

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANGOLQUI

**EVALUACIÓN DE SEIS COMBINACIONES DE COMPOST DE MATERIAL
VEGETAL DE ROSAS ENRIQUECIDO CON MACHACHI – CAT
UTILIZANDO COMO PLANTA INDICADORA LA REMOLACHA**

ASCÁZUBI MASSÓN EDITH ANDREA

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTANDO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

SANGOLQUI- ECUADOR

2011

RESUMEN

En la actualidad la producción masiva de desechos vegetales en las florícolas genera un problema de contaminación ambiental, es por esto que una solución es crear abonos orgánicos como el compost que ayudan a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

En el presente estudio se realizó el proceso de compostaje de seis maneras diferentes para conocer la mejor alternativa.

Para realizar cada tratamiento se tomó como base un proceso de compostaje utilizado en la finca “Flor Machachi” el cual contiene material vegetal, melaza, roca fosfórica y suero de leche, en tres de los seis tratamientos se le adicionó un biocatalizador biológico llamado “Machachi – Cat”, dejando los otros tres sin este producto; a dos de los seis se adicionó gallinaza y a otros dos harina de pescado, dejando otros dos sin material nitrogenado, cada uno con 3 repeticiones.

Se realizó el proceso de compostaje durante 10 semanas, en donde se tomaron datos de variables como temperatura, pH, conductividad eléctrica, humedad, macro y micronutrientes y relación carbono - nitrógeno.

En el caso de temperatura, pH y humedad no se reportaron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los tratamientos, todos los resultados estuvieron en el rango óptimo para un compost ideal.

La información obtenida para la variable conductividad eléctrica esta es mayor cuando se aplica el material nitrogenado y la aplicación de “Machachi-Cat” no ayuda a aumentar la conductividad en las semanas sexta y séptima de proceso.

Al analizar la variable de relación carbono – nitrógeno, se puede notar que el tratamiento M0N2, aquel que contiene gallinaza y no utiliza el producto “Machachi-Cat” es el que tiene una descomposición más acelerada.

En el caso de macro y micronutrientes los tratamientos en donde se adicionó el material nitrogenado poseen un mayor contenido de elementos, pero el tratamiento M0N2 es el que contiene mayores elementos importantes para las plantas.

La información obtenida por el análisis económico nos indica que la mejor opción económica es la de M0N2 teniendo un mayor retorno.

Luego de esta fase se realizó una segunda en donde se sembró como cultivo indicador a la remolacha para conocer que tratamiento anterior nos da mejores resultados

Para esta fase se hicieron camas de 5m² para cada repetición, y se sembró la semilla de remolacha, 3 meses después se midieron variables como altura de planta, número de hojas, peso de raíz, peso de follaje, diámetro transversal, diámetro longitudinal y rendimiento /ha.

A pesar de que en esta fase no se encontraron diferencias significativas, los resultados siempre fueron mayores cuando se utilizaron los materiales nitrogenados.

Este resultado, sin diferencias estadísticas se puede deber a que esta fase se hizo en suelos con gran cantidad de materia orgánica (5%) de la finca “Flor Machachi”.

ABSTRACT

Nowadays the massive production of green disposal material in flower production places generates a matter of environmental contamination, is so that one of the solution is to create an organic litter such compost that helps to improve soil's physical, chemical and biological characteristics.

In the present study a composting process was carried out in six different ways to know which the best alternative is.

In order to perform each treatment an used composting process by finca "flor Machachi" was taken as a baseline which contains Green material, molasses, phosphoric rock and milk whey, a biologic biocatalizer named "Machachi – Cat" was added in three out of six treatments, leaving the other three treatments without this product, chicken litter was added in two out of six treatment, and in other two out of six treatments was added fish flour, leaving the other two without nitrogen material, each one with 3 repetitions.

The composting process was carried out during 10 weeks, where variables such as temperature, pH, electric conductivity, humidity, micro and macro nutrients and carbón - nitrogen relation were evaluated.

Temperature, pH and humidity did not show significant statistic differences for any of the treatments, all the results were into the optimal ratio for an ideal compost.

The obtained information for electric conductivity shows that is bigger when is applied in nitrogen material and the application of “Machachi – Cat” did not help to increase the conductivity during week 6 and 7.

Analyzing the variable relationship carbon – nitrogen, it can be noticed that treatment M0N2 which has chicken litter and do not uses the “Machachi – Cat” is the one that has a faster decomposition.

For micro and macro nutrients the treatments where nitrogen material was added has higher element content, but treatment M0N2 is the one that contains higher and important plant elements.

The best economic option is the M0N2 because it has a better return as the obtained information from the economic analysis shows.

After this phase a second one was carried out where beet was plant as an indicator crop to know which treatment throws better results.

For this phase 5m² crop beds were done for each repetition, after 3 months the variables such as plant height, number of leaves, root weight, foliage weight, transversal diameter, lengthwise diameter and yield/ha.

Despite that in this phase significant differences were not found, the results were always higher when nitrogen materials were used.

This result, with no statistical differences could be due to this phase was performed in soils with great amount of organic matter (5%) at finca "Flor Machachi".

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN

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

ING. EDUARDO URRUTIA

DELEGADO DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

DR. CARLOS OROZCO

Sangolquí, 26 de Mayo de 2011.

CERTIFICACIÓN

Ing. Adriana Racines

Ing. Álvaro Yépez

Certifican:

Que el trabajo titulado **“EVALUACIÓN DE SEIS COMBINACIONES DE COMPOST DE MATERIAL VEGETAL DE ROSAS ENRIQUECIDO CON MACHACHI – CAT UTILIZANDO COMO PLANTA INDICADORA LA REMOLACHA”**, realizado por ASCÁZUBI MASSÓN EDITH ANDREA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica de Ejército.

Debido a la relevancia de la investigación realizada se recomienda la publicación de la misma.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y dos discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf).

Autorizan a EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN que lo entregue a ING. EDUARDO URRUTIA, en su calidad de Coordinador de Carrera.

Sangolquí, 26 de Mayo de 2011

Ing. Adriana Racines.

DIRECTORA

Ing. Álvaro Yépez.

CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN

Declaro que:

El proyecto de grado denominado **“EVALUACION DE SEIS COMBINACIONES DE COMPOST DE MATERIAL VEGETAL DE ROSAS ENRIQUECIDO CON MACHACHI – CAT UTILIZANDO COMO PLANTA INDICADORA LA REMOLACHA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que consta al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto en mención.

Sangolquí, 26 de Mayo de 2011

EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“EVALUACION DE SEIS COMBINACIONES DE COMPOST DE MATERIAL VEGETAL DE ROSAS ENRIQUECIDO CON MACHACHI – CAT UTILIZANDO COMO PLANTA INDICADORA LA REMOLACHA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y auditoría.

Sangolquí, 26 de Mayo de 2011

EDITH ANDREA ASCÁZUBI MASSÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a las personas más importantes en mi vida, que son mi fortaleza.

A mi madre, mi padre allá en el cielo, Romina mi bendición, mi hermano, familiares y amigos, quienes han estado presente de una u otra manera en todos los momentos de mi vida.

Andrea.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mi camino y ayudarme a superar todos los inconvenientes encontrados, por nunca dejarme caer y ayudarme a levantar para seguir adelante.

A mi madre por su lucha constante y desinteresada, por su ayuda permanente.

A la florícola “FLOR MACHACHI”, quienes me abrieron las puertas y brindaron su apoyo para la ejecución de este proyecto y para crecer profesionalmente durante un largo periodo.

A la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y todos sus docentes por brindarme los conocimientos valiosos.

A los profesionales Ing. Adriana Racines e Ing. Álvaro Yopez, por su apoyo y valiosas recomendaciones durante todo el proyecto.

Un agradecimiento especial al Ing. Gabriel Suarez, pilar fundamental en el desarrollo de esta tesis.

Y a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera en la realización de este trabajo.

Andrea.

AUTORÍA

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 PROCESO DE COMPOSTAJE	5
2.1.1 <u>Definición</u>	5
2.1.2 <u>Ventajas del Proceso de Compostaje</u>	5
2.2 MACRO Y MICROORGANISMOS EN EL COMPOSTAJE	6
2.2.1 <u>Macroorganismos</u>	6
2.2.2 <u>Microorganismos</u>	7
2.2.2.1 <u>Bacterias</u>	8
2.2.2.2 <u>Hongos</u>	9
2.2.2.3 <u>Actinomicetos</u>	10
2.3 MATERIAS PRIMAS PARA PROCESO DE COMPOSTAJE	10
2.3.1 <u>Fuente de Materia Carbonatada</u>	11
2.3.2 <u>Fuente de Materia Nitrogenada</u>	11
2.3.2.1 <u>Gallinaza</u>	11
2.3.2.2 <u>Harina de pescado</u>	12
2.3.3 <u>Fuente de materia mineral</u>	12
2.3.3.1 <u>Cal agrícola</u>	13
2.3.3.2 <u>Roca fosfórica</u>	13
2.4 COMPOSTAJE	13
2.4.1 <u>Sistemas de Compostaje</u>	13
2.4.1.1 <u>Sistema abierto</u>	13
2.4.1.1.1 <u>Parvas o camellones móviles</u>	14
2.4.1.1.2 <u>Parvas o camellones estáticos</u>	14
2.4.1.2 <u>Sistema cerrado</u>	14
2.4.2 <u>Etapas del Proceso de Compostaje</u>	14
2.4.2.1 <u>Etapa inicial</u>	14
2.4.2.2 <u>Etapa mesofílica</u>	15
2.4.2.3 <u>Etapa termofílica</u>	15
2.4.2.4 <u>Etapa de estabilización</u>	16

2.4.3	<u>Factores a Considerar en la Elaboración del Compost</u>	16
2.4.3.1	<u>Temperatura</u>	17
2.4.3.2	<u>pH</u>	18
2.4.3.3	<u>Humedad</u>	19
2.4.3.4	<u>Relación Carbono/Nitrógeno</u>	19
2.4.3.5	<u>Oxígeno</u>	20
2.4.3.6	<u>Tamaño de partícula</u>	21
2.4.3.7	<u>Conductividad eléctrica</u>	21
2.4.4	<u>Preparación del Material</u>	22
2.5	PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL COMPOSTAJE	22
2.5.1	<u>Moscas</u>	22
2.5.2	<u>Olores</u>	23
2.5.3	<u>Lixiviados</u>	24
2.6	CONDICIÓN IDEAL DEL COMPOST	24
2.7	APLICACIONES DEL COMPOST	25
2.8	CULTIVO DE REMOLACHA DE MESA	26
2.8.1	<u>Taxonomía</u>	26
2.8.2	<u>Descripción Botánica</u>	26
2.8.3	<u>Exigencias en Clima y Suelo</u>	27
2.8.3.1	<u>Clima</u>	27
2.8.3.2	<u>Suelo</u>	28
2.8.4	<u>Fertilización</u>	28
2.8.5	<u>Manejo del Cultivo</u>	29
2.8.5.1	<u>Preparación del suelo</u>	29
2.8.5.2	<u>Siembra</u>	30
2.8.5.3	<u>Población</u>	30
2.8.5.4	<u>Prácticas de cultivo</u>	30
2.8.6	<u>Cosecha</u>	31
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1	UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1.1	<u>Ubicación política</u>	32
3.1.2	<u>Ubicación Geográfica</u>	32
3.1.3	<u>Ubicación Ecológica</u>	32

3.2	MATERIALES	33
3.2.1	<u>Materiales para la Elaboración de Compost</u>	33
3.2.2	<u>Materiales para la Siembra del Cultivo Indicador</u>	33
3.2.3	<u>Equipos</u>	34
3.2.4	<u>Materiales en General</u>	34
3.3	MÉTODOS	35
3.3.1	<u>Fase I: Elaboración de Compost</u>	35
3.3.1.1	<u>Método de elaboración de compost</u>	35
3.3.1.2	<u>Actividades en la elaboración del compost</u>	36
3.3.1.3	<u>Diseño experimental</u>	37
3.3.1.3.1	<u>Factores a probar</u>	37
3.3.1.3.2	<u>Tratamientos a comparar</u>	38
3.3.1.3.3	<u>Tipo de diseño</u>	38
3.3.1.3.4	<u>Repeticiones o bloques</u>	38
3.3.1.3.5	<u>Características de las UE</u>	39
3.3.1.3.6	<u>Croquis del diseño</u>	39
3.3.1.4	<u>Análisis estadístico</u>	40
3.3.1.4.1	<u>Esquema del análisis de varianza</u>	40
3.3.1.4.2	<u>Coefficiente de variación</u>	40
3.3.1.4.3	<u>Análisis funcional</u>	40
3.3.2	<u>Fase II: Evaluación de Compost en Campo</u>	41
3.3.2.1	<u>Diseño experimental</u>	42
3.3.2.1.1	<u>Factores a probar</u>	42
3.3.2.1.2	<u>Tratamientos a comparar</u>	42
3.3.2.1.3	<u>Tipo de diseño</u>	43
3.3.2.1.4	<u>Repeticiones o bloques</u>	43
3.3.2.1.5	<u>Características de las UE</u>	43
3.3.2.1.6	<u>Croquis del diseño</u>	44
3.3.2.2	<u>Análisis Estadístico</u>	45
3.3.2.2.1	<u>Esquema del análisis de varianza</u>	45
3.3.2.2.2	<u>Coefficiente de variación</u>	45
3.3.2.2.3	<u>Análisis funcional</u>	46
3.3.3	<u>Análisis Económico</u>	46
3.3.4	<u>Variables a Medir</u>	47
3.3.4.1	<u>Temperatura</u>	47
3.3.4.2	<u>pH</u>	47
3.3.4.3	<u>Conductividad Eléctrica</u>	47
3.3.4.4	<u>Relación Carbono-Nitrógeno</u>	48

	3.3.4.5	<u>Macro y Micro nutrientes</u>	48
	3.3.4.6	<u>Humedad</u>	48
	3.3.4.7	<u>Altura de Planta</u>	48
	3.3.4.8	<u>Número de Hojas</u>	49
	3.3.4.9	<u>Peso de raíz</u>	49
	3.3.4.10	<u>Peso de follaje</u>	49
	3.3.4.11	<u>Diámetro transversal</u>	49
	3.3.4.12	<u>Diámetro longitudinal</u>	50
	3.3.4.13	<u>Rendimiento</u>	50
	3.3.5	<u>Métodos Específicos para el Manejo del Experimento</u>	50
	3.3.6	<u>Metodología para el Último Objetivo</u>	53
IV.		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
	4.1	PROCESO DE COMPOSTAJE	54
	4.1.1	<u>Temperatura</u>	54
	4.1.2	<u>pH</u>	58
	4.1.3	<u>Conductividad Eléctrica</u>	61
	4.1.4	<u>Humedad</u>	66
	4.1.5	<u>Relación Carbono – Nitrógeno</u>	70
	4.1.6	<u>Macro y Micronutrientes</u>	73
	4.2	CULTIVO	81
	4.2.1	<u>Altura de Planta</u>	81
	4.2.2	<u>Número de Hojas</u>	83
	4.2.3	<u>Peso de Raíz</u>	86
	4.2.4	<u>Peso de Follaje</u>	88
	4.2.5	<u>Diámetro Transversal</u>	91
	4.2.6	<u>Diámetro Longitudinal</u>	93
	4.2.7	<u>Rendimiento/Ha</u>	96
V.		ANÁLISIS ECONÓMICO	99
	5.1	PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE	99
	5.2	PRODUCCIÓN DE CULTIVO	100
VI.		CONCLUSIONES	102

VII.	RECOMENDACIONES	106
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	107
IX.	ANEXOS	111

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	Pág.
Cuadro 1. Algunos de los microorganismos que participan en el proceso de compostaje.	8
Cuadro 2. Condiciones ideales para el compostaje.	17
Cuadro 3. Requerimiento de elementos mayores en remolacha.	28
Cuadro 4. Necesidades nutricionales de la remolacha.	29
Cuadro 5. Nomenclatura y descripción de los tratamientos.	38
Cuadro 6. Esquema análisis de varianza.	40
Cuadro 7. Nomenclatura y descripción de tratamientos	43
Cuadro 8. Esquema de análisis de varianza.	45
Cuadro 9. Hoja de campo para cálculo de humedad de compost.	51
Cuadro 10. Hoja de campo para cálculo de temperatura de compost.	52
Cuadro 11. Hoja de campo para cálculo de pH y conductividad eléctrica.	52
Cuadro 12. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de temperatura en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi – Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	54
Cuadro 13. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.	55
Cuadro 14. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.	56
Cuadro 15. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.	57

Cuadro 16. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de pH en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	58
Cuadro 17. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.	59
Cuadro 18. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.	59
Cuadro 19. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.	60
Cuadro 20. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de conductividad eléctrica en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi – Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	62
Cuadro 21. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas. DMS al 5%.	62
Cuadro 22. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.	63
Cuadro 23. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas.	65
Cuadro 24. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de humedad en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi – Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	67
Cuadro 25. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de humedad en compost de material vegetal de rosas.	68
Cuadro 26. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de humedad en compost de material vegetal de rosas.	68

Cuadro 27. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.	70
Cuadro 28. Análisis de varianza para evaluaciones de la relación carbono-nitrógeno en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi-Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	71
Cuadro 29. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas.	71
Cuadro 30. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.	72
Cuadro 31. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas.	73
Cuadro 32. Análisis de varianza para concentración de macro y micronutrientes en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi – Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	74
Cuadro 33. Efecto de Machachi – Cat sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosa DMS al 5%.	75
Cuadro 34. Efecto del material nitrogenado sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.	76
Cuadro 35. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosas.	77
Cuadro 36. Análisis de varianza para la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	82

Cuadro 37. Efecto de Machachi – Cat sobre la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	82
Cuadro 38. Efecto del material nitrogenado sobre la altura de planta de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	83
Cuadro 39. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la altura de planta de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	83
Cuadro 40. Análisis de varianza para el número de hojas de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	84
Cuadro 41. Efecto de Machachi – Cat sobre la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	84
Cuadro 42. Efecto del material nitrogenado sobre el número de hojas de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	85
Cuadro 43. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el número de hojas de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	85
Cuadro 44. Análisis de varianza para el peso de raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	86
Cuadro 45. Efecto de Machachi – Cat sobre el peso de la raíz de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	87
Cuadro 46. Efecto del material nitrogenado sobre el peso de la raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	88
Cuadro 47. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el peso de la raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	89

Cuadro 48. Análisis de varianza para el peso del follaje de remolacha incorporado con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	89
Cuadro 49. Efecto de Machachi – Cat sobre el peso del follaje de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	89
Cuadro 50. Efecto del material nitrogenado sobre el peso del follaje de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	90
Cuadro 51. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el peso del follaje de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	90
Cuadro 52. Análisis de varianza para el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	91
Cuadro 53. Efecto de Machachi – Cat sobre el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	92
Cuadro 54. Efecto del material nitrogenado sobre el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	92
Cuadro 55. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el diámetro transversal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	93
Cuadro 56. Análisis de varianza para el diámetro longitudinal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	94
Cuadro 57. Efecto de Machachi – Cat sobre el diámetro longitudinal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	94
Cuadro 58. Efecto del material nitrogenado sobre el diámetro longitudinal de	

remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	95
Cuadro 59. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el diámetro longitudinal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	95
Cuadro 60. Análisis de varianza para el rendimiento/ ha de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.	96
Cuadro 61. Efecto de Machachi – Cat sobre el rendimiento / ha de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.	96
Cuadro 62. Efecto del material nitrogenado sobre el rendimiento/ ha de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	97
Cuadro 63. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el rendimiento/ ha de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.	98
Cuadro 64. Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio.	99
Cuadro 65. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.	100
Cuadro 66. Análisis marginal de los tratamientos no dominados.	100
Cuadro 67. Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en el cultivo de remolacha.	101
Cuadro 68. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio en el cultivo de remolacha.	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág.
Figura 1. Microorganismos principales del compost.	1
Figura 2. El proceso de compostaje.	18
Figura 3. Diseño del experimento.	39
Figura. 4 Croquis del diseño.	44
Figura 5. Conductividad Electrica con y sin Machachi – Cat.	63
Figura 6. Conductividad eléctrica según material nitrogenado.	64
Figura 7. Conductividad eléctrica de los tratamientos según semana de evolución.	66
Figura 8. Evaluación de humedad según material nitrogenado.	69
Figura 9. Relación Carbono- nitrógeno para material nitrogenado.	72
Figura 10. Efecto de la presencia o no de Machachi- Cat sobre el contenido de macronutrientes evaluados en porcentaje.	75
Figura 11. Efecto de la presencia o no de Machachi- Cat sobre el contenido de micronutrientes evaluados en ppm.	76
Figura 12. Efecto del material nitrogenado sobre el contenido de macronutrientes evaluados en porcentaje.	77
Figura 13. Efecto del material nitrogenado sobre el contenido de micronutrientes evaluados en ppm.	79
Figura 14. Concentración de macronutrientes por tratamientos.	80
Figura 15. Concentración de micronutrientes por tratamientos.	81
Figura 16. Área destinada para elaboración de compostaje.	111
Figura. 17 Picado de material vegetal.	111

Figura 18. Elaboración de camas de compost.	112
Figura 19. Colocación de materiales nitrogenados.	112
Figura 20. Material nitrogenado (gallinaza).	113
Figura 21. Catalizador biológico (Machachi- Cat).	113
Figura 22. Colocación de palos para huecos de oxigenación.	114
Figura 23. Cama completada.	114
Figura 24. Recolección de muestras para análisis de laboratorio, determinación de humedad, pH y conductividad eléctrica.	115
Figura 25. Identificación de muestras.	115
Figura 26. Determinación de humedad de compost en microondas.	116
Figura 27. Pesaje de material seco.	116
Figura 28. Determinación de pH y conductividad eléctrica.	117
Figura 29. Determinación de pH y conductividad eléctrica.	117
Figura 30. Compost listo para la cosecha 10 semanas después de la preparación de camas.	118
Figura 31. Preparación de terreno.	119
Figura 32. Preparación de camas para siembra de remolacha.	119
Figura 33. Trazado de líneas de siembra.	120
Figura 34. Incorporación de compost a las camas.	120
Figura 35. Trasplante de plantas.	121
Figura 36. Deshierbe.	121
Figura 37. Cosecha de remolacha.	122
Figura 38. Medición de parámetros.	122
Figura 39. Peso de raíz.	123

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	Pág.
Anexo A. Proceso de compostaje	111
Anexo B. Toma de muestras de compost y medición de variables.	115
Anexo C. Cosecha de compost.	118
Anexo D. Cultivo de Remolacha	119
Anexo E. Análisis de laboratorio	124

INTRODUCCION

En la actualidad es cuestionado en los sistemas de producción agrícola la utilización de agroquímicos (fertilizantes, biocidas y herbicidas), los cuales provocan el deterioro del ecosistema causando una grave contaminación ambiental, edáfica y desaparición de los recursos naturales.

Los abonos orgánicos son parte de residuos de origen animal y vegetal, de los cuales las plantas pueden obtener importantes cantidades de macro y micro elementos, el aporte de los abonos mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Coyne, 2006).

Una alternativa de abono orgánico es el compostaje, esta práctica consiste en mezclar los desechos animales y vegetales en forma secuencial para que se produzca una descomposición aerobia, haciendo de estos residuos productos mejoradores del suelo (Acuña, 2005).

Es por esto que los productores agrícolas se ven en la necesidad de implementar productos orgánicos en el manejo de sus plantaciones, en este caso en el cultivo de Rosas y en reducir la utilización de productos químicos.

En la florícola “Flor Machachi” ubicada en el Barrio San Alfonso, Cantón Mejía en la provincia de Pichincha tiene una superficie de 17 Ha. con un área efectiva del 74,1 % (12,6 Ha.), en la cual se producen diariamente alrededor de 4 m³ de desechos vegetales de Rosa, que son empleados para la elaboración de compost, el manejo del compostaje se realizaba mediante la utilización del material vegetal y la aplicación de un producto orgánico llamado “Machachi-Cat” que es un biocatalizador orgánico fisiológico compuesto por *Azobacter*, *Bacillus subtilis*, *Actinomicetes* spp. , *Clostridium* sp. , *Lactobacillus* spp., *Trichoderma* spp.; además de nutrientes primarios, micronutrientes, auxinas, zeatinas, prolaminas, con el fin de acortar el periodo de formación de compost, este producto fue realizado por el Dr. Phd. Carlos Falconí, quien mediante estudios en la plantación encontró estos microorganismos que optimizan la fertilidad del suelo.

En este estudio se pretende incorporar el uso de materia animal y probar al producto “Machachi Cat” como acelerador de la descomposición, permitiendo a la Corporación de Floricultores de Sur elaborar un compost de las mejores características físicas y químicas para la aplicación en campo para recuperar de manera eficiente al suelo, protegiendo el medio ambiente y reduciendo costos de fertilización en los ciclos de cultivo, para esto se plantearon los siguientes objetivos:

GENERAL

- Evaluar seis combinaciones de compost de material vegetal de rosas enriquecido con “Machachi – Cat” para conocer cuál es la mejor mezcla utilizando como planta indicadora la remolacha.

ESPECÍFICOS

- Determinar la mezcla más adecuada para la elaboración de compost de material vegetal de rosas mediante el análisis de la relación carbono nitrógeno en la finca “Flor Machachi”.
- Establecer mediante el análisis económico del proyecto, la rentabilidad de la adición de microorganismos (Machachi - Cat) durante el proceso de compostaje.
- Realizar una evaluación de los tratamientos de compost en el cultivo de remolacha.
- Generar información técnica para difundir entre los floricultores de la Corporación de Floricultores del Sur.

Analizar la respuesta de remolacha a la aplicación del compostaje en el campo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PROCESO DE COMPOSTAJE

2.1.1 Definición

El compost es un abono orgánico resultante de la descomposición de residuos tanto animales como vegetales, bajo condiciones apropiadas de humedad y temperatura (Suquilanda, 2005).

Es un proceso aeróbico que consiste en mezclar desechos sólidos en forma organizada para que los microorganismos aeróbicos, los transformen en un abono orgánico, el cual al ser incorporado al suelo como un mejorador del mismo y a la vez comportándose como una fuente de nutrientes de fácil asimilación por parte de los cultivos (Acuña, 2005).

2.1.2 Ventajas del Proceso de Compostaje

Suquilanda, (2005) menciona que las ventajas del compost son las siguientes:

- Mejora la cantidad de materia orgánica de los suelos.

- Modifica el espacio poroso de suelo, favoreciendo el movimiento del agua, del aire y penetración de raíces.
- Incrementa la retención de humedad y de nutrientes del suelo.
- Aporta con elementos minerales necesarios para las plantas.
- Favorece e incrementa la cantidad de macro y microorganismos edáficos.
- Corrige condiciones tóxicas en el suelo.

2.2 MACRO Y MICROORGANISMOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

En el compost se lleva a cabo un proceso biológico de crecimiento, en donde organismos como bacterias, actinomicetos, ácaros, nematodos, lombrices, etc., convierten el carbono de las plantas muertas en energía para su propio crecimiento, al mismo tiempo que liberan dióxido de carbono al ambiente (Craig, 2001).

2.2.1 Macroorganismos

Son organismos que participan en la transformación del material orgánico, son más activos en la etapa de maduración del proceso (Coyne, 2000).

Klamer & Baath, citados por Benzing, (2001) mencionan que los macroorganismos o macrofauna como los anélidos, artrópodos aparecen durante la última etapa de compostaje.

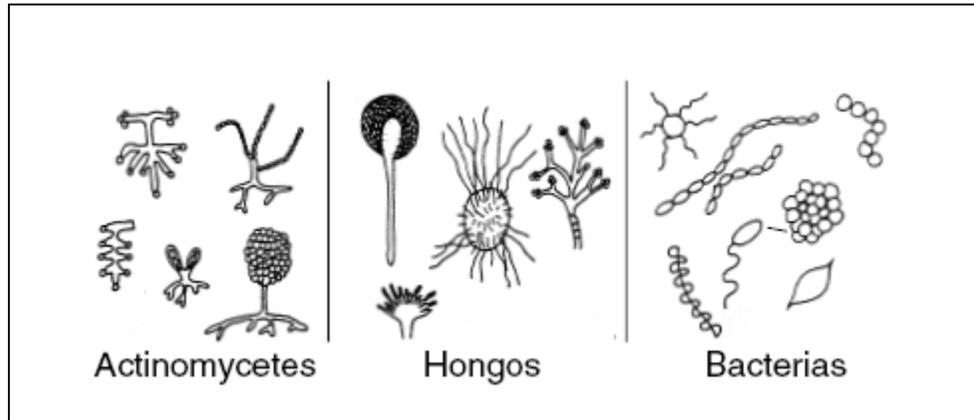
2.2.2 Microorganismos

La población microbiana en el proceso de compostaje crece de manera acelerada después de la formación de las pilas.

En una primera fase se hacen presentes diversos microorganismos mesofílicos como los hongos y actinomicetos y bacterias gram negativas que se alimentan de proteínas e hidratos de carbono (Benzing, 2001).

Según Klamer & Baath citados por Benzing, (2001), en una etapa termofílica aparecen bacterias gram positivas pertenecientes al género *Bacillus* en su gran mayoría y hongos que pueden estar presentes hasta los 60° C.

Los microorganismos termofílicos son los que se encargan de descomponer el material que contiene mayor contenido de celulosa y hemicelulosa, es decir el material mas resistente (Coyne, 2006).



Fuente: Como hacer y usar compost. Craig, 2001

Figura 1. Microorganismos principales del compost.

Cuadro 1. Algunos de los microorganismos que participan en el proceso de compostaje.

	Fase mesoflica	Fase mesoflica	Fase de maduración	Referencia
Bacterias	<i>Bacillus brevis</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i>	<i>Bacillus stearothermophilus</i>		Paul y Clark, 1996
Actinomicetes		<i>Thermophyllum</i> ,		Paul y Clark, 1996.
Hongos		<i>Absidia glauca</i> , <i>Mucor</i> , <i>Allescheria</i> spp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Aspergillus</i> , <i>Verticillium tenerum</i>	<i>Nocardia</i> , sp., <i>Streptomyces</i> sp., <i>Thermoactinomicetes</i>	Paul y Clark, 1996. Klamer y Sochting, 1998.

Fuente: Taller de abonos orgánicos (Soto, 2003).

2.2.2.1 Bacterias

Las bacterias constituyen el grupo mas importante y variado de microorganismos en el compost, ayudan a la descomposición de la materia orgánica tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas, estas participan en la fase mesoflica y termoflica y van de

la mano con el incremento constante de temperatura, el comportamiento de las bacterias dependen de la actividad de otros microorganismos (Duran *et. al*, 2004).

En la etapa mesofílica se pueden distinguir varios géneros de bacterias, *Bacillus*, *Thiubacillus* y *Enterobacter* son algunos, bacterias celulóticas del genero *Celullomonas* también están presentes, a medida que avanza el proceso a la etapa termofílica las bacterias de genero *Bacillus* decrecen dramáticamente siendo notables las bacterias del género *Thermus*, otras bacterias se vuelven importantes en la fase de enfriamiento (Cutrera, s/f).

2.2.2.2 Hongos

Son organismos descomponedores de la materia orgánica, participando en la formación del compost (Duran *et. al*, 2004).

Dentro de este grupo se incluye los hongos filamentosos y levaduras, estos obtienen la energía de la materia orgánica, estos hongos son numerosos tanto en la etapa mesofílica como termofílica, son filamentosos casi invisibles o como colonias blancas o grises en la pila.

Los hongos son importantes porque rompen los tejidos vegetales y animales permitiendo que las bacterias continúen la descomposición una vez que la celulosa se ha agotado (Cutrera, s/f).

Los principales hongos presentes en el compost son: *Geotrichum*, *Aspergillus* y *Mucor* (Coyne, 2006).

2.2.2.3 Actinomicetos

Son microorganismos que poseen características compartidas de bacterias y hongos que están encargadas de descomponer sustancias resistentes.

Estos organismos mantienen el equilibrio de las poblaciones microorgánicas a través de la producción de antibióticos (Duran *et. al* , 2004).

2.3 MATERIA PRIMAS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Suquilanda, (2005) menciona que para la elaboración de compost se requiere de los siguientes materiales:

- Fuente de materia carbonatada
- Fuente de materia nitrogenada
- Fuente de materia mineral.

2.3.1 Fuente de Materia Carbonatada

Esta fuente es rica en celulosa, lignina y azúcares (Suquilanda, 2005). Funcionan como fuente de carbono y energía para los microorganismos que habitan en el compost (Cutrera, s/f).

El producto debe estar en un estado físico favorable, es decir, un tamaño de partícula que de un fácil acceso para los hongos y las bacterias, permitiendo degradar los productos rápidamente (Howard, s/f).

2.3.2 Fuente de Materia Nitrogenada

Las fuentes más accesibles de N orgánico son las excretas animales, la broza del café, los residuos de pescado y los residuos de los camales.

Otras posibles fuentes de N son las leguminosas antes de la floración, que son utilizadas sobretodo por pequeños productores con muy buenos resultados. (Soto, 2003).

2.3.2.1 Gallinaza

Es una de las principales fuentes de nitrógeno en la elaboración de compostaje. El aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen

pueden aportar materiales orgánicos en mayor o menor cantidad. La mejor gallinaza es la de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. También puede sustituirse o incorporarse otros estiércoles de bovino, cerdos, caballos dependiendo de las posibilidades de la finca (Proyecto de sanidad vegetal CTA, s/f).

2.3.2.2 Harina de pescado

Reis, *et. al* citado por Soto y Meléndez, (2003) menciona que la harina de pescado, es de un alto costo económico, y disponibles solo en pequeños volúmenes.

Normalmente las aplicaciones se hacen en solución, en forma escalonada. Ensayos comparativos de fuentes de nitrógeno orgánicas con fertilizantes han demostrado que en general se alcanzan temperaturas más altas y el producto final es de mejor calidad cuando se utilizan fuentes naturales de nitrógeno como la harina de pescado.

2.3.3 Fuente de Materia Mineral

Durante la fabricación de compost, la mezcla se fermenta, se vuelve ácida con mucha rapidez. Esta acidez debe neutralizarse, si no la actividad de los microorganismos no progresa a velocidad conveniente (Howard, s/f). Se hace por esto necesaria la aplicación de fuentes de materia mineral como cal agrícola, roca fosfórica, ceniza vegetal, tierra común, agua, etc. (Suquilanda, 2005).

2.3.3.1 Cal agrícola

La función principal de la cal es regular el nivel de acidez durante todo el proceso de fermentación, cuando se elabora el abono orgánico. La cal puede ser aplicada a los tres días de empezar la fermentación (Proyecto de sanidad vegetal CTA, s/f).

2.3.3.2 Roca fosfórica

La función principal es incrementar las reservas de fósforo al compost, se lo puede considerar como un fertilizante (Proyecto de sanidad vegetal CTA, s/f).

2.4 COMPOSTAJE

2.4.1 Sistemas de Compostaje

2.4.1.1 Sistema abierto

Cuando la pila de compostaje demuestra una morfología y dimensiones determinadas se los llama pilas, parvas o camellones. De acuerdo al método de aireación este se subdivide en:

2.4.1.1.1 Sistema en parvas o camellones móviles

Cuando la aireación y homogenización se realiza por remoción y reconfiguración.

2.4.1.1.2 Sistema en parvas o camellones estáticos

Cuando la aireación se realiza con instalaciones fijas en áreas o canchas de compostaje, permitiendo la aireación sin movilizar las parvas (Flores, Muñoz, 2006).

2.4.1.2 Sistema cerrado

Los residuos orgánicos son procesados en instalaciones como reactores que son estructuras de metal, cilíndricas o rectangulares, donde son controlados diferentes parámetros como la humedad y aireación ya que estos permanecen constantes, lográndose un compostaje homogéneo. (Flores, Muñoz, 2006).

2.4.2 Etapas del Proceso de Compostaje

2.4.2.1 Etapa inicial

Es la etapa donde se descomponen los compuestos solubles y dura de 2 a 3 días (Suquilanda, 2005).

Está considerada desde la conformación de la pila hasta que se constata incrementos de temperatura con respecto a la temperatura inicial (Jiménez, 2006).

2.4.2.2 Etapa mesofílica

Las poblaciones microbianas presentes se reproducen rápidamente, como consecuencia la temperatura se eleva hasta 40°C.

Durante esta etapa hay producción de antibióticos y ocurre los procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de azufre, fósforo y otros, por lo tanto el pH baja. La duración de esta etapa es variable y depende principalmente de las poblaciones microbianas, proteínas y carbohidratos presentes (Jiménez, 2006).

En esta etapa se inicia la degradación de la materia orgánica y se producen metabolitos que pueden ser utilizados por hongos celulolíticos, posteriormente disminuye el pH, dando paso al desarrollo de otras especies. Esta es una etapa completamente aeróbica con una humedad del 70 – 72%, pH = 7 – 8.5 (Martínez, 2001).

2.4.2.3 Etapa Termofílica

Aquí se produce el incremento constante de temperatura, debido a la intensa actividad biológica, pudiendo alcanzar entre 70 a 80°C. Este proceso puede durar desde algunas semana, hasta dos o tres meses, aquí se degrada la celulosa y mueren la mayoría

de gérmenes patógenos, pero bacterias y hongos benéficos lo soportan (Suquilanda, 2005).

En esta etapa se genera altas concentraciones de CO₂, que junto con las altas temperaturas producen la eliminación de la viabilidad de semillas que se encuentren en el material

Las bacterias dominantes pertenecen al género *Bacillus sp*, y son las encargadas de consumir los azúcares disponibles y todos los materiales fácilmente degradables (Martínez, 2001).

2.4.2.4 Etapa de estabilización

La tasa de descomposición decrece y disminuye la temperatura, estabilizándose en valores próximos a los del medio ambiente de entorno; a continuación se produce la colonización del compost por parte de la microflora y microfauna (Suquilanda, 2005).

2.4.3 Factores a Considerar en la Elaboración del Compost

Según Soto, (2003) los valores óptimos de los factores a considerar en un proceso de compostaje son:

Cuadro 2. Condiciones ideales para el compostaje.

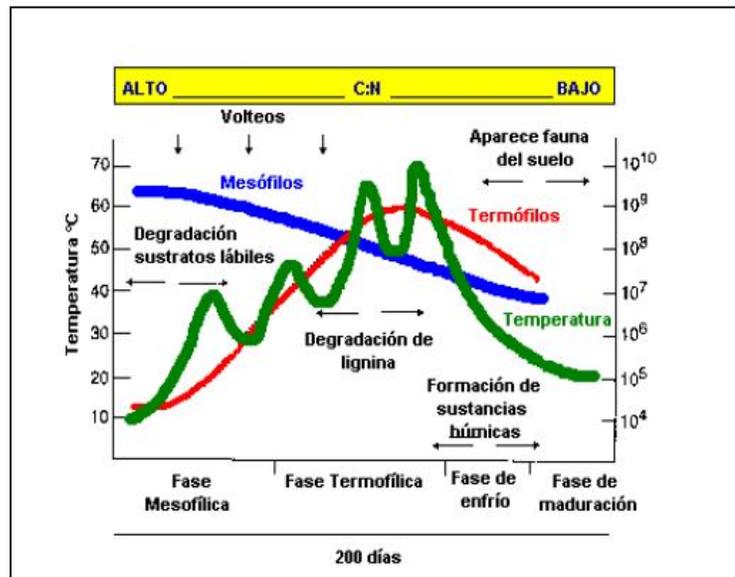
Condición	Rango aceptable	Condición óptima
Relación C:N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Humedad	40 – 65%	50 –60 %
Oxígeno	+ 5%	≈ 8%
pH	5.5 – 9.0	6.5 –8.0
Temperatura °C	55 – 75	65 – 70°C
Tamaño de partícula	0.5 – 1.0	variable

Fuente: El proceso de compostaje (Soto, 2003)

2.4.3.1 Temperatura

Es un parámetro para el control de proceso de compostaje. La disminución de temperatura es indicativa de que el proceso necesita mas aireación o que la descomposición está en su etapa final.

Temperaturas entre 66 °C y 71 °C son alcanzadas por espacio de diez días, temperaturas de hasta 77°C son alcanzadas en el centro de la masa. Finalmente, la temperatura es muy importante para eliminar los patógenos. (Opazo, 1991).



Fuente: El proceso de compostaje (Soto, 2003)

Figura 2. El proceso de compostaje.

2.4.3.2 pH

Para Soto, (2003) el pH en el proceso de compostaje da una caída en la fase inicial, debido a la liberación de ácidos orgánicos de la materia orgánica. Conforme el proceso de descomposición continúa, estos ácidos orgánicos son descompuestos liberándose bases y altos contenidos de amoníaco que ayudan a elevar el pH.

El pH normal del material compostado generalmente se encuentra entre 5 y 7, si el compostado es aeróbico los valores pueden aumentar hasta 8,5 y disminuir hasta 5, mientras que si es anaeróbico puede descender hasta 4.5, con la medición del pH un operador puede estar alerta de cualquier cambio extraño. (Opazo, 1991).

2.4.3.3 Humedad

El contenido de humedad durante el proceso de compostaje tiende a disminuir, dependiendo de la frecuencia de volteo y de las condiciones climáticas. (Soto, 2003).

Para garantizar un buen proceso de compostaje el contenido de agua debe ser mantenido entre 40 y 60% en peso, si el agua aumenta el compost se vuelve compacto y reduce la cantidad de aire presente, tornándose una descomposición anaeróbica con problemas de olores desagradables (Opazo,1991).

El mismo autor señala que si la humedad es menor al 40% la tasa de descomposición disminuye.

2.4.3.4 Relación Carbono / Nitrógeno

Según Soto, (2003) la relación carbono: nitrógeno esta entre 25 a 35. Una buena relación C: N es fundamental para suplir un buen sustrato para el desarrollo de los microorganismos, lo que a final acelera el proceso de descomposición, y mejora la calidad del producto final.

Conociendo la estructura molecular de los organismos que hacen el compost, se evidencia que tipo de sustrato es preferido por los diferentes organismos. Las bacterias requerirán de sustratos con contenidos de nitrógeno más altos que los hongos.

Relaciones C: N muy altas, ocasionan que el proceso de descomposición sea más lento. Pero relaciones C: N muy bajas, hacen que se pierda N por falta de estructuras de carbono que permiten retener el N. En el caso de la gallinaza, especialmente, se ha visto que en la primera semana se puede perder por volatilización hasta el 85% del amonio, si el manejo y la mezcla no son las adecuadas Hansen, *et al* citado por Soto, (2003).

Soto señala que el productor de abonos orgánicos debe aprender a manejar las relaciones C: N, para evitar las pérdidas de nitrógeno.

Según Opazo, (1991) La relación óptima inicial de C/N debe encontrarse alrededor de 30, habiéndose encontrado rangos entre 21 a 30.

2.4.3.5 Oxígeno

Otro factor determinante para obtener un producto de buena calidad al corto plazo es la presencia de oxígeno durante el proceso de compostaje, especialmente en las fases iniciales.

Para favorecer una buena oxigenación se debe manejar un volteo frecuente, tamaño de partícula adecuada, mezclar en la receta materiales que permitan una buena oxigenación, y manejo adecuado del agua.

La frecuencia de volteo debe estar determinada por la presencia de oxígeno. Para esto se han diseñado equipos que miden la presencia de oxígeno directamente al interior de la pila de compost, o en su defecto la presencia de CO₂. Se recomienda voltear cuando la concentración de CO₂ esté por encima del 8%.

Si no se cuenta con el equipo adecuado, la frecuencia de volteo puede estar determinada por temperatura, que es un indicador indirecto de la actividad microbiana (Soto, 2003).

2.4.3.6 Tamaño de la partícula

El exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico que es desfavorable para la formación de un compostaje de calidad (Proyecto de sanidad vegetal CTA, s/f).

2.4.3.7 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es importante para observar el grado de salinidad del compost que puede alterarse por efecto de la adición de estiércoles.

Cortés citado por Jiménez, (2006) señala un rango de 3 – 10 mmhos, calificándolo como de 3 – 5 optimo, mientras que de 5 – 10 como aceptable, esto justifica debido a

que la mayoría de cultivos pueden desarrollarse sin ningún problema dentro de estos rangos.

2.4.4 Preparación del Material

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

Luego se debe colocar en capas alternas. La primera capa con desecho vegetal, seguida de una capa de desecho animal, posteriormente agregue una disolución de miel de purga o melaza (5 gal/200 lts. de agua) que moje las capas, repita el proceso hasta agotar los desechos (Acuña, 2005).

2.5 PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

2.5.1 Moscas

Uno de los problemas más comunes encontrados por mal manejo de la compostera, es el problema de moscas. Los problemas pueden ser evitados a través del volteo frecuente para proporcionar oxígeno otorgando un proceso aerobio, otra opción es realizar pilas de por lo menos 1 metro de alto. La utilización de trampas, control biológico, son algunas

de las opciones de manejo. Pero lo más importante es evitar el problema, antes de que se presente.

En el caso de compost que no se utiliza para agricultura orgánica, es posible utilizar larvicidas inclusive a nivel de materia prima (Soto, 2003).

2.5.2 Olores

La mayoría de los problemas por olores se deben a condiciones de reducción durante el proceso de descomposición. Si se maneja el sistema oxigenado es posible disminuir el mayor impacto en la producción de olores.

Miller citado por Soto, (2003) menciona que existen tres procesos básicos que conllevan a la producción de olores: la producción de ácidos grasos volátiles durante la descomposición de azúcares simples, y la producción de amoníaco y sulfitos durante la descomposición de proteínas en condiciones anaeróbicas.

Sin embargo, es posible manejar la mayoría de estos olores a través de un buen proceso de oxigenación con factores como el tamaño de partícula, la distribución de la partícula, volteos frecuentes, manejo del agua, etc.

Otro autor Rynk citado por Soto, (2003) dice que existen sin embargo olores en algunas de las materias primas antes de iniciar el proceso de compostaje, tales como la mayoría de las excretas, los desechos de pescado, etc.

En tal caso, una forma de disminuir los olores puede ser cubriendo el material con el compost viejo, o con otro material como aserrín, turba, o carbonato de calcio, etc.

2.5.3 Lixiviados y Escorrentía

En condiciones de alta precipitación en donde la mayoría de las composteras se encuentran a cielo abierto, el manejo del agua de escorrentía se convierte en un problema prioritario. Los productores de compost han establecido pequeños tanques de sedimentación para recoger lixiviados y reutilizarlos en la misma compostera o como fertilizante foliar (Soto, 2003).

2.6 CONDICIÓN IDEAL DE COMPOST

Según Acuña, (2005) un compost es ideal cuando reúne las siguientes condiciones:

- Presenta un color negro o café oscuro.
- No despide malos olores.
- No se distinguen los materiales originales.
- Tiene una temperatura ambiente o un poco más baja.

2.7 APLICACIONES DEL COMPOST

Meneses, s/f menciona que según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo pueden encontrarse dos tipos de compost:

Compost maduro.- Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.

Compost joven.- Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (papa, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada debido a que:

- Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.
- Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.

2.8 CULTIVO DE REMOLACHA DE MESA

2.8.1 Taxonomía

División VIII	:	Embryophyta
Subdivisión II	:	Diploidalia
Parte II	:	Spermatophyta
Grupo II	:	Angiosperma
Clase I	:	Dicotiledónea
Subclase I	:	Archiclamideas
Orden IV	:	Centrosperma
Suborden	:	Chenopodenea
Familia	:	Chenopodiaceae
Género	:	Beta
Especie	:	vulgaris
Nombre científico	:	<i>Beta vulgaris</i>

2.8.2 Descripción Botánica

Es una planta alógama, bianual por lo que para florecer requiere de vernalización. La raíz principal puede llegar a medir 2,0 metros que lo hace tolerante a la sequía, lateralmente alcanza 0,60 m. Las hojas presentan un color verde intenso y los peciolo de color rojo o púrpura. El tallo es pequeño y no ramificado, sin embargo cuando existen

condiciones bajas de temperatura ($< 10^{\circ}\text{C}$), el tallo se alarga. La inflorescencia es una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas. Las semillas son pequeñas y redondeadas.

La parte comestible es el tubérculo, es decir el cambium engrosado de color rojo a morado debido al pigmento Betanina o Betacianina, que es un compuesto que contiene nitrógeno (Barahona, 2006).

2.8.3 Exigencias en Clima y Suelo

2.8.3.1 Clima

La remolacha prefiere climatologías suaves, húmedas, aunque es de relativamente fácil adaptación.

La temperatura óptima de germinación es de 25°C , aunque al ser poco exigente puede iniciarla entre 5 a 8°C (Maroto, 2002).

Es un cultivo tolerante a heladas, estas plantas exigen mucha luz, la escasez de esta provoca hojas delgadas y menor contenido de azúcar (Barahona, 2006).

2.8.3.2 Suelo

Maroto afirma que la remolacha se adapta a suelos ligeros, profundos, homogéneos y frescos, resistente a la salinidad.

Barahona, 2006 menciona que la remolacha es una planta exigente en materia orgánica (hasta un 6%) y suelos que tengan buen drenaje, siendo ideal como planta indicadora en la absorción de abonos.

2.8.4 Fertilización

Sus requerimientos se han establecido que la remolacha extrae del suelo las siguientes cantidades de los elementos mayores:

Cuadro 3. Requerimiento de elementos mayores en Remolacha.

Partes de la planta	Rendimiento t/ha	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha
Raíz	22.4	73.9	8.9	89.6	7,8
Follaje	14.6	96.3	----	60.5	107.5

Fuente: Manual de Horticultura (Barahona, 2006).

En la nutrición de la remolacha, se establece que esta extrae del suelo K_2O y N en mayor cantidad de P_2O_5 , lo anterior hace necesario tener en cuenta la fertilización

potásica y nitrogenada. El bajo nivel de N origina plantas pequeñas y con coloración amarillenta siendo poco suculentas (Barahona, 2006).

En general se puede indicar que las necesidades nutricionales de la remolacha son las siguientes:

Cuadro 4. Necesidades nutricionales de la remolacha.

Fertilización	N Kg/ha	P Kg/ha	K Kg/ha
Bajo	140	60	180
Medio	100	40	140
Alto	80	20	100

Fuente: Manual de Horticultura (Barahona, 2006).

2.8.5 Manejo del cultivo

2.8.5.1 Preparación del suelo

Requiere una buena preparación de terreno, de modo que este mullido, dando lugar a una labor profunda, en la que se incorpora el abonado de fondo y a continuación labores superficiales como sean necesarias (Maroto, 2002).

2.8.5.2 Siembra

La remolacha puede ser sembrada de forma indirecta en zonas húmedas, sin embargo se utiliza principalmente la siembra directa para lo cual se utiliza de 10 a 12 kg/ha.

Un gramo de semilla contiene alrededor de 60 granos y tienen una viabilidad de hasta 5 años (Barahona, 2006).

2.8.5.3 Población

Se utilizan surcos de 60 a 70 cm y de 10cm de distancia entre plantas y de 25 a 30 cm dentro de la doble hilera (Barahona, 2006).

2.8.5.4 Prácticas de cultivo

Barahona (2006) señala que se debe incluir las siguientes prácticas en el cultivo de remolacha:

- Control de Malezas: Puede ser manual o química con la aplicación de herbicidas.
- Escarda: Esta práctica ayuda parcialmente a la eliminación de malezas entre surcos y ayuda a aflojar el suelo, sobre todo si es arcilloso.
- Aporque: Esta práctica casi siempre se realiza en todas las hortalizas y tiene una frecuencia de tres veces durante el cultivo.

- Aclareo: Se practicará cuando las plantas tengan 4 a 5 hojas verdaderas y las distancias deberán quedar entre 10 a 15 cm.
- Riegos: No se tiene reportes claros en campo, aunque la remolacha no tolera excesos de humedad, en el Ecuador se puede llegar de 7 a 10 riegos en todo un ciclo con una frecuencia de 10 días.

2.8.6 Cosecha

La recolección es manual, aunque también puede ser mecanizada. En esta hortaliza se debe tomar cuenta dos parámetros: el primero se relaciona con el ciclo de cultivo, que va desde la siembra a la cosecha, y tiene una duración de 70 a 120 días, este parámetro depende de la precocidad del cultivar. El otro parámetro se da cuando el 50% de la población de la remolacha tiene un diámetro de 8 a 10 cm (Barahona, 2006).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación Política:

- **Provincia:** Pichincha
- **Cantón:** Mejía
- **Parroquia:** Machachi
- **Sector:** San Alfonso
- **Finca:** “Flor Machachi”

3.1.2. Ubicación Geográfica

Norte: Propiedad Sr. José Javier Chiriboga.

Sur: Propiedad Sr. López.

Este: Población San Alfonso.

Oeste: Propiedad Sr. José Javier Chiriboga.

3.1.3. Ubicación Ecológica

- **Altitud:** 2850 m.s.n.m
- **Temperatura promedio:** 20 °C
- **Temperatura máxima:** 28 °C

- **Temperatura mínima:** 4 °C
- **Precipitación anual:** 1400 mm
- **Humedad Relativa:** 75 – 80

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales Para la Elaboración de Compost

- Melaza
- Suero de leche
- Machachi Cat
- Gallinaza
- Harina de pescado
- Roca fosfórica
- Cal
- Compost descompuesto
- Material vegetal de rosa

3.2.2 Materiales Para la Siembra del Cultivo Indicador

- Semillas de remolacha
- Estacas
- Compost descompuesto

3.2.3 Equipos

- Flexómetro
- Kit de pH y conductividad eléctrica
- Estufa
- Balanza
- Termómetro
- Poma ducha
- Computador.

3.2.4. Materiales en General

- Libro de campo
- Material de papelería
- Esferográficos
- Cámara fotográfica

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Fase I: Elaboración de Compost

En esta primera parte se procedió a la adquisición de todos los materiales para el experimento, se levantó una estructura de invernadero metálico para evitar lixiviados de compost y contaminación del suelo, tras tener todos los materiales listos se procedió a dar una pequeña charla a las personas que ayudarían al armado de las camas, ya que antes mantenían otro régimen de armado.

3.3.1.1 Método de elaboración de compost

En la presente investigación se consideró una cama de 4 m³ como unidad experimental.

Para la realización de las camas de compostaje se incorporó 4 metros cúbicos de material vegetal picado de rosa en cada una de las unidades experimentales, posteriormente a esto se complementó con la materia nitrogenada (harina de pesado o gallinaza) 10.1 kg. y 12 Kg. respectivamente en las unidades que lo requieran; luego se realizó la adición vía drench con bomba de mochila de suero de leche (92cc.), melaza (92cc.). Se adicionó el producto mencionado Machachi – Cat (46cc.) en los tratamientos determinados, sobre estos materiales se añadieron una capa de cal (14,2 kg.) y roca fosfórica (4,8 kg.), para finalizar con una capa de compost descompuesto (2 metros cúbicos) en cada una de las unidades experimentales.

Estas medidas de peso y volumen son repartidas en 4 capas las cuales conforman cada unidad experimental.

En otros casos se realizó el proceso normal (tratamiento utilizado en la finca) antes mencionado sin la aplicación de la materia nitrogenada, y la aplicación de Machachi Cat según los tratamientos establecidos.

3.3.1.2 Actividades durante la realización del compost

Luego de terminado la realización de las camas se procedió a realizar las siguientes actividades:

- El control de temperatura se efectuó los días de lunes y viernes con el termómetro de reloj en cada una de las camas.
- Luego de 15 días se realizaron los volteos del material vegetal incorporado dentro de las camas, paralelamente se realizó un riego de 30 lts. en las mismas con suero de leche en una dosis de 1cc/lt.
- El control de la humedad se realizó una vez por semana.
- La determinación de pH y conductividad eléctrica se realizó una vez por semana después de realizado el primer volteo, tomando una muestra de pasta saturada de cada unidad experimental.
- Para la determinación de relación carbono / nitrógeno se lo hizo una al inicio del proceso en las materia primas para adoptar la relación de mezcla, otra a la semana 7 y otra al final al obtener la cosecha de compost.
- Por último los micro y macro nutrientes se determinaron mediante análisis de laboratorio al final del proceso de compostaje.

El proceso de compostaje fue realizado bajo invernadero metálico de 12m. de ancho x 16,8 m. de largo y 5 m. de altura sin paredes.

3.3.1.3 Diseño experimental

3.3.1.3.1 Factores a probar

Material nitrogenado

- N1: Proceso normal (PN)
- N2: Gallinaza (PN + G)
- N3: Harina de pescado (PN + HP)

Machachi Cat

- M0: Sin Machachi - Cat
- M1: Con Machachi - Cat

3.3.1.3.2 Tratamientos a comparar

De la combinación de los dos factores en estudio se tienen los tratamientos detallados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Nomenclatura y descripción de los tratamientos.

N° Tratamiento	Nomenclatura general	Nomenclatura específica	Descripción
T1	N1M0	PN	Proceso normal
T2	N2M0	PN + G	Proceso normal + gallinaza
T3	N3M0	PN + HP	Proceso normal + harina de pescado
T4	N1M1	PN + MC	Proceso normal + Machachi Cat
T5	N2M1	PN + MC + G	Proceso normal+ Machachi Cat + gallinaza
T6	N3M1	PN + MC + HP	Proceso normal + Machachi Cat + harina de pescado

3.3.1.3.3 Tipo de Diseño

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 3 X 2.

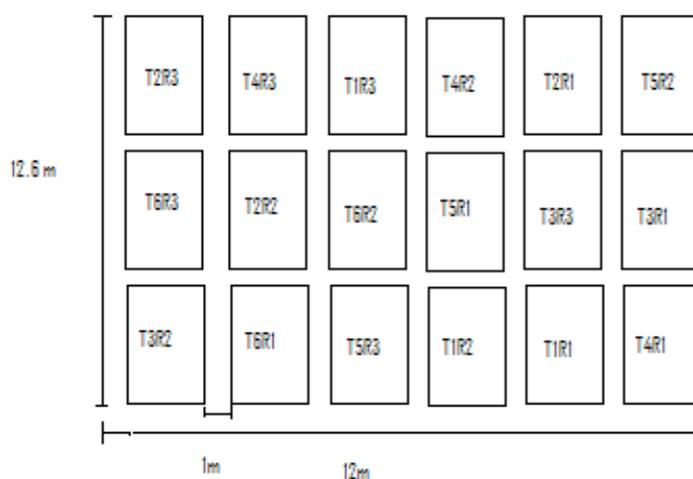
3.3.1.3.4 Repeticiones o bloques

Se manejaron 3 repeticiones por cada tratamiento.

3.3.1.3.5 Características de las UE

- # de unidades experimentales: 18
- Área de las unidades experimentales: 4 m^3
- Largo: 5 m.
- Ancho: 1 m.
- Altura: 1m.
- Forma de la UE: rectangular
- Área total del ensayo: $151,2 \text{ m}^2$
- Largo: 12,6 m.
- Ancho: 12 .m
- Forma del ensayo: rectangular

3.3.1.3.6 Croquis del Diseño



igura 3. Diseño del experimento.

3.3.1.4. Análisis estadístico

3.3.1.4.1 Esquema del análisis de varianza

Cuadro 6. Esquema análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamientos	(5)
N(material nitrogenado)	2
M (Machachi Cat)	1
C X M	2
Error	12

de variación

3.3.1.4.2

Coefficiente

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} \times 100$$

3.3.1.4.3 Análisis funcional

Se realizara la prueba de Duncan al 5% para tratamientos en proceso de compostaje y DMS al 5% para Machachi Cat.

3.3.2 Fase II: Evaluación de Compost en Campo

Para esta fase se realizaron camas de 5 m² como unidad experimental en terreno descubierto. Se realizó una cama de tierra para cada repetición de los tratamientos a las cuales se agregó el compost en cantidad de 500g / m².

Luego se procedió a la siembra de las semillas a 15 cm. de distancia entre plantas y 25 cm. dentro de la doble hilera.

Durante el ciclo de cultivo se realizaron las labores de campo necesarias hasta llegar a la cosecha a los 110 días.

Una vez transcurrido el tiempo se procedió a la cosecha y a la medición de los siguientes parámetros.

- Altura de planta.- Desde la raíz hasta la última hoja.
- Número de hojas.- Todas las hojas presentes.
- Peso de raíz.- Peso del bulbo
- Peso del follaje.- Peso de todo el follaje de una planta.
- Diámetro transversal.- Medición horizontal de la remolacha.
- Diámetro longitudinal.- Medición vertical de la remolacha.
-

3.3.2.1 Diseño experimental

3.3.2.1.1 Factores a probar

Material Nitrogenado

- N1: Proceso normal (PN)
- N2: Gallinaza (PN + G)
- N3: Harina de pescado (PN + HP)

Machachi Cat

- M0: Sin Machachi - Cat
- M1: Con Machachi – Cat

3.3.2.1.2 Tratamientos a comparar

De la combinación de los dos factores en estudio se tienen los siguientes tratamientos. Cuadro 6.

Cuadro 7. Nomenclatura y descripción de los tratamientos.

N° Tratamiento	Nomenclatura general	Nomenclatura específica	Descripción
T1	N1M0	PN	Proceso normal
T2	N2M0	PN + G	Proceso normal + gallinaza
T3	N3M0	PN + HP	Proceso normal + harina de pescado
T4	N1M1	PN + MC	Proceso normal + Machachi Cat
T5	N2M1	PN + MC + G	Proceso normal+ Machachi Cat + gallinaza
T6	N3M1	PN + MC + HP	Proceso normal + Machachi Cat + harina de pescado

3.3.2.1.3 Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de bloques a azar.

3.3.2.1.4 Repeticiones o bloques

Se manejaron 3 repeticiones por cada tratamiento

3.3.2.1.5 Características de las UE

- # de unidades experimentales: 18
- Área de las unidades experimentales: 5 m²

- Largo: 5 m.
- Ancho: 1 m.
- Forma de la UE: rectangular
- Área total del ensayo: 150 m²
- Largo: 30 m.
- Ancho: 5 .m
- Forma del ensayo: rectangular

3.3.2.1.6 Croquis del diseño

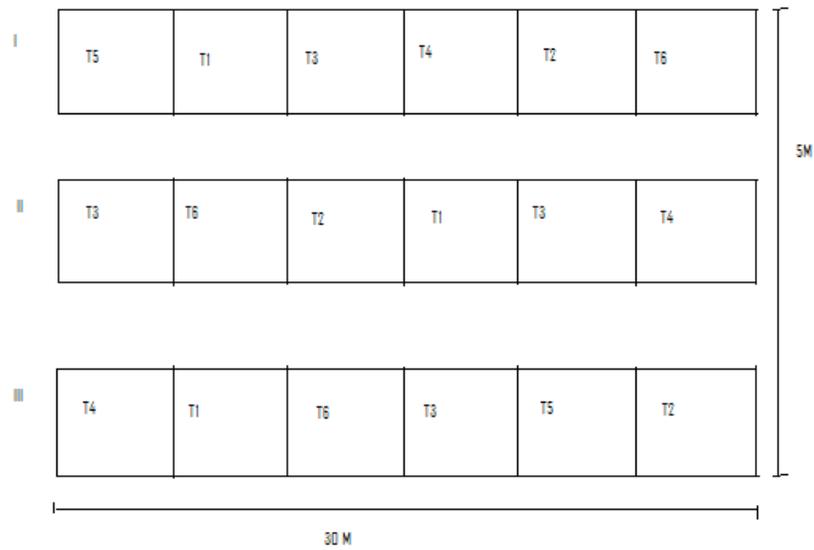


Figura. 4 Croquis del diseño.

3.3.2.2 Análisis estadístico

3.3.2.2.1 Esquema de análisis de varianza

Cuadro 8. Esquema de análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	17
Repeticiones	2
Tratamientos	(5)
N(material nitrogenado)	2
M (Machachi Cat)	1
C X M	2
Error	10

3.3.2.2.2 Coefficiente de variación

Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} \times 100$$

3.3.2.2.3 Análisis funcional

Se realizara la prueba de Duncan al 5% para tratamientos en proceso de compostaje y DMS al 5% para Machachi Cat.

3.3.3 Análisis Económico

El análisis económico se efectuó de acuerdo al protocolo establecido por Perrin, *et al.* (1981) para lo cual se obtuvo el beneficio bruto y los costos variables, de la diferencia de estos se obtuvo el beneficio neto.

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de los costos variables se realizó el análisis de dominancia donde el tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

Con los tratamientos no dominados se realizó el análisis de marginal y por medio de la tasa interna de retorno marginal TIRM se seleccionó la mejor alternativa económica.

3.3.4 Variables a Medir

3.3.4.1 Temperatura

La temperatura dentro de cada una de las unidades experimentales se midió dos veces por semana en tres puntos de la cama de compostaje; esta variable fue medida en grados centígrados

en cada unidad experimental las cuales se registraron en un formato para luego analizar con el diseño experimental establecido.

3.3.4.2 pH

Esta variable fue medida una vez por semana, empezando desde la segunda semana de formación de la cama o en el primer volteo, cada unidad experimental era medida tomando una muestra y fue registrada en una hoja de campo.

3.3.4.3 Conductividad eléctrica

Esta variable se analizó una vez por semana a cada una de las unidades experimentales, se la analizo después del primer volteo de la cama con la ayuda de una muestra y el kit de conductividad eléctrica.

3.3.4.4 Relación carbono- nitrógeno

La relación carbono- nitrógeno se analizo dos veces durante el experimento, uno en la semana 7 y el otro en la semana diez en cada una de las unidades experimentales mediante un análisis de laboratorio.

3.3.4.5 **Macro y micro nutrientes**

Esta variable se midió al final del experimento en la semana 10, se realizó un análisis de laboratorio completo a las muestras de cada unidad experimental.

3.3.4.6 **Humedad**

Esta medida se la hizo una vez por semana para conocer el contenido de agua en el compost, fueron anotadas en una hoja de campo con un formato para el análisis de cada una de sus unidades experimentales.

3.3.4.7 **Altura de planta**

Corresponde a la medida en cm. desde la corona hasta el fin de la última hoja. Esta variable fue medida en la cosecha de la remolacha, se tomó como muestra 10 remolachas de cada unidad experimental.

3.3.4.8 **Número de hojas**

Número total de hojas verdaderas presentes al final de los días de cultivo. Fueron contadas en 10 plantas para cada unidad experimental de 5m²

3.3.4.9 Peso de raíz

Se realizó el pesaje de 10 raíces por cada unidad experimental para su posterior análisis, estas fueron anotadas en hojas de campo al igual que las otras variables.

3.3.4.10 Peso de follaje

Al igual que la variable anterior se peso cada uno de los follajes y fueron anotados en una hoja con un formato.

3.3.4.11 Diámetro transversal

El diámetro transversal corresponde a la distancia horizontal en centímetros entre los bordes de la parte media de las raíces que se midió luego de cosechado el vegetal.

3.3.4.12 Diámetro longitudinal

Similar a la variable anterior, con diferencia de que se toma la distancia vertical entre los bordes de la raíz en centímetros.

3.3.4.13 Rendimiento

Rendimiento por hectárea de la planta de remolacha

3.3.5 Métodos Específicos de Manejo del Experimento

Para la investigación, se realizó la preparación de las camas de compost con los siguientes materiales: material vegetal utilizados para su descomposición como materia de carbono, harina de pescado y gallinaza como materia nitrogenada cuales fueron picadas en el caso del material vegetal para luego ser transformadas en camas de 4m³, cal, roca fosfórica y melaza para enriquecer al compost y por ultimo se adiciono el Machachi- Cat producto acelerador de la descomposición, se mantuvo cuidado de instalar la compostera fuera de áreas cercanas a sequias, pozos etc. Para evitar contaminación de aguas, mientras transcurrieron las diez semanas de proceso se mantuvo constante manejo y toma de datos necesarios para luego ser utilizados en la investigación.

En la segunda fase del experimento se realizó la siembra directa de remolacha de mesa en parcelas de 5m², al igual que en la anterior fase, se mantuvo un constante manejo de labores culturales hasta la cosecha de las mismas para obtención de resultados y posterior evaluación.

La apreciación de las variables a medir y los datos obtenidos se registraron en las hojas de campo a continuación indicadas:

Cuadro 9. Hoja de campo para cálculo de humedad de compost.

	FLOR MACHACHI	
	<i>Tesis de elaboracion de compost de Rosas</i>	
	<i>Formato para toma de humedad (SEMANAL)</i>	
	SEMANA N° _____	
	FECHA: _____	
	% DE HUMEDAD	PESO SECO (gr)
T1R1		
T1R2		
T1R3		
T2R1		
T2R2		
T2R3		
T3R1		
T3R2		
T3R3		
T4R1		
T4R2		
T4R3		
T5R1		
T5R2		
T5R3		
T6R1		
T6R2		
T6R3		

Fuente: Andrea Ascázubi, 2010.

3.3.6. Metodología para el Último Objetivo

La difusión de los resultados para la elaboración de compost de material vegetal de rosas enriquecido con “Machachi-Cat” se realizó en la Finca Flor Machachi mediante charlas informativas dirigidas a la Corporación de Floricultores del Sur.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PROCESO DE COMPOSTAJE

4.1.1 Temperatura

Al establecer el análisis de variancia para la temperatura interna del compost, no se detectaron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio a lo largo de las 10 evaluaciones semanales, igualmente no se encontraron diferencias estadísticas en sus factores en estudio así como su interacción (cuadro 12).

Los promedios generales de las temperaturas fueron decreciendo de 58,95 en la primera semana a 20,49 en la décima semana, con coeficientes de variación entre 5,12 a 26,96%.

Cuadro 12. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de temperatura en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	G L	Temperatura - Evaluaciones semanales				
		1	2	3	4	5
Total	17					
Tratamientos	(5)	2,59 ns	2,59 ns	6,29 ns	41,18 ns	52,41 ns
Machachi	1	0,12 ns	0,11 ns	7,48 ns	0,30 ns	14,81 ns
Material Nitrogenado	2	2,11 ns	2,65 ns	7,06 ns	3,12 ns	49,25 ns
MxN	2	4,29 ns	3,76 ns	4,93 ns	99,68 ns	74,37 ns
Error	12	9,11	9,50	19,18	50,15	35,87
\bar{X} (°C)		58,95	55,95	51,31	36,24	38,10
CV (%)		5,12	5,51	8,54	19,54	15,72

Fuentes de Variación	G L	Temperatura - Evaluaciones semanales				
		6	7	8	9	10
Total	17					
Tratamientos	(5)	34,63 ns	24,17 ns	38,87 ns	18,11 ns	4,08 ns
Machachi	1	8,45 ns	12,58 ns	29,47 ns	16,09 ns	3,24 ns
Material Nitrogenado	2	3,57 ns	15,50 ns	25,24 ns	13,66 ns	5,41 ns
MxN	2	78,79 ns	38,64 ns	57,20 ns	23,58 ns	3,18 ns
Error	12	47,67	53,04	31,49	66,39	8,09
\bar{X} (°C)		28,89	28,73	23,63	30,23	20,49
CV (%)		23,90	25,35	23,74	26,96	13,88

Los resultados encontrados en el cuadro 12 corresponden a una normal descomposición del material, cumpliendo así las etapas del compost como menciona Suquilanda, (2005).

Las diferencias entre la no aplicación de Machachi - Cat y la aplicación es mínima con respecto a la temperatura que presenta el compost a lo largo de las evaluaciones semanales, estas diferencias son alrededor de 1°C (cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
MO Sin Machachi Cat	59,03	55,87	50,66	36,36	37,19
MI Con Machachi Cat	58,87	56,03	51,95	36,11	39,01

MACHACHI	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
MO Sin Machachi Cat	28,20	27,90	24,91	29,28	20,07
MI Con Machachi Cat	29,57	29,57	22,35	31,17	20,92

Las temperaturas presentaron ligeras diferencias, sin embargo cuando se aplicó la harina de pescado se produjeron mayores temperaturas en las tres primeras evaluaciones, mientras que en las últimas semanas se presentaron las menores en los tratamientos sin material nitrogenado (cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
N1 Normal	58,65	56,69	51,40	37,06	38,90
N2 Gallinaza	58,58	55,42	50,18	35,92	40,48
N3 Harina de pescado	59,64	55,73	52,34	35,73	34,92

MATERIAL NITROGENADO	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
N1 Normal	29,78	27	25,78	31,88	21,14
N2 Gallinaza	28,47	30,18	21,69	29,87	20,93
N3 Harina de pescado	28,42	29,02	23,44	28,93	19,40

A pesar de que, con el material normal se obtuvo temperaturas que no se diferenciaron estadísticamente con los materiales nitrogenados en base de gallinaza y harina de pescado, se considera que el material vegetal de rosas es bueno para el compostaje, pues Reis, *et. al* citado por Soto y Meléndez, (2003), manifiestan que en donde se utiliza material nitrogenado como la harina de pescado se alcanzan temperaturas más altas y el producto final es de mejor calidad.

Al analizar todos los tratamientos las variaciones fueron mínimas sin mantener una tendencia definida (cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
MON1	58,19	57,00	50,22	34,23	34,00
MON2	59,63	55,87	49,03	34,35	42,23
MON3	59,28	54,74	52,74	40,50	35,36
M1N1	59,11	56,39	52,59	39,89	43,80
M1N2	57,52	54,97	51,33	37,49	38,74
M1N3	59,99	56,72	51,94	30,95	34,49

Tratamientos	Temperatura - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
MON1	24,92	23,73	30,3	32,85	21,32
MON2	29,63	31,97	20,07	26,88	19,69
MON3	30,06	28	24,36	28,11	19,19
M1N1	34,64	30,27	21,25	30,91	20,97
M1N2	27,3	28,38	23,3	32,86	22,16
M1N3	26,77	30,05	22,51	29,74	19,61

En el cuadro 15 las altas temperaturas iniciales corresponden a la intensa actividad degradativa de los microorganismos sobre los compuestos fácilmente alterables como azúcares, almidones y grasa.

En el material compostado se cumplieron satisfactoriamente las fases termofílica y mesofílica subsiguiente, la cual involucra la degradación de la materia orgánica por parte de abundantes bacterias saprofitas, actinomicetos, hongos siendo esto un aspecto decisivo para la maduración y pasteurización del compost (Poincelott y De Bertoldi *et.al.* citado por Leal y Cañizalez s/f).

4.1.2 pH

Al realizar el análisis de variancia para el pH del compost de material vegetal de rosas no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos realizados en cada una de las diez semanas a partir de la semana 2, de la misma manera no hay diferencia para los factores en estudio e interacción (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de pH en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	pH - Evaluaciones semanales			
		3	4	5	6
Total	17				
Tratamientos	(5)	0,03 ns	0,01 ns	0,09 ns	0,01 ns
Machachi	1	0,01 ns	0,02 ns	0,00 ns	0,00 ns
Material Nitrogenado	2	0,06 ns	0,00 ns	0,10 ns	0,01 ns
MxN	2	0,02 ns	0,01 ns	0,14 ns	0,01 ns
Error	12	0,07	0,03	0,04	0,06
\bar{X} (pH)		8,56	8,67	8,80	8,63
CV (%)		3,03	2,05	2,16	2,75

Fuentes de Variación	GL	pH - Evaluaciones semanales			
		7	8	9	10
Total	17				
Tratamientos	(5)	0,03 ns	0,00 ns	0,01ns	0,07 ns
Machachi	1	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,09 ns
Material Nitrogenado	2	0,02 ns	0,00 ns	0,01 ns	0,09 ns
MxN	2	0,05 ns	0,01ns	0,01 ns	0,03 ns
Error	12	0,04	0,02	0,05	0,05
\bar{X} (pH)		8,60	8,44	8,30	8,22
CV (%)		2,28	1,68	2,74	2,69

En el cuadro 17. La diferencia de pH de los tratamientos es mínima para la adición de Machachi-Cat en el compost.

Cuadro 17. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	pH - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
MO Sin Machachi Cat	8,58	8,63	8,80	8,64
MI Con Machachi Cat	8,53	8,71	8,80	8,63

MACHACHI	pH - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
MO Sin Machachi Cat	8,59	8,42	8,31	8,14
MI Con Machachi Cat	8,62	8,46	8,30	8,29

En el cuadro 18. En términos generales los pH son alcalinos, sin embargo los mayores valores se mantienen ligeramente entre gallinaza y harina de pescado.

Cuadro 18. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	pH - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
N1 Normal	8,48	8,64	8,83	8,62
N2 Gallinaza	8,53	8,63	8,91	8,68
N3 Harina de pescado	8,67	8,69	8,66	8,61

MATERIAL NITROGENADO	pH - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
N1 Normal	8,54	8,44	8,32	8,34
N2 Gallinaza	8,61	8,45	8,33	8,09
N3 Harina de pescado	8,66	8,43	8,26	8,22

En el cuadro 18 se puede explicar que el mínimo descenso del pH es causado por el proceso de nitrificación en el cual parte del amonio liberado durante el proceso de amonificación sufre una conversión a nitrato liberando iones hidrogeno H^+ (Tisdale y

Werner citado por Leal y Cañizalez s/f), teniendo mayor cantidad de nitrógeno la gallinaza y harina de pescado.

En el cuadro 19 se puede apreciar que los pH se mantuvieron entre el rango de alcalino, notándose que no hay un efecto directo de los dos factores en estudio.

Cuadro 19. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de pH en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	pH - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
M0N1	8,47	8,65	8,82	8,63
M0N2	8,53	8,63	8,77	8,63
M0N3	8,75	8,62	8,82	8,65
M1N1	8,48	8,63	8,85	8,6
M1N2	8,53	8,72	9,05	8,72
M1N3	8,58	8,77	8,5	8,57

Tratamientos	pH - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
M0N1	8,45	8,47	8,37	8,33
M0N2	8,57	8,42	8,3	8,03
M0N3	8,75	8,38	8,25	8,07
M1N1	8,63	8,42	8,27	8,35
M1N2	8,65	8,48	8,37	8,15
M1N3	8,57	8,47	8,27	8,37

Lo expresado en los cuadros 16, 17, 18 y 19 puede corresponder a que los tratamientos tienen una buena relación C/N inicial y que permanecen en el rango correcto entre 5.5 y 9 para una buena descomposición (Soto, 2003).

También se puede atribuir a una buena aireación durante el proceso en pH normal del material compostado generalmente se encuentra entre 5 y 7, si el compostado es aeróbico los valores pueden aumentar hasta 8,5 y disminuir hasta 5 (Opazo, 1991).

4.1.3 Conductividad Eléctrica

Al establecer el análisis de variancia para conductividad eléctrica se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos en las evaluaciones a la quinta, sexta y séptima semana al 1%, mientras que Machachi- Cat al 5% en la quinta y sexta semana, para material nitrogenado se presentaron diferencias estadísticas en la tercera y sexta semana al 1%, y a la quinta y novena semana al 5%.

La interacción fue significativa en la quinta semana al 1 % y en la séptima semana al 5%. Los promedios generales de la conductividad eléctrica se encontraron en el rango de 2,34 a 2,88 con coeficientes de variación entre 6,68 a 15,18%. (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de conductividad eléctrica en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
		3	4	5	6
Total	17				
Tratamientos	(5)	0,38 ns	0,04 ns	0,40 **	0,28 **
Machachi	1	0,00 ns	0,06 ns	0,34 *	0,23 *
Material Nitrogenado	2	0,91 **	0,00 ns	0,26 *	0,55 **
MxN	2	0,03 ns	0,07 ns	0,56 **	0,02 ns
Error	12	0,13	0,05	0,07	0,04
\bar{X} (mmhos)		2,38	2,34	2,82	2,71
CV (%)		15,18	9,63	9,16	7,76

Fuentes de Variación	GL	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
		7	8	9	10
Total	17				
Tratamientos	(5)	0,09 **	0,04 ns	0,23 ns	0,25 ns
Machachi	1	0,01 ns	0,18 ns	0,00 ns	0,34 ns
Material Nitrogenado	2	0,02 ns	0,01 ns	0,43 *	0,10 ns
MxN	2	0,18 *	0,11 ns	0,15 ns	0,36 ns
Error	12	0,04	0,08	0,11	0,13
\bar{X} (mmhos)		2,86	2,88	2,86	2,74
CV (%)		6,68	9,60	11,50	13,21

Es importante manifestar que la conductividad eléctrica se incrementa bajo la acción de Machachi-Cat a partir de la cuarta semana diferenciándose estadísticamente en la semana quinta y sexta. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas. DMS al 5%.

MACHACHI	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
MO Sin Machachi Cat	2,39	2,28	2,69 b	2,60 b
MI Con Machachi Cat	2,37	2,39	2,96 a	2,82 a

MACHACHI	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
MO Sin Machachi Cat	2,83	2,99	2,87	2,87
MI Con Machachi Cat	2,88	2,78	2,86	2,60

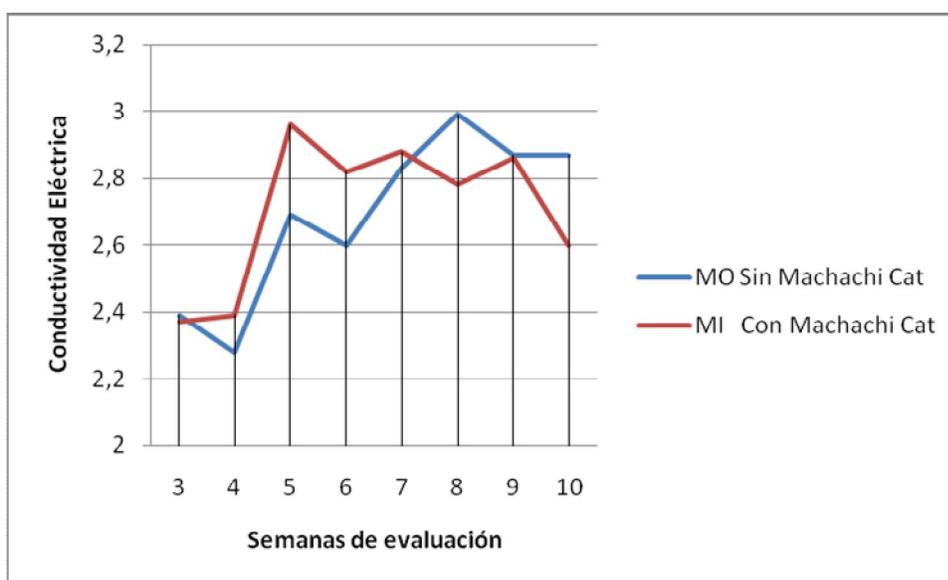


Figura 5. Conductividad Eléctrica con y sin Machachi – Cat.

Se puede afirmar que lo expresado en el cuadro 21, el aumento de conductividad eléctrica en los tratamientos que contiene Machachi – Cat se debe notablemente al contenido de microorganismos como *Azobacter*, *Bacillus subtilis*, *Actinomicetes* spp. , *Clostridium* sp., *Lactobacillus* spp., *Trichoderma* spp. y demás nutrientes primarios, micronutrientes, auxinas, zeatinas, prolaminas que proporciona el producto (Falconí, 2010).

En términos generales se puede decir que la conductividad eléctrica fue mayor por la aplicación de gallinaza como un medio nitrogenado, debido posiblemente a la mayor cantidad de nitrógeno que se encuentra en la gallinaza (cuadro 22).

Cuadro 22. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.

MATERIAL NITROGENADO	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
N1 Normal	1,93 b	2,32	2,67 b	2,57 b
N2 Gallinaza	2,62 a	2,35	3,06 a	3,06 a
N3 Harina de pescado	2,58 a	2,35	2,74 ab	2,50 b

MATERIAL NITROGENADO	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
N1 Normal	2,79	2,91	2,58 b	2,63
N2 Gallinaza	2,91	2,89	2,92 ab	2,88
N3 Harina de pescado	2,87	2,85	3,10 a	2,69

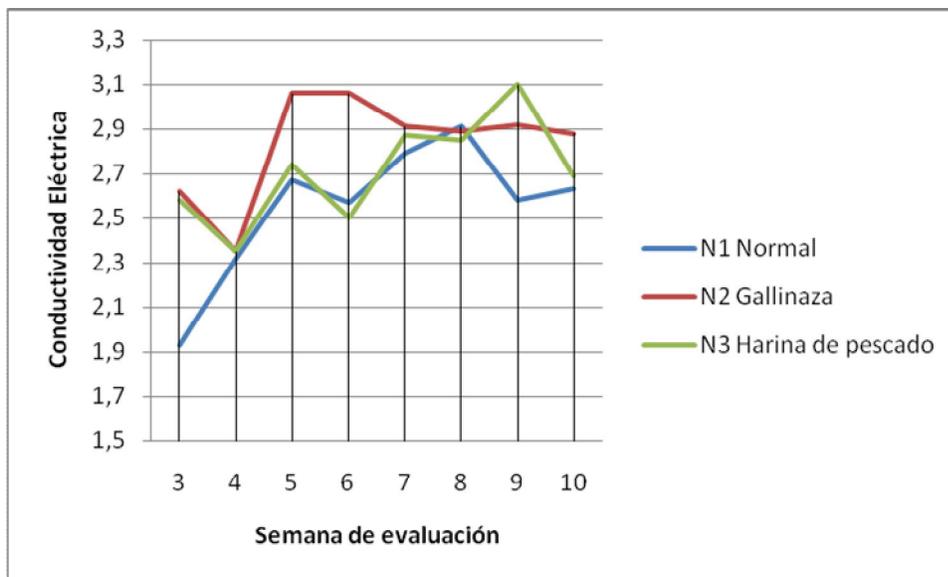


Figura 6. Conductividad eléctrica según material nitrogenado.

Los resultados observados en el cuadro 22 pueden corresponder a la descomposición de la gallinaza, que eleva la concentración de sales y nutrientes durante el compostaje,

en el caso de la harina de pescado contiene mas cantidad de nitrógeno pero pudo haber cuantiosas pérdidas de sales y nutrimentos durante la formación del compostaje.

Los datos químicos para caracterizar compostajes son contradictorios y marcadamente dependientes del material original (Foster citado por Leal y Cañizalez s/f).

Al conjuntarse Machachi- Cat más gallinaza se logró la mayor conductividad eléctrica especialmente en las semanas quinta y sexta en relación a los otros tratamientos en estudio, mientras que en el resto de evaluaciones la relaciones son más estrechas (cuadro 23).

Cuadro 23. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de conductividad eléctrica en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	3	4	5	6
M0N1	2,02 b	2,15	2,76 b	2,44 b
M0N2	2,59 a	2,33	2,58 b	2,89 ab
M0N3	2,55 a	2,37	2,72 b	2,46 b
M1N1	1,83 b	2,49	2,58 b	2,71 bc
M1N2	2,66 a	2,36	3,55 a	3,22 a
M1N3	2,61 a	2,32	2,75 b	2,54 bc

Tratamientos	Conductividad Eléctrica - Evaluaciones semanales			
	7	8	9	10
M0N1	2,62 b	3	2,52 b	2,53 b
M0N2	3,05 a	2,96	2,80 ab	3,27 a
M0N3	2,98 ab	2,99	3,28 a	2,82 ab
M1N1	2,96 ab	2,82	2,63 b	2,73 ab
M1N2	2,77 ab	2,82	3,04 ab	2,50 b
M1N3	2,75 ab	2,71	2,92 ab	2,56 b

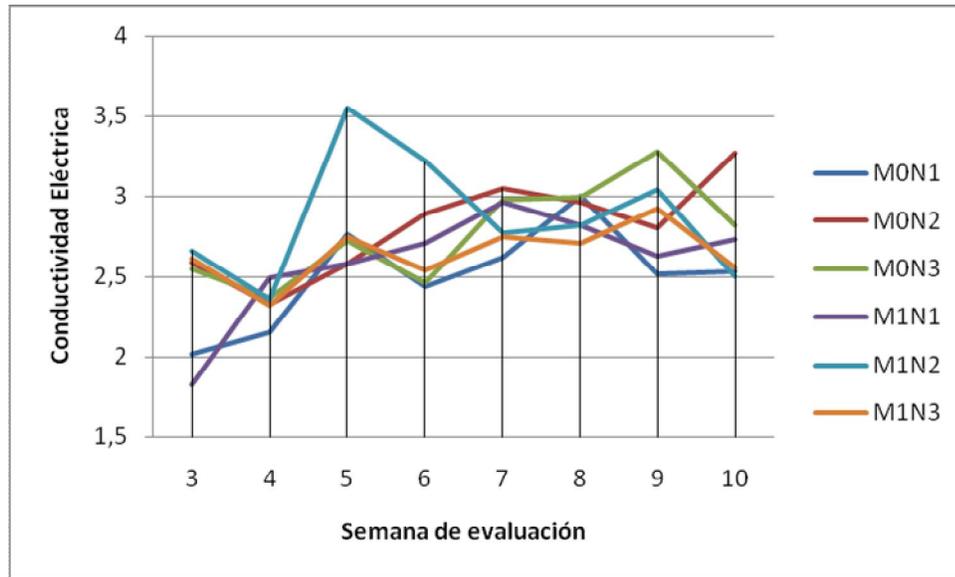


Figura 7. Conductividad eléctrica de los tratamientos según semana de evolución.

4.1.4 Humedad

En el cuadro 24 se presentan los análisis de variancia para el contenido de humedad del compost en cada una de las evaluaciones semanales, no se detectaron diferencias estadísticas para tratamientos en ninguna de las evaluaciones ni tampoco en cada uno de los factores en estudio (Machachi y Material Nitrogenado y su interacción), a excepción de la evaluación establecida en la primera semana en donde se determinaron diferencias estadísticas a nivel del 5% para material nitrogenado.

En términos generales los promedios de la humedad del compost tendieron a disminuir a medida que se incrementó la semana de evaluación encontrándose en un rango de 46,14 a 59,31y con coeficientes de variación entre 7,32 a 25,65 %.

Cuadro 24. Análisis de varianza para evaluaciones semanales de humedad en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Humedad - Evaluaciones semanales				
		1	2	3	4	5
Total	17					
Tratamientos	(5)	49,97 ns	29,85 ns	81,72 ns	40,05 ns	25,50 ns
Machachi	1	2,65ns	0,03 ns	124,45 ns	0,04 ns	19,43 ns
Material Nitrogenado	2	108,87*	62,94 ns	6,32 ns	65,10 ns	51,79 ns
MxN	2	14,73 ns	11,67ns	135,77 ns	35,01 ns	2,26 ns
Error	12	18,52	89,29	167,40	75,46	33,05
\bar{X} (%)		58,76	59,31	50,45	50,01	48,08
CV (%)		7,32	15,93	25,65	17,37	11,96

Fuentes de Variación	GL	Humedad- Evaluaciones semanales				
		6	7	8	9	10
Total	17					
Tratamientos	(5)	39,42 ns	50,20 ns	7,93 ns	3,18 ns	4,34 ns
Machachi	1	6,77 ns	7,11 ns	2,50 ns	2,05 ns	0,06 ns
Material Nitrogenado	2	10,29 ns	103,73 ns	8,49 ns	1,10 ns	4,67 ns
MxN	2	84,87 ns	18,22 ns	10,09 ns	5,83 ns	6,16 ns
Error	12	67,26	37,41	62,67	28,20	16,43
\bar{X} (%)		47,37	46,92	46,14	48,59	47,88
CV (%)		17,31	13,04	17,16	10,93	8,46

En términos generales el compost no manifestó incremento de la humedad cuando se le suministro Machachi – Cat, no teniendo diferencias estadísticas (cuadro 25).

Cuadro 25. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución semanal de humedad en compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Humedad - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
MO Sin Machachi Cat	58,38	59,35	53,08	50,06	49,12
MI Con Machachi Cat	59,15	59,27	47,82	49,97	47,04

MACHACHI	Humedad - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
MO Sin Machachi Cat	47,99	47,55	45,77	48,26	47,83
MI Con Machachi Cat	46,76	46,29	46,52	48,93	47,94

Si bien los materiales nitrogenados no se diferenciaron estadísticamente con respecto a la humedad, los mayores promedios en términos generales se presentaron cuando se adicionó gallinaza, en relación al compost sin material nitrogenado y harina de pescado (cuadro 26).

Cuadro 26. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución semanal de humedad en compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Humedad - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
N1 Normal	62,21 a	58,52	49,27	47,32	47,77
N2 Gallinaza	60,09 a	62,87	50,95	53,68	51,17
N3 Harina de pescado	54,00 b	56,53	51,13	49,03	45,32

MATERIAL NITROGENADO	Humedad - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
N1 Normal	46,03	49,83	45,89	48,13	46,87
N2 Gallinaza	47,44	48,77	47,44	48,97	48,38
N3 Harina de pescado	48,65	42,16	45,10	48,68	48,41

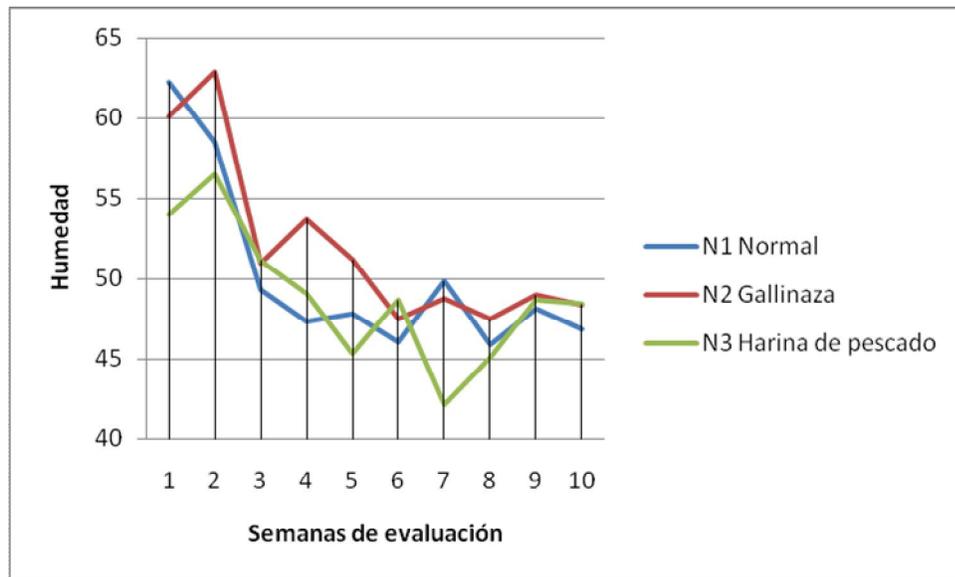


Figura 8. Evaluación de humedad según material nitrogenado.

Al analizar todos los tratamientos se manifiesta un comportamiento indistinto, sin embargo las mayores humedades se concentran en los tratamientos donde se aplicó gallinaza, lógicamente las diferencias no son marcadas y por lo tanto estadísticamente son similares (cuadro 27).

Cuadro 27. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución semanal de temperatura en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Humedad - Evaluaciones semanales				
	1	2	3	4	5
M0N1	63,44	59,98	47,78	46	48,1
M0N2	58,2	62,87	52,5	52,3	52,5
M0N3	53,5	55,2	58,97	51,87	46,77
M1N1	60,97	57,07	50,77	48,63	47,43
M1N2	61,98	62,87	49,4	55,07	49,83
M1N3	54,5	57,87	43,3	46,2	43,87

Tratamientos	Humedad - Evaluaciones semanales				
	6	7	8	9	10
M0N1	42,75	49	44,11	48,66	47,25
M0N2	48,33	51,33	48,22	48,83	49,03
M0N3	52,88	42,32	44,99	47,27	47,19
M1N1	49,31	50,66	47,66	47,6	46,48
M1N2	46,55	46,22	46,66	49,11	47,72
M1N3	44,42	42	45,22	50,09	49,63

4.1.5 Relación Carbono – Nitrógeno

En la semana séptima y décima se evaluó la relación carbono – nitrógeno cuyos análisis de variancia no presentaron diferencias estadísticas en cada uno de los factores en estudio a excepción de los materiales nitrogenados que presentaron diferencias estadísticas del 5% en la séptima semana (cuadro 28).

Los promedios generales fueron de 13,14 y 11,66, con coeficientes de variación de 4,86 y 10,09%, coeficientes adecuados para este tipo de evaluación.

Cuadro 28. Análisis de varianza para evaluaciones de la relación carbono-nitrógeno en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi-Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Relación Carbono-Nitrógeno	
		Semana 7	Semana 10
Total	17		
Tratamientos	(5)	1,05 ns	0,92 ns
Machachi	1	0,27ns	1,74 ns
Material Nitrogenado	2	1,91 *	0,28 ns
MxC	2	0,57 ns	1,16 ns
Error	12	0,41	1,38
\bar{X}		13,14	11,66
CV%		4,86	10,09

López y Ochoa citado por Leal y Cañizalez (s/f), obtuvieron al elaborar compostajes según el método Indore y de hojas, relación C/N 8:1 y 12:1 respectivamente, cifras comparables a las observadas en el presente trabajo.

En el cuadro 29 prácticamente se puede observar la falta influencia de producto Machachi-Cat en la relación carbono – nitrógeno.

Cuadro 29. Efecto de Machachi – Cat sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Relación Carbono-Nitrógeno	
	Semana 7	Semana 10
MO Sin Machachi Cat	13,02	11,34
MI Con Machachi Cat	13,27	11,97

Cuando se aplicó la gallinaza se logró una menor relación carbono – nitrógeno en la evaluación a la séptima semana diferenciándose estadísticamente del resto de materiales nitrogenados, mientras que en la semana décima se equipararon (Cuadro 30 y figura 9).

Cuadro 30. Efecto del material nitrogenado sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.

MATERIAL NITROGENADO	Relación Carbono-Nitrógeno	
	Semana 7	Semana 10
N1 Normal	13,05 ab	11,50
N2 Gallinaza	12,63 b	11,57
N3 Harina de pescado	13,75 a	11,90

Los resultados del cuadro 30 puede corresponder a lo que dice la literatura, que si el material final obtenido tras la fermentación tiene un valor C/N alto, indica que no ha sufrido una descomposición completa y, si el índice es muy bajo, puede ser por una excesiva mineralización, aunque todo ello depende de las características del material de partida (Opazo, 1991). En este estudio los valores se mantienen en el rango óptimo.

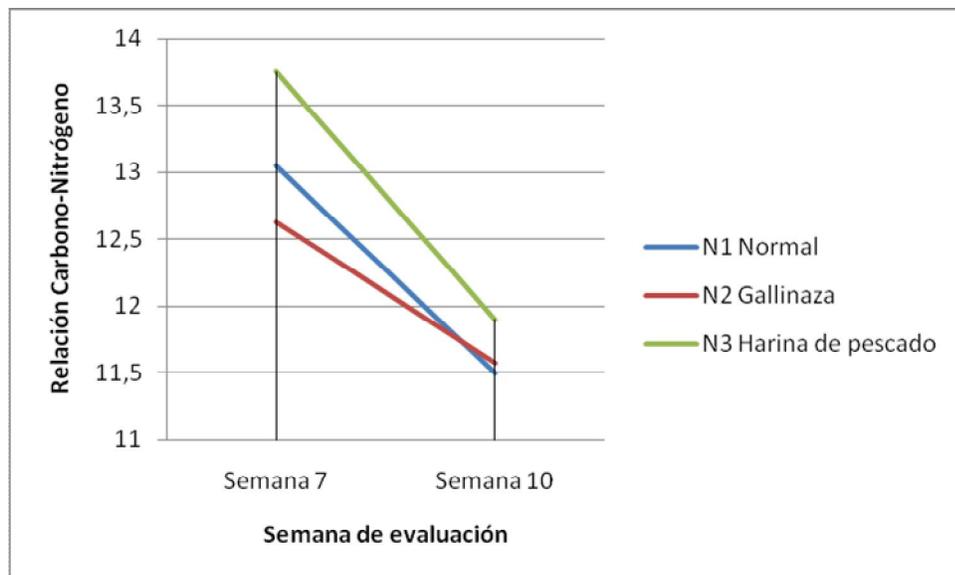


Figura 9. Relación Carbono- nitrógeno para material nitrogenado.

En términos generales las mejores relaciones C/N se presentaron en los tratamientos MON1, MON2 y MIN2 tanto en la séptima como en la décima semana (cuadro 31).

Cuadro 31. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la evolución de la relación carbono - nitrógeno en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Relación Carbono-Nitrógeno	
	Semana 7	Semana 10
MON1	12,73 a	11,1
MON2	12,87 ab	11,7
MON3	13,47 ab	11,2
MIN1	13,37 ab	11,9
MIN2	12,40 a	11,4
MIN3	14,03 b	12,6

4.1.6 Macro y Micronutrientes

En el cuadro 32 se presentan los análisis de variancia para el contenido de macro y micro nutrientes del compost. En la evaluación, se detectaron diferencias estadísticas para tratamientos en el Ca y Cu, para machachi cat se detectó diferencia significativa en el Fe y para material nitrogenado en el P y Ca.

Cuadro 32. Análisis de varianza para concentración de macro y micronutrientes en el compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Macro y Microelementos					
		N	P	K	Mg	Ca	Na
Total	17						
Tratamientos	(5)	0,03 ns	0,02 ns	0,05 ns	0,00 ns	5,74 *	0,00 ns
Machachi	1	0,00 ns	0,01 ns	0,02 ns	0,01 ns	3,90 ns	0,00 ns
Material Nitrogenado	2	0,05 ns	0,04 *	0,01 ns	0,00 ns	11,16 **	0,00 ns
MxN	2	0,02 ns	0,00 ns	0,10 ns	0,00 ns	1,23 ns	0,00 ns
Error	12	0,04	0,01	0,03	0,00	1,41	0,00
\bar{X} (%)		3,26	0,57	2,21	0,64	4,15	0,37
CV (%)		6,11	14,93	8,03	10,18	28,58	12,72

Fuentes de Variación	GL	Macro y Microelementos				
		Fe	Mn	Cu	Zn	B
Total	17					
Tratamientos	(5)	1331943,3ns	24589,69 ns	96935,62 **	2005,96 ns	138,23 ns
Machachi	1	2226050,00*	2888,00 ns	43041,78 ns	162 ns	133,93 ns
Material Nitrogenado	2	375516,67ns	2568,22 ns	74415,47 ns	4072,72 ns	183,12 ns
MxN	2	1841316,67*	57462,00 ns	146402,69**	861,17 ns	95,48 ns
Error	12	459394,44	8892,89	13068,22	822,67	155,05
\bar{X} (ppm)		4575	638,22	184,92	192,11	107,91
CV (%)		14,82	14,78	61,82	14,93	11,54

La cantidad de macro y microelementos encontrados en el presente trabajo y expresados en el cuadro 32 coincide con lo expresado por estudios anteriores de compost de material vegetal de rosas realizado por (Jiménez, 2006).

Lamentablemente no se pudo evaluar el contenido de microorganismos dentro del compost pues cuando no se utilizó el Machachi- Cat se presentó un mayor contenido de los macroelementos posiblemente puede haberse incrementado el número de

microorganismos con el Machachi- Cat que es un biocatalizador orgánico fisiológico compuesto por *Azobacter*, *Bacillus subtilis*, *Actimonicetes* spp. , *Clostridium* sp. , *Lactobacillus* spp. , *Trichoderma* spp. ; además de nutrientes primarios, micronutrientes, auxinas, zeatinas, prolaminas los cuales tomaron estos macroelementos (Cuadro 33).

Cuadro 33. Efecto de Machachi – Cat sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosa DMS al 5%.

MACHACHI	Macro y Microelementos					
	N	P	K	Mg	Ca	Na
MO Sin Machachi Cat	3,26	0,60	2,18	0,66	4,62	0,38
MI Con Machachi Cat	3,26	0,55	2,24	0,62	3,69	0,36

MACHACHI	Macro y Microelementos				
	Fe	Mn	Cu	Zn	B
MO Sin Machachi Cat	4223,33 b	650,89	136,02	195,11	110,63
MI Con Machachi Cat	4926,67 a	625,56	233,82	189,11	105,18

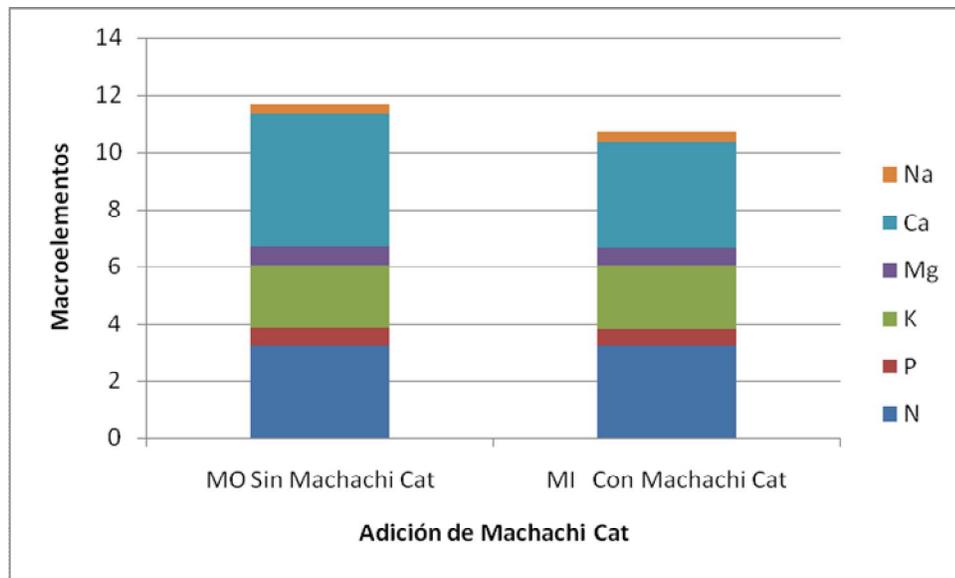


Figura 10. Efecto de la presencia o no de Machachi- Cat sobre el contenido de macronutrientes evaluados en porcentaje.

Igualmente como en los macroelementos, los mayores contenidos de microelementos se presentaron cuando no se aplicó el biocatalizador Machachi – Cat a excepción del cobre y hierro (figura 11).

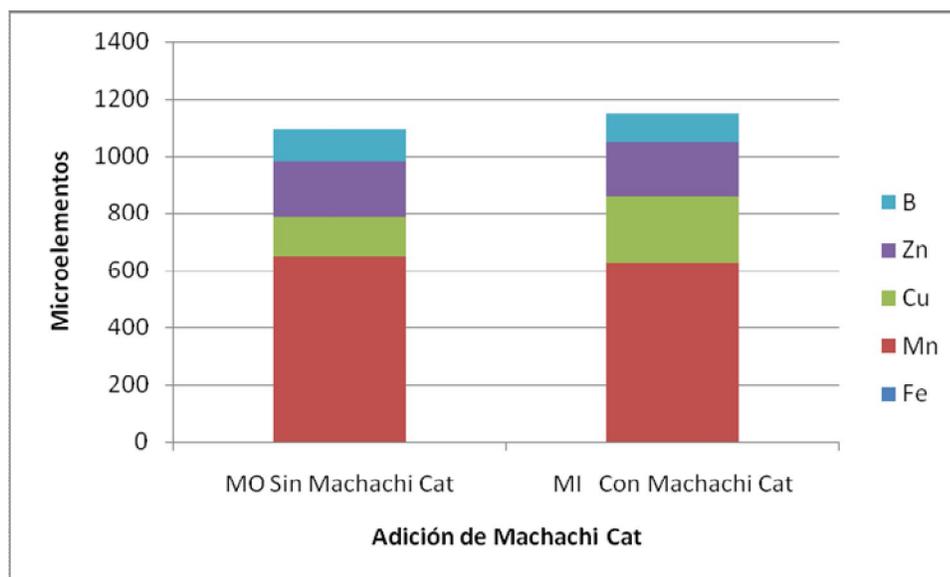


Figura 11. Efecto de la presencia o no de Machachi- Cat sobre el contenido de micronutrientes evaluados en ppm.

La aplicación de la gallinaza para macroelementos se manifiesta efectiva pues el compost se ve más enriquecido con potasio, sodio, calcio y fósforo, elementos fundamentales para el desarrollo de los cultivos (cuadro 34).

Cuadro 34. Efecto del material nitrogenado sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosas. Duncan al 5%.

MATERIAL NITROGENADO	Macro y Microelementos					
	N	P	K	Mg	Ca	Na
N1 Normal	3,31	0,51 b	2,20	0,66	3,21 b	0,37
N2 Gallinaza	3,16	0,66 a	2,26	0,64	5,72 a	0,38
N3 Harina de pescado	3,31	0,56 ab	2,17	0,63	3,54 b	0,37

Lo expresado en cuadro 34 puede corresponder a la cantidad de macroelementos que proporciona la gallinaza, siendo en mayor cantidad que la otra fuente de material nitrogenado.

Elementos encontrados en el compost y luego incorporados al suelo de los cultivos como es el caso del fósforo ayuda a la planta a una nutrición adecuada, acelera la madurez, mejora la calidad de los frutos, aumenta resistencia a enfermedades etc.; el potasio da resistencia al frío y heladas, evita el deterioro de la permeabilidad de las membranas celulares, mejora la utilización de agua por la planta, se ha comprobado también la resistencia a parásitos; el calcio es esencial y juega un papel muy importante en la estabilidad de las membranas, es básico en la absorción de elementos nutritivos y varios procesos metabólicos (Domínguez, 1997).

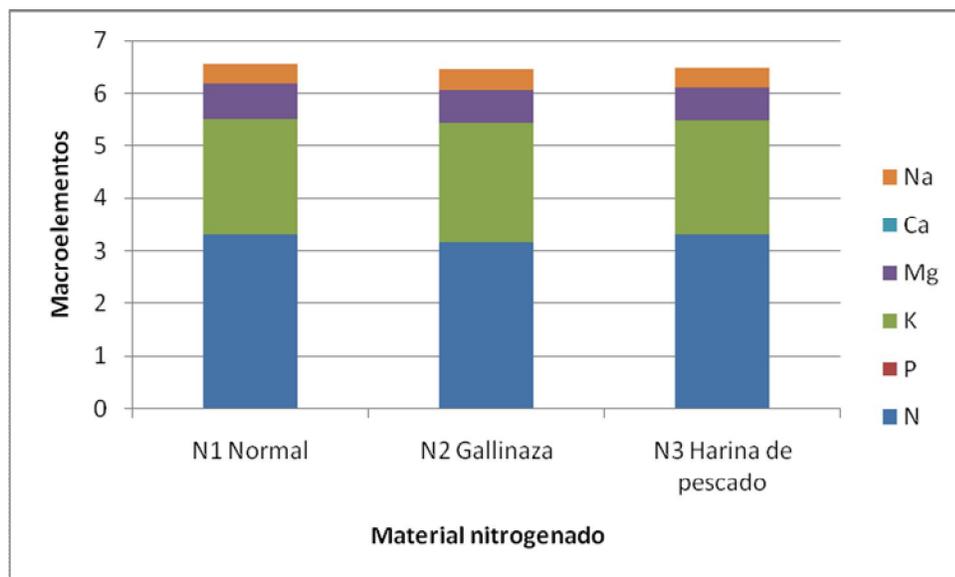


Figura 12. Efecto del material nitrogenado sobre el contenido de macronutrientes evaluados en porcentaje.

La harina de pescado se constituye en una fuente mejoradora del compost con respecto a los microelementos hierro y cobre, mientras que la gallinaza mejora en manganeso, zinc y boro que son microelementos más importantes para el desarrollo de los cultivos (Cuadro 34).

MATERIAL NITROGENADO	Macro y Microelementos				
	Fe	Mn	Cu	Zn	B
N1 Normal	4290,00	628,33	86,80 b	170 b	110,83
N2 Gallinaza	4676,67	662,00	162 b	220,83 a	111,35
N3 Harina de pescado	4758,33	624,33	305,97 a	185,50 ab	101,53

Lo expresado en el cuadro 34 puede corresponde a la cantidad que cada uno de los materiales nitrogenados proporciona.

Al incorporar al suelo el compost con estos elementos se dan beneficios a la planta en cuanto a nutrición, por ejemplo el hierro ayuda en el engrosamiento de la raíz, interviene en la fotosíntesis, respiración, metabolismo del nitrógeno, el cultivo de la rosa es sensible a presentar deficiencia de Fe; el manganeso participa en procesos metabólicos importantes como la fotosíntesis y el metabolismo de los hidratos de carbono; el cobre participa en el desarrollo de las enzimas y en la fotosíntesis; en el caso del zinc participa en los procesos enzimáticos de la planta; por último el boro sus funciones aun no se encuentran aclaradas, se deduce que influye en la formación de ácidos ribonucleicos que son necesarios para el desarrollo de nuevos tejidos. Es importante ayudar incorporando materiales ricos en estos elementos como el compost, aplicando cantidades correctas y tratando de no intoxicar a la planta (Domínguez, 1997).

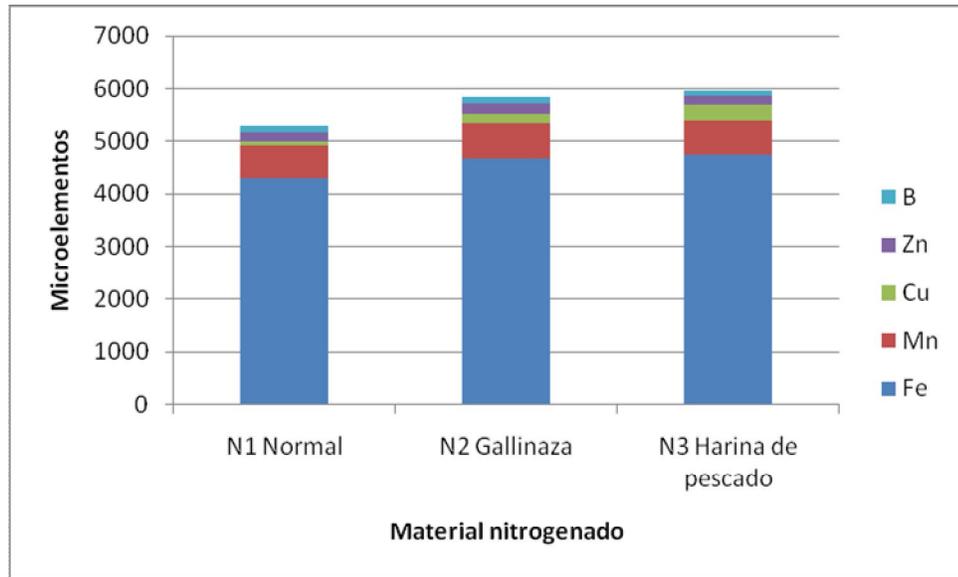


Figura 13. Efecto del material nitrogenado sobre el contenido de micronutrientes evaluados en ppm.

Al analizar los macro y microelementos en conjunto se puede determinar que el tratamiento M0N2 es el más funcional pues aporta un mayor contenido de P, Mg y Ca, elementos muy importantes para el desarrollo de las plantas, el menos funcional constituye el tratamiento M1N3 por contener los menores niveles de K, Mg y Ca e intermedios de N y P. Con respecto a los microelementos se puede determinar también que el tratamiento M0N2 sigue siendo el más funcional ya que su contenido es mayor para todos los microelementos estudiados (Cuadro 35).

Cuadro 35. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la concentración de macro y micronutrientes en compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Macro y Microelementos					
	N	P	K	Mg	Ca	Na
M0N1	3,32	0,51b	2,16 ab	0,68	3,64 b	0,38
M0N2	3,09	0,69 a	2,11 ab	0,64	6,65 a	0,39
M0N3	3,36	0,59 ab	2,28 ab	0,67	3,57 b	0,38
M1N1	3,3	0,50 b	2,25 ab	0,64	2,77 b	0,36
M1N2	3,22	0,63 ab	2,41 a	0,64	4,78 ab	0,37
M1N3	3,26	0,53 ab	2,06 b	0,58	3,51 b	0,36

Tratamientos	Macro y Microelementos				
	Fe	Mn	Cu	Zn	B
M0N1	4286,67 b	598 b	97 b	166 b	111,33
M0N2	5666,67 a	786,67 a	231,13 b	237,67 a	111,7
M0N3	4826,67 ab	568 b	79,93 b	181,67 b	108,87
M1N1	4293,33 b	658,67 ab	76,60 b	174 b	110,33
M1N2	3686,67 b	537,33 b	92,87 b	204 ab	111
M1N3	4690,00 ab	680,67 ab	532 a	189,33 ab	94,2

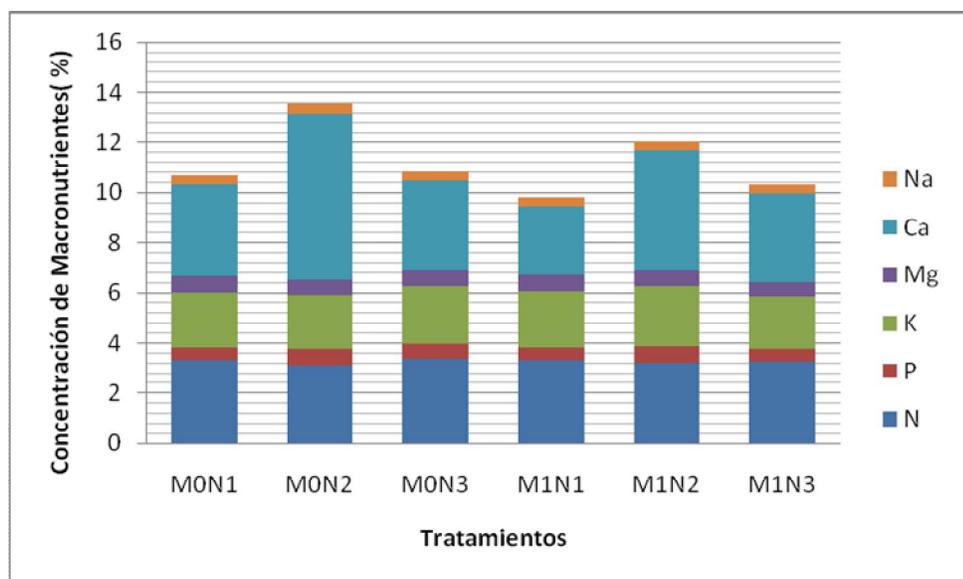


Figura 14. Concentración de macronutrientes por tratamientos.

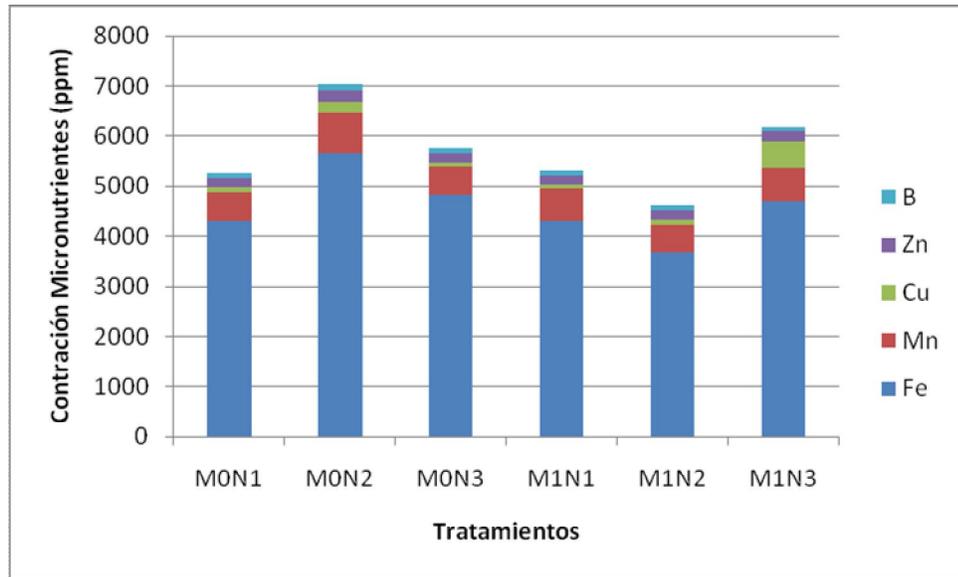


Figura 15. Concentración de micronutrientes por tratamientos.

4.2 CULTIVO

4.2.1 Altura de Planta

Al establecer el análisis de varianza para la altura de planta de remolacha no se encontraron diferencias significativas para tratamientos. El promedio general de la altura de planta fue de 40,16 cm. con un coeficiente de variación de 6,04% (Cuadro 36).

Cuadro 36. Análisis de varianza para la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Altura de planta
Total	17	
Repeticiones	2	8,72 ns
Tratamientos	(5)	6,57 ns
Machachi	1	0,48 ns
Material Nitrogenado	2	2,21 ns
MxN	2	13,97 ns
Error	10	5,88
\bar{X} (cm)		40,16
CV (%)		6,04

En el cuadro 37 se presentan los promedios de altura de planta con la presencia y la no presencia de Machachi-Cat notándose la similar respuesta.

Cuadro 37. Efecto de Machachi – Cat sobre la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Altura de planta
MO Sin Machachi Cat	40
MI Con Machachi Cat	40,33

Se nota una ligera diferencia de mayor altura para el tratamiento con gallinaza, seguido de la harina de pescado y el que no contiene material nitrogenado (Cuadro 38).

Cuadro 38. Efecto del material nitrogenado sobre la altura de planta de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Altura de planta
N1 Normal	39,48
N2 Gallinaza	40,62
N3 Harina de pescado	40,40

Las alturas de planta oscilan entre 41,97 y 38,73 no encontrándose diferencias significativas en esta variable (Cuadro 39).

Cuadro 39. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre la altura de planta de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Altura de planta
M0N1	38,73
M0N2	39,3
M0N3	41,97
M1N1	40,22
M1N2	41,93
M1N3	38,83

4.2.2 Número de Hojas

Al establecer el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas para tratamientos. El promedio general del número de hojas es de 23,62 con un coeficiente de variación de 8,58% (Cuadro 40).

Cuadro 40. Análisis de varianza para el número de hojas de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	# de hojas
Total	17	
Repeticiones	2	15,51 ns
Tratamientos	(5)	4,61 ns
Machachi	1	12,50 ns
Material Nitrogenado	2	0,14 ns
MxN	2	5,14 ns
Error	10	4,11
\bar{X}		23,62
CV (%)		8,58

A pesar de no haber diferencia estadística, existe una ligera diferencia numérica de 2 hojas cuando no se aplica Machachi- Cat (Cuadro 41).

Cuadro 41. Efecto de Machachi – Cat sobre la altura de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	# de hojas
MO Sin Machachi Cat	24,46
MI Con Machachi Cat	22,79

No se encontraron diferencias significativas en el número de hojas con la aplicación de material nitrogenado, pero el mayor se presentó cuando se agregó harina de pescado (Cuadro 42).

Cuadro 42. Efecto del material nitrogenado sobre el número de hojas de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	# de hojas
N1 Normal	23,68
N2 Gallinaza	23,45
N3 Harina de pescado	23,73

Lo expresado en el cuadro 42 puede corresponder a la mayor cantidad de nitrógeno que presenta la harina de pescado en los análisis de laboratorio, tomando en cuenta que el nitrógeno ayuda a la fotosíntesis.

No existen diferencias estadísticas, pero el mayor número de hojas se presentó en los tratamientos donde no se aplicó Machachi-Cat (Cuadro 43).

Cuadro 43. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el número de hojas de planta de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	# de hojas
M0N1	23,57
M0N2	24,33
M0N3	25,47
M1N1	23,8
M1N2	22,57
M1N3	22

Lo expresado en el cuadro 43 puede corresponder a que en el análisis de macro y micronutrientes, el nitrógeno encargado en gran parte del crecimiento foliar de la planta no demuestra diferencias significativas.

4.2.3 Peso de Raíz

Al establecer el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas para tratamientos. El promedio general del peso de la raíz es de 165,56 gramos con un coeficiente de variación de 21,33% (Cuadro 44).

Cuadro 44. Análisis de varianza para el peso de raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Peso de raíz
Total	17	
Repeticiones	2	776,91 ns
Tratamientos	(5)	1401,81 ns
Machachi	1	1891,13 ns
Material Nitrogenado	2	664,72 ns
MxN	2	1894,25 ns
Error	10	1247,01
\bar{X} (g)		165,56
CV (%)		21,33

No existen diferencias estadísticas, pero se observa un incremento de alrededor del 20% del peso de la raíz en los tratamientos que no se aplicaron Machachi-Cat (Cuadro 45).

Cuadro 45. Efecto de Machachi – Cat sobre el peso de la raíz de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Peso de raíz
MO Sin Machachi Cat	175,81
MI Con Machachi Cat	155,31

Lo mencionado en el cuadro 45 puede corresponder a que en los tratamientos donde no se aplicó Machachi-Cat existe mayor concentración de K.

No se obtuvo significación estadística pero, la harina de pescado y la gallinaza presentan un mejor peso de raíz comparando el material nitrogenado (Cuadro 46).

Cuadro 46. Efecto del material nitrogenado sobre el peso de la raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Peso de raíz
N1 Normal	156,42
N2 Gallinaza	163,20
N3 Harina de pescado	177,07

Lo expresado en el cuadro 46 puede corresponder a lo expresado por Fassbender y Bornemisza (1994), que atribuye a la materia orgánica cuya función de mejorador del drenaje, textura e intensificación de la aireación de los suelos, por lo tanto esto ayuda a un mejor crecimiento de la raíz brindando un desarrollo más profundo, pudiendo así aprovechar el uso del agua del suelo.

Los pesos de la raíz oscilan entre 146,30 y 207,83 no encontrándose diferencias significativas en esta variable (Cuadro 47).

Cuadro 47. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el peso de la raíz de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Peso de raíz
M0N1	156,5
M0N2	163,1
M0N3	207,83
M1N1	156,33
M1N2	163,3
M1N3	146,3

4.2.4 Peso de Follaje

Al establecer el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos. El promedio general del peso del follaje es 82,68 gramos con un coeficiente de variación de 19,31% (Cuadro 48).

Cuadro 48. Análisis de varianza para el peso del follaje de remolacha incorporado con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Peso follaje
Total	17	
Repeticiones	2	413,12 ns
Tratamientos	(5)	338,14 ns
Machachi	1	138,33 ns
Material Nitrogenado	2	87,02 ns
MxN	2	689,16 ns
Error	10	254,84
\bar{X} (g)		82,68
CV (%)		19,31

A pesar de no existir diferencias estadísticas, se observa un incremento de alrededor del 20% del peso del follaje en los tratamientos que no se aplicaron Machachi-Cat (Cuadro 49).

Cuadro 49. Efecto de Machachi – Cat sobre el peso del follaje de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Peso follaje
MO Sin Machachi Cat	85,46
MI Con Machachi Cat	79,91

A pesar de no existir diferencia significativa se observa mejor peso de follaje cuando se incrementa gallinaza y harina de pescado, pudiendo atribuirse a la cantidad de nitrógeno asimilable que proporcionan (Cuadro 50).

Cuadro 50. Efecto del material nitrogenado sobre el peso del follaje de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Peso follaje
N1 Normal	78,88
N2 Gallinaza	86,50
N3 Harina de pescado	82,67

Los datos del cuadro 50 pueden corresponder a que la aplicación de material nitrogenado tiene una influencia positiva dada por la alteración de las características físicas y biológicas del suelo, confirmando lo dicho por Hernández (1992), quien afirma que aparte de sus otros beneficios, la mayor importancia de la materia orgánica radica en que constituye un hábitat de los macro y micro organismos del suelo, y que al cumplir esta función no es tan importante medir su contenido de NPK.

Cuadro 51. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el peso del follaje de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Peso follaje
M0N1	71,2
M0N2	88,77
M0N3	96,4
M1N1	86,57
M1N2	84,23
M1N3	68,93

4.2.5 Diámetro Transversal

Al establecer el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas. El promedio general del diámetro transversal es 6,73 cm. con un coeficiente de variación de 7,64 % (Cuadro 52).

Cuadro 52. Análisis de varianza para el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Diámetro trans.
Total	17	
Repeticiones	2	0,07 ns
Tratamientos	(5)	0,09 ns
Machachi	1	0,07 ns
Material Nitrogenado	2	0,08 ns
MxN	2	0,12 ns
Error	10	0,26
\bar{X} (cm.)		6,73
CV (%)		7,64

No se encuentra diferencias estadísticas para el diámetro transversal entre la aplicación o no aplicación de Machachi- Cat, la diferencia es mínima (Cuadro 53).

Cuadro 53. Efecto de Machachi – Cat sobre el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Diámetro trans.
MO Sin Machachi Cat	6,80
MI Con Machachi Cat	6,67

A pesar de no encontrarse diferencias significativas, se nota un ligero incremento en donde se aplicó material nitrogenado, siendo mayor en donde se aplicó la gallinaza seguido de la harina de pescado. (Cuadro 54).

Cuadro 54. Efecto del material nitrogenado sobre el diámetro transversal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Diámetro trans.
	Toma 1
N1 Normal	6,60
N2 Gallinaza	6,80
N3 Harina de pescado	6,79

Los datos del cuadro 54 concuerdan con lo dicho por Fassbender y Bornemisza (1994), que atribuye a la materia orgánica como mejorador del drenaje, textura e intensificación de la aireación de los suelos, por lo tanto esto ayuda a un mejor crecimiento de la raíz brindando un desarrollo más profundo, pudiendo así aprovechar el uso del agua del suelo.

La interacción de los tratamientos presentó ligeras diferencias siendo los mejores los tratamientos M1N2 y M0N3 (Cuadro 55).

Cuadro 55. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el diámetro transversal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Diámetro trans.
M0N1	6,7
M0N2	6,71
M0N3	6,98
M1N1	6,51
M1N2	6,9
M1N3	6,6

4.2.6 Diámetro Longitudinal

Al establecer el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas. El promedio general del diámetro longitudinal es 6,77 cm. con un coeficiente de variación de 9,62 % (Cuadro 56).

Cuadro 56. Análisis de varianza para el diámetro longitudinal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Diámetro long.
		Toma 1
Total	17	
Repeticiones	2	0,26 ns
Tratamientos	(5)	0,38 ns
Machachi	1	0,04 ns
Material Nitrogenado	2	0,41 ns
MxN	2	0,51 ns
Error	10	0,42
\bar{X} (cm.)		6,77
CV (%)		9,62

A pesar de no existir diferencias estadísticas, se observa una ligera diferencia del diámetro longitudinal cuando no se aplicó Machachi- Cat (Cuadro 57).

Cuadro 57. Efecto de Machachi – Cat sobre el diámetro longitudinal de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Diámetro long.
	Toma 1
MO Sin Machachi Cat	6,82
MI Con Machachi Cat	6,72

Como en la variable anterior los mejores promedios del diámetro longitudinal se encuentran en donde se aplicó material nitrogenado (Cuadro 58).

Cuadro 58. Efecto del material nitrogenado sobre el diámetro longitudinal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Diámetro long.
	Toma 1
N1 Normal	6,55
N2 Gallinaza	6,70
N3 Harina de pescado	7,06

Los resultados del cuadro 58 nos indican las bondades de la aplicación de materiales nitrogenados, debido a que mejoran propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, en donde la materia orgánica influye en un mejor crecimiento y funcionamiento de la raíz que aprovechan mejor el agua, estimulando el desarrollo radicular más profundo (Fassbender y Bornemisza, 1994).

La interacción de los tratamientos presentó ligeras diferencias siendo los mejores los tratamientos M1N2 y M0N3 (Cuadro 59).

Cuadro 59. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el diámetro longitudinal de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Diámetro long.
M0N1	6,46
M0N2	6,55
M0N3	7,44
M1N1	6,64
M1N2	6,84
M1N3	6,67

4.2.7 Rendimiento / ha

Al establecer el análisis de variancia no se encontraron diferencias estadísticas significativas. El promedio general del rendimiento por ha es 33,11 toneladas y un coeficiente de variación de 21,33 % (Cuadro 60).

Cuadro 60. Análisis de varianza para el rendimiento/ ha de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas bajo la influencia de Machachi - Cat y material nitrogenado. Unidad de Negocios Flor Machachi S.A, San Alfonso, Mejía – Pichincha 2010.

Fuentes de Variación	GL	Rendimiento / ha
Total	17	
Repeticiones	2	31,08ns
Tratamientos	(5)	56,07ns
Machachi	1	75,64ns
Material Nitrogenado	2	26,59ns
MxN	2	75,77ns
Error	10	49,88
\bar{X} (Ton)		33,11
CV (%)		21,33

A pesar de no existir diferencias estadísticas se puede observar un mejor rendimiento por hectárea cuando no se aplicó Machachi – Cat (Cuadro 61).

Cuadro 61. Efecto de Machachi – Cat sobre el rendimiento / ha de remolacha incorporando compost de material vegetal de rosas.

MACHACHI	Rendimiento / ha
MO Sin Machachi Cat	35,16
MI Con Machachi Cat	31,06

En el cuadro 62 se notan ligeras diferencias a pesar de que no existen diferencias estadísticas, que los mejores rendimientos son cuando se aplicó material nitrogenado, siendo mejor en donde se aplicó harina de pescado.

Cuadro 62. Efecto del material nitrogenado sobre el rendimiento/ ha de remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

MATERIAL NITROGENADO	Rendimiento / ha
N1 Normal	31,28
N2 Gallinaza	32,64
N3 Harina de pescado	35,41

Lo mencionado en el cuadro 62 concuerda confirmando lo dicho por Barahona (2006), quien afirma que una buena aplicación de materia orgánica en los cultivos aumenta considerablemente el rendimiento por hectárea.

Los mejores tratamientos son M0N3 y M1N2, mientras que los de más bajo rendimiento son M1N1 y M1N3, se notan ligeras diferencias sin significación estadística (Cuadro 63).

Cuadro 63. Efecto conjunto de Machachi- Cat y material nitrogenado sobre el rendimiento/ hade remolacha incorporada con compost de material vegetal de rosas.

Tratamientos	Rendimiento / ha
M0N1	31,3
M0N2	32,62
M0N3	41,57
M1N1	31,27
M1N2	32,66
M1N3	29,26

V. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 PRODUCCIÓN DE COMPOSTAJE

Siguiendo la metodología de presupuesto parcial establecido por Perrin, *et al.* (1981), se procedió a obtener el beneficio bruto que es el rendimiento obtenido por el precio en el mercado por otro lado se obtuvo los costos variable que corresponde a los costos de los componentes de los diferentes tratamientos. De la diferencia del beneficio bruto menos el costo variable se obtuvo el beneficio neto (cuadro 64).

Cuadro 64. Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Beneficio Bruto	Costo variable	Beneficio Neto
T1 PN	121.77	85.44	36.32
T2 PN + G	142.06	86.52	55.54
T3 PN + HP	134.45	126.65	7.8
T4 PN + MC	119.74	88.34	31.39
T5 PN + MC + G	144.6	89.42	55.17
T6 PN + MC + HP	134.96	129.55	5.41

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable, de este análisis se determinó que los únicos tratamientos no dominados es el T2 (PN+G) y T1(PN) (cuadro 65).

Cuadro 65. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Beneficio Neto	Costo variable	T/D
T2 PN + G	55.54	86.52	
T5 PN + MC + G	55.17	89.42	*
T1 PN	36.32	85.44	
T4 PN + MC	31.39	88.34	*
T3 PN + HP	7.80	126.65	*
T6 PN + MC + HP	5.41	129.55	*

Al establecer el análisis marginal se determinó que la mejor opción económica constituye el tratamiento 2, pues por cada dólar invertido de pasar del tratamiento 1 al tratamiento 2 se obtiene un retorno de 17,79 dólares (cuadro 66).

Cuadro 66. Análisis marginal de los tratamientos no dominados.

Tratamientos	Beneficio neto	Costo variable	Δ Beneficio neto	Δ Costo variable	TIR M
T2 PN + G	55.54	86.52	19.21	1.08	17.79
T1 PN	36.32	85.44			

5.2 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO

Multiplicando el rendimiento por hectárea de remolacha por su valor en el mercado se obtuvo el beneficio bruto, por otro lado se obtuvo los costos variables que corresponden al valor de cada una de los tipos de compost obtenidos, de cuya diferencia se obtuvo el beneficio neto (cuadro 67).

Cuadro 67. Beneficio bruto, costo variable y beneficio neto de los tratamientos en el cultivo de remolacha.

Tratamientos	Beneficio bruto	Costo variable	Beneficio neto
T1 PN	12520	350.85	12169.15
T2 PN + G	13048	471.00	12577.00
T3 PN + HP	16628	304.53	16323.47
T4 PN + MC	12508	368.90	12139.10
T5 PN + MC + G	13064	479.97	12584.03
T6 PN + MC + HP	11704	309.21	11394.79

Al establecer el análisis de dominancia se encontró que únicamente el tratamiento 3 (PN+HP) no fue dominado, este se constituye en la única y mejor alternativa económica sin ser necesario realizar el análisis marginal (cuadro 68).

Cuadro 68. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio en el cultivo de remolacha.

Tratamientos	Costo Variable	Beneficio Neto	T/D
T3 PN + HP	304.53	16323.47	
T5 PN + MC + G	479.97	12584.03	*
T2 PN + G	471.00	12577.00	*
T1 PN	350.85	12169.15	*
T4 PN + MC	368.90	12139.10	*
T6 PN + MC + HP	309.21	11394.79	*

VI. CONCLUSIONES

Del compost:

- La temperatura interna dentro de las camas de compost no se vio afectada por los diferentes componentes en el proceso dentro de las 10 semanas de evaluación.
- En términos generales a medida que aumento el tiempo de evaluación disminuyó la temperatura a causa de la actividad degradativa de los microorganismos sobre los compuestos.
- Se considera que el material vegetal de rosas base es muy adecuado pues mantuvo similares temperaturas que cuando se adicionó los materiales nitrogenados, los cuales provocan incrementos de temperatura.
- Prácticamente la utilización del Machachi-Cat así como de los compuestos nitrogenados no afectaron al pH del compost a lo largo de las 10 semanas de evaluación.
- Únicamente el tratamiento 2 (M0N2) es el más adecuado con respecto a la conductividad eléctrica, pues sus promedios se acercan al límite inferior del rango óptimo en la séptima y decima evaluación.

- Las mejores relaciones C/N en términos generales se presentaron en los tratamientos MON1, MON2 y M1N2 tanto en la séptima como en la decima semana, debido posiblemente a una descomposición más completa.
- Sin embargo la relación carbono – nitrógeno en la primera evaluación semanal se diferenció el compost normal y el de gallinaza con respecto al compost de harina de pescado, en las evaluaciones subsiguientes se equipararon.
- Los macroelementos del compost no se vieron afectados por la adición del Machachi – Cat en el proceso del compostaje, únicamente mermó el contenido del calcio, posiblemente debido a los microorganismos presentes en este tipo de biocatalizador orgánico.
- La presencia del Machachi - Cat no afectó a los contenidos de Mn, Zn y B, mientras que incremento los contenidos de Fe y Cu.
- La aplicación de gallinaza en el proceso de compostaje enriqueció en casi todos los macroelementos al compost, siendo los mayores incrementos en Ca y P.
- La gallinaza se constituyó en una fuente mejoradora del compost con respecto a los microelementos Mn, Zn y B que son microelementos más importantes para el desarrollo de los cultivos, mientras que la harina de pescado mejora en Fe y Cu.

- El tratamiento en donde se utilizaron componentes como gallinaza adicionando roca fosfórica, suero de leche, cal y melaza son la alternativa más económica para producir un compost.

Del cultivo:

- En ninguna de las variables tomadas en el cultivo de remolacha se detectó un efecto positivo, es decir diferencias estadísticas de la aplicación del Machachi-Cat, pues siempre fueron menores a la aplicación de este biocatalizador.
- Bajo la aplicación de los materiales nitrogenados gallinaza y harina de pescado sin la presencia de Machachi - Cat, se obtuvieron los mayores promedios de las diferentes variables en estudio sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos que no recibieron estos materiales. Sin embargo, se encontraron diferencias numéricas marcadas y es así que en el rendimiento el tratamiento MON3 alcanzó 41,57 Ton/Ha, superando al inmediato inferior con 21,52%.
- La no diferencia estadística encontrada entre los diferentes tratamientos de remolacha en estudio se debió a que la investigación sobre el cultivo se llevo en un suelo que tiene alto contenido de materia orgánica.

- Bajo la circunstancia anterior el mejor tratamiento económicamente constituyó el MON3.

VII. RECOMENDACIONES

- No se necesita la aplicación de Machachi-Cat, pues no manifiesta ningún beneficio tanto en la producción de compost como en el cultivo de remolacha.
- Es importante validar los tratamientos en base de los materiales nitrogenados sin la presencia de Machachi-Cat en suelos pobres y con contenidos medios de materia orgánica.
- Se recomienda para una siguiente investigación en donde se utilice Machachi-Cat, se realice un análisis de microorganismos para determinar el efecto que pueden tener en la presencia de los macro y microelementos.
- También se recomienda realizar un análisis de laboratorio a la sexta semana en el cual contenga parámetros como relación carbono- nitrógeno y macro y micro nutrientes, que podrían tener similares características al compost descompuesto a la décima semana, teniendo en cuenta también parámetros estabilizados como temperatura y pH, se podría recomendar la cosecha precoz.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, Oscar. Abono orgánico Compost. Universidad de Costa Rica. 2005.
(en línea) Consultado 15 de Enero de 2010. Disponible en:
www.vas.ucr.ac.cr.

- Barahona, Marco. Manual de Horticultura. Quito Ecuador. s.p.

- Benzing, A. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la Región Andina.
Editorial Neekar. Verlag 2001, Alemania. pp. 231- 247.

- Craig, Cogger. Como hacer y usar compost. Oregon State University. 2001.
(en línea) Consultado 17 de Enero de 2010. Disponible en:
<http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/ec/ec1544-s-e.pdf>.

- Coyne, M. Microbiología de suelo. Un enfoque explorativo. Editorial
Paraninfo Madrid. 2000. p 92 – 99.

- CTA (Cooperación Técnica Alemana). Proyecto de Sanidad Vegetal. s/f. (en
línea) Consultado 27 de Marzo 2010. Disponible en:
<http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf>.

- Cutrera, Gabriela. El compost. UBA s/f. (en línea) Consultado 2 de Abril de 2010. Disponible en:
<http://www.miscanteros.com.ar/compost/compostera.htm>.
- De bertoldi, M., G. Vallini, A. Pera. 1983. The biology of composting: A Review: Waste Management. Res. (1) pp. 156-176.
- Dominguez, A. 1997. Tratado de fertilización. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid España. Pp. 39-63.
- Duran *et. al.* Volvamos al Campo: Manual de cultivos orgánicos y alelopatía. Grupo Latino. Colombia 2004. pp. 95 – 97.
- Fassbender, H; Bornemisza, E. 1994. Química de los suelos: con énfasis en los suelos de América Latina. San José. Costa Rica. IICA. pp. 50-87, 100-107.
- Flores, Jorge; Muñoz Juan. 2006. Análisis del proceso de elaboración de compost con cuatro fuentes de materia orgánica *Bos taurus*, *Gallus gallus*, *Cavia porcellus*, *Ovis aries* en la Hacienda el Prado. Tesis Ing. Agrop. Sangolqui - Ecuador, IASA. pp. 22- 23.

- Hernández, T. 1991. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿antagónicos o complementarios ICA Informa (Col) 10 .pp. 35 – 38.

- Howard, Albert. Le procede Indore. Barcelona s/f. s.p.

- Jiménez, Ana. 2006. Evaluación de dos fuentes de microorganismos en la descomposición de residuos de rosas en el proceso de compostaje. Tesis Ing. Agr. Quito – Ecuador, IASA. pp. 3 – 4.

- Leal, N; Cañizalez, C. Compostaje de residuos orgánicos mezclados con roca fosfórica. Universidad de los Andes Núcleo “Rafael Rangel” Trujillo – Venezuela. s/f (en línea) Consultado 18 de Febrero 2011. Disponible en: http://avepagro.org.ve/agrotrop/v48_3/a483a006.html.

- Martínez, María. Agricultura Orgánica. Domardhi Ltda. Bogotá Colombia. 2001. pp. 162- 168.

- Maroto, J.P. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa (5ª. Ed.). Madrid España 2002. pp. 67 – 75.

- Meneses. J. El Compostaje. (en línea). Barcelona s/f. Consultado el 6 de Abril 2010. Disponible en: http://graeco.iespana.es/biblioteca/El_Compostaje.pdf.

- Opazo, Mario. Manual para tratamiento integral de basura: Producción de abono Orgánico Compost a partir de desechos domésticos. Editorial Fondo Rotario. Bogotá Colombia 1991. pp. 26 – 30.

- Poincelott, R. 1972. The biochemistry and methodology of composting. Connecticut Agric. Exp. Sta. Bull. 727. New Haven. Connecticut.

- Soto, G. Abonos Orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2003 (en línea) Consultado 3 de Marzo 2010. Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/version%20electronica%20memoria.pdf>.

- Suquilanda, Manuel. Agricultura Orgánica: Alternativa Tecnológica del Futuro, Ediciones UPS. Quito Ecuador 2005. pp. 190- 200.

IX. ANEXOS

Anexo A. Proceso de compostaje



Figura 16. Área destinada para elaboración de compostaje.



Figura. 17 Picado de material vegetal



Figura 18. Elaboración de camas de compost.



Figura 19. Colocación de materiales nitrogenados.



Figura 20. Material nitrogenado (gallinaza).

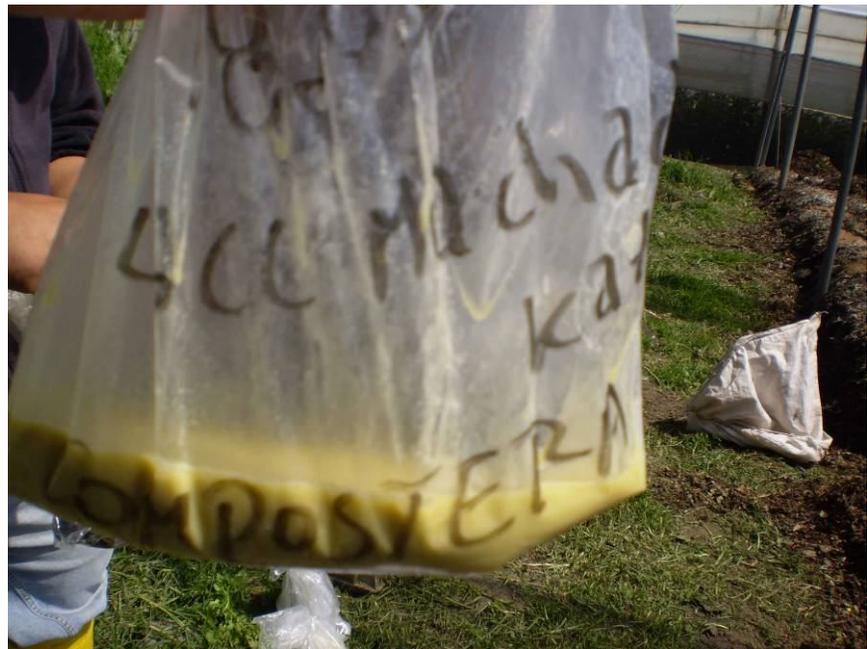


Figura 21. Catalizador biológico (Machachi- Cat).



Figura 22. Colocación de palos para huecos de oxigenación.



Figura 23. Cama completada.

Anexo B. Toma de muestras de compost y medición de variables.



Figura 24. Recolección de muestras para análisis de laboratorio, determinación de humedad, pH y conductividad eléctrica.



Figura 25. Identificación de muestras.



Figura 26. Determinación de humedad de compost en microondas.



Figura 27. Pesaje de material seco.



Figura 28. Determinación de pH y conductividad eléctrica.



Figura 29. Determinación de pH y conductividad eléctrica.

Anexo C. Cosecha de compost.



Figura 30. Compost listo para la cosecha 10 semanas después de la preparación de camas.

Anexo D. Cultivo de Remolacha



Figura 31. Preparación de terreno.



Figura 32. Preparación de camas para siembra de remolacha.



Figura 33. Trazado de líneas de siembra.



Figura 34. Incorporación de compost a las camas.



Figura 35. Trasplante de plantas.



Figura 36. Deshierbe.



Figura 37. Cosecha de remolacha.



Figura 38. Medición de parámetros.



Figura 39. Peso de raíz.

Anexo E. Análisis de laboratorio