporta de nutrientes al abono orgánico

2.5.2 Hipótesis Alternativa

La aplicación de acelerantes disminuye el tiempo de compostaje y aporta de nutrientes al abono orgánico

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: Acelerantes en el proceso de compostaje

Variable Dependiente: Compost acelerado y enriquecido con nutrientes (N, P, K).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE

La investigación se la realizó de manera cualitativa y cuantitativamente, cualitativa debido a que la aplicación de acelerantes en el proceso de compostaje fue evaluada visualizando su textura y el grado de descomposición de los residuos orgánicos, mientras que la investigación fue cuantitativa al momento de realizar los análisis físico-químicos ya que se cuantificara cada uno de los parámetros a ser analizados.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Las modalidades que se emplearon en la presente investigación son las siguientes:

Bibliográfica – documental: Se revisaron diversos trabajos y artículos relacionados al tema de investigación, como elaboración de abonos orgánicos sólidos y líquidos, procesos de compostaje, acelerantes y aditivos para el compostaje, parámetros a ser tomados en cuenta para un buen proceso de compostaje, etc.

De campo: El trabajo se realizó en zonas libres de contaminación, las cuales deben tener un espacio prudente para la elaboración del abono orgánico.

Experimental: Se realizó pruebas para la combinación de factores a ser utilizados en la presente investigación.

De laboratorio: Se realizaron análisis físico-químicos de las muestras de abono orgánico en laboratorio.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente estudio se utilizó los siguientes tipos de investigación:

- Investigación exploratoria porque empleó como una de sus herramientas la búsqueda de información científica, económica y social.
- Investigación descriptiva, porque expone situaciones y resultados previos a fin de desarrollar criterios y contenidos.
- Investigación inductiva porque la correlación de variables permite obtener resultados que puedan considerarse como principios generales y así dar validez a la hipótesis y mediante ella, a la propuesta de este trabajo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la presente investigación se realizó un muestreo no probabilístico, ya que este es guiado por la experiencia y criterio del investigador.

Las muestras de borraja y ortiga que se ocuparon como acelerantes en la investigación planteada se las obtuvo de los distintos mercados de la provincia de Tungurahua.

Los residuos orgánicos a ser sometidos al compostaje fueron desperdicios de podas de árboles de claudia y de césped, también se utilizaron residuos domésticos (frutas, verduras) y suelo de paramo o suelo negro.

Para el estudio de las respuestas experimentales se aplicó un diseño de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$ con 2 réplicas para cada tratamiento para obtener los días de compostaje, mientras que para peso de los rábanos y cuantificación de clorofila se aplicó con 3 réplicas cada tratamiento.

DISEÑO DE BLOQUES CON ARREGLO FACTORIAL FACTORIAL A*B*C

MODELO MATEMATICO

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

μ = efecto global

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A

B_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B

C_k = efecto del k-ésimo nivel del factor C

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores A y B

$(AC)_{ik}$ = efecto de la interacción entre los factores A y C

$(BC)_{jk}$ = efecto de la interacción entre los factores B y C

$(ABC)_{ijk}$ = efecto de la interacción entre los factores A, B y C

R_l = efecto de la replicación del experimento

ϵ_{ijkl} = residuo o error experimental

(Lara, 2000).

Los factores y niveles utilizados en la presente investigación son detallados a continuación:

- A: Tipo de acelerante
 - a₀: Borraja
 - a₁: ortiga
- B: Parte de la planta a ser utilizada como acelerante
 - b₀: tallo
 - b₁: hojas
- C: Dosificación del acelerante en las camas de compostaje
 - c₀: 5%
 - c₁: 10%

Los porcentajes de dosificación de los acelerantes fueron calculados en base al peso de la materia orgánica de cada cama de compostaje.

De esta manera se contó con 8 tratamientos que con su réplica dieron un total de 16 tratamientos, además fue incluido un tratamiento testigo el cual no se lo incluyo en el diseño experimental.

Tabla 1: Tratamientos a ser aplicados en el diseño experimental

Tratamientos	Mezcla	Combinación de los tratamientos
T1	a ₀ b ₀ c ₀	Cama de compostaje con acelerante tallos de borraja con dosificación del 5%
T2	a ₀ b ₀ c ₁	Cama de compostaje con acelerante tallos de borraja con dosificación del 10%
T3	a ₀ b ₁ c ₀	Cama de compostaje con acelerante hojas de borraja con dosificación del 5%
T4	a ₀ b ₁ c ₁	Cama de compostaje con acelerante hojas de borraja con dosificación del 10%
T5	a ₁ b ₀ c ₀	Cama de compostaje con acelerante

Tratamientos	Mezcla	Combinación de los tratamientos
		tallos de ortiga con dosificación del 5%
T6	$a_1b_0c_1$	Cama de compostaje con acelerante tallos de ortiga con dosificación del 10%
T7	$a_1b_1c_0$	Cama de compostaje con acelerante hojas de ortiga con dosificación del 5%
T8	$a_1b_1c_1$	Cama de compostaje con acelerante hojas de ortiga con dosificación del 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente:

Acelerantes en el proceso de compostaje

LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
CONCEPTUALIZACION	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEMS BASICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Aplicación de acelerantes tales como borraja y ortiga para la disminución del tiempo en el proceso de compostaje acelerantes	Que son la borraja y la ortiga Tipo, cantidad, y parte del acelerante a ser utilizado	Tiempo de compostaje	¿La cantidad, el tipo, y la parte del acelerante influyen en el tiempo de compostaje?	Días de compostaje Medición de: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH (método APHA, 2000) • Humedad (método APHA, 2000) • Observación directa

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente:

Compost acelerado y enriquecido con nutrientes (N, P, K).

LO ABSTRACTO		LO OPERATIVO		
CONCEPTUALIZACION	CATEGORIAS	INDICADORES	ITEMS BASICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Acelerar el proceso de compostaje con la aplicación de borraja y ortiga, además estos ayudaran al incremento de macronutrientes (N, P, y K).	Análisis Físicoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno (N) • Fosforo (P) • Potasio (K) 	¿Existe un incremento de minerales en el abono orgánico al utilizar acelerantes?	Análisis físicoquímicos de los abonos orgánicos <ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno (N) • Fosforo (P) • Potasio (K)
	Tiempo de compostaje	Observación directa Medición de: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH • Humedad 	¿Existe disminución en el tiempo de compostaje al utilizar acelerantes?	Días de compostaje Medición de: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • pH (método APHA, 2000) • Humedad (método APHA, 2000) Observación directa

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

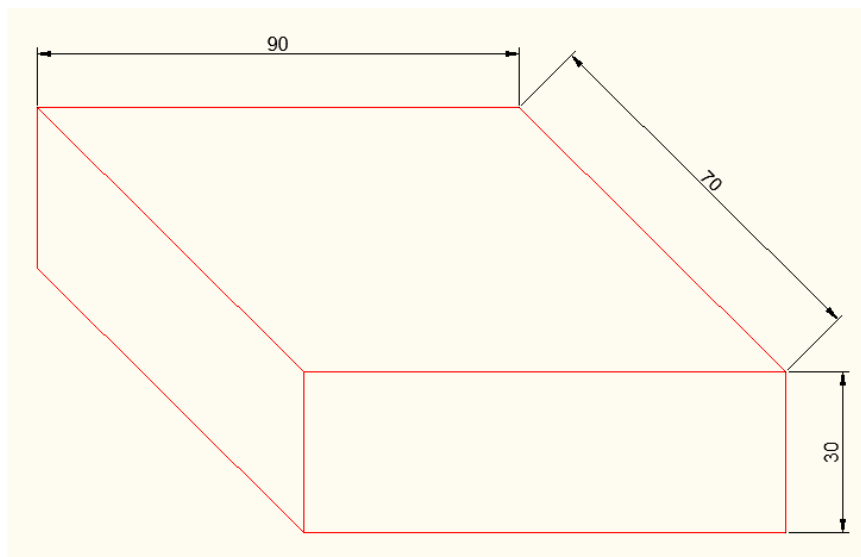
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información se lo realizó en el momento de desarrollar la parte experimental.

Construcción de camas de compostaje

Para la mezcla de la materia prima se construyó camas, las cuales tuvieron dimensiones 0,70m x 0,90m x 0,30m tal cual se lo demuestra en el siguiente diagrama.

Gráfico 2: Dimensión de camas de compostaje



Elaborado por: Guido Paredes, 2014

3.6.1 Mezcla de las materias primas

Para la mezcla de materias primas se partió de residuos domésticos, residuos de podas de jardines, suelo de páramo, césped, y los acelerantes.

Los pesos utilizados fueron los siguientes:

Tabla 4: Pesos de las materias primas

MATERIAS PRIMAS	DOSIFICACIÓN (KG)
Residuos domésticos	10.00
Restos de podas de jardines	3.00
Suelo de paramo	3.00
Césped	4.00

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

Los acelerantes fueron colocados dependiendo el tratamiento correspondiente.

3.6.2 Control de Temperatura

La temperatura se tomó cada semana antes de airear cada cama de compostaje, para reducir errores experimentales se tomó tres lecturas, la primera entre los primeros 10 cm de la cama de compostaje, la segunda entre los segundos 10 cm de la cama de compostaje y la tercera de los últimos 10 cm de la cama de compostaje.

Las mediciones se realizaron con un geotermómetro facilitado por el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

3.6.3 Control de Humedad

El método aplicado para los ensayos de humedades fue el método APHA

Las muestras para la medición de humedad se las tomó después de airear las camas de compostaje, ya que esto permitía muestrear homogéneamente.

Las muestras se las trasladó al Laboratorio de Biología en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en el cual se procedió a pesar 5 g de las muestras y se las colocó en capsulas de porcelana, para proceder a secarlas en la estufa por 8 horas y brevemente volverlas a pesar.

Con los datos obtenidos se aplicó la siguiente fórmula que nos dio el porcentaje de humedad de la muestra:

$$\%H = \frac{M3 - M1}{M2 - M1} * 100$$

Dónde:

M1 = Cápsula vacía

M2 = Cápsula + muestra húmeda

M3 = Cápsula + muestra seca

3.6.4 Control de Potencial Hidrógeno (pH)

El método aplicado para los ensayos de pH fue el método APHA

Las muestras para la medición de pH se las tomó por triplicado y después de airear las camas de compostaje, ya que esto permitía muestrear homogéneamente.

Las muestras se las traslado al Laboratorio de Físicoquímica en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos donde se procedió a pesar 10 g de muestra en un vaso de precipitación y se las diluyó en 50 ml de agua destilada, se las mezcló y se dejó reposar durante 2 horas, brevemente se procedió a medir el pH con un pH-metro mar HANNA.

3.6.5 Empleo del abono orgánico en plantas de rábano

Una vez terminado el proceso de compostaje, el abono resultante de los diferentes tratamientos se lo aplicó en cultivos de rábano para observar el aporte nutritivo y la asimilación de los nutrientes por la planta.

El abono resultante se lo mezcló con tierra cultivada en una relación de 1 kg de tierra y 50g de compost, colocando en cada tarrina 4 semillas de rábano y realizando tres réplicas por cada tratamiento.

Se colocó dos tarrinas adicionales una de ellas con el compost testigo y la otra tarrina solamente con tierra cultivada.

Los rábanos se cultivaron a los 25 días de ser sembrados.

3.6.6 Cuantificación de clorofila total

Para la cuantificación de clorofila se utilizaron muestras de 0,358 cm² de hojas de la planta, a las cuales se añadieron 5 ml de acetona y que se trituraron en un mortero con un pistilo. Posteriormente se procedió a filtrar lo triturado.

El filtrado se colocó en cubetas de espectrofotómetro y se procedió a medir las absorbancias a 662 y 645 nm.

El espectrofotómetro utilizado fue Thermo Scientific – Genesys 20, facilitado por el Laboratorio de Ingeniería de Procesos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Para obtener la cantidad de clorofila total en µg/ml se utilizó la siguiente ecuación:

$$Cl_t \frac{\mu g}{ml} = (6.83 * Abs_{662}) + (18.27 * Abs_{645})$$

(Val, *et al*; 1985).

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

El procesamiento y análisis estadístico de datos se realizó en los paquetes informáticos: Excel 2010 y STATGRAPHICS CENTURION. Se aplicó el análisis de varianza ANOVA y pruebas de comparación múltiple para la elección del mejor tratamiento, con un intervalo de confianza del 95 %.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL

Los datos obtenidos de los parámetros de control sirvieron de lineamiento para determinar la finalización del proceso de compostaje.

En el caso de la temperatura se puede evidenciar en la Figura A-2

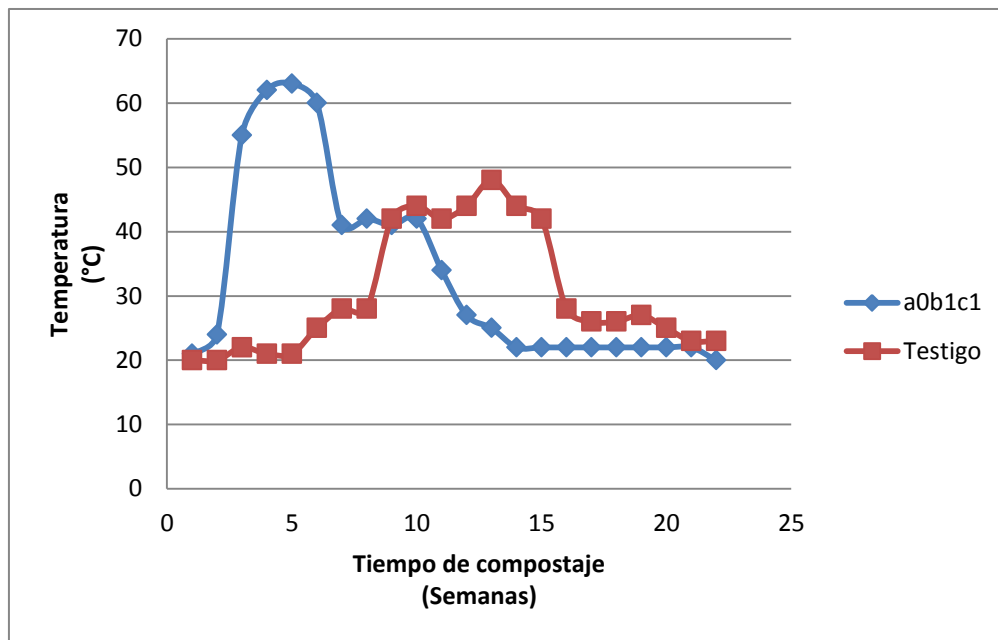


Figura A-2: Comparación de la evolución de la temperatura en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al iniciar el proceso de compostaje se puede apreciar que en el mejor tratamiento ($a_0b_0c_0$), la temperatura es moderada durante las dos primeras semanas así evidenciándose la fase mesófila, en la cual se encuentran presentes microorganismos mesófilos los cuales actúan sobre los compuestos solubles y fácilmente degradables, la mayoría de estos microorganismos que se

encuentran en la fase mesófila son correspondientes a las especies que se encuentran en la superficie del suelo tales como: *Pseudomonas*, *Bacillus* y bacterias celulolíticas como *Celullomonas*, también se encuentran gran variedad de hongos filamentosos y levaduras en su mayoría saprofitos, estos últimos se encuentran en su mayoría en la fase mesófila y termófila, ayudando a la descomposición de polímeros complejos (celulosa, hemicelulosa, pectina, lignina).

Los hongos son primordiales en el proceso de compostaje ya que estos rompen restos vegetales y animales, permitiendo que las bacterias continúen el proceso de descomposición una vez que la celulosa se ha agotado, estos pueden atacar a material demasiado seco, ácido o con bajo contenido de nitrógeno ya que la acción de las bacterias es limitado en este tipo de materiales.

A partir de la tercera semana se alcanzó una temperatura máxima de 63°C, lo cual evidencio el inicio de la fase termófila, la cual se mantuvo por tres semanas, de ahí descendió a 40°C manteniéndose por cuatro semanas, en esta etapa los géneros de microorganismos predominantes son los actinomicetes ya que estos son los encargados de descomponer compuestos orgánicos complejos como celulosa, hemicelulosa, quitina y lignina.

Los actinomicetes poseen enzimas capaces de degradar materiales resistentes como cortezas de árbol, trozos de madera y papel; estos son los responsables del olor a tierra en la fase final del proceso de compostaje.

La temperatura empezó a descender a partir de la décima semana llegando a una temperatura final de 22°C y a estabilizarse desde la semana 14, evidenciando ya el proceso de maduración de este tratamiento, En esta etapa los microorganismos mesófilos se vuelven a activar ya que estos al aumentar la temperatura sobreviven formando endosporas y vuelven a activarse cuando las condiciones son favorables.

La evolución de la temperatura de la prueba testigo no alcanzó una temperatura mayor a 48°C y que hasta apenas descendió a los 23°C y estabilizándose hasta la semana 21, mostrando una degradación de la materia orgánica no tan eficiente y a su vez lenta.

Al hablar de temperatura hay que tener en cuenta que este parámetro evidencia un cambio en la calidad y densidad de la población microbiana

Al constatar elevadas temperaturas en el proceso de compostaje es beneficioso ya que estas indican una mayor actividad metabólica, lo cual es de suma importancia para la eliminación de microorganismos patógenos.

Se puede observar en la Figura A-2 que el tratamiento $a_0b_1c_1$ no presenta picos de autocalentamiento a partir de la semana 8 que es propia de la etapa de estabilización, mientras que el testigo apenas la etapa de estabilización inicia en la semana 14.

Otro parámetro muy importante que se controló fue la humedad ya que muchos autores indican que la humedad óptima de un compost no debe estar por encima del 40%

En la Figura A-3 se muestra la variación del porcentaje de humedad de las diferentes camas de compostaje.

En la Figura A-4 se observa que el mejor tratamiento alcanza una humedad menor al 40% en la semana 16 mientras que la cama de compostaje que no contenía ningún tipo de acelerante alcanza la humedad del 40,97% apenas en la semana 22.

La descomposición microbiana ocurre con mayor rapidez en la película delgada de agua que rodea las partículas orgánicas, mientras que la deficiencia de humedad (< 30%) inhibe la actividad microbiana, contenidos muy altos (> 65%) genera condiciones anaerobias y consecuentemente el enlentecimiento de la

degradación y la producción de olores desagradables, evidenciándose ya un proceso de putrefacción de la materia orgánica.

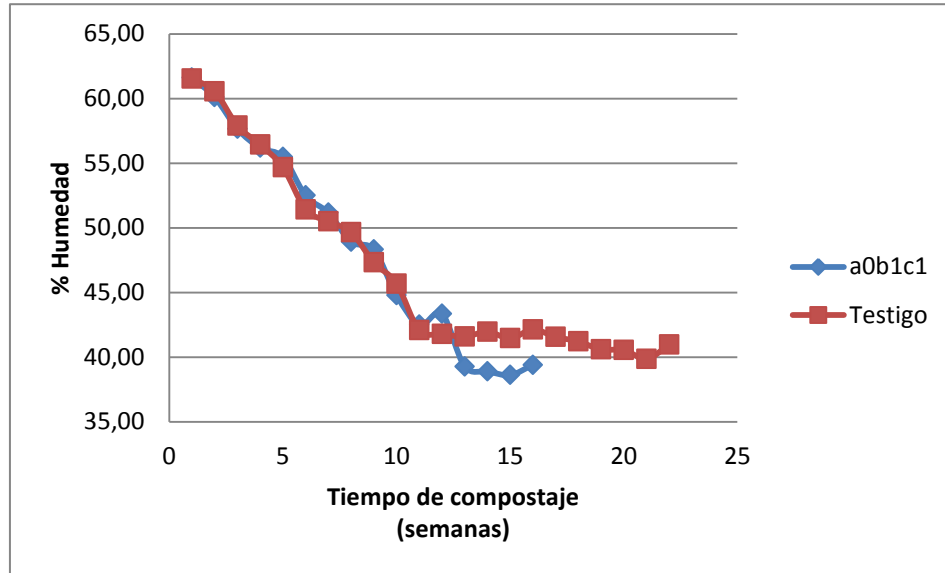


Figura A-4.- Evolución del % de humedad del mejor tratamiento comparado con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

Al iniciar el proceso de compostaje el pH fue ácido, esto se debe a que las bacterias y hongos al digerir la materia orgánica liberan ácidos orgánicos simples, los cuales serán consumidos posteriormente.

El descenso inicial del pH ayuda al crecimiento de los hongos (acidófilos), y la ruptura de celulosa y lignina.

Al obtener un pH neutro o ligeramente básico los actinomicetes juegan un papel importante, ya que estos ayudan a la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de patógenos.

La diferencia entre las camas con acelerante y la testigo fue que la testigo a partir de la semana 3 tuvo un pH cercano al neutro y obteniendo posteriormente valores ligeramente alcalinos, mientras que la cama de compostaje a₀b₁c₁ evolucionó de forma lenta y gradual.

En la Figura A-5 se evidencia la variación del pH de los diferentes tratamientos comparados con el testigo.

Como se puede observar en la Figura A-6 el pH de la cama con acelerante se mantiene por debajo del pH de la cama testigo, esto indica una correcta descomposición aerobia de la materia orgánica

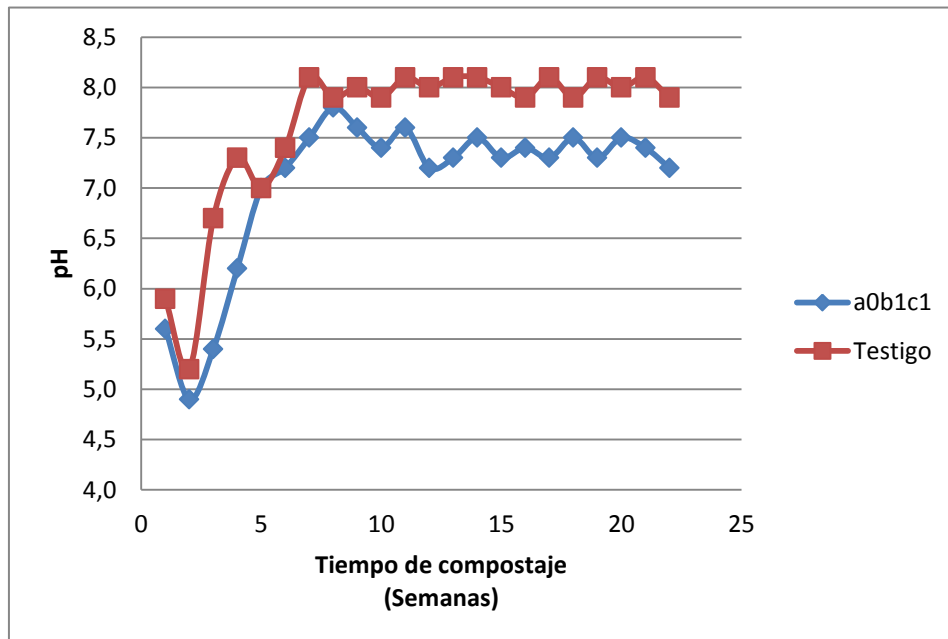


Figura A-6: Comparación de la evolución del pH en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

El pH final de la cama de compostaje con acelerante fue neutro, mientras que la testigo fue ligeramente alcalina.

La aireación de las camas de compostaje se las realizó una vez a la semana ya que esto ayuda a la presencia de oxígeno, a medida que el proceso de compostaje avanza la cantidad de oxígeno decrece, este es consumido por los microorganismos y utilizado en el metabolismo respiratorio por los mismos, y el CO₂ aumenta, por lo cual es necesario realizar la aireación.

Otra causa de la aireación fue que ayudó a mantener la temperatura, humedad, uniforme en toda la cama de compostaje, ya que, los residuos próximos a la superficie tienden a recibir mayor cantidad de oxígeno pero menor temperatura mientras que los materiales del interior poseen menos porosidad debido a la presión de los materiales que les rodean y alcanzan una mayor temperatura y humedad.

4.2 DÍAS DE COMPOSTAJE

Al momento de realizar el análisis de la evolución de la temperatura, se evidenció que el tratamiento que estabilizó primero la temperatura fue el que contenía como acelerante las hojas de borraja con una dosificación del 10%, es decir el tratamiento a₀b₁c₁, para evaluar esto se tomó en cuenta que las diferentes camas de compostaje tengan dos semanas seguidas la misma temperatura es decir que dos semanas se encuentren estabilizadas.

En la Figura A-7 se puede apreciar los diferentes tratamientos y sus respectivos tiempos de compostaje comparados con el testigo.

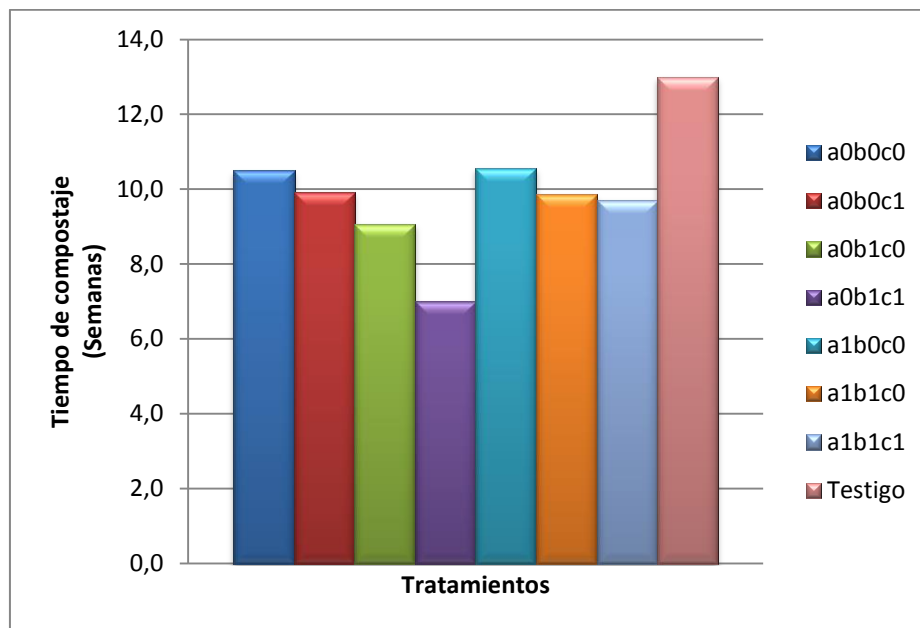


Figura A-7: Tiempo de compostaje de los diferentes tratamientos
Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Tabla B-1 se puede apreciar a un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia significativa tanto en los factores A (tipo de acelerante), B (parte de la planta), C (Dosificación), también en sus interacciones AB, AC, BC, y ABC.

En la Tabla B-2 se puede apreciar la prueba de comparación múltiple (Tukey) con respecto al tipo de acelerante evidenciando un menor promedio de tiempo de compostaje al utilizar borraja como acelerante, mientras tanto que al utilizar ortiga se mostró un mayor promedio lo cual indica que hay una diferencia significativa, demostrando que al variar el tipo de acelerante cambia drásticamente el tiempo de compostaje.

La Tabla B-3 muestra que al utilizar una determinada parte de la planta existe diferencia en el tiempo de compostaje, en la presente investigación al utilizar las hojas en lugar de los tallos disminuye el tiempo de compostaje.

Al aplicar una mayor dosificación altera el tiempo de compostaje lo cual se puede observar en la Tabla B-4, teniendo como éxito la dosificación que tiene menor promedio de días de compostaje la cual es de 10%, en lugar de una dosificación del 5%.

Al momento de realizar la prueba de diferencia mínima significativa para el tiempo de compostaje según el tipo de acelerante y la parte de la planta como lo muestra en la Tabla B-5 se puede apreciar que al colocar las hojas de la borraja disminuye el tiempo de compostaje, de igual manera las hojas de la ortiga disminuyen también el tiempo de compostaje pero no con tanta eficiencia que las hojas de la borraja, teniendo en cuenta que las hojas de los dos tipos de acelerantes tienen mayor eficacia que los tallos de los mismos, siendo el menos efectivo los tallos de la borraja.

En la Tabla B-6 se puede apreciar que al utilizar en el proceso de compostaje borraja en una dosificación del 10% disminuye significativamente el tiempo de compostaje, mientras tanto que al aplicar un acelerante al 5% no presenta mayor eficacia.

En la Tabla B-7 se evidencia una mayor disminución del tiempo de compostaje al utilizar hojas de los acelerantes a una dosificación del 10%, al utilizar tallos de los acelerantes al 5% presenta poca eficacia al momento de disminuir el tiempo de compostaje.

Al realizar la prueba de diferencia mínima significativa para la interacción ABC el tratamiento que permite reducir el tiempo de compostaje en mayor proporción es el $a_0b_1c_1$, el cual contenía para tipo de acelerante: borraja, parte de la planta: hojas, y dosificación: 10%.

Mientras tanto el tratamiento que menos efectivo fue es el $a_1b_0c_0$ el cual contenía para tipo de acelerante: ortiga, parte de la planta: tallos, y dosificación: 5%.

En la Figura B-1 se puede apreciar que al utilizar hojas de borraja como acelerante en el proceso de compostaje da menor tiempo del mismo, caso contrario ocurre si se ocupó el tallo de ortiga, ya que con este dio un tiempo de compostaje mucho más alto.

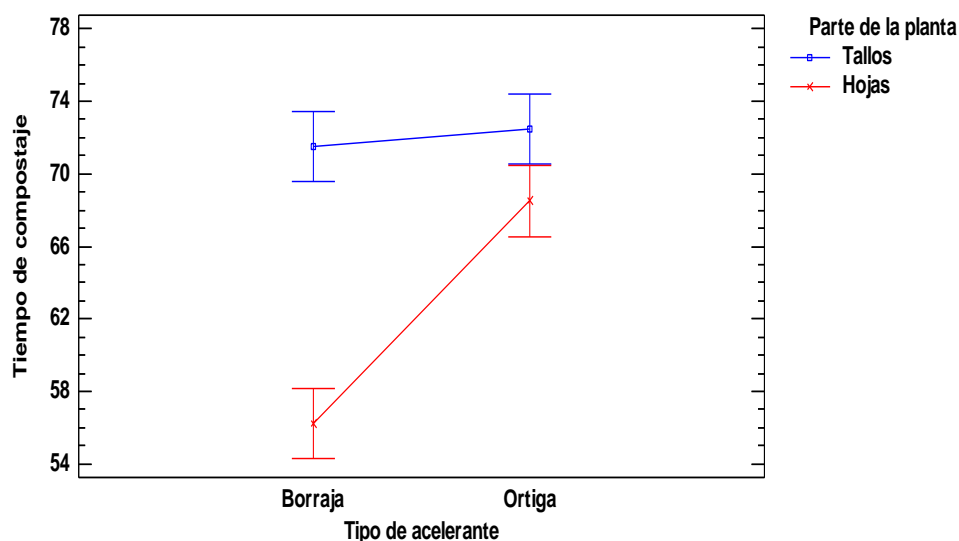


Figura B-1.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al utilizar borraja en una dosificación del 10% se pudo lograr disminuir el tiempo de compostaje, lo cual no se logró con resultados satisfactorios al utilizar ortiga con una dosificación del 5%, como se lo puede observar en la Figura B-2.

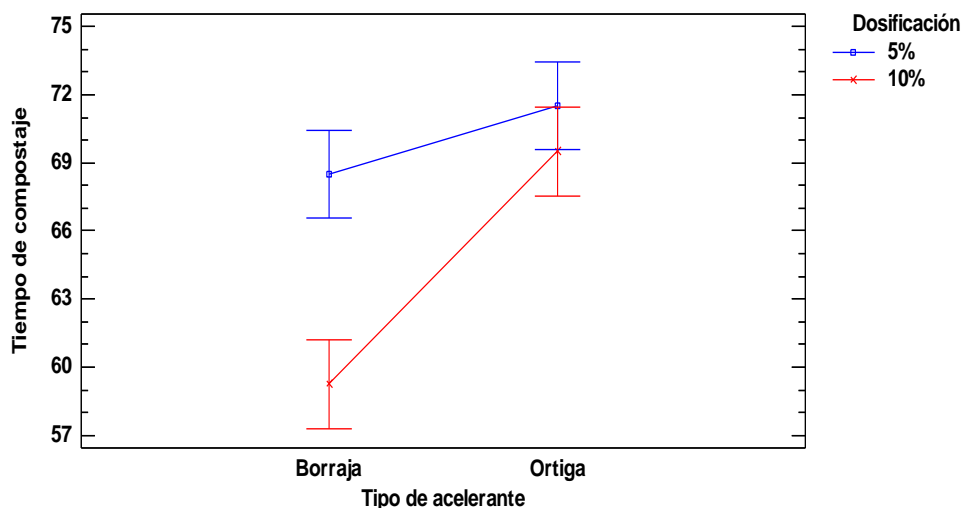


Figura B-2.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Mientras tanto en la Figura B-3 al utilizar una dosificación del 10% de las hojas del acelerante dio resultados satisfactorios en cuestión de disminuir el tiempo de compostaje, mientras que al utilizar tallos de los acelerantes a una dosificación del 5% no se notó mayor diferencia.

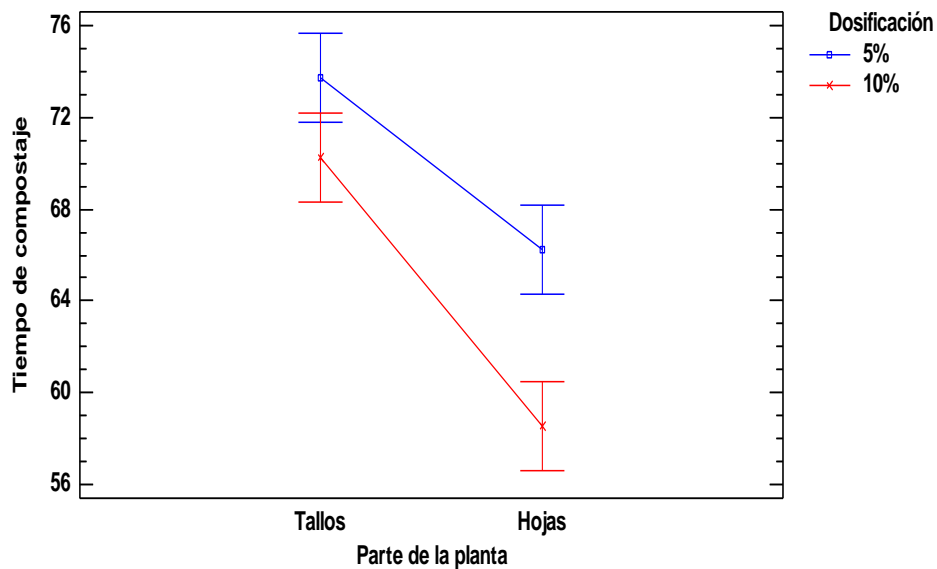


Figura B-3.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para la parte de la planta y la dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

El tratamiento que presento una disminución del tiempo de compostaje considerable fue el $a_0b_1c_1$ el cual corresponde a las hojas de borraja con una dosificación del 10%, ya que a este tratamiento le tomo 16 semanas en estabilizar la temperatura, mientras que al testigo el cual no contenía ningún acelerante le tomo 22 semanas en terminar el proceso de compostaje. Como se lo puede evidenciar en la Figura A-5.

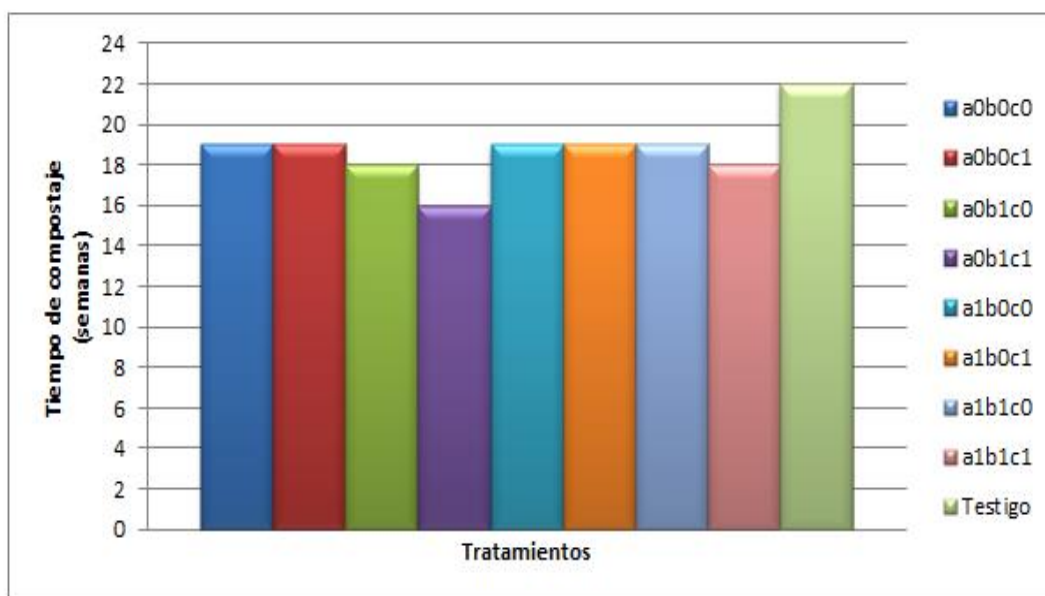


Figura A-7: Tiempo de compostaje de los diferentes tratamientos
Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

4.3 EMPLEO DEL ABONO ORGÁNICO EN CULTIVOS DE RÁBANOS

Al momento de cultivar los rábanos después de 25 días de ser sembrados se los peso, como se lo puede apreciar en la Tabla A-6.

Tabla A-6.- Peso de los rábanos sembrados con compost obtenido de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Peso de rábanos ($\mu\text{g/ml}$)			
	R1	R2	R3	Promedio
a ₀ b ₀ c ₀	32,15	33,05	32,88	32,69
a ₀ b ₀ c ₁	34,91	32,18	32,09	33,06
a ₀ b ₁ c ₀	33,45	34,87	33,14	33,82
a ₀ b ₁ c ₁	36,52	38,35	35,81	36,89
a ₁ b ₀ c ₀	33,22	33,89	31,02	32,71
a ₁ b ₀ c ₁	33,79	34,15	33,65	33,86
a ₁ b ₁ c ₀	32,28	33,64	31,99	32,64

Tratamientos	Peso de rábanos ($\mu\text{g/ml}$)			
	R1	R2	R3	Promedio
a ₁ b ₁ c ₁	35,04	33,8	33,29	34,04
Testigo	28,21	27,43	29,15	28,26
Suelo sin compost	19,13	20,51	19,48	19,71

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Figura A-6 se puede observar la variación de los pesos de rábanos que fueron cultivados en los distintos abonos orgánicos resultantes de la aplicación de los acelerantes, añadiendo al tratamiento que actuó como testigo y de igual manera a tierra cultivada.

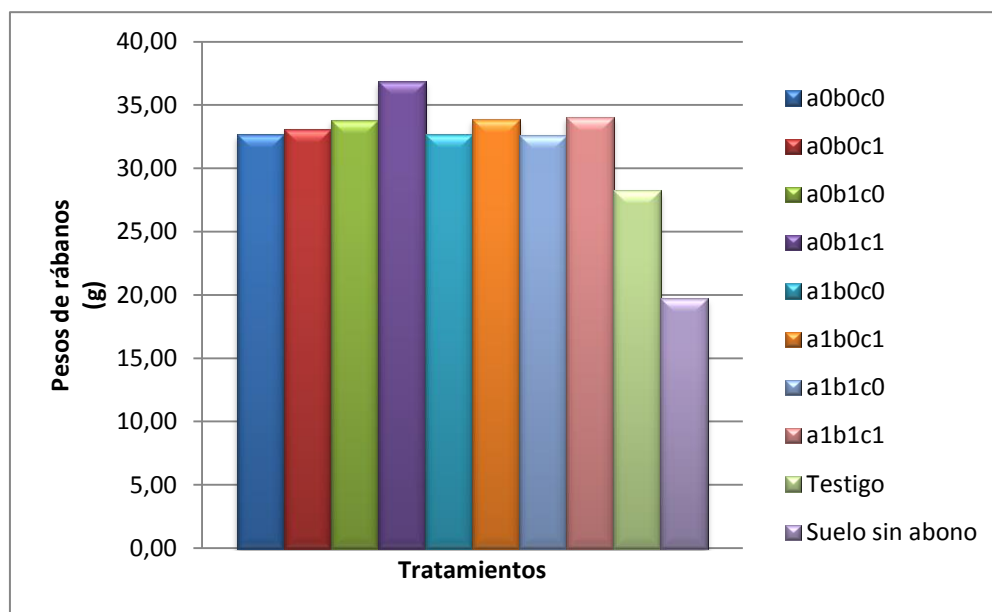


Figura A-8: Peso de rábano
Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al realizar el análisis de varianza como se lo indica en la Tabla B-9 a un nivel de confianza del 95% se evidencia que existe diferencia significativa de los factores: B (parte de la planta), C (dosificación) y de la interacción AB,

demostrando que para tener un cambio de los pesos de los rábanos influyen significativamente el tipo de acelerante y la parte de la planta.

Al utilizar las hojas de los acelerantes mejora el peso de los rábanos, que al utilizar los tallos como se lo observa en la Tabla B-10, mostrando una diferencia significativa, lo cual indica que al variar la parte de la planta existe un cambio brusco en relación al peso de los rábanos.

En la Tabla B-11 se observa que al utilizar una mayor dosificación de los acelerantes mejora el peso de los rábanos, mostrando una diferencia significativa, evidenciando que existe un cambio notorio al utilizar las dosificaciones.

Al colocar las hojas de la borraja en el proceso de compostaje genera un mayor peso de los rábanos cultivados, de igual manera pero no con tanta notoriedad sucede al colocar las hojas de la ortiga en el proceso de compostaje, mientras que al colocar los tallos ya sea de la ortiga o la borraja el peso de los rábanos no varía de la manera esperada. Siendo así las hojas de cualquiera de los dos acelerantes más efectivas que los tallos de los mismos. Como se lo evidencia en la Tabla B-12.

Al momento de utilizar las hojas de la borraja nos da un mayor promedio de los pesos de los rábanos que al utilizar el tallo de la ortiga como se lo puede apreciar en la Figura B-4.

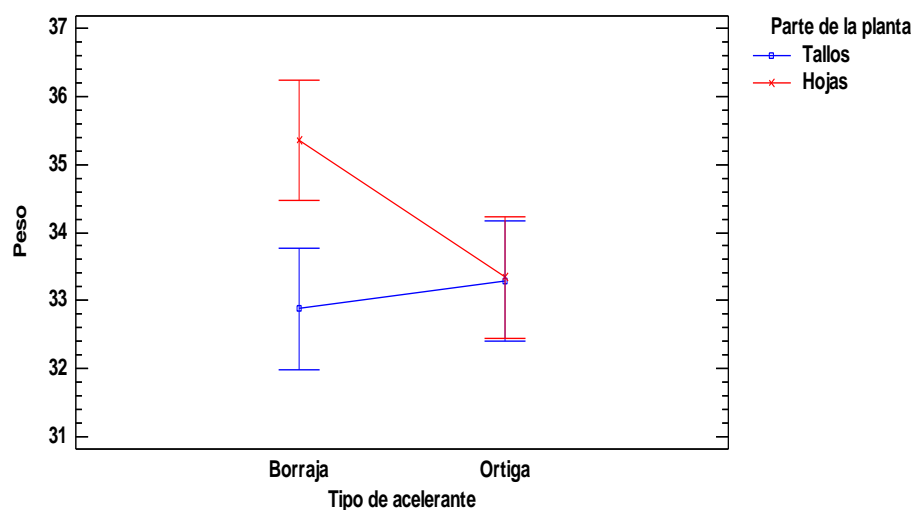


Figura B-4.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Figura B-5 se observa que al momento de aplicar a las camas de compostaje una dosificación del 10% de borraja los pesos de los rábanos son mayores que al aplicar 5% de ortiga.

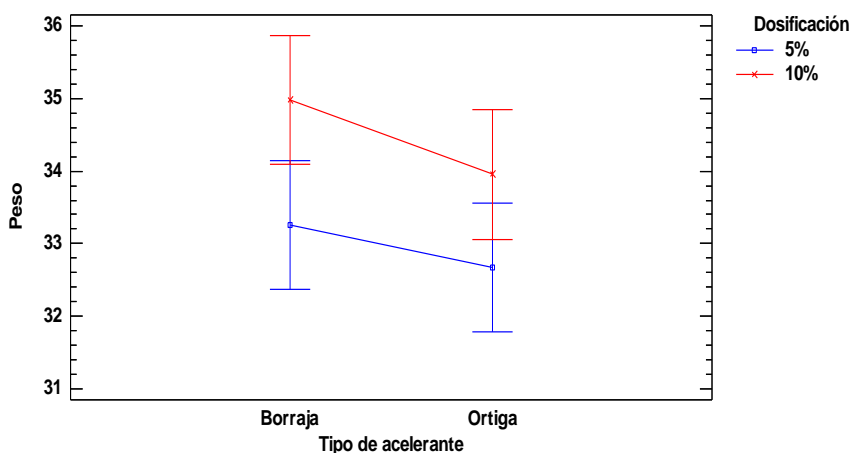


Figura B-5.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Figura B-6 se aprecia el mayor peso de rábanos al utilizar una dosificación del 10% con las hojas de los acelerantes, mientras que al utilizar una dosificación del 5% de los tallos no se observa un elevado peso de los rábanos.

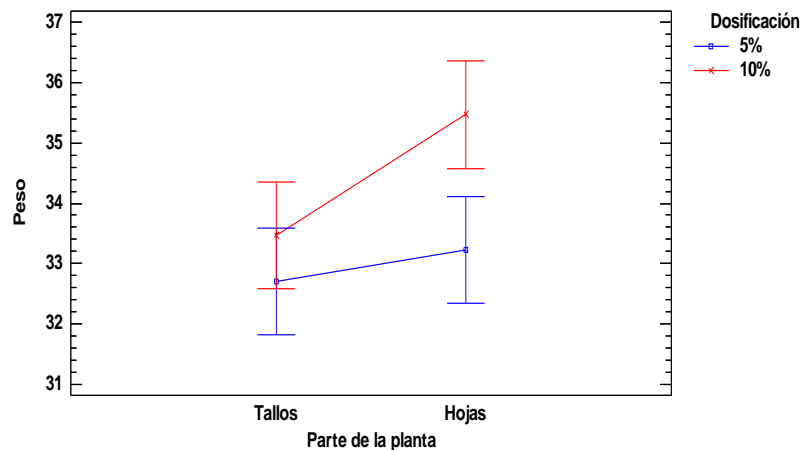


Figura B-6.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

El tratamiento que presentó un elevado peso de los rábanos fue al que se aplicaron borraja como acelerante, hojas como parte de la planta y una dosificación del 10%, el cual fue $a_0b_1c_1$.

Al momento de comparar los pesos con el testigo se observó un incremento del peso de los rábanos en un 30,43%, y al compararlos con la tarrina que contenía solamente tierra cultivada el incremento fue del 87,16%. Los pesos citados se los puede observar en la Tabla A-4

4.4 CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA TOTAL

Al realizar la cuantificación de clorofila total contenida en las hojas de los rábanos cultivados con el abono orgánico resultante de los diferentes

tratamientos se pudo observar una gran diferencia de resultados como se lo muestra en la Tabla A-7.

Tabla A-7.- Contenido de clorofila en las hojas de los rábanos

Tratamientos	Cantidad de Clorofila total ($\mu\text{g/ml}$)			
	R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	4,892	4,715	4,982	4,86
$a_0b_0c_1$	3,972	3,025	3,529	3,51
$a_0b_1c_0$	5,268	5,635	5,762	5,56
$a_0b_1c_1$	6,405	6,035	6,73	6,39
$a_1b_0c_0$	1,961	1,942	2,159	2,02
$a_1b_0c_1$	3,014	3,175	2,925	3,04
$a_1b_1c_0$	4,264	3,924	4,012	4,07
$a_1b_1c_1$	2,921	2,387	3,102	2,80
Testigo	2,655	2,033	2,054	2,25
Suelo sin compost	1,059	1,486	1,513	1,35

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Figura A-9 se observa la variación de cantidad de clorofila total de las hojas de rábanos resultantes de los diferentes tratamientos.

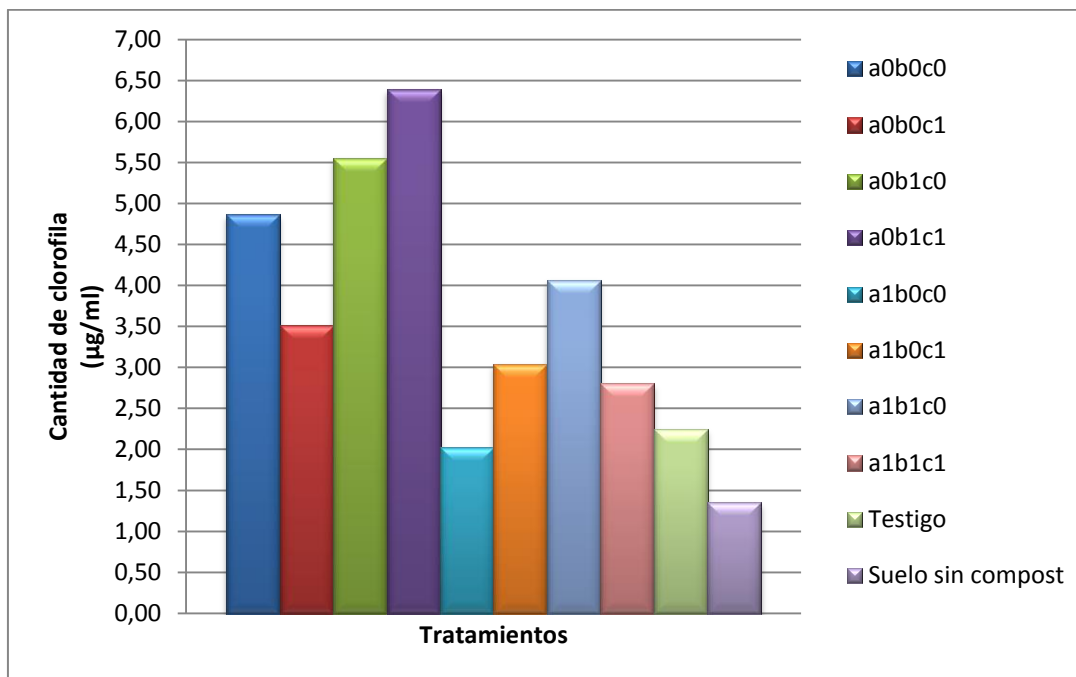


Figura A-9: Cantidad de clorofila en las hojas de rábano
Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En el análisis de varianza indicado en la Tabla B-13 se puede apreciar que existe una diferencia significativa en los factores: A (tipo de acelerante), B (Parte de la planta) y en las interacciones: AB y ABC

En la Tabla B-14 se aprecia que la borraja aporta con mayor eficiencia que la ortiga para que las hojas de los rábanos contengan mayor cantidad de clorofila, evidenciando una diferencia significativa en la prueba de comparación múltiple.

La Tabla B-15 muestra que al momento de utilizar hojas de los acelerantes en lugar de los tallos incrementa el contenido de clorofila lo cual indica que existe una diferencia significativa entre los dos niveles.

En la interpretación de la Tabla B-16 se puede apreciar que las hojas de la borraja ayudan a un mayor incremento de la clorofila, con un incremento un poco menor están los tallos de la ortiga.

En la Tabla B-17 al realizar la prueba de diferencia mínima significativa para la interacción ABC se aprecia que al aplicar las hojas de borraja en una dosificación del 10% incrementa la cantidad de clorofila contenida en las hojas de los rábanos, mientras que al colocar en las camas de compostaje los tallos de la ortiga a un 5% de dosificación no es tan eficaz como lo mencionado anteriormente..

La Figura B-7 indica que al utilizar las hojas de la borraja nos da un mayor contenido de clorofila total en las hojas de los rábanos que al aplicar las hojas de la ortiga.

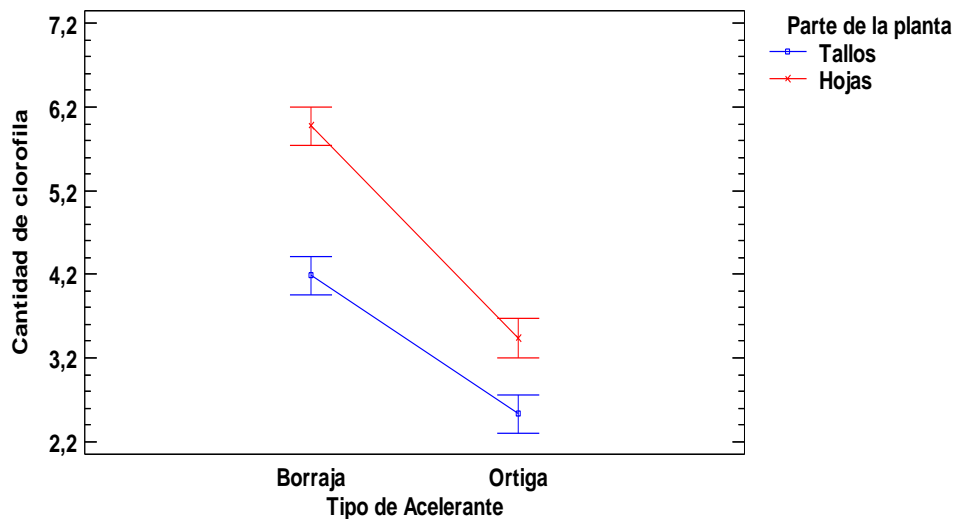


Figura B-7.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

En la Figura B-8 se observa que al utilizar la borraja en una dosificación del 10% es más eficiente para obtener mayor cantidad de clorofila que utilizar un 5% de ortiga.

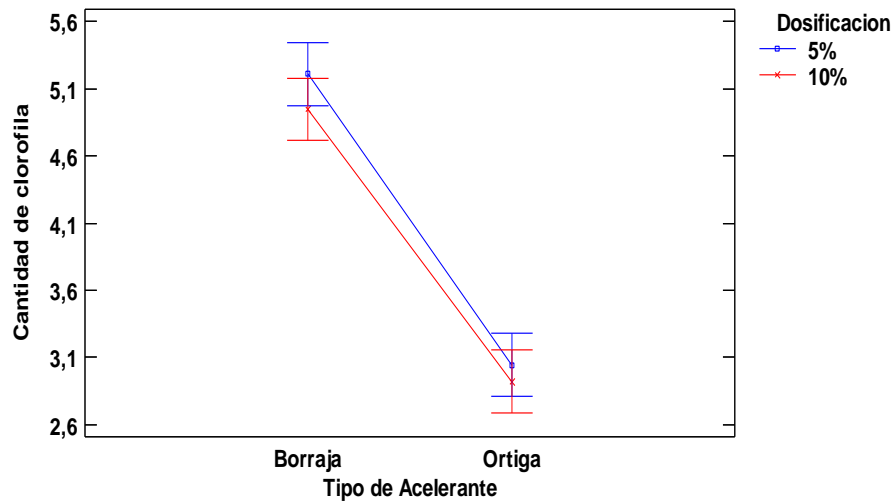


Figura B-8.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al momento de observar la Figura B-9 se evidencia que al utilizar un 10% de las hojas de los acelerantes ayuda que incremente la cantidad de clorofila, mientras que al utilizar un 5% de las hojas de los acelerantes no es de gran aportación para el incremento de la cantidad de clorofila total.

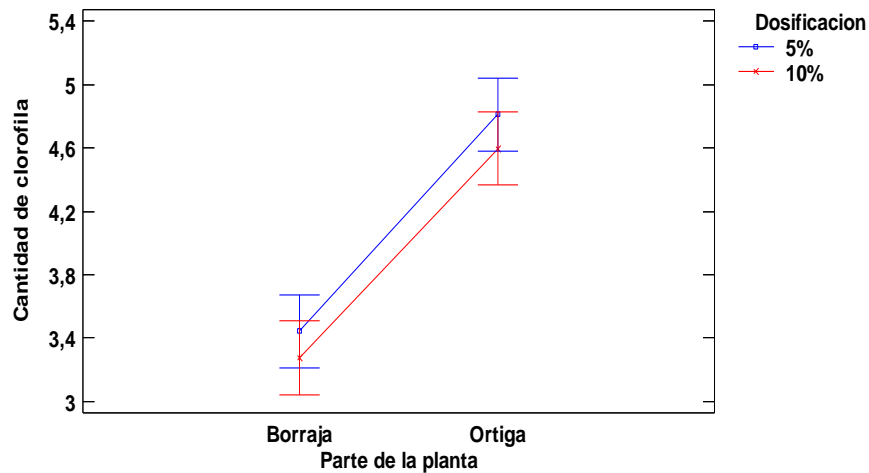


Figura B-9.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al realizar el análisis estadístico se llegó a la conclusión que el mejor tratamiento para obtener mayor cantidad de clorofila total es el a₀b₁c₁ el cual contiene hojas de borraja que fue dosificado en un 10%.

4.5 COMPARACIÓN DE MACRONUTRIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO CON EL TESTIGO

Al comparar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en los abonos orgánicos se puede llegar a la conclusión que al momento de aplicar las hojas de borraja en una dosificación del 10% incrementa la cantidad de los macronutrientes anteriormente mencionados, como se lo puede apreciar en la Tabla D-1

Tabla D-1.- Datos de nitrógeno, fósforo y potasio del mejor tratamiento y de la prueba testigo

Tratamientos	Parámetros	Datos g/100g (%)		
		R1	R2	Promedio
a ₀ b ₁ c ₁	N	2,13	2,07	2,1
	P	0,48	0,51	0,495
	K	0,94	0,84	0,89
Testigo	N	1,16	0,92	1,04
	P	0,12	0,16	0,14
	K	0,50	0,61	0,555

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al observar la Figura D-2 se evidencia un gran incremento de N, P, K al utilizar como acelerante a la borraja, en comparación a la prueba testigo a la cual no se aplicó ninguna clase de acelerante.

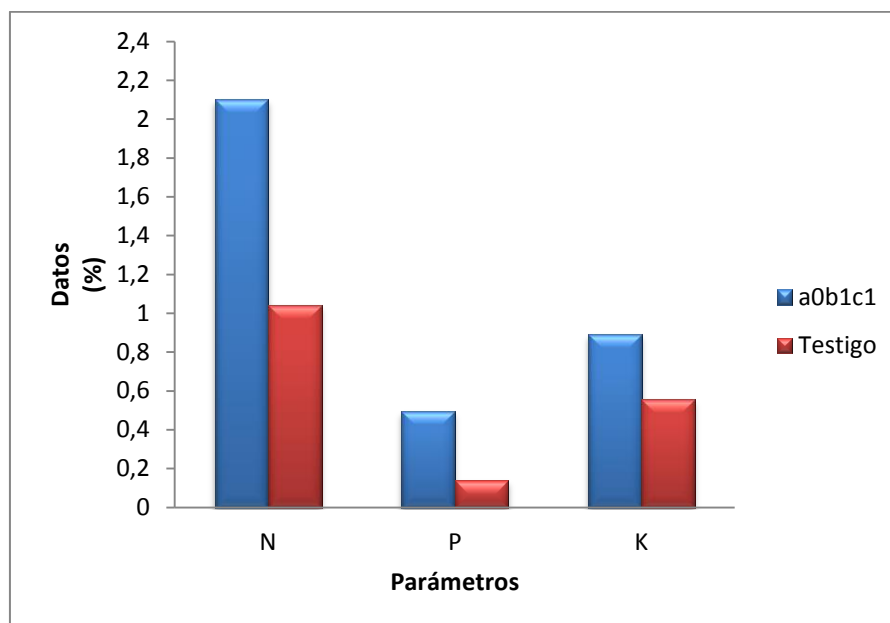


Figura D-2.- Comparación de los resultados de los nutrientes entre el mejor tratamientos y la prueba testigo.

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Al evaluar el peso y la cantidad de clorofila se compara directamente la cantidad de nitrógeno, fosforo, y potasio ya que el nitrógeno ayuda al desarrollo de las hojas y además forma parte de compuestos que son precursores de la clorofila, mientras tanto que el potasio es nutriente esencial para el desarrollo de flores, semillas y frutos, por otro lado el fosforo ayuda al desarrollo radicular de la planta.

4.6 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Después de analizar los resultados obtenidos a un nivel de confianza del 95% se determinó una diferencia significativa entre los tratamientos, así aceptando la Hipótesis alternativa que dice: “La aplicación de acelerantes disminuye el tiempo de compostaje y aporta de nutrientes al abono orgánico”, es decir el tipo de acelerante (borraja), parte de la planta (hojas) y la dosificación (10%) si

disminuye el tiempo de compostaje y aporta nutrientes al abono orgánico, este último siendo visualizado en los cultivos de rábanos en el aumento de peso de los mismos y el aumento de la cantidad de clorofila total en las hojas del mismo cultivo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- A nivel experimental se estudió los tiempos de compostaje en función del enriquecimiento del sustrato con acelerantes como: borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), obteniendo resultados satisfactorios al utilizar como acelerante las hojas borraja en una dosificación del 10% en base al peso de la materia orgánica.
- El enriquecimiento con borraja y ortiga del abono orgánico se lo demostró con el cultivo de rábanos, tomando parámetros de peso y cantidad de clorofila total después de los 25 días de ser cultivados, esto se realizó para poder observar si los nutrientes contenidos en los abonos orgánicos son asimilables por las plantas dando como pruebas positivas ya que la cantidad de clorofila y pesos de los rábanos aumentaron evidenciando un incremento de los macronutrientes (N, P, K), en vista que el nitrógeno forma parte esencial para la producción de clorofila y a su vez esta presente en la estructura química de la misma, mientras tanto que el potasio ayuda al desarrollo del fruto en este caso el rábano.
- Al analizar los datos obtenidos de la investigación mediante pruebas estadísticas dio como resultado que el tipo de acelerante, la parte de la planta a ser utilizado como acelerante, y la dosificación del acelerante influyen significativamente en el tiempo de compostaje, en la cantidad de clorofila, por lo cual se realizó la prueba de comparación múltiple (Tukey) a un nivel del 95% de confianza, la cual determinó el mejor tratamiento. Siendo que el tipo de acelerante que debe ser utilizado es la borraja, la parte del acelerante a ser empleado son las hojas y la dosificación adecuada es

10% en base al peso de la materia orgánica para obtener un menor tiempo de compostaje y una mayor cantidad de clorofila en las hojas de los rábanos.

- El proceso de compostaje se realizó de manera adecuada observando las distintas fases de temperatura (mesófila, termófila, enfriamiento y maduración) bien marcadas y la incidencia de los microorganismos en la degradación de la materia orgánica en cada una de las fases.
- El proceso de compostaje no desprendió malos olores, esto gracias a la buena aireación, correcto porcentaje de humedad; evidenciado así que el proceso fue aerobio, además la acción de los actinomicetes de generar un olor a tierra fue eficiente ya que el producto final dio un olor característico a tierra de bosque.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos durante el proceso de compostaje para aislar y caracterizar los microorganismos presentes en cada fase.
- Establecer la fase en la cual las enzimas encargadas de la degradación de la materia orgánica incrementan su actividad.
- Realizar un análisis foliar de las plantas (borraja, ortiga) a ser utilizadas como acelerantes en la investigación para determinar la cantidad de nutrientes en los tejidos vegetales.
- Realizar un análisis proximal de nutrientes de los rábano obtenidos del cultivo, para verificar el incremento de los macronutrientes (N, P, K) en el abono orgánico obtenido de la investigación.

- Utilizar sustratos que se degraden con facilidad, en vista de que si son de una degradación lenta y difícil el proceso se puede volver anaerobio y empezar a actuar microorganismos que causan un proceso de putrefacción.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Plantear una formulación para la elaboración de un abono orgánico, cuyo tiempo de compostaje sea reducido y enriquecido nutritivamente

Título: “Aplicación de hojas de borraja (*Borago officinalis*) en el proceso de compostaje para incrementar el contenido nutritivo del abono orgánico y su aplicación en diferentes alimentos para un mejor rendimiento y mayor aporte nutricional”.

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, carrera de Ingeniería Bioquímica

Beneficiarios:

- Comunidad Científica
- Agricultores de la Provincia de Tungurahua
- La ciudadanía, al observar la disminución de los residuos sólidos urbanos (RSU)

Director del Proyecto: Químico Lander Pérez

Personal Operativo: Egdo. Guido Paredes

Ubicación: Ambato – Ecuador

Tiempo estimado de duración: 1 año 4 meses

Costo: \$ 1900

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El manejo de los residuos sólidos urbanos representa un tema complicado para toda administración municipal a nivel mundial; la problemática de los residuos sólidos se establece por la capacidad limitada del medio ambiente para acoger la progresiva generación de los mismos y por la gradual disminución de la disponibilidad de los recursos (Muñoz, 2008; Tamayo, 2009).

En el Ecuador se reportan problemas de manejo de la basura desde hace 188 años. El mariscal Antonio José de Sucre, para solucionarlos dictó una ordenanza el 19 de agosto de 1822 que exigía la limpieza de la ciudad y privatizaba el servicio, sin embargo no se indica el método de disposición final de la basura (Collazos, 2008).

Armas (2006) señala que la problemática de la gestión de residuos resulta un problema complejo en el cual se integran conceptos ambientales, económicos, institucionales, sociales y políticos. Los residuos sólidos urbanos se definen como el conjunto de componentes y/o etapas desde la generación de los residuos por parte de cada uno de los habitantes, su recolección (por contenedores, puerta a puerta), su transporte (para aquellas ciudades donde existen plantas de transferencia), los diferentes tratamientos (plantas de separación y acondicionamiento de reciclables) y la disposición final.

Según Atlas (2002), “la fabricación de abonos orgánicos a partir de basura orgánica parece ofrecer una alternativa atractiva a los vertederos para la descomposición de residuos sólidos domésticos y agrícolas. Comparado con otros métodos de eliminación alternativos, la fabricación de abonos orgánicos tiene ventajas ambientales considerables”.

La adición de MO puede favorecer el desarrollo radical tanto en forma directa como indirecta. La aplicación de enmiendas orgánicas estimula la producción de raíces finas (Vance y Nadkarni 1992, Tufekcioglu et al. 1999, He et al. 2000,

Vega et al. 2005), lo que favorece la absorción de nutrientes. Indirectamente, los abonos orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas del suelo, como la estructura y la densidad aparente, mediante un efecto floculante propio de la MO. Esto mejora el movimiento del aire, el agua y los nutrientes; lo que permite incrementar el crecimiento y la penetración radical. Las enmiendas orgánicas también pueden aumentar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y favorecer la proliferación de microorganismos benéficos (Bovi et al. 1999, Molina 2000, Vega et al. 2005).

Una aplicación de los abonos orgánicos es la del incremento de los nutrientes en los alimentos, para lo cual se debe tener un abono orgánico rico en nutrientes. Con lo cual se llegaría a disminuir índices de desnutrición, así mejorando la calidad de vida.

En el Ecuador casi 371.000 niños menores de cinco años sufren de desnutrición crónica, los niños indígenas, con tan solo el 10% de la población, constituyen el 20% de niños con desnutrición crónica (Nutrinet, s/f).

Encuestas realizadas por el Ministerio de Salud y el IEC revelaron que de cada cuatro niños en el Ecuador por lo menos uno sufre de desnutrición crónica (El Comercio, 2013).

Ecuador tiene como objetivo erradicar la desnutrición crónica infantil hasta 2017. La tasa de desnutrición en niños y niñas menores de 5 años disminuyó en un 18%, en los últimos 20 años. Datos informativos del Observatorio de los Derechos de la Niñez y Adolescencia (ODNA) indican que en la década de los ochenta la desnutrición registró un 41% del total de la población infantil, mientras que en 2011 disminuyó al 23% y en 2012 al 22%.

“Una adecuada nutrición incide directamente en el crecimiento, fortalecimiento del sistema inmunológico y mejoramiento de la capacidad cognitiva de los niños y niñas. Una buena nutrición permite que durante la niñez mejore el rendimiento

escolar y que en la edad adulta se cuente con personas activas, capaces y productivas” (Andes, 2013).

6.3 JUSTIFICACIÓN

El estudio de la “Evaluación del efecto de borraja (*Borago officinalis*) y ortiga (*Urtica dioica*), como acelerante y enriquecedor nutritivo en el proceso de compostaje” da pie a nuevas investigaciones que serán beneficiosas para la ciudadanía en varios aspectos tales como reducción del tiempo de compostaje y a su vez emplear sus residuos domésticos en el proceso del mismo.

Al momento de la aplicación del abono orgánico obtenido en cultivos de rábano se evidencio un incremento del peso y también en la cantidad de clorofila por lo cual puede darle a las plantas un mayor contenido nutricional, que al ser cultivadas como se lo ha hecho convencionalmente.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo General

- Aplicar el abono orgánico enriquecido a diferentes cultivos, para estudiar el efecto de los alimentos en el contenido nutricional

6.4.2 Objetivos específicos

- Comprobar si la aplicación del abono orgánico enriquecido aumenta el contenido de nutrientes en los alimentos.
- Determinar si la aplicación del abono orgánico enriquecido mejora el rendimiento de los alimentos.
- Establecer una dosificación adecuada para la aplicación al terreno al cual se va a cultivar.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de la propuesta “Aplicación de hojas de borraja (*Borago officinalis*) en el proceso de compostaje para incrementar el contenido nutritivo del abono orgánico y su aplicación en diferentes alimentos para un mejor rendimiento y mayor aporte nutricional”. Posee un carácter tecnológico, debido a que con el estudio del mismo se puede implementar nuevas técnicas para brindar un mayor rendimiento a los cultivos, y aportar con mayor cantidad de nutrientes a los alimentos por medio del abono orgánico enriquecido, así reduciendo los niveles de mala nutrición, con lo cual es una gran apertura para obtener mayor número de alimentos con gran aporte nutritivo.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS 2009) Libro VI Anexo 2 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS sección 4.3 Norma técnica de evaluación agrológica del suelo.

El ente encargado de la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Ambato es la Empresa Pública Municipal para la Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato (EPM-Gidsa), cuya orientación es la provisión equitativa a toda la población, de las condiciones mínimas de calidad, continuidad y cobertura de los servicios de limpieza y aseo, mejorando así las condiciones de bienestar y contribuyendo de manera integral con otras acciones que involucra a los varios sectores ciudadanos, en la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria, Título 1

Artículo 1. Finalidad.- Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de

alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente. El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agrobiodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley.

6.7 METODOLOGÍA

Tabla 5: Modelo Operativo - Plan de Acción

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Formulación de la propuesta	Disminuir los índices de desnutrición	Charlas informativas y formativas a campesinos de la provincia de Tungurahua	Ministerio de Salud Médicos Agricultores	Humanos Económicos	500	6 meses
Desarrollo preliminar de la propuesta	Recolección de la materia prima	Recolección de RSU y borraja	Ciudadanía Personal capacitado	Humanos Económicos	200	1 mes
Implementación de la propuesta	Elaboración del abono orgánico	Descomposición de los RSU con la ayuda de borraja	Investigadores	Humano Económicos	200	6 meses
	Siembra de alimentos	Elegir el alimento a ser sembrado	Agricultores Investigadores	Humano Económicos		2 meses

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
Evaluación de la propuesta	Alimento enriquecido con Nutrientes	Análisis de contenido nutricional del alimento sembrado	Investigadores Técnicos de laboratorio	Humano Económico	1000	1 mes

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

6.8 ADMINISTRACIÓN

Tabla 6: Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Planteamiento de una metodología para incrementar la cantidad de macronutrientes en los alimentos.	Falta de información sobre técnicas para el empleo de abonos orgánicos, que ayudan a aumentar la cantidad de macronutrientes en los alimentos.	La aplicación de abonos orgánicos en los sembríos ofrecen un incremento de los macronutrientes (N, P, y K). Determinar que la aplicación del abono orgánico enriquecido mejora contenido de macronutrientes en los cultivos.	Elaboración del abono orgánico enriquecido Seguimiento de parámetros de control (humedad, pH, temperatura). Aplicación del abono orgánico al suelo Siembra de los alimentos.	Investigadores: Egdo. Guido Paredes Químico Lander Pérez

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla 7: Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Sector de la investigación científica• Pequeños y medianos agricultores.• Ciudadanía
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Proporciona información de nuevas tecnologías, para la obtención y aplicación de fertilizantes orgánicos.• Información sobre el posible incremento de los macronutrientes en los alimentos
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Para dar soluciones viables y sustentables a problemas comunes en la agricultura y en la alimentación
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Incremento de los macronutrientes (N, P y K) en los alimentos• Calidad del abono orgánico
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none">• Tutor• Director del proyecto• Calificadores

Preguntas Básicas	Explicación
¿Cuándo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el proceso de compostaje • Después de la cosecha
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante técnicas e instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante programas de análisis estadísticos • Tablas comparativas • Normas establecidas

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

AHMAD, E.; PAYAM, M.; HOSSEIN, A. 2010. Effect of planting dates and compost on mucilage variations in borage (*Borago Officinalis*) under different chemical fertilization system. Islamic Azad University. Iran.

ANDES. 2013. Ecuador tiene como objetivo erradicar la desnutrición crónica infantil hasta el 2017.

Disponible en:

<http://www.andes.info.ec/es/no-pierda-sociedad/ecuador-tiene-objetivo-erradicar-desnutricion-cronica-infantil-hasta-2017.html> (15/04/2014).

APROBORCA. 2011. Reseña histórica del abono orgánico a nivel mundial.

Disponible en:

http://aproborca.blogspot.com/2011/04/resena-historica-de-los-abonos_5234.html (10/02/2014)

ARMAS S, 2006. Breve acercamiento a la realidad de los residuos sólidos y su disposición final en el Distrito Metropolitano de Quito. Disponible

en:

http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDoQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.camaraconstruccionquito.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D21%26Itemid%3D58%26lang%3Des&ei=H8UhUevdOs90QHJyIFo&usg=AFQjCNFEAUikhLyP6koShj7t_IKut9g-LA&bvm=bv.42553238,d.dmQ

ATLAS, R.; BARTHA, R. 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental Madrid: Prentice Hall. 58 pp.

AZZA, A. 2010. EFFECT OF FLOUR NETTLE IN THE PROCESS OF COMPOSTING. Dokki-Cairo-Egypt.

BOULTER, J.; BOLAAND, G.; TREVORS, J. 2000. Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology 16. 115-134

BOVI, M.; SPIERING, S.; BARBOSA, A. 1999. Densidade radicular de progênies de pupunheira em função de adubação de NPK. Horticultura Brasileira 17(3): 186–193.

CARRIELLO, M.; CASTAÑEDA, L.; RIOBO, I.; GONZALES, J. 2007. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos. Universidad Nacional de Entre Ríos. Paraná-Argentina.

COLLAZOS, H. 2008. Diseño y operación de rellenos sanitarios. Tercera Edición. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 240 pp. ISBN: 978-958-8060-73-6.

DOBLES, C.; ZÚÑIGA, M.; y GARCÍA, J. 1998. Investigación en educación: procesos, interacciones y construcciones. San José: EUNED.

Don, Monty. (2008). Comfrey for compost: The superfood for plants
Consultado en: <http://www.dailymail.co.uk/home/article-1048976/Comfrey-compost-The-superfood-plants.html> (15/04/2014).

DUKE, J. 1998. La farmacia natural. Editorial Prevention. Estados Unidos. Pp. 540.

ECOAGRICULTOR. 2013. La ortiga y sus propiedades medicinales. Disponible en:
<http://www.ecoagricultor.com/2013/02/la-ortiga-y-sus-propiedades-medicinales/>
(11/02/2014).

EL COMERCIO. 2013. Preocupante informe sobre desnutrición en niños.
Disponible en:
http://www.elcomercio.com.ec/salud/Ecuador-desnutricion-ninos-salud-ministerio_0_1049895244.html (15/04/2014).

FONNEGRA, R.; JIMENEZ, S. 2007. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. Pp. 355.

HERRMANN, R.; SHANN, J. 1997. Microbial community changes during the composting of municipal solid waste. *Microbial Ecology* 33. 78-85.

HOOGESTGER, C. 1994. Uso de plantas medicinales. Quinta Edición. Editorial Arbol. Colombia. Pp. 166.

HUNTER, D. s/f. Los minerales esenciales para el crecimiento de las plantas.

Disponible en:

http://www.ehowenespanol.com/minerales-esenciales-crecimiento-plantas-sobre_260286/ (11/02/2014)

JIMENEZ, E.; GARCIA, V. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity. A review. *Biological Wastes* 27. 115-142.

LARA F. y PIEDRA J. 2009. ISO 14001 Medio Ambiente. Art. 3; BSI,

Disponible en:

<http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemasde-Gestion/Normas-y-estandares/> /, (15/04/2014).

MOLINA, E. 2000. Manual de suelos y nutrición de pejibaye para palmito. San José, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo 42 pp.

MUÑOZ, M. 2008. Manual de manejo de residuos sólidos urbanos. Programa de apoyo a la gestión descentralizada de los recursos naturales en las tres provincias del norte del Ecuador – PRODERENA. Quito. Impremedios S.A. 150 pp.

NUTRINET. s/f. Las cifras de la desnutricion en Ecuador.

Disponible en:

<http://ecuador.nutrinet.org/ecuador/situacion-nutricional/58-las-cifras-de-la-desnutricion-en-ecuador> (15/04/2014).

LARA, A. 2000. Diseño estadístico de experimentos, Analisis de varaianza y temas relacionados: Tratamiento informetico mediante SPSS. Proyecto sur de ediciones.

Disponible en:

<http://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practica7/ArchivosAdjuntos/Factorial%20tres%20factores.pdf> (15/14/2014).

TAMAYO, G. 2009. Estudio inicial de la generación de residuos sólidos en el cantón Ambato. Quito. 103 pp. Tesis (Ingeniero Ambiental). Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

TUFEKCIOGLU, A.; RAICH, J.; ISENHART, T.; SCHULTZ, R. 1999. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. *Agroforestry Systems* 44: 163-174.

VAL, J.; HERAS, L.; MONGE, E. 1985. Nuevas ecuaciones para la determinación de pigmentos fotosintéticos en acetona. Estacion experimental de Aule Dei. Zaragoza-España.

VANCE, E.; NADKARNIN, M. 1992. Root biomass distribution in a moist tropical mentane forets. *Plant and soil* 142: 31-39.

VEGA, F.; BOVI, M.; GODOY, JR.; BERTON, R. 2005. Lodo de esgoto e sistema readicular da pupunheira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 59-268.

WU, L.; MA, L.; MARTINEZ, G. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. J Environ Qual 29. Pp 424 – 429.

ANEXO A

RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A-1.- Temperaturas tomadas en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos

TIEMPO DE COMPOSTAJE (Semanas)	TRATAMIENTOS								
	$a_0b_0c_0$	$a_0b_0c_1$	$a_0b_1c_0$	$a_0b_1c_1$	$a_1b_0c_0$	$a_1b_0c_1$	$a_1b_1c_0$	$a_1b_1c_1$	Testigo
1	20	22	20	21	22	20	21	20	20
2	20	25	25	24	25	20	27	28	20
3	22	23	23	55	27	45	55	58	22
4	28	25	28	62	52	57	58	58	21
5	55	53	58	63	56	53	45	50	21
6	58	55	60	60	54	45	41	47	25
7	54	48	49	41	48	44	37	44	28
8	55	51	41	42	50	45	35	44	28
9	53	48	43	41	49	44	33	42	42
10	49	46	42	42	45	43	30	40	44
11	48	41	42	34	42	37	27	37	42
12	45	35	44	27	35	35	27	32	44
13	43	25	28	25	32	29	25	27	48
14	44	27	29	22	27	27	25	25	44
15	42	25	25	22	26	25	24	25	42
16	25	26	23	22	25	24	24	23	28
17	24	22	23	22	23	22	23	23	26
18	24	22	23	22	23	22	23	23	26
19	24	22	23	22	23	22	23	23	27
20	24	22	23	22	23	22	23	23	25
21	24	22	23	22	23	22	23	23	23
22	24	22	23	20	23	22	23	23	23

a_0 Borraja

b_0 Tallo

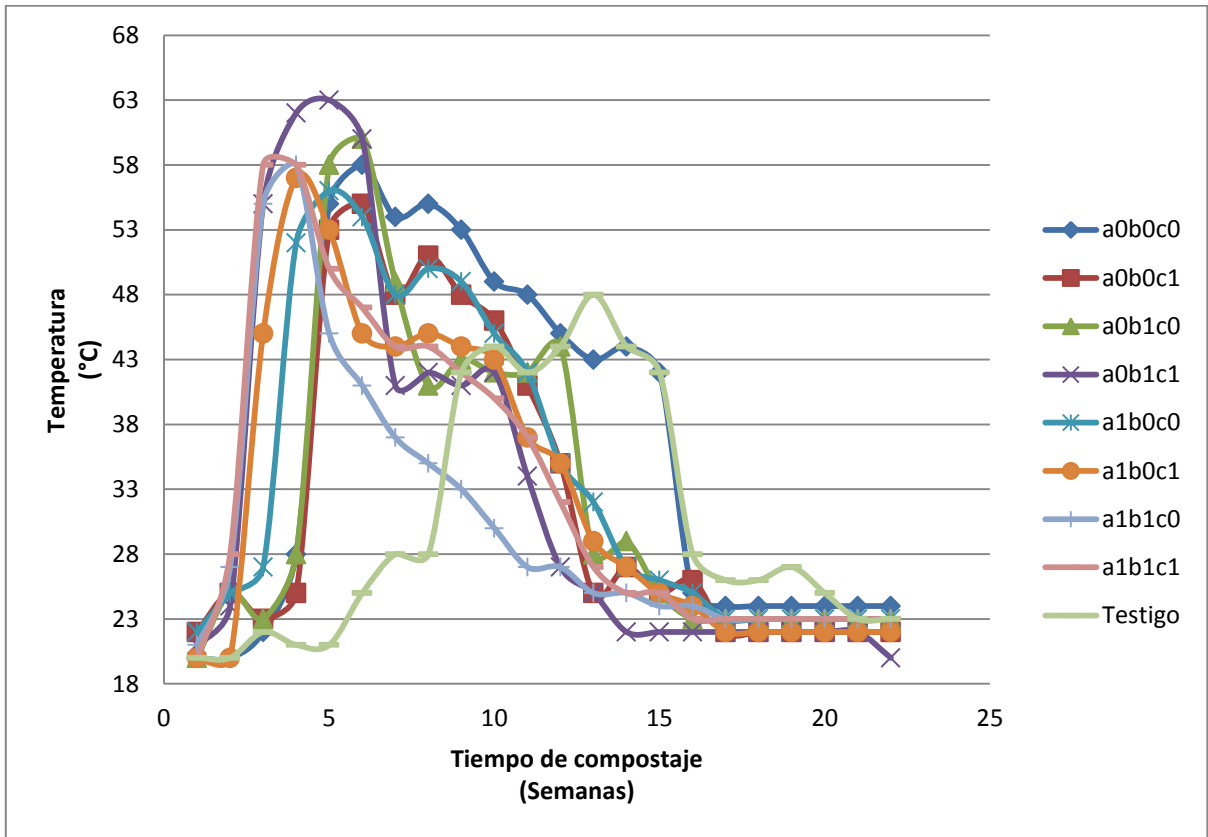
c_0 5%

a_1 ortiga

b_1 Hojas

c_1 10%

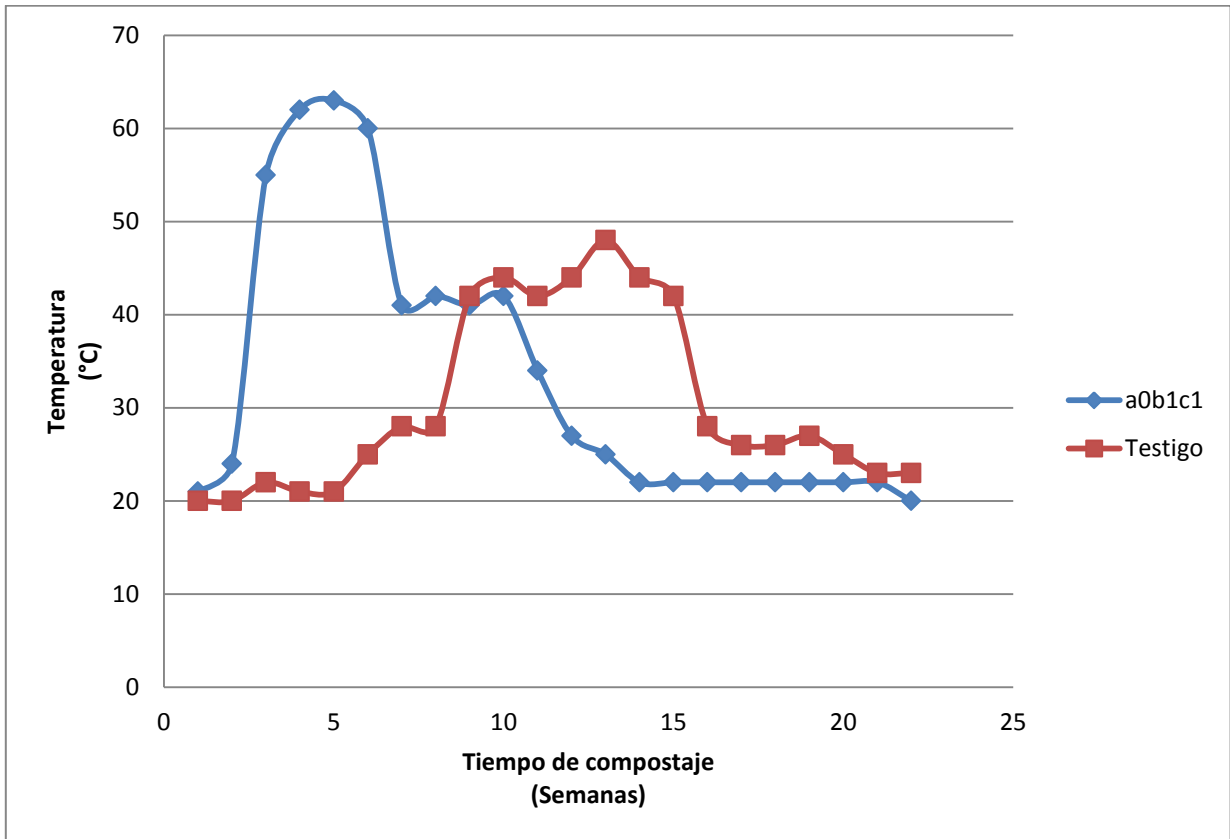
Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Figura A-1: Evolución de la temperatura en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-2: Comparación de la evolución de la temperatura en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla A-2.- Datos de humedades tomados durante el proceso de compostaje

Tiempo (semanas)	Tratamientos																	
	$a_0b_0c_0$		$a_0b_0c_1$		$a_0b_1c_0$		$a_0b_1c_1$		$a_1b_0c_0$		$a_1b_0c_1$		$a_1b_1c_0$		$a_1b_1c_1$		Testigo	
	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2	Repli ca 1	Repli ca 2
1	62,00	63,06	62,34	59,88	60,63	62,61	62,17	61,02	61,79	59,22	63,77	62,60	61,77	60,74	60,37	58,74	62,54	60,54
2	62,00	63,06	61,34	60,88	59,63	60,61	61,17	59,02	60,79	60,22	62,77	62,60	60,77	58,74	59,37	58,74	62,54	58,54
3	60,33	61,53	59,86	57,03	59,55	57,29	58,25	57,04	59,54	59,61	57,43	57,66	59,39	58,41	57,06	59,10	57,48	58,30
4	59,81	59,88	59,16	57,41	56,66	57,26	56,04	56,33	56,46	57,74	57,20	57,29	56,21	55,04	56,31	55,33	55,71	57,17
5	60,01	59,53	58,08	54,38	54,19	55,93	55,60	55,34	55,39	55,08	54,57	54,97	53,50	55,24	55,50	54,76	53,80	55,57
6	58,45	58,15	57,89	51,22	53,30	53,63	53,79	51,19	51,11	52,90	51,15	51,74	53,39	51,42	52,01	53,12	51,71	51,14
7	58,48	58,21	57,62	51,85	51,67	51,18	51,82	50,51	50,93	51,37	50,58	50,40	50,28	51,84	50,00	50,48	50,48	50,51
8	60,66	56,95	57,63	50,85	48,86	49,06	48,84	49,00	48,46	50,36	48,43	49,61	50,80	49,07	50,42	48,57	48,99	50,31
9	58,44	55,08	54,63	46,31	47,82	46,58	48,29	48,34	48,31	47,03	48,95	48,73	47,70	46,84	48,10	47,30	46,88	47,80
10	56,48	53,80	52,95	44,57	44,10	46,34	44,76	44,82	44,10	44,23	46,37	45,89	45,82	46,83	44,40	44,95	45,79	45,57
11	52,12	53,24	50,43	42,04	41,02	44,11	43,15	41,84	41,93	41,95	43,57	42,76	44,16	44,55	41,91	44,42	42,59	41,58
12	49,72	51,31	50,88	43,65	43,24	41,71	42,72	43,96	42,50	41,47	44,06	43,45	42,66	43,92	42,38	41,49	42,56	41,02
13	47,24	49,34	48,25	42,27	41,61	42,36	38,02	40,53	41,24	40,54	42,28	42,73	43,37	42,15	41,21	40,13	42,17	41,00
14	44,89	48,19	45,49	42,79	41,70	40,82	38,17	39,63	40,41	41,94	41,42	41,80	42,17	41,97	41,30	40,76	42,81	41,12
15	42,80	45,60	43,08	39,59	39,32	41,18	38,18	39,06	40,64	40,05	39,23	40,79	43,22	40,92	41,77	40,53	41,98	40,94
16	39,36	44,79	40,30	40,69	39,08	38,84	-	39,40	40,78	40,74	38,40	40,22	43,43	38,55	39,35	39,13	42,74	41,53
17	38,30	41,60	41,08	40,87	39,39	38,11	-	-	39,38	39,89	39,79	40,31	41,65	38,86	38,17	39,09	41,73	41,40
18	38,25	39,89	40,12	40,07	-	38,42	-	-	38,22	40,11	38,53	39,87	41,97	38,91	38,17	39,03	41,87	40,57
19	38,42	39,82	40,46	-	-	-	-	-	38,01	40,78	38,53	39,48	41,74	-	-	-	39,94	41,24
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,88	41,23
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,03	40,70
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,97

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

Tabla A-3.- Datos promedio de humedades tomados durante el proceso de compostaje

TIEMPO (Semanas)	TRATAMIENTOS								
	a ₀ b ₀ c ₀	a ₀ b ₀ c ₁	a ₀ b ₁ c ₀	a ₀ b ₁ c ₁	a ₁ b ₀ c ₀	a ₁ b ₀ c ₁	a ₁ b ₁ c ₀	a ₁ b ₁ c ₁	Testigo
1	62,53	61,11	61,62	61,60	60,51	63,19	61,25	59,56	61,54
2	62,53	61,11	60,12	60,10	60,51	62,69	59,75	59,06	60,54
3	60,93	58,45	58,42	57,65	59,58	57,55	58,90	58,08	57,89
4	59,84	58,28	56,96	56,18	57,10	57,25	55,63	55,82	56,44
5	59,77	56,23	55,06	55,47	55,23	54,77	54,37	55,13	54,68
6	58,30	54,56	53,46	52,49	52,00	51,44	52,40	52,56	51,43
7	58,35	54,73	51,43	51,17	51,15	50,49	51,06	50,24	50,49
8	58,80	54,24	48,96	48,92	49,41	49,02	49,94	49,50	49,65
9	56,76	50,47	47,20	48,32	47,67	48,84	47,27	47,70	47,34
10	55,14	48,76	45,22	44,79	44,16	46,13	46,33	44,68	45,68
11	52,68	46,23	42,57	42,50	41,94	43,16	44,36	43,16	42,08
12	50,51	47,27	42,47	43,34	41,99	43,76	43,29	41,94	41,79
13	48,29	45,26	41,98	39,27	40,89	42,51	42,76	40,67	41,59
14	46,54	44,14	41,26	38,90	41,17	41,61	42,07	41,03	41,96
15	44,20	41,34	40,25	38,62	40,35	40,01	42,07	41,15	41,46
16	42,07	40,49	38,96	39,40	40,76	39,31	40,99	39,24	42,13
17	39,95	40,97	38,75	-	39,63	40,05	40,25	38,63	41,56
18	39,07	40,09	38,42	-	39,16	39,20	40,44	38,60	41,22
19	39,12	40,46	-	-	39,39	39,00	41,74	-	40,59
20	-	-	-	-	-	-	-	-	40,55
21	-	-	-	-	-	-	-	-	39,87
22	-	-	-	-	-	-	-	-	40,97

a₀ Borraja

b₀ Tallo

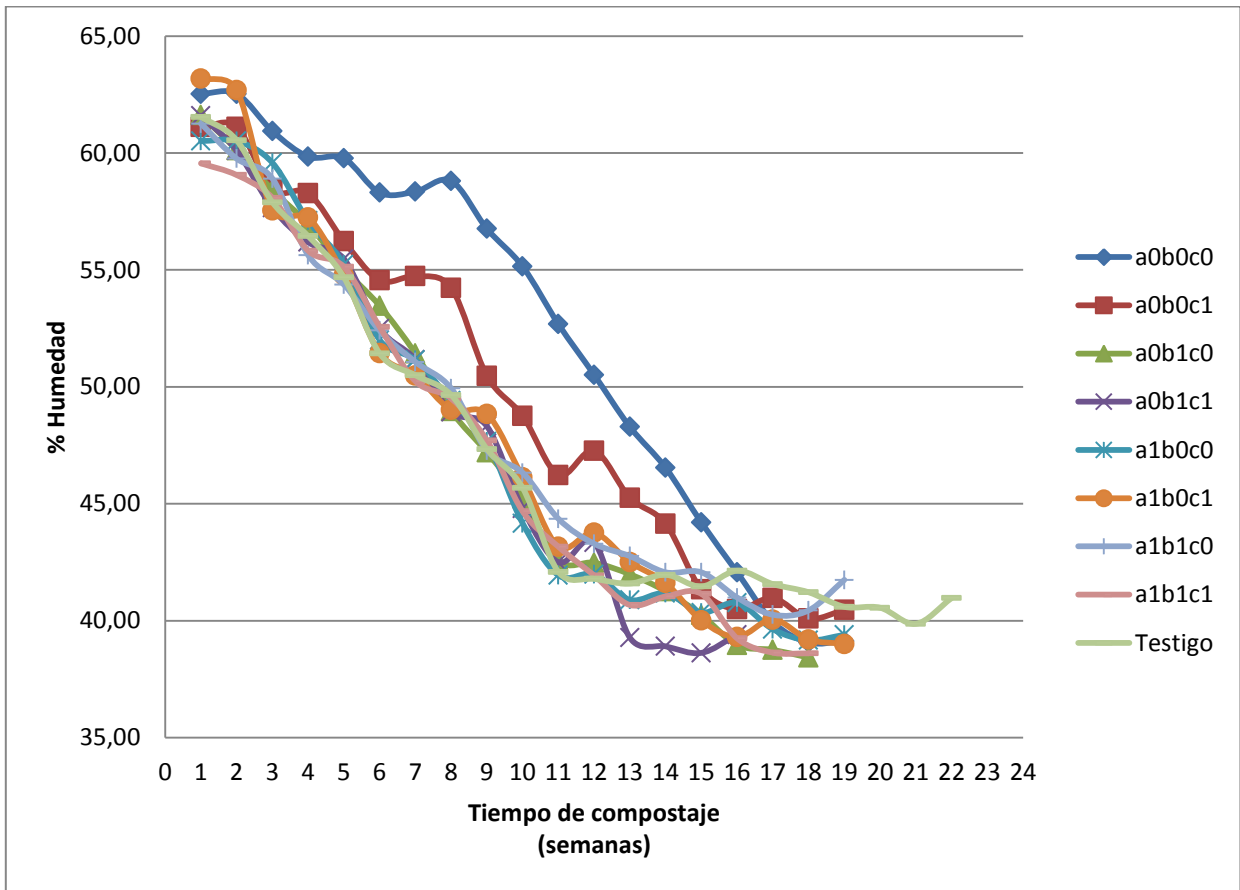
c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

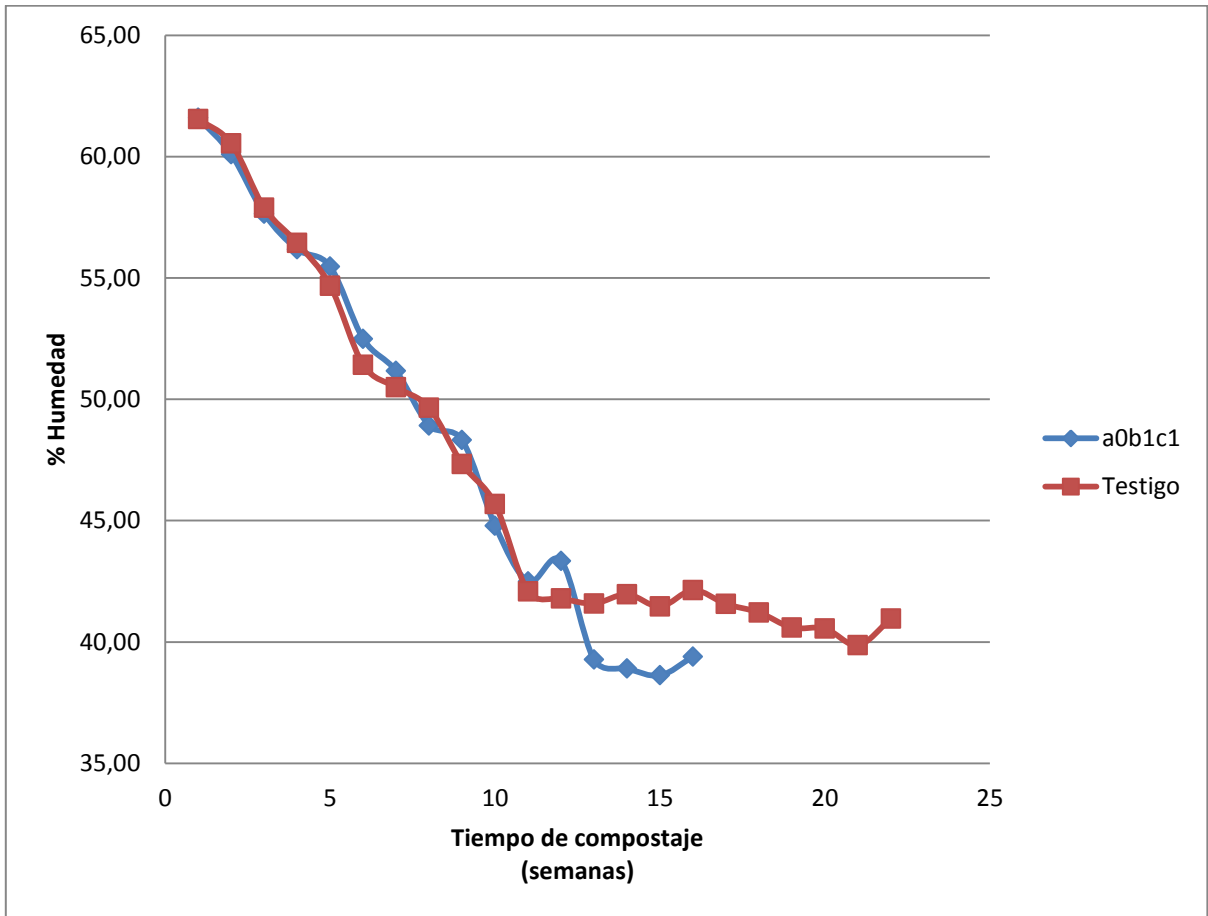
a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-3.- Evolución del % de humedad de las diferentes camas de compostaje

Elaborado por: Guido Paredes, 2014



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-4.- Evolución del % de humedad del mejor tratamiento comparado con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014

Tabla A-4.- pH tomados en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos

TIEMPO DE COMPOSTAJE (Semanas)	TRATAMIENTOS								
	a ₀ b ₀ c ₀	a ₀ b ₀ c ₁	a ₀ b ₁ c ₀	a ₀ b ₁ c ₁	a ₁ b ₀ c ₀	a ₁ b ₀ c ₁	a ₁ b ₁ c ₀	a ₁ b ₁ c ₁	Testigo
1	5,8	6,2	6,0	5,6	5,9	6,4	6,1	5,2	5,9
2	5,2	5,6	4,9	4,9	4,7	5,1	4,8	4,1	5,2
3	5,9	6,9	5,5	5,4	5,5	5,3	5,1	4,4	6,7
4	6,6	8,1	6,3	6,2	6,7	6,5	5,7	5,7	7,3
5	7,4	8,0	7,4	7,0	7,2	6,9	6,4	5,9	7,0
6	7,8	8,1	7,9	7,2	7,6	7,2	7,2	6,3	7,4
7	8,5	8,1	8,2	7,5	7,7	7,1	7,4	6,6	8,1
8	8,3	7,4	8,5	7,8	8,1	7,4	7,5	7,1	7,9
9	7,9	7,8	8,2	7,6	8,3	7,3	7,9	7,4	8,0
10	8,1	8,5	7,9	7,4	8,5	7,6	8,2	7,7	7,9
11	8,0	8,3	7,7	7,6	8,2	7,7	8,4	7,5	8,1
12	8,2	7,8	8,1	7,2	8,0	7,5	8,1	7,9	8,0
13	8,2	7,6	8,1	7,3	7,8	7,9	7,9	8,1	8,1
14	8,3	7,4	8,0	7,5	8,1	8,1	8,0	8,4	8,1
15	8,0	7,6	7,7	7,3	8,0	8,0	7,7	7,9	8,0
16	7,9	7,4	7,5	7,4	7,7	8,2	7,9	7,7	7,9
17	8,0	7,8	7,4	7,3	7,9	7,8	8,0	7,9	8,1
18	8,1	7,7	7,5	7,5	8,1	7,6	7,6	7,8	7,9
19	7,9	7,5	8,1	7,3	7,7	7,5	7,5	7,4	8,1
20	8,1	7,4	8,1	7,5	7,9	7,7	7,6	7,7	8,0
21	8,2	7,5	7,4	7,4	7,6	7,3	7,4	7,5	8,1
22	7,8	8,1	7,8	7,2	8,0	7,4	7,5	7,7	7,9

a₀ Borraja

b₀ Tallo

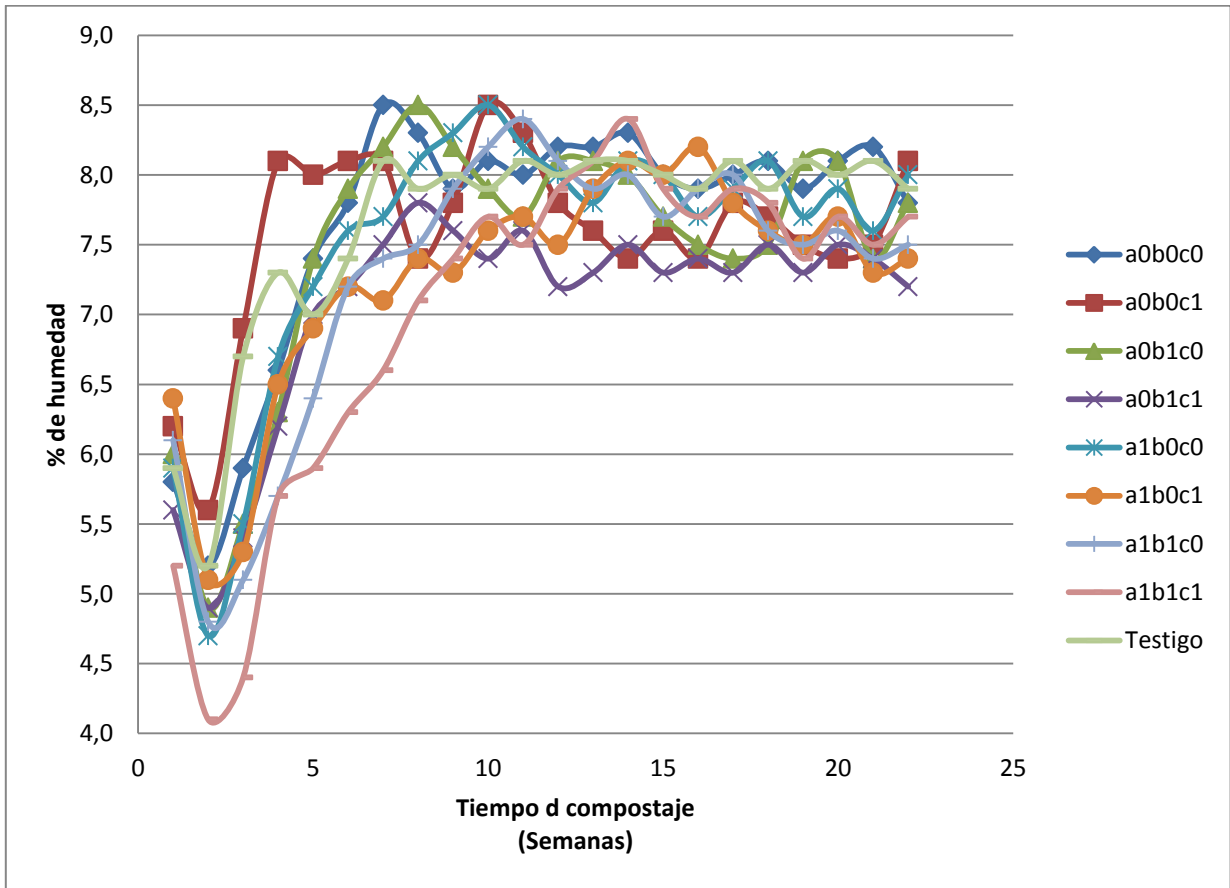
c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

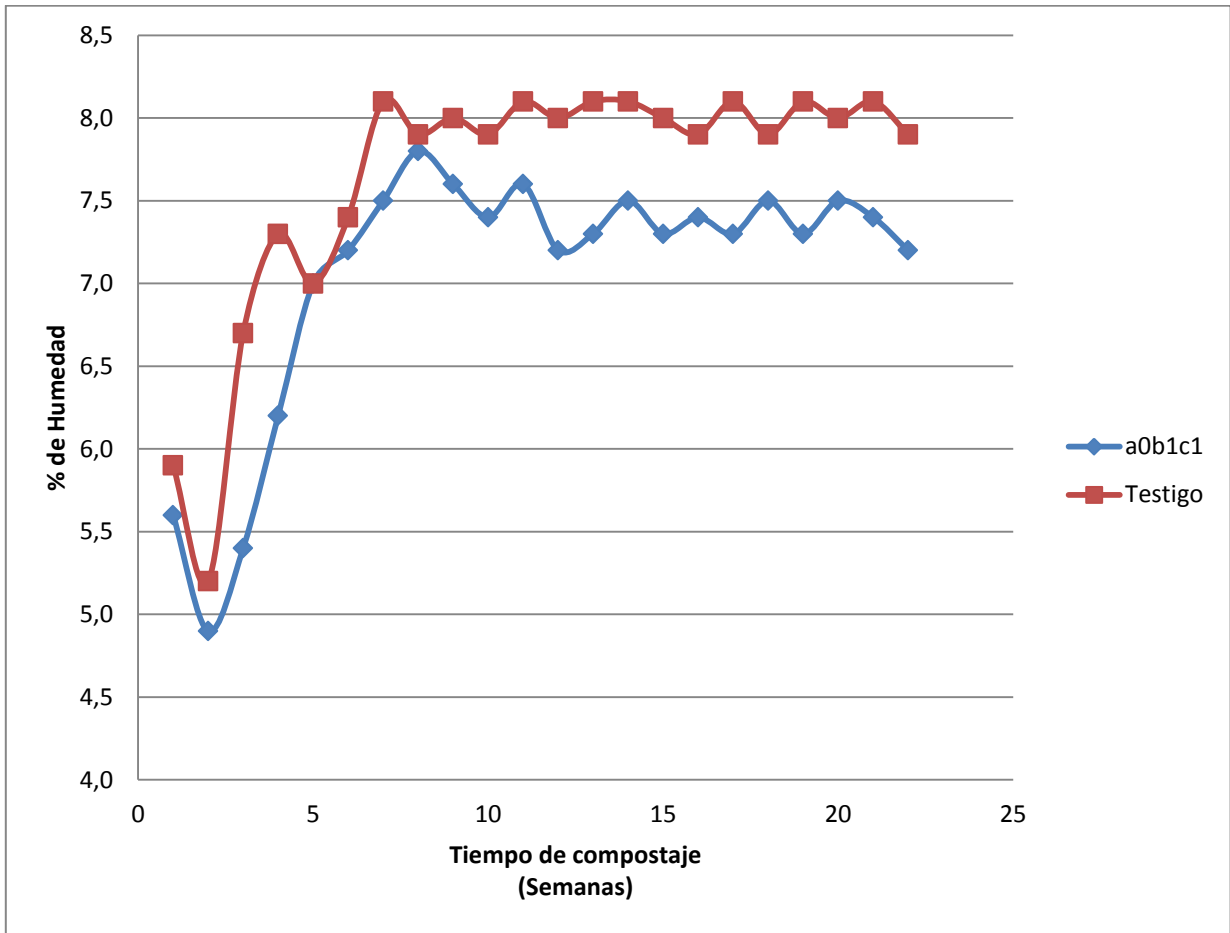
a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-5: Evolución del pH en el proceso de compostaje de los diferentes tratamientos

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-6: Comparación de la evolución del pH en el proceso de compostaje del mejor tratamiento con el testigo

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla A-5.- Días de compostaje resultante de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Tiempo de compostaje (días)			Tiempo de compostaje (semanas)
	R1	R2	Promedio	
a ₀ b ₀ c ₀	72	75	73,5	10,5
a ₀ b ₀ c ₁	70	69	69,5	9,9
a ₀ b ₁ c ₀	62	65	63,5	9,1
a ₀ b ₁ c ₁	47	51	49	7,0
a ₁ b ₀ c ₀	75	73	74	10,6
a ₁ b ₀ c ₁	72	70	71	10,1
a ₁ b ₁ c ₀	70	68	69	9,9
a ₁ b ₁ c ₁	68	68	68	9,7
Testigo	90	92	91	13,0

a₀ Borraja

b₀ Tallo

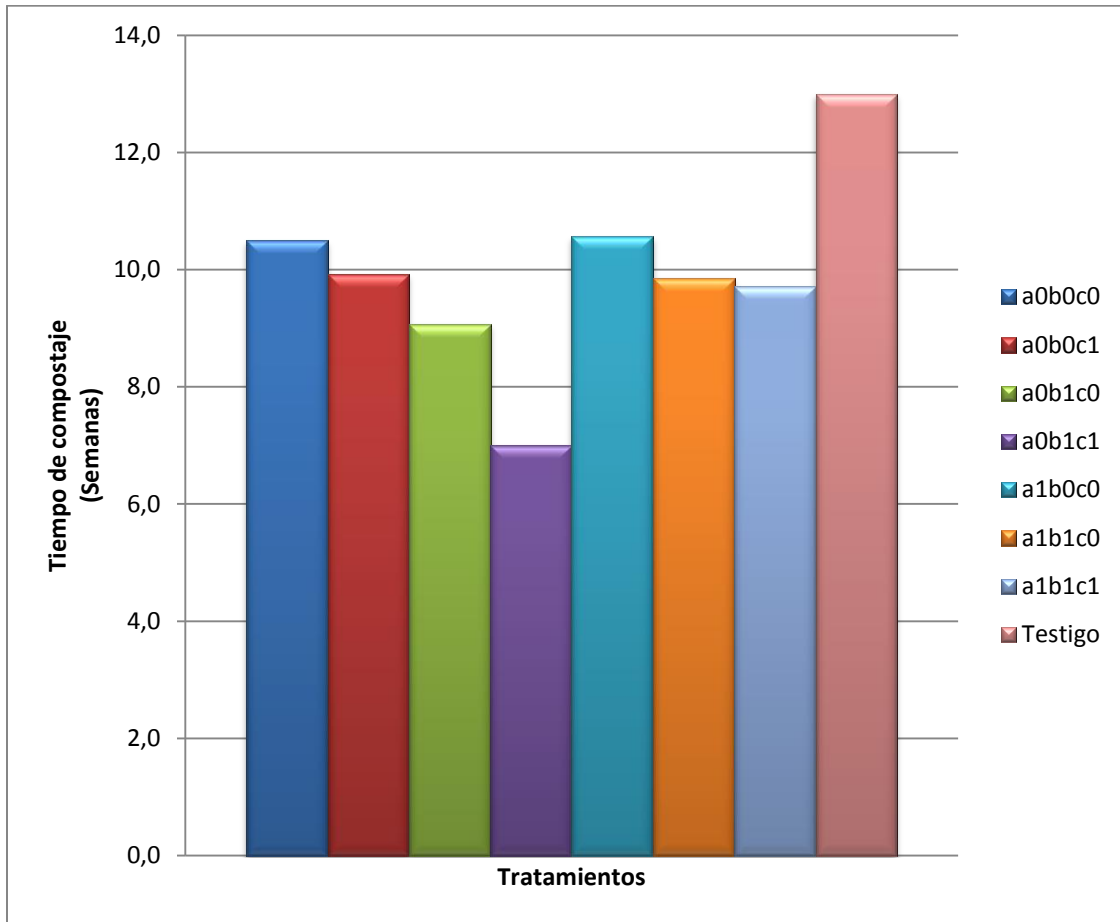
c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-7: Tiempo de compostaje de los diferentes tratamientos

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla A-6.- Peso de los rábanos sembrados con compost obtenido de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Peso de rábanos (g)			
	R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	32,15	33,05	32,88	32,69
$a_0b_0c_1$	34,91	32,18	32,09	33,06
$a_0b_1c_0$	33,45	34,87	33,14	33,82
$a_0b_1c_1$	36,52	38,35	35,81	36,89
$a_1b_0c_0$	33,22	33,89	31,02	32,71
$a_1b_0c_1$	33,79	34,15	33,65	33,86
$a_1b_1c_0$	32,28	33,64	31,99	32,64
$a_1b_1c_1$	35,04	33,8	33,29	34,04
Testigo	28,21	27,43	29,15	28,26
Suelo sin compost	19,13	20,51	19,48	19,71

a_0 Borraja

b_0 Tallo

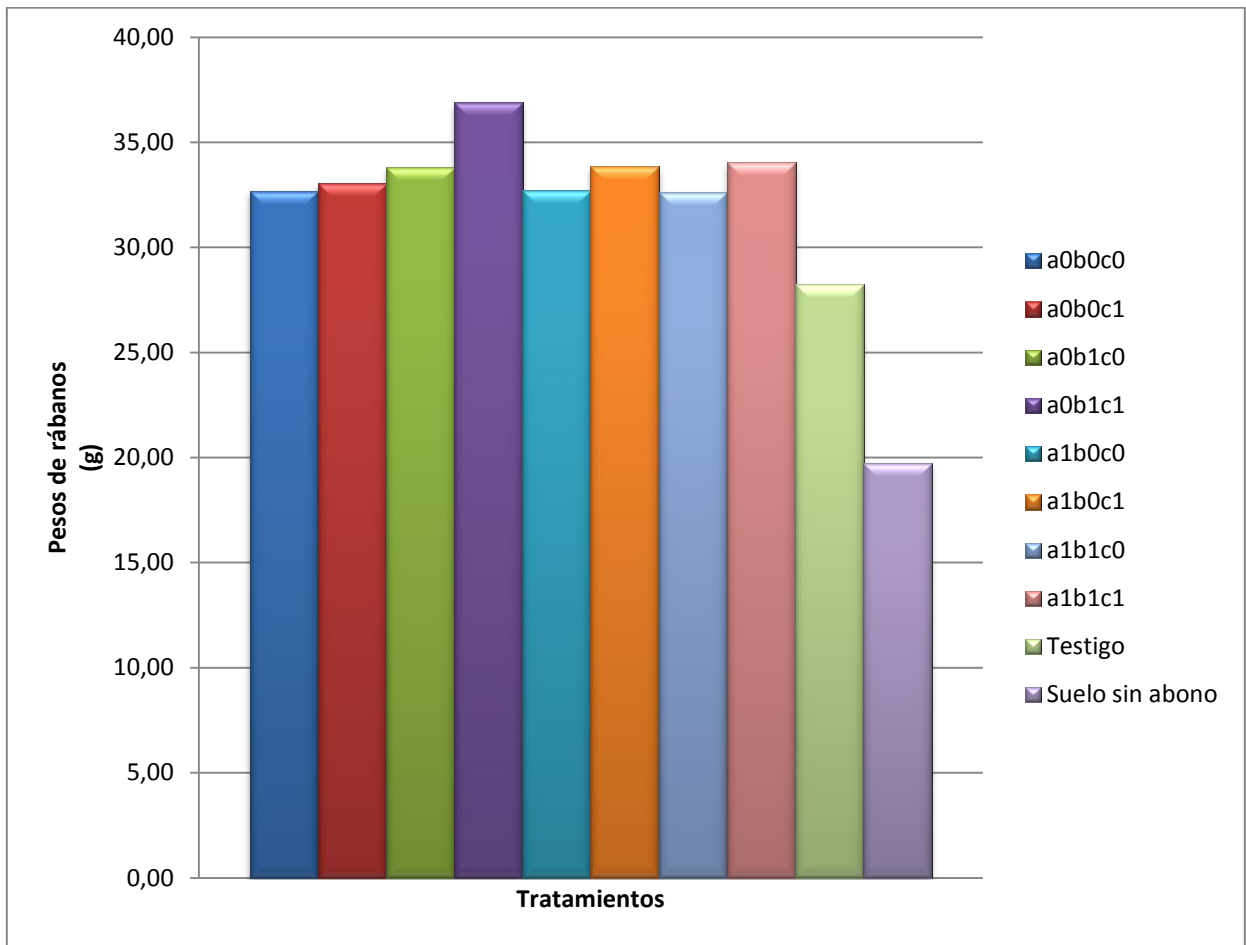
c_0 5%

a_1 ortiga

b_1 Hojas

c_1 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-8: Peso de rábano

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla A-7.- Contenido de clorofila en las hojas de los rábanos

Tratamientos	Cantidad de Clorofila total ($\mu\text{g/ml}$)			
	R1	R2	R3	Promedio
$a_0b_0c_0$	4,892	4,715	4,982	4,86
$a_0b_0c_1$	3,972	3,025	3,529	3,51
$a_0b_1c_0$	5,268	5,635	5,762	5,56
$a_0b_1c_1$	6,405	6,035	6,73	6,39
$a_1b_0c_0$	1,961	1,942	2,159	2,02
$a_1b_0c_1$	3,014	3,175	2,925	3,04
$a_1b_1c_0$	4,264	3,924	4,012	4,07
$a_1b_1c_1$	2,921	2,387	3,102	2,80
Testigo	2,655	2,033	2,054	2,25
Suelo sin compost	1,059	1,486	1,513	1,35

a_0 Borraja

b_0 Tallo

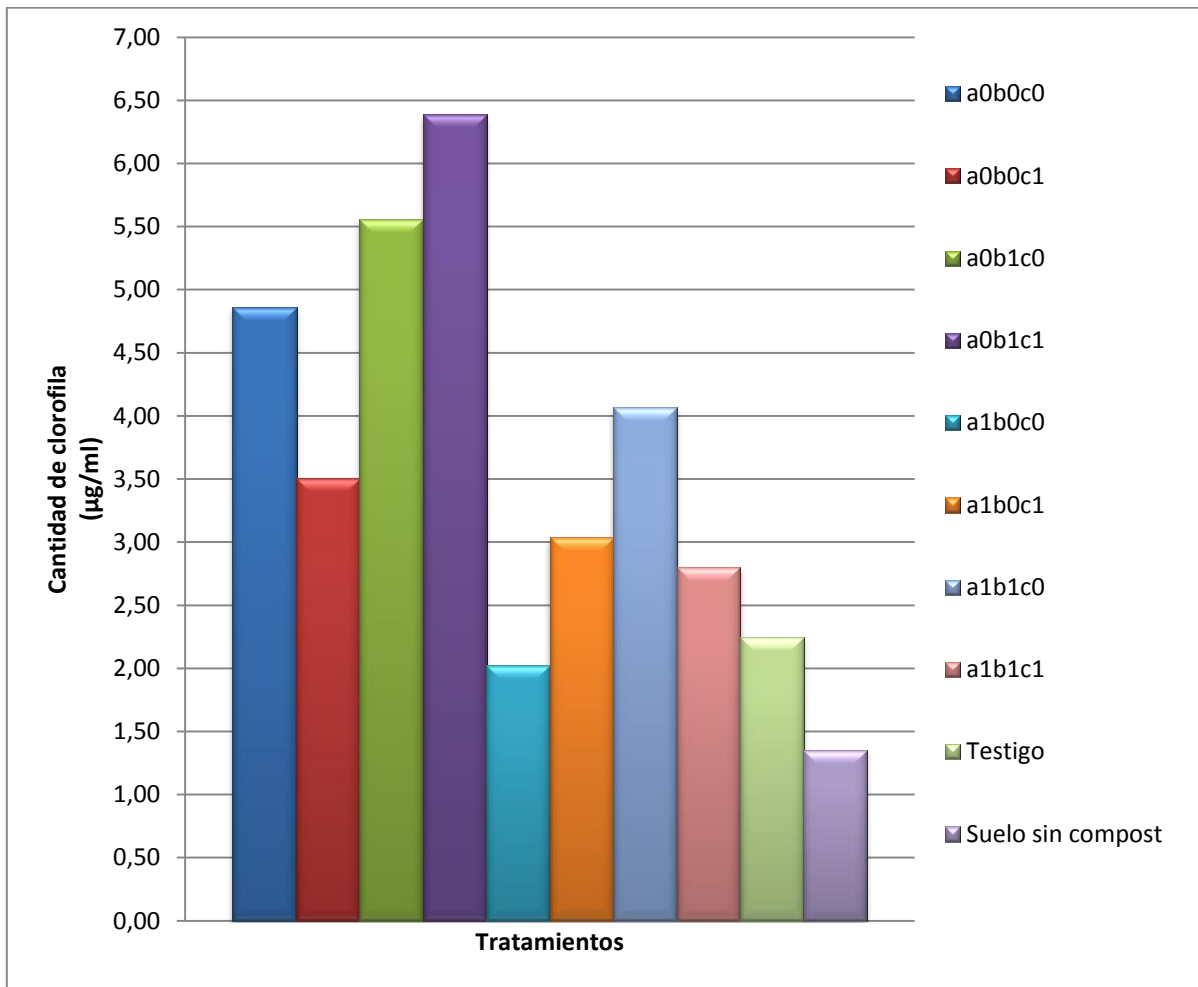
c_0 5%

a_1 ortiga

b_1 Hojas

c_1 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Figura A-9: Cantidad de clorofila en las hojas de rábano

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

ANEXO B
ANALISIS ESTADISTICO

DIAS DE COMPOSTAJE

Tabla B-1.- Análisis de varianza del tiempo de compostaje obtenido con los diferentes tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de acelerante	175,563	1	175,563	59,77	0,0001*
B:Parte de la planta	370,563	1	370,563	126,15	0,0000*
C:Dosificación	126,563	1	126,563	43,09	0,0002*
INTERACCIONES					
AB	126,563	1	126,563	43,09	0,0002*
AC	52,5625	1	52,5625	17,89	0,0029*
BC	18,0625	1	18,0625	6,15	0,0381*
ABC	39,0625	1	39,0625	13,30	0,0065*
RESIDUOS	23,5	8	2,9375		
TOTAL (CORREGIDO)	932,438	15			

Nivel de confianza = 95%

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-2.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Borraja	8	63,87	a
Ortiga	8	70,5	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-3.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según la parte de la planta

<i>Parte de la planta</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Hojas	8	62,37	a
Tallo	8	72,0	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-4.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según la dosificación

<i>Dosificación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10%	8	64,37	a
5%	8	70,0	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-5.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante y la parte de la planta

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
a0	b1	56,25	a
a1	b1	68,50	b
a0	b0	71,50	b c
a1	b0	72,50	c

a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-6.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según el tipo de acelerante y la dosificación

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Dosificación</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
a0	c1	59,25	a
a0	c0	68,50	b
a1	c1	69,50	b
a1	c0	71,50	b

a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-7.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según la parte de la planta y la dosificación

<i>Parte de la planta</i>	<i>Dosificación</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
b1	c1	58,50	a
b1	c0	66,25	b
b0	c1	70,25	c
b0	c0	73,75	c

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-8.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para tiempo de compostaje según Tipo de acelerante, parte de la planta y dosificación

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Dosificación</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
a0	b1	c1	49,00	a
a0	b1	c0	63,50	b
a1	b1	c1	68,00	b c
a1	b1	c0	69,00	b c
a0	b0	c1	69,50	b c
a1	b0	c1	71,00	c
a0	b0	c0	73,50	c
a1	b0	c0	74,00	c

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

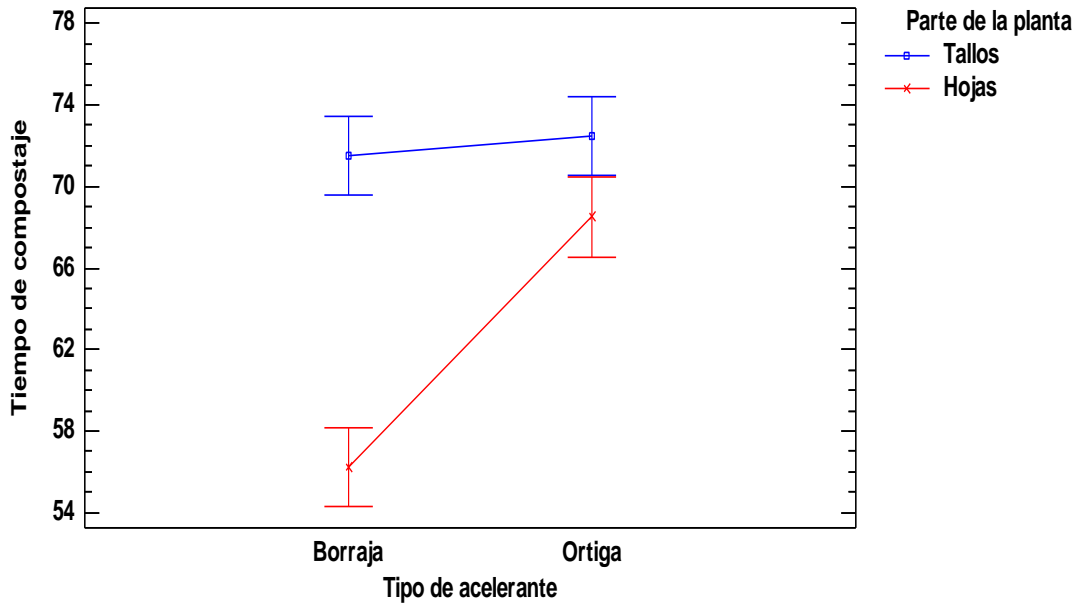


Figura B-1.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

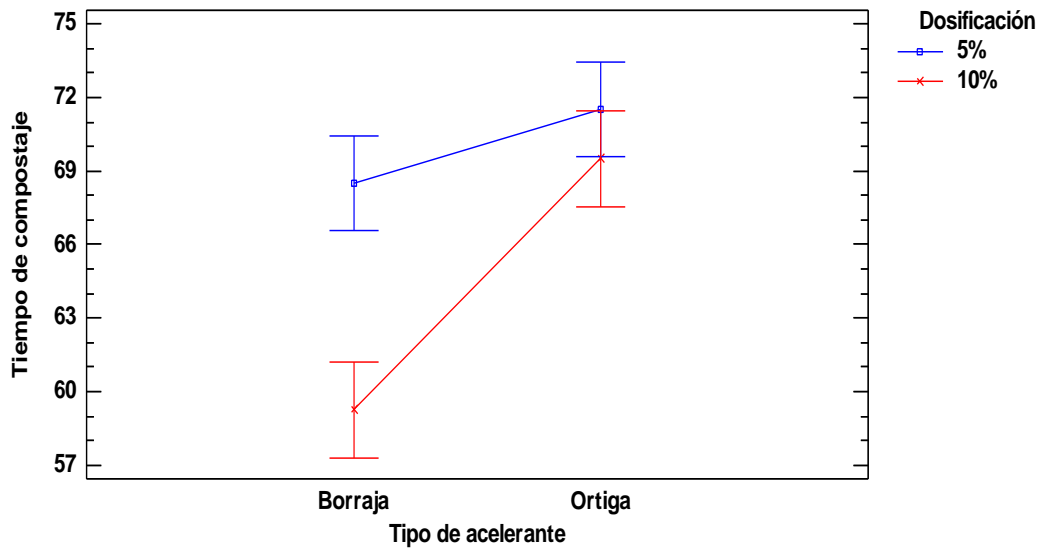


Figura B-2.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y la dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

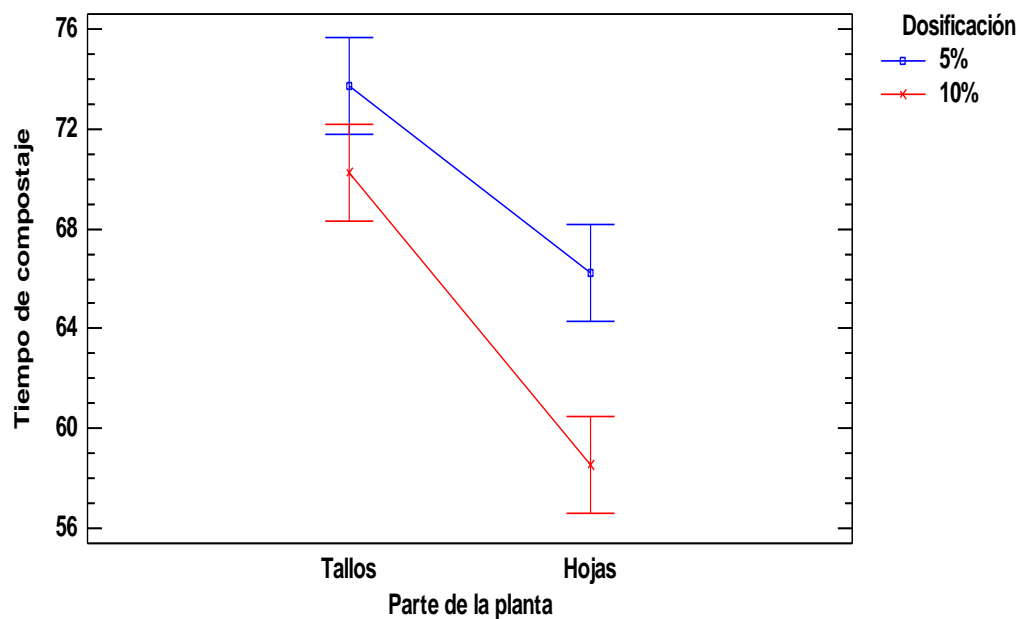


Figura B-3.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para la parte de la planta y la dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

PESOS DE RABANOS SEMBRADOS

Tabla B-9.- Análisis de varianza del peso de rábanos obtenido con los diferentes tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de acelerante	3,87207	1	3,87207	3,34	0,0863
B:Parte de la planta	9,62667	1	9,62667	8,31	0,0108*
C:Dosificación	13,5	1	13,5	11,65	0,0036*
INTERACCIONES					
AB	8,83307	1	8,83307	7,62	0,0139*
AC	0,2904	1	0,2904	0,25	0,6235
BC	3,2856	1	3,2856	2,83	0,1117
ABC	2,25707	1	2,25707	1,95	0,1819
RESIDUOS	18,5455	16	1,1591		
TOTAL (CORREGIDO)	60,2104	23			

Nivel de confianza = 95%

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-10.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según la parte de la planta

<i>Parte de la planta</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Hojas	12	33,08	a
Tallo	12	34,35	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-11.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según la dosificación

<i>Dosificación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5%	12	32,97	a
10%	12	34,47	b

a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-12.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para peso de rábanos según el tipo de acelerante y la parte de la planta

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
a ₀	b ₀	32,88	a
a ₁	b ₀	33,29	a
a ₁	b ₁	33,34	a
a ₀	b ₁	35,86	b

a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

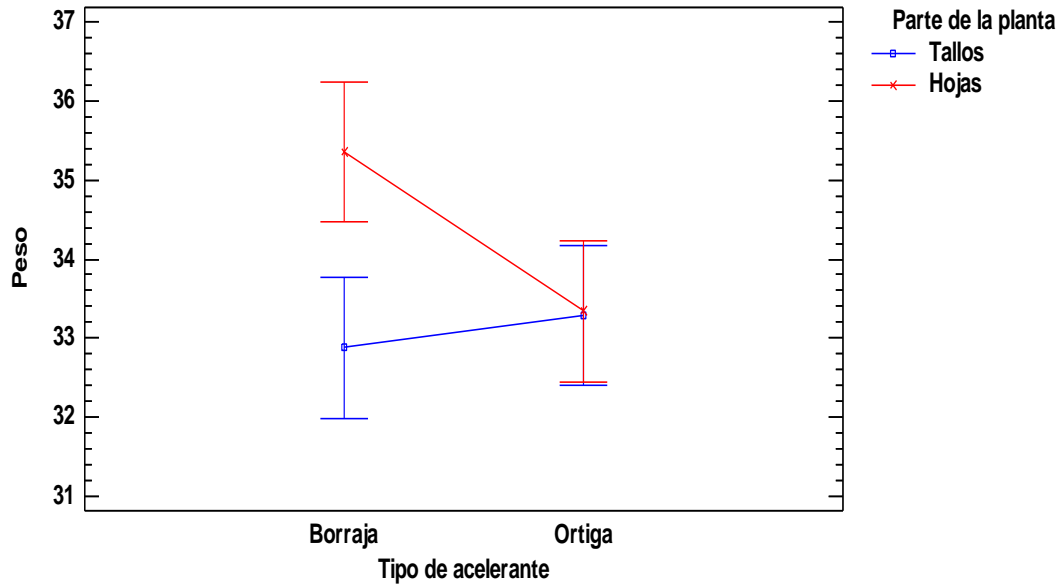


Figura B-4.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

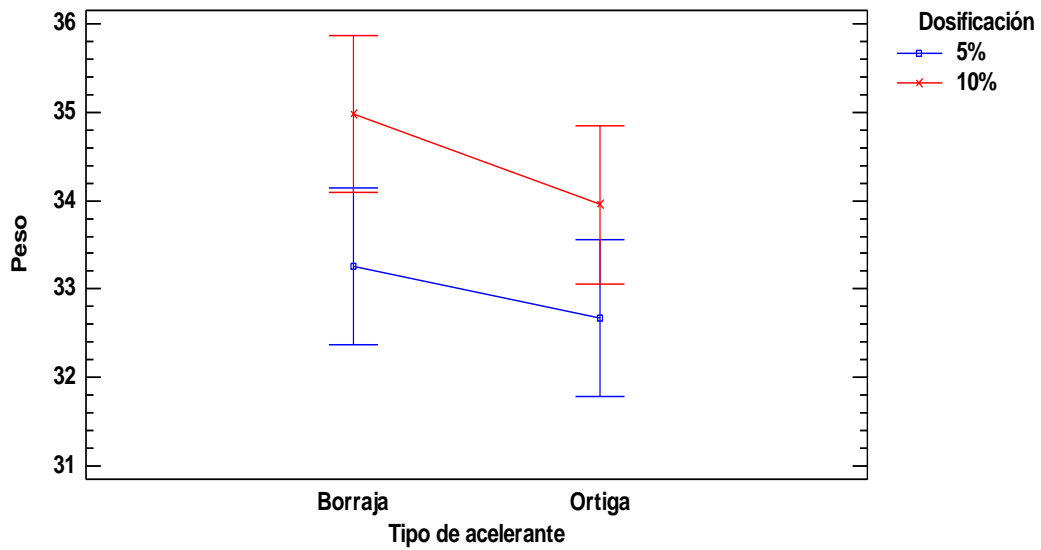


Figura B-5.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.



Figura B-6.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

CANTIDAD DE CLOROFILA CONTENIDA EN LAS HOJAS DE RÁBANO

Tabla B-13.- Análisis de varianza de la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano obtenido con los diferentes tratamientos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de Acelerante	26,3845	1	26,3845	335,29	0,0000*
B:Parte de la planta	10,873	1	10,873	138,17	0,0000*
C:Dosificación	0,219651	1	0,219651	2,79	0,1142
INTERACCIONES					
AB	1,16424	1	1,16424	14,80	0,0014*
AC	0,0280167	1	0,0280167	0,36	0,5591
BC	0,00312817	1	0,00312817	0,04	0,8445
ABC	7,49284	1	7,49284	95,22	0,0000*
RESIDUOS	1,25906	16	0,0786913		
TOTAL (CORREGIDO)	47,4244	23			

Nivel de confianza = 95%

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-14.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según el tipo de acelerante

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Ortiga	12	2,98	a
Borraja	12	5,08	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-15.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según la parte de la planta

<i>Parte de la planta</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Tallo	12	3,35	a
Hojas	12	4,70	b

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-16.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según el tipo de acelerante y la parte de la planta

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>
a1	b0	2,53	a
a1	b1	3,44	b
a0	b0	4,19	c
a0	b1	5,97	d

a ₀ Borraja	b ₀ Tallo	c ₀ 5%
a ₁ ortiga	b ₁ Hojas	c ₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

Tabla B-17.- Prueba de diferencia mínima significativa (LSD) para la cantidad de clorofila contenida en las hojas de rábano según el tipo de acelerante, parte de la planta y dosificación

<i>Tipo de acelerante</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Dosificación</i>	<i>Tiempo de compostaje</i>	<i>Rango</i>	
a1	b0	c0	2,02	a	
a1	b1	c1	2,80	a	b
a1	b0	c1	3,04	b	
a0	b0	c1	3,51	b	c
a1	b1	c0	4,07	c	
a0	b0	c0	4,86	d	
a0	b1	c0	5,56	d	
a0	b1	c1	6,39	e	

a ₀	Borraja	b ₀	Tallo	c ₀	5%
a ₁	ortiga	b ₁	Hojas	c ₁	10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

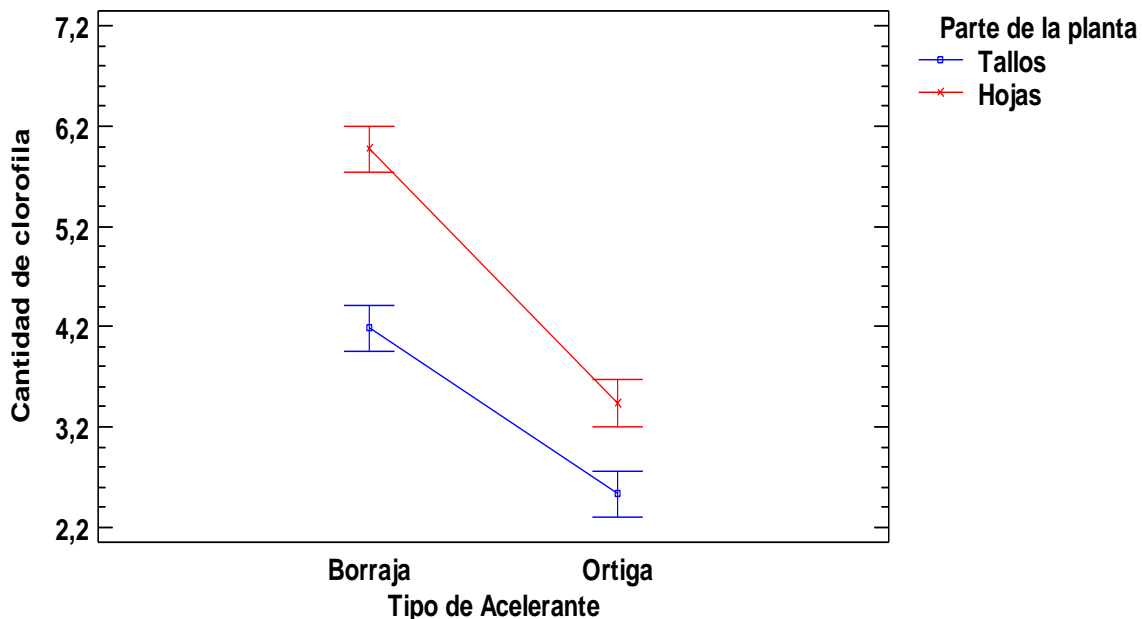


Figura B-7.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y parte de la planta

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

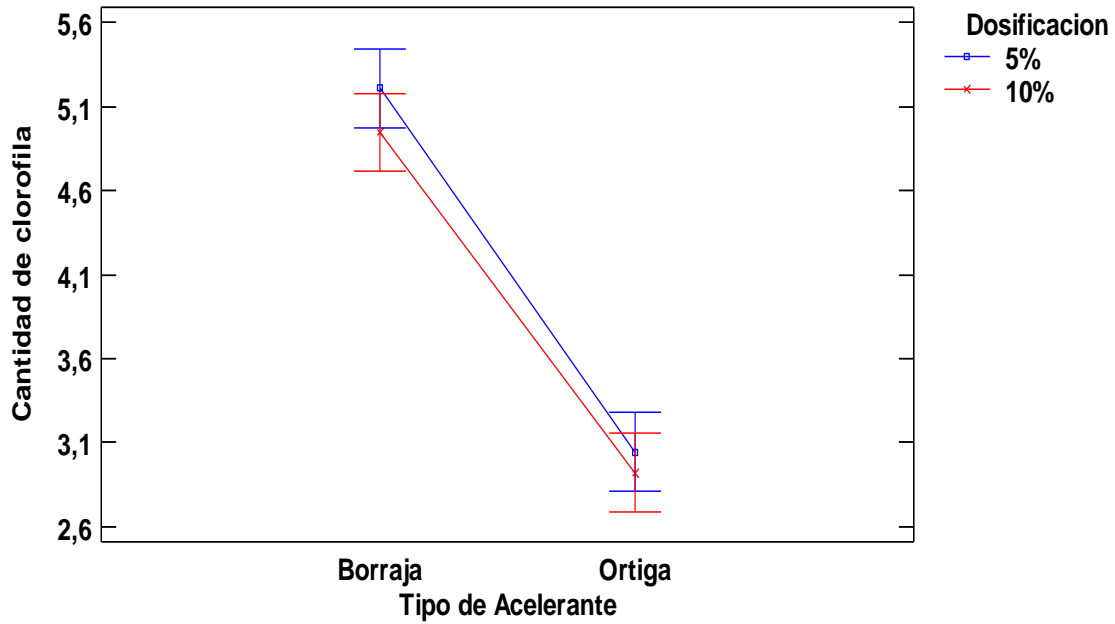


Figura B-8.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para el tipo de acelerante y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

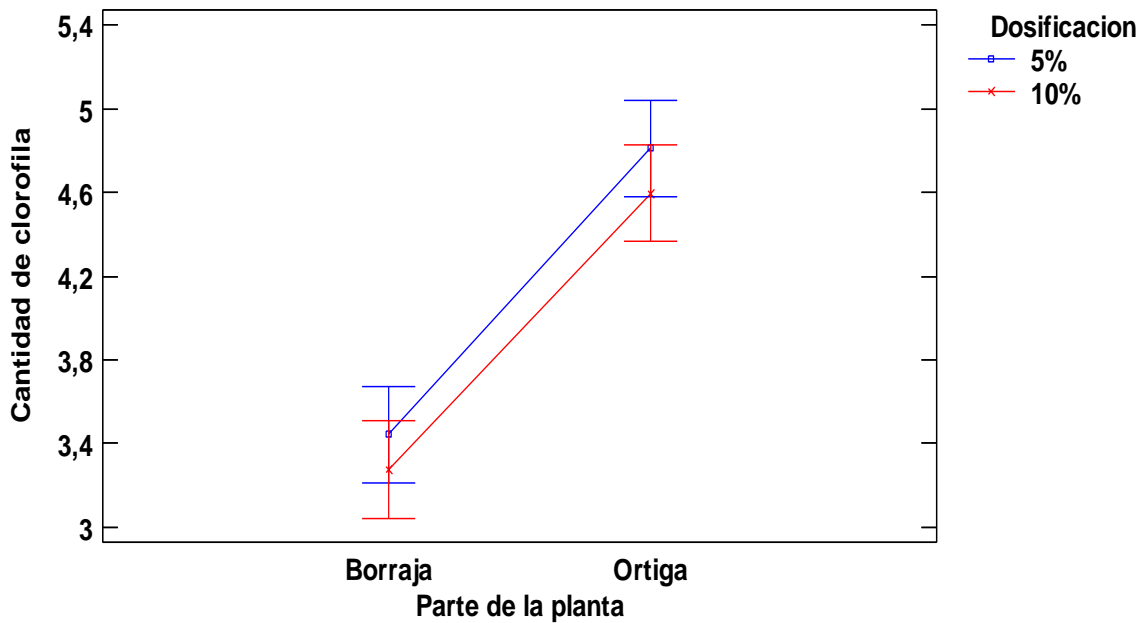


Figura B-9.- Interacción e intervalos LSD al 95 % para parte de la planta y dosificación

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

ANEXO C
FOTOGRAFIAS



Fotografía C-1.- Preparación del campo para la parte experimental



Fotografía C-2.- Camas de compostaje



Fotografía C-3.- Geomembrana para evitar lixiviación



Fotografía C-4.- Acelerantes para el proceso de compostaje



Fotografía C-5.- Pesaje del material a ser utilizados en el proceso de compostaje



Fotografía C-6.- Cobertura de las camas de compostaje



Fotografía C-7.- Control de humedad de los diferentes tratamientos



Fotografía C-8.- Control de pH de los diferentes tratamientos



Fotografía C-9.- Compost antes de ser zarandeado



Fotografía C-10.- Zarandeado del compost resultante



Fotografía C-11.- Compost resultante del proceso de zarandeado



Fotografía C-12.- Tarrinas con semillas de rábano y compost obtenido de los diferentes tratamientos



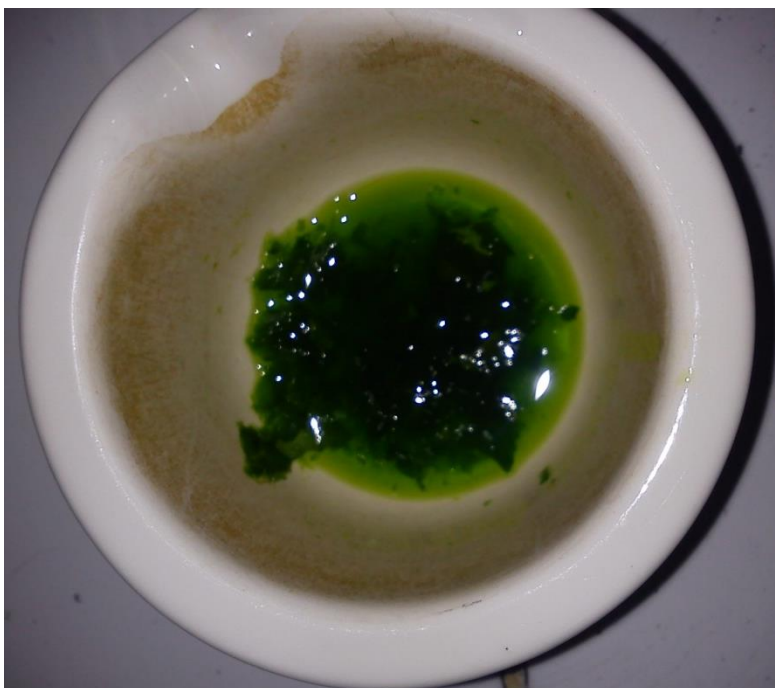
Fotografía C-13.- Tarrinas con plantas de rábano y compost obtenido de los diferentes tratamientos después de 21 días de ser sembradas



Fotografía C-14.- Peso de los rábanos cultivados a los 25 días



Fotografía C-15.- Peso de la muestra para la cuantificación de clorofila



Fotografía C-16.- Maceración de la muestra con acetona



Fotografía C-17.- Muestra después del filtrado



Fotografía C-18.- Medición de absorbancias de los diferentes extractos

ANEXO D
RESULTADO DE ANÁLISIS



ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 1, Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Telf. -Fax 690694
QUITO - ECUADOR

Nombre del propietario:	Guido Paredes	Fecha de muestreo:	07/01/2014
Nombre del remitente:	Guido Paredes	Muestra:	COMPOST
Nombre de la Granja		Fecha ingreso Laboratorio:	08/01/2014
Localización	Ambato Tungurahua	Fecha de entrega	25/01/2014
	Parroquia Cantón Provincia		

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

No. Laborat.	Identificación	pH	R		g/100g (%)							mg/kg (ppm)					
			C/N	C.E.	N TOTAL	P	K	Ca	Mg	S	M.O	B	Zn	Cu	Fe	Mn	
678	Tratamiento 1				2.13	0.48	0.94										
679	Tratamiento 2				2.07	0.51	0.84										
680	Tratamiento 3				1.16	0.12	0.50										
681	Tratamiento 4				0.92	0.16	0.61										

METODOLOGÍA USADA:

PH y CE al 20%
Materia Orgánica por pérdida por calcinación -Método A.O.A.C.

C.E. = Conductividad eléctrica dS/m = decisiems/metro
M.O. = Materia orgánica


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Figura D-1.- Resultado de los análisis de Nitrógeno, Fosforo, y Potasio del mejor tratamiento y el testigo

Fuente: INIAP, 2014.

Tabla D-2.- Datos de nitrógeno, fósforo y potasio del mejor tratamiento y de la prueba testigo

Tratamientos	Parámetros	Datos g/100g (%)		
		R1	R2	Promedio
a ₀ b ₁ c ₁	N	2,13	2,07	2,1
	P	0,48	0,51	0,495
	K	0,94	0,84	0,89
Testigo	N	1,16	0,92	1,04
	P	0,12	0,16	0,14
	K	0,50	0,61	0,555

a₀ Borraja

b₀ Tallo

c₀ 5%

a₁ ortiga

b₁ Hojas

c₁ 10%

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.

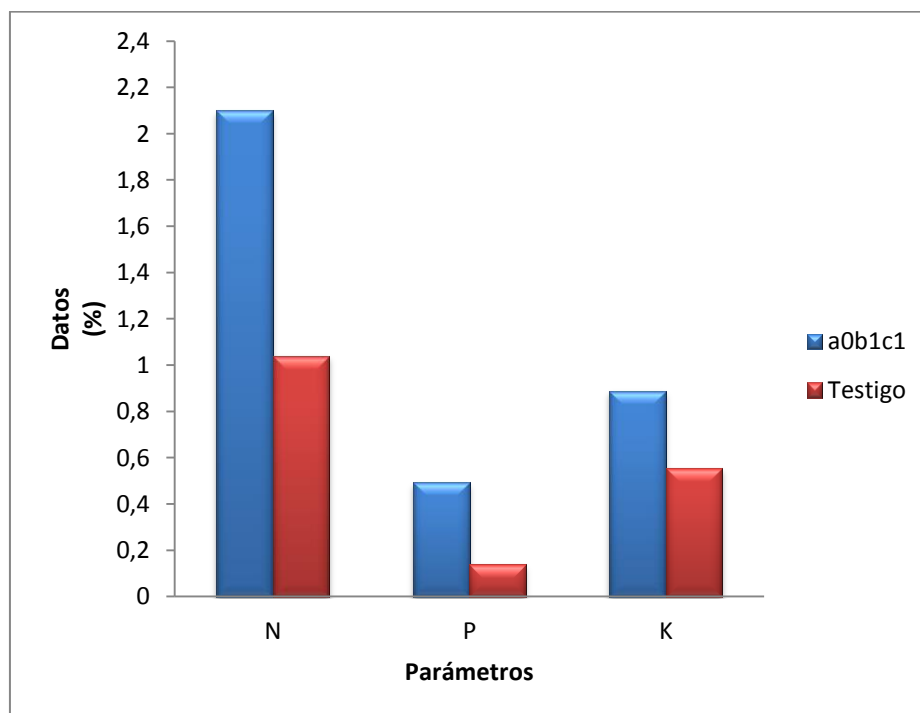


Figura D-2.- Comparación de los resultados de los nutrientes entre el mejor tratamiento y la prueba testigo.

Elaborado por: Guido Paredes, 2014.