

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**EFECTO DE LA MEZCLA DE COMPOST DE TOTORA CON
SEDIMENTO LACUSTRE EN EL CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassica
oleracea* L.) VARIEDAD SLENDER, YAHUARCOCHA - IBARRA**

**Tesis previa a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR:

LUIS XAVIER POLIT DIAZ

DIRECTOR

Ing. Msc. CARLOS CAZCO

Ibarra – Ecuador

Junio, 2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**EFFECTO DE LA MEZCLA DE COMPOST DE TOTORA CON
SEDIMENTO LACUSTRE EN EL CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassica
oleracea* L.) VARIEDAD SLENDER, YAHUARCOCHA - IBARRA**

Tesis de grado presentado al comité asesor como requisito para optar por el Título
de Ingeniero Agropecuario

APROBADA:

Ing. Msc. Carlos Cazco

DIRECTOR

Ing. Msc. Carlos Arcos

ASESOR

Ing. Galo Varela

ASESOR

Ing. Germán Terán

ASESOR

Ibarra - Ecuador

2008

PRESENTACIÓN

La estructura del documento tiene contenidos de carácter científico, resultados, cuadros, figuras, datos, conceptos, comentarios y sugerencias son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Xavier Pólit

DEDICATORIA

A DIOS, por ser mi guía por el camino del éxito y bendecirme en cada una de mis acciones.

A mis padres Segundo y María Inés; mis hermanas María Agustina y Azucena; mis sobrinos Bryan, Wendy, Jonathan y Pamela; y amigos, por ser ejemplo de amor, unión, dedicación, responsabilidad y sinceridad, por la confianza y apoyo durante toda mi vida y en especial por inculcarme el amor hacia la vida, que me llevaron a ser quien ahora soy.

Xavier Pólit

AGRADECIMIENTO

A la escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al ingeniero Carlos Cazco, Director de Tesis, por haber dado la apertura y confianza necesaria para la realización del presente trabajo.

A los ingenieros Oswaldo Romero, Galo Varela, Germán Terán y Carlos Arcos como Asesores de Tesis, por brindar su tiempo, paciencia desinteresada, guiarme por caminos de conocimientos y experiencias que permitieron la superación intelectual para llegar a la culminación de este trabajo.

Al Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural del Cantón Ibarra FONSAI, y de manera especial al Arq. Cesar Guerrero y al Ing. Eduardo Benalcázar por las facilidades entregadas para la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pag
PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvi
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La especie (<i>Brassica oleracea</i> L.)	4
2.1.1. Origen	4
2.1.2. Sistemática	4
2.2. Descripción morfológica	4
2.2.1. Sistema radicular	5
2.2.2. Sistema aéreo	5
2.3. Ciclo vegetativo	5
2.3.1. Fase juvenil	5
2.3.2. Fase de inducción floral	6
2.3.3. Fase de formación de la pella	6
	vi

2.3.4.	Fase de floración	6
2.3.5.	Fase de polinización y fructificación	6
2.3.6.	Agroecología	7
2.3.7.	Preparación del suelo	7
2.3.8.	Requerimientos nutricionales	7
2.3.9.	Siembra y transplante	8
2.3.10.	Almácigos	8
2.3.11.	Riego	9
2.3.12.	Labores culturales	9
2.3.12.1	Aporcado	9
2.3.12.2	Protección de la pella	10
2.3.13.	Cosecha	10
2.3.14	Plagas	10
2.3.15	Enfermedades	11
2.4.	Los sedimentos	12
2.4.1.	Características físicas y químicas de los sedimentos de la laguna de Yahuarcocha.	12
2.4.1.1.	Granulometría	12
2.4.1.2.	Metales pesados en sedimentos	13
2.4.1.3.	Nitrógeno, fósforo, calcio, sodio, aluminio y hierro	14
2.4.2.	Funciones que desempeñan los sedimentos en el suelo.	15
2.4.2.1.	Funciones físicas	16
2.4.2.2.	Funciones químicas	16
2.4.2.3.	Funciones biológicas	16
2.4.2.4.	Funciones económicas	17
2.5.	La totora	17
2.5.1.	Taxonomía, características morfológicas y composición química	17
2.5.2.	Compostaje	18
2.5.3.	Proceso de compostaje aeróbico	18

CAPÍTULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	Caracterización del área de estudio	23
3.1.1.	Ubicación	23
3.1.2.	Características agro climáticas	23
3.2.	Materiales	23
3.2.1.	Material Experimental	23
3.2.2.	Material de campo	24
3.2.3.	Material de oficina	24
3.3.	Equipos	24
3.4.	Métodos	24
3.4.1.	Factores en estudio	24
3.4.2.	Tratamientos	25
3.4.3.	Diseño experimental	25
3.4.4.	Características del experimento	25
3.4.5.	Análisis estadístico	26
3.4.6.	Análisis funcional	26
3.4.7.	Variables a evaluarse	27
3.5.	Manejo específico del experimento	27
3.5.1.	Preparación del terreno	27
3.5.2.	Toma de muestra de suelo	27
3.5.3.	Delimitación del ensayo	27
3.5.4.	Delimitación de las unidades experimentales	28
3.5.5.	Incorporación del abono y el fertilizante químico	28
3.5.6.	Producción de plántulas	28
3.5.7.	Transplante	29
3.5.8.	Riegos	29
3.5.9.	Labores culturales	29
3.5.9.1.	Deshierbas	29
3.5.9.2.	Controles fitosanitarios	29

3.5.9.3.	Aporcado	
3.5.9.4	Protección de la pella	30
3.5.10	Cosecha	30
3.5.11	Variables evaluadas	30
3.5.11.1	Sobrevivencia	30
3.5.11.2	Altura de planta	30
3.5.11.3	Días a la inducción floral	30
3.5.11.4	Días a la cosecha	31
3.5.11.5	Diámetro de la pella	31
3.5.11.6	Rendimiento	31

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	Sobrevivencia a los 60 días	32
4.2.	Altura de plantas a los 60 días	33
4.3.	Días a la inducción floral	39
4.4.	Días a la cosecha	42
4.5.	Diámetro de la pella	46
4.6.	Rendimiento	52

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1	CONCLUSIONES	60
5.2	RECOMENDACIONES	62

	RESUMEN	63
--	----------------	----

	SUMMARY	65
--	----------------	----

	BIBLIOGRAFÍA	67
--	---------------------	----

	ANEXOS	69
--	---------------	----

	FOTOGRAFÍAS	97
--	--------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	TÍTULO	Pág.
1	Distribución granulométrica de los sedimentos de la laguna de Yahuarcocha	13
2	Criterios de clasificación de concentraciones de metales pesados en sedimentos.	14
3	Resultado del análisis de laboratorio de muestras compuestas del sedimento de la laguna Yahuarcocha.	15
4	Taxonomía, características morfológicas y composición química de la totora	17
5	Composición química de las plantas de totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	18
6	Parámetros de control de estabilidad del Compost.	22
7	Cuadro descriptivo de tratamientos	25
8	Cuadro de Análisis de la Varianza.	26
9	Análisis de varianza para Sobrevivencia a los 60 días del trasplante.	32
10	Análisis de varianza para Altura a los 60 días del trasplante.	34
11	Prueba de Tukey al 5% para Altura a los 60 días del trasplante.	35
12	Análisis de varianza para Días a la inducción floral.	39
13	Prueba de Tukey al 5% para Días a la inducción floral.	40
14	Análisis de varianza para Días a la cosecha.	43
15	Prueba de Tukey al 5% para Días a la cosecha.	44
16	Análisis de varianza para Diámetro de la pella.	47
17	Prueba de Tukey al 5% para Diámetro de la pella.	48
18	Análisis de varianza para Rendimiento.	52
19	Prueba de Tukey al 5% para Rendimiento.	53
20	Análisis económico del ensayo	57

21	Análisis de dominancia para tratamientos.	58
22	Taza de retorno marginal.	58
23	Cantidad de abono aplicado	72
24	Cantidad de fertilizante químico aplicado	72
25	Cronograma de riegos	79
26	Cronograma de productos aplicados en producción de plántulas.	80
27	Cronograma de controles fitosanitarios aplicados durante el cultivo.	81
28	Valores registrados en la variable: Supervivencia a los 60 días del trasplante.	82
29	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Supervivencia a los 60 días del trasplante	82
30	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Supervivencia a los 60 días del trasplante	82
31	Valores registrados en la variable: Altura de planta a los 60 días del trasplante.	83
32	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Altura de planta a los 60 días del trasplante	83
33	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Altura de planta a los 60 días del trasplante.	83
34	Valores registrados en la variable: Días a la inducción floral.	84
35	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Días a la inducción floral	84

36	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Días a la inducción floral	84
37	Valores registrados en la variable: Días a la cosecha.	85
38	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Días a la cosecha	85
39	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Días a la cosecha	85
40	Valores registrados en la variable: Diámetro de la pella.	86
41	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Diámetro de la pella	86
42	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Diámetro de la pella	86
43	Valores registrados en la variable: Rendimiento.	87
44	Arreglo combinatorio para niveles de sedimento (NS) y niveles de compost (NC) en la variable: Rendimiento	87
45	Arreglo combinatorio para los tratamientos testigos en la variable: Rendimiento	87
46	Costo de tratamientos por hectárea.	89
47	Costos del experimento (Insumos, herramientas, materiales, equipos, maquinaria y mano de obra).	91
50	Costos totales del experimento.	93
51	Costos directos de producción de una hectárea de coliflor (sin fertilización).	94
52	Costos indirectos de producción de una hectárea de coliflor (sin fertilización)	95
53	Costo total de una hectárea de coliflor (sin fertilización)	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	TÍTULO	Pág.
1	Variación de la granulometría en los sedimentos.	13
2	Sobrevivencia promedio de plantas a los 60 días del trasplante.	33
3	Representación de las alturas promedio de los testigos químico y absoluto a los 60 días del trasplante, comparados con el tratamiento orgánico más destacado.	36
4	Ajuste de tendencia lineal para niveles de sedimento en datos de altura de plantas a los 60 días del trasplante.	37
5	Ajuste de tendencia lineal para niveles de compost en datos de altura de plantas a los 60 días del trasplante.	38
6	Representación de días a la inducción floral de los testigos químico y absoluto, comparados con el tratamiento orgánico más destacado.	41
7	Ajuste de tendencia lineal para niveles de sedimento para los datos de días a la inducción floral.	42
8	Representación de días a la cosecha de los testigos químico y absoluto, comparados con el tratamiento orgánico más destacado.	45
9	Ajuste de tendencia lineal para niveles de sedimento para los datos de días a la cosecha.	46
10	Representación de diámetro de la pella de los testigos químico y absoluto, comparados con el tratamiento orgánico más destacado.	49
11	Ajuste de tendencia lineal para niveles de sedimento en datos de diámetro de la pella.	50
12	Ajuste de tendencia cuadrática para niveles de compost en datos de diámetro de la pella.	51

13	Representación de rendimiento de los testigos químico y absoluto, comparados con el tratamiento orgánico más destacado.	54
14	Ajuste de tendencia lineal para niveles de sedimento para los datos de rendimiento.	55
15	Ajuste de tendencia cuadrática para niveles de compost para los datos de rendimiento.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	TÍTULO	Pág.
1	Resultados de análisis de suelo	70
2	Recomendaciones de fertilización	71
3	Cantidad de abono y fertilizante químico aplicado	72
4	Ubicación del área del experimento	73
5	Delimitación del área del experimento (m)	74
6	Distribución de plantas dentro de la unidad experimental	75
7	Análisis químico de sedimento	76
8	Análisis químico del compost de totora	78
9	Cronograma de riegos	79
10	Cronograma de controles fitosanitarios	80
11	Datos obtenidos	82
12	Identificación y evaluación de los impactos ambientales (matriz de Leopold).	88
13	Costo de tratamientos por hectárea.	89
14	Costos del experimento	91
15	Costo de producción de una hectárea de coliflor (sin fertilización)	94

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	TÍTULO	Pág.
1	Draga	97
2	Sedimentadores	97
3	Tubo de desfogue de la draga	97
4	Extracción de totora	97
5	Compostera donde se deposita la totora extraída de la laguna de Yahuarcocha	97
6	Extracción del compost de totora	98
7	Terreno preparado para la siembra	98
8	Formación de camas	98
9	Muestra de sedimento	98
10	Muestra de compost de totora	98
11	Pesaje del sedimento y del compost de totora	99
12	Incorporación de la mezcla de sedimento y compost de totora al suelo	99
13	Siembra	99
14	Germinación	99
15	Transplante	100
16	Pesaje de fertilizante químico	100
17	Aplicación de fertilizante químico	100
18	Deshierbas	100
19	Riego	100
20	Protección de la pella	100
21	Pella lista para la cosecha	101
22	Enfermedades: Mancha de la hoja provocado por <i>Alternaria brassicae</i>	101

23	Enfermedades: pudrición radicular provocado por <i>Alternaria brassicae</i>	101
24	Plagas: huevos de mariposa blanca (<i>Alternaria brassicae</i>)	102
25	Toma de datos de sobrevivencia y altura	102
26	Inducción floral	102
27	Toma de datos de rendimiento	102
28	Toma de datos de diámetro de pella	103
29	Cultivo a los 40 días del transplante	103
30	Cultivo a los 60 días del transplante	103