

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**EFECTO DE CINCO DOSIS DE PROBIOTICO BIOSEPTIC EN
LA DESCOMPOSICIÓN DE TOTORA (*Schoenoplectus
californicus*) Y SU EVALUACIÓN EN EL CULTIVO DE
LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) EN YAHUARCOCHA**

Tesis de Ingeniero Agropecuario

AUTORES:

MARITZA DE LOS ÁNGELES MIER QUIROZ
FREDDY PATRICIO NOGUERA ARCOS

DIRECTOR:

Ing. GALO VARELA

Ibarra - Ecuador

2007

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, tablas, datos, resultados, discusión, conclusiones y demás informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva propiedad y responsabilidad de los autores.

Maritza Mier
Patricio Noguera

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias por el apoyo brindado durante toda una vida.

Al IMI, Ilustre Municipio de Ibarra, y de manera especial al FONSALCI Fondo de Salvamento del Cantón Ibarra, por patrocinar la investigación.

Al Ing. Eduardo Benalcazar, Jefe del Proyecto Recuperación de la Laguna Yahuarcocha, por la apertura, confianza y apoyo brindado, para la elaboración y ejecución del presente trabajo.

Al Ing. Galo Varela, como Director de Tesis y Decano de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, por la orientación brindada durante esta investigación.

A los Ingenieros: Franklin Valverde, Germán Terán, Eduardo Gordillo, por la colaboración prestada durante este trabajo de investigación en calidad de asesores.

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos vivir, guiarnos y bendecirnos a cada instante.

Con amor dedicamos este trabajo a nuestra familia y en especial a nuestras madres por su esfuerzo, comprensión, amor, sacrificio y apoyo moral brindado siempre durante toda nuestra vida.

A todas las personas quienes nos han visto luchar, vencer, caer y que comparten con nosotros la alegría de poder culminar esta etapa profesional de nuestra vida y que siempre han estado a nuestro lado apoyándonos, de corazón gracias.

Maritza y Patricio

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PRESENTACIÓN	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xiv
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. Hipótesis	4
CAPITULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. La Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	5
2.1.1. Características morfológicas y composición química	5
2.1.2. Fenología y Utilización	6
2.2. Antecedentes generales de la descomposición de residuos vegetales	7
2.2.1. Factores inherentes al residuo	7
2.2.1.1. Naturaleza del material	7
2.2.1.2. Edad del material	7
2.2.1.3. Relación carbono nitrógeno del material usado	8
2.2.1.4. Contenido de lignina y polifenoles	8
2.3. Microorganismos	8
2.3.1. Importancia de los microorganismos	8
2.3.2. Requisitos básicos para el crecimiento de las bacterias	9

2.3.3	Temperatura de crecimiento y hábitat de las bacterias	9
2.4	Bacillus spp	9
2.4.1	Características generales del género Bacillus	10
2.4.2	Bacillus subtilis	11
2.4.3	Bacillus megaterium	11
2.4.4	Bacillus licheniformis	12
2.4.5	Bacillus polymyxa	12
2.5	Metabolismo bacteriano	13
2.5.1	Nutrientes	13
2.6	Los organismos descomponedores	14
2.7	La descomposición	15
2.7.1	Método rimero	15
2.7.2	Descomposición de los residuos vegetales	15
2.7.3	Proceso de descomposición de los abonos orgánicos	17
2.7.3.1	Mineralización	17
2.7.3.2	Humificación	18
2.8	Factores que influyen en la descomposición de los abonos orgánicos	18
2.8.1	Temperatura	18
2.8.2	Humedad	18
2.8.3	Aireación	19
2.9	Mecanismo de desdoblamiento	19
2.10	Manejo de los residuos orgánicos en el proceso de descomposición	20
2.11	Etapas del proceso de descomposición	20
2.11.1	Etapa inicial	20
2.11.2	Etapa termofílica	21
2.11.3	Etapa de estabilización	21
2.12	Aditivos	21
2.12.1	Inóculos	21
2.12.1.1	Naturales	21
2.12.1.2	Comercial	22
2.13	Bioseptic	22
2.13.1	Beneficios	22
2.13.2	Presentación	23
2.13.3	Composición	23
2.13.4	Características	23
2.13.4.1	Físicas	23
2.13.4.2	Biológicas	23
2.13.5	Modo de empleo	24
2.13.6	Dosis	24
2.13.7	Instrucciones	24
2.14	Lechuga	24
2.14.1	Clasificación Botánica	25
2.14.2	Preparación del suelo	25
2.14.3	Fertilización	26
2.14.4	Siembra	26

2.14.5	Transplante	26
2.14.6	Labores culturales	26
2.14.7	Plagas y enfermedades	27
2.14.7.1	Enfermedades	27
2.14.7.2	Plagas	27
2.14.8	Riego	27
2.14.9	Cosecha y almacenamiento	27

CAPITULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	FASE I. Efecto de cinco dosis de probiótico Bioseptic en la descomposición de totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	28
3.1.1	Ubicación	28
3.1.2	Tratamientos diseño experimental	29
3.1.3	Manejo del experimento	30
3.1.3.1	Análisis de la totora	30
3.1.3.2	Preparación del terreno	30
3.1.3.3	Recepción de materias primas	30
3.1.3.4	Reducción del tamaño de bloques de totora	30
3.1.3.5	Cantidad de totora (raíz y parte aérea)	31
3.1.3.6	Preparación de montículos	31
3.1.3.7	Riego	31
3.1.3.8	Cubrimiento de los montículos	32
3.1.3.9	Volteos	32
3.1.3.10	Toma de datos	32
3.1.3.11	Toma de muestras para el laboratorio	32
3.1.4	Descripción de las variables evaluadas	32
3.1.4.1	Temperatura	32
3.1.4.2	Días a la obtención del abono	33
3.1.4.3	pH	33
3.1.4.4	Valor nutrimental	33
3.1.4.5	Análisis microbiológico	34
3.1.4.6	Granulometría	34
3.1.4.5	Rendimiento	34
3.2	FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en el cultivo de lechuga	35
3.2.1	Descripción política y geográfica	35
3.2.2	Descripción de suelos	35
3.2.3	Diseño de tratamientos y diseño experimental	36
3.2.4	Manejo del experimento	38
3.2.4.1	Preparación del almacigo	38
3.2.4.2	Toma de muestra de suelo	38
3.2.4.3	Preparación del terreno	38
3.2.4.4	Delimitación del Ensayo	39
3.2.4.5	Incorporación de los Abonos	39
3.2.4.6	Transplante	39
3.2.4.7	Riegos	39

3.2.4.8	Labores culturales	40
	a.- Deshierbas	40
	b.- Controles fitosanitarios	40
	c.- Cosecha	40
3.2.4.9	Toma de muestras para análisis de suelos	40
3.2.5	Descripción de las variables evaluadas	41
3.2.5.1	Altura de planta	41
3.2.5.2	Sobrevivencia	41
3.2.5.3	Diámetro del repollo	41
3.2.5.4	Rendimiento	41
3.2.5.5	Calidad de suelo	42
	CAPITULO IV	
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	FASE I. Efecto de cinco dosis de probiótico Bioseptic en la descomposición de totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	43
4.1.1	Temperatura en las composteras	43
4.1.1.1	Temperatura en primer mes de descomposición	43
4.1.1.2	Temperatura en el segundo mes de descomposición	45
4.1.1.3	Temperatura en el tercer mes de descomposición	48
4.1.1.4	Temperatura en el cuarto mes de descomposición	49
4.1.1.5	Temperatura en el quinto mes de descomposición	51
4.1.1.6	Temperatura en el sexto mes de descomposición	52
4.1.1.7	Temperatura en el séptimo mes de descomposición	54
4.1.2	Días a la obtención del abono orgánico a base de totora	57
4.1.3	pH del abono orgánico a base de totora	59
4.1.4	Granulometría en (%) del abono orgánico	60
4.1.4.1	Granulometría (%), partículas > de 10mm	61
4.1.4.2	Granulometría (%), para partículas entre 10 y 5mm	62
4.1.4.3	Granulometría (%), partículas entre 5 y 3mm	64
4.1.4.4	Granulometría (%), partículas menores a 3mm	65
4.1.5	Rendimiento (kg/2m ³) del abono orgánico a base de totora	66
4.2	FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en el cultivo de lechuga	69
4.2.1	Altura de planta	69
4.2.1.1	Altura de planta a los 30 días del transplante	69
4.2.1.2	Altura de planta a los 60 días del transplante	70
4.2.2	Diámetro del repollo	75
4.2.3	Porcentaje de sobrevivencia de plantas	78
4.2.4	Porcentaje de plantas enfermas	80
4.2.5	Rendimiento del cultivo de lechuga	82
4.2.6	Análisis económico	87
	CAPITULO V	
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1	CONCLUSIONES	90
5.2	RECOMENDACIONES	94

RESUMEN	96
SUMMARY	100
BIBLIOGRAFÍA	104
ANEXOS	107
FOTOGRAFÍAS	126

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pág.
1	Ubicación geográfica del ensayo.	28
2	Tratamientos.	29
3	Ubicación del lugar del experimento. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha.	35
4	Características físicas y químicas del suelo. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha.	36
5	Tratamientos para evaluar la fertilización química y orgánica en lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha.	37
6	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el primer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	44
7	Prueba de Tukey al 5% para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el primer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	45
8	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el segundo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	46
9	Prueba de Tukey al 5% para la temperatura promedio de 6 evaluaciones al segundo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	47
10	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el tercer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	48
11	Temperatura promedio de 6 evaluaciones en el tercer mes de descomposición del abono orgánico a base totora.	49
12	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el cuarto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	50
13	Temperatura promedio de 6 evaluaciones en el cuarto mes de descomposición del abono orgánico a base totora.	50
14	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el quinto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	51
15	Temperatura promedio de 6 evaluaciones en el quinto mes de descomposición del abono orgánico a base totora.	52
16	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el quinto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	53
17	Temperatura promedio de 6 evaluaciones en el sexto mes de descomposición del abono orgánico a base totora.	53
18	Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el séptimo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora.	54

19	Prueba de Tukey al 5% para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el séptimo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora	55
20	Análisis de varianza para promedio de días a la obtención del abono.	58
21	Prueba de Tukey al 5% para promedio de días a la obtención de abono orgánico a base de totora.	58
22	Análisis de varianza para pH del abono orgánico.	59
23	Promedios para el pH del abono orgánico.	60
24	Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas mayores de 10mm, de abono de totora.	61
25	Prueba de Tukey al 5% para peso promedio (%), de partículas mayores a 10mm para abono orgánico de totora	62
26	Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas entre 10 y 5mm de abono orgánico de totora.	63
27	Peso promedio (%), de partículas entre 10 y 5mm para abono orgánico de totora.	63
28	Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas entre 5 y 3mm de abono orgánico de totora.	64
29	Peso promedio (%), de partículas entre 5 y 3mm de abono orgánico de totora.	64
30	Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas menores a 3mm de abono orgánico de totora.	65
31	Prueba de Tukey al 5% para peso promedio (%), de partículas menores a 3mm.	66
32	Análisis de varianza para rendimiento promedio de abono orgánico de totora.	67
33	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de abono orgánico de totora.	67
34	Análisis de varianza para altura de planta de lechuga a los 30 días del transplante.	69
35	Altura de planta de lechuga a los 30 días del transplante y Tukey al 5% para abono químico.	70
36	Análisis de varianza para altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante.	71
37	Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para tratamientos.	72
38	Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para abono químico.	72
39	Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para abono orgánico.	73
40	Análisis de varianza para el diámetro del repollo de lechuga.	75
41	Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para tratamientos.	76
42	Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para abono químico	77
43	Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para abono	77

	orgánico.	
44	Análisis de varianza para el % de sobrevivencia de plantas de lechuga.	78
45	Porcentaje de sobrevivencia de plantas de lechuga y Tukey al 5% para abono químico	79
46	Análisis de varianza para porcentaje de plantas de lechuga enfermas.	80
47	Análisis de varianza para porcentaje de plantas de lechuga enfermas.	81
48	Análisis de varianza para rendimiento promedio (TM/ha) en cultivo de lechuga.	82
49	Rendimiento promedio (TM/ha), en el cultivo de lechuga y Tukey al 5% para tratamientos.	83
50	Rendimiento promedio (TM/ha), en el cultivo de lechuga y Tukey al 5% para abono químico.	84
51	Efecto del abono orgánico y químico sobre el rendimiento de la lechuga.	87
52	Análisis de dominancia para tratamientos.	88
53	Tasa de Retorno Marginal.	88
54	Temperatura promedio primer mes en °C	119
55	Temperatura promedio segundo mes en °C	119
56	Temperatura promedio tercer mes en °C	119
57	Temperatura promedio cuarto mes en °C	119
58	Temperatura promedio quinto mes en °C	120
59	Temperatura promedio sexto mes en °C	120
60	Temperatura promedio séptimo mes en °C	120
61	Días a la obtención del abono orgánico	120
62	pH del abono	121
63	Partículas mayores a 10mm	121
64	Partículas entre 10 y 5mm	121
65	Partículas entre 5 y 3mm	121
66	Partículas menores a 3mm	122
67	Rendimiento (kg/2m ³)	122
68	Altura de planta a los 30 días después del transplante	122
69	Altura de planta a los 60 días después del transplante	123
70	Diámetro de repollo	123
71	Sobrevivencia	124
72	Porcentaje de enfermedad	124
73	Rendimiento.	125

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	TITULO	Pág.
1	Temperaturas promedio mensuales en abono orgánico a base de totora para el testigo (inóculo natural) y cinco dosis de biodegradante.	56
2	Efecto de niveles de abono orgánico en altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante.	74
3	Efecto de la fertilización química y orgánica en altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante.	74
4	Efecto del fertilizante químico sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga.	85
5	Respuesta del cultivo de lechuga a dosis de abono orgánico.	85
6	Efecto del abono orgánico y químico sobre el rendimiento de la lechuga.	86

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	TITULO	Pág.
1	Ubicación geográfica del ensayo	108
2	Evaluación de impacto ambiental fase I.(matriz de Leopold)	109
3	Evaluación de impacto ambiental fase II.(matriz de Leopold)	110
4	Esquema del área del experimento FASE I	111
5	Esquema del área del experimento FASE II	112
6	Análisis inicial de nutrientes en base a materia seca de totora fresca.	113
7	Análisis de microorganismos (bacterias y hongos), en totora fresca.	113
8	Análisis del abono orgánico a base de totora	114
9	Análisis de hongos y bacterias de la mezcla de abono orgánico a base de totora obtenidos de las cinco dosis de inóculo comercial.	115
10	Análisis de hongos y bacterias del abono orgánico a base de totora obtenidos con inóculo natural (testigo)	116
11	Análisis de suelo antes de la siembra del cultivo de lechuga	117
12	Análisis de suelos de los doce tratamientos luego de la cosecha de lechuga.	118
13	Datos recopilados durante la investigación	119

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	TITULO	Pág.
	FASE I	
1	Limpieza del área del ensayo	126
2	Recepción de materia vegetal	126
3	Picado y desmembrado del material	126
4	Montículos en proceso de descomposición	126
5	Aplicación de inocular natural	126
6	Elaboración de montículos e inoculación	126
7	Cubrimiento de montículos	127
8	Medición de Temperatura	127
9	Control de Humedad y pH	127
10	Abono previo al tamizado	127
11	Tamizado del abono descompuesto	127
12	Tamices utilizados durante el proceso (3, 5 y 10 mm)	127
13	Granulometría	128
14	Abono descompuesto	128
15	Cosecha y ensacado del abono	128
	FASE II	
16	Semillero de lechuga	129
17	Germinación de plántulas	129
18	Toma de muestra de suelo	129
19	Preparación del terreno	129
20	Surcado	129
21	Terreno preparado	129
22	Aplicación de Abono orgánico	130
23	Transplante de lechuga	130
24	Desarrollo fisiológico	130
25	Toma de datos	130
26	Controles fitosanitarios	130
27	Distribución de bloques	130
28	Cosecha	131
29	Pesaje y selección	131

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. La materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micro nutrientes (Universidad de Tarapacá, 2006).

Los restos orgánicos también son contaminantes, sobre todo cuando se convierten en residuos incontrolados, por eso debemos considerarlos un recurso valioso y reutilizable, tal y como reza la conocida máxima científica "la materia ni se crea ni se destruye, solo se transforma" (Universidad de Tarapacá, 2006).

La diversidad en el tiempo y el espacio, el reciclaje y la utilización de la materia orgánica en los sistemas agrícolas producirán un incremento en la eficiencia del uso de la humedad, nutrientes y de la luz solar (Climent, 1990).

El manejo de la materia orgánica sobre los suelos es de vital importancia en los métodos de producción orgánica de cultivos. Cuando se añade fertilizantes al suelo sin la adición de componentes carbonados orgánicos, frecuentemente la tierra se deteriora (Suquilanda, 1996).

El desarrollo productivo agrícola es un proceso de cambio donde la tecnología adoptada, debe integrarse compatiblemente con los recursos ecológicos, económicos y socio-culturales de un país (Suquilanda, 1996).

El abono orgánico es utilizado desde el nacimiento de la agricultura. Sin embargo las exigencias modernas han motivado la disminución de su uso. Hoy en día el uso de los abonos orgánicos vuelven a tener importancia debido a la tendencia a la agricultura orgánica, los abonos orgánicos mejoran la retención de la humedad y la disponibilidad de nutrientes, abastecen de carbón orgánico a los organismos heterótrofos, reducen la erosión y el lavado de nutrientes, es decir, mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Seymour, 1981).

Dentro de las ventajas de la incorporación de abonos orgánicos al suelo puede mencionarse que: favorece la absorción de los rayos solares, la aireación, el drenaje, la capacidad de retención del agua, lo cual, junto a la formación de agregados con las arcillas, lo hace un buen agente preventivo de la erosión. Aumenta y mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ya que los retiene impidiendo que el agua que lo atraviesa se lleve los nutrientes solubles. Es el soporte de muchos microorganismos, (bacterias, hongos, actinomicetos, protozoarios, nemátodos saprófitos), los cuales ponen a disposición de la planta los elementos nutritivos necesarios (Suquilanda, 1996).

Actualmente, en la laguna de Yahuarcocha se tienen extraídas 1200000 toneladas de totora y en lo posterior se pretenden extraer 1500000 toneladas, estos residuos están ocupando espacio a orillas de la laguna y no se sabe que uso darles a ellos, una de las mejores opciones y ante la baja fertilidad de los suelos y el excesivo consumo de abonos químicos se procedió a degradar estos residuos para la obtención de un abono orgánico.

Es por esto que la presente investigación tuvo como finalidad dar un uso adecuado a la gran cantidad de totora (raíz y parte aérea) existente en el sector de

Yahuarcocha, con el fin de mejorar la fertilidad de los suelos, e incrementar el rendimiento en los cultivos.

Para la ejecución, se realizaron actividades específicas como: la definición de calidad de residuos para los diferentes usos; así como, la obtención de abono orgánico a base de totora, y luego se evaluó este abono en el cultivo de lechuga para determinar la efectividad del mismo.

Los resultados de esta investigación, permiten entregar soluciones a los problemas de contaminación generados por la totora, mediante la articulación del proceso de descomposición, para la transformación del residuo en recurso y la información obtenida en el campo con el cultivo de lechuga, servirá para demostrar a los agricultores de la zona la importancia de los abonos orgánicos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar cinco dosis de Bioseptic en la descomposición de Totora (*Schoenoplectus californicus*) y el efecto del abono orgánico resultante en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*).

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el comportamiento de las bacterias utilizadas en el proceso de degradación de estos residuos (totora), considerando la temperatura y tiempo.
2. Establecer la calidad del Abono Orgánico obtenido mediante un análisis físico, químico y biológico.
3. Determinar la dosis de Bioseptic más apropiada para la descomposición de totora.

4. Evaluar el efecto de dosis de abono orgánico de totora, niveles de abono inorgánico y la combinación de estos dos abonos sobre el desarrollo fisiológico y productivo del cultivo de lechuga.
5. Establecer la dosis optima económica de los tratamientos en el cultivo de lechuga.
6. Analizar la calidad del suelo antes de la siembra y después de la cosecha del cultivo de lechuga.

1.2. HIPÓTESIS

Ha: El tiempo de descomposición de la totora disminuye a medida que se incrementan las dosis de biodegradable.

Ha: El abono orgánico obtenido por la descomposición de totora es un buen suplemento fertilizante en la producción de lechuga.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La Totora (*Schoenoplectus californicus*)

2.1.1 Características morfológicas y composición química

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoligsiola
Orden:	Cyperales
Familia:	Ciperácea
Género:	Schoenoplectus
Especie:	<u><i>Schoenoplectus californicus</i></u>
Nombre común:	Totora
Altura de planta:	3,20 a 4,20m.
Espesor:	0,5 a 5,0cm de diámetro
Densidad:	280 tallos aéreos/m ²
Composición química:	Hemicelulosa: 30.71%
	x-celulosa 66.79%
	Lignina 27.8 %

La totora es una hierba perenne, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trígono, acostillado, sin presentar tuberosidades en la base.

Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares carentes de láminas; las superiores las desarrollan ocasionalmente.

La inflorescencia es un agregado simple yseudolateral de espiguillas; tiene una bráctea erecta, que semeja una continuación del tallo. Las espiguillas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral obsoleta; la raquilla es persistente.

Las flores son hermafroditas; el perianto tiene entre 2, 7, 6 escamas. Los estambres son tres, y los estilos dos. Los frutos son aquenios lenticulares, biconvexos o aplanado convexo, lisos o transversalmente rugosos (Simbaña, 2001).

2.1.2. Fenología y Utilización

La floración de la totora inicia en dos etapas durante el año, a mediados de la época lluviosa y de la seca, su periodo de fructificación es cada 6 meses, período en el cual se realiza el corte, (2 cosechas por año), en esta actividad participa la mayoría de los miembros familiares, elaboran pequeños atados, “guangos” para ser trasladados a un lugar de secado.

El tiempo de secado transcurre de 8 hasta 15 días, para que la fibra haya transpirado su humedad hasta en un 90%, característica fundamental para que las mujeres (trabajo de equidad) elaboren las diferentes artesanías: esteras, aventadores, carteras, etc, debido a la resistencia de su fibra natural, sirve para la construcción de botes rudimentarios para la pesca y cosecha de totora. Además se la puede utilizar como material aislante (Simbaña, 2001).

2.2 Antecedentes generales de la descomposición de residuos vegetales

El material orgánico recalcitrante permite obtener beneficios adicionales, debido a su efecto sobre las características físicas y químicas del suelo, así como de las biológicas.

El balance entre lo que se hace disponible relativamente rápido para los cultivos a través de la mineralización, y lo que tiene posibilidad de ser incorporado a la materia orgánica estable del suelo, depende de una serie de factores que van desde aquellos inherentes al material orgánico, residuos de cosechas o abonos verdes utilizados hasta aquellos dependientes de la intervención atropica.

Los factores que gobiernan el comportamiento de los residuos orgánicos (RO) se agrupan en tres categorías: los inherentes al residuo, a las condiciones edafoclimáticas y el hombre como responsable del manejo del sistema (Rivero, 1999).

2.2.1 Factores inherentes al residuo

2.2.1.1 Naturaleza del material

El origen de un material define la proporción de compuestos de alta y baja estabilidad que lo compone, en tal sentido se ha indicado que los RO presentan una fracción de mineralización rápida y otra de mineralización lenta. Un 65% para la primera y un 35% para la segunda, haciendo referencia al nitrógeno contenido en las estructuras orgánicas. Esta proporción es característica para cada residuo (Rivero, 1999).

2.2.1.2 Edad del material

Los materiales más jóvenes con mayores contenidos de compuestos de baja estabilidad química: azúcares, proteínas, celulosa, será mineralizados a mayor

velocidad, caracterizados por estructuras químicas de mayor recalcitrancia (Rivero, 1999).

2.2.1.3 Relación carbono nitrógeno del material usado

Este parámetro es ampliamente usado para predecir la velocidad a la cual un RO será mineralizado, o sus componentes inmovilizados en el suelo. En relación a esto Black, (1968), estableció un valor de 19 como crítico, indicando valores inferiores el predominio de procesos de mineralización, mientras que valores superiores a 28 conduce a un proceso de inmovilización neta (Rivero, 1999).

2.2.1.4 Contenido de lignina y polifenoles

Tratando de establecer parámetros de mayor relación con la velocidad de degradación de un residuo, se ha llegado a indicar que para materiales con relación carbono nitrógeno similar, su velocidad de degradación difiere en función de sus contenidos de lignina y polifenoles.

Según Rivero (1999), el índice de degradación puede ser calculado con la siguiente fórmula:

$$ID = ((C: N) \times \% \text{ lignina}) \times \sqrt{\% \text{ carbohidratos}}$$

Donde:

ID= Índice de degradación

C:N= Relación carbono nitrógeno

2.3 Microorganismos

2.3.1 Importancia de los microorganismos

Los microorganismos tienen la función importantísima de ingerir los restos celulares y digerir los restos de materiales vegetales y animales. La desasimilación (desdoblamiento) y fermentación, hacen que se produzcan ácidos, alcoholes y

otros productos intermedios de desecho; la respiración los oxida a CO₂. Las transformaciones microbianas del carbono son llevadas a cabo principalmente en el suelo (Delaat ,1979).

2.3.2 Requisitos básicos para el crecimiento de las bacterias

Estos varían inmensamente de un organismo a otro, en general podemos dar la siguiente lista de requisitos:

- a. Un medio adecuado que proporcione nutrientes.
- b. Una atmósfera adecuada.
- c. Presión osmótica y pH adecuados.
- d. Temperatura adecuada.
- e. Humedad adecuada.

2.3.3 Temperatura de crecimiento y hábitat de las bacterias

Los microorganismos notablemente parásitos se han adaptado a la temperatura de sus huéspedes naturales y con la asociación duradera han perdido la capacidad de crecer a temperaturas diferentes a las de sus huéspedes. Así el *Bacillus subtilis* puede crecer entre 8 y 55°C, se encuentra en el terreno y materiales vegetales, en donde sobrevive a la congelación de invierno y al calor de verano (Delaat, 1979).

2.4 *Bacillus spp*

Las especies de *Bacillus* no patógenas se encuentran entre las más frecuentemente aisladas en cualquier laboratorio. Ello se debe en gran parte a que son altamente resistentes, presentándose como saprofitos en el suelo, en el agua, en las plantas y en los animales.

Casi todos los organismos *Bacillus* son bastante grandes, 0,4μ de ancho y 2,0 hasta 9μ de longitud. Por lo general son bastoncillos rectos, con costados

paralelos, y pueden estar dispuestos en configuraciones diversas. En los cultivos viejos, se observan con frecuencia filamentos largos y desnudos.

Hay desarrollo de esporas redondas u ovals y pueden estar estas localizadas central, terminal o subterminalmente. Las esporas de la especie *Bacillus* son endosporas; no se extienden más allá de la anchura del organismo vegetante.

En la forma de espora, *Bacillus* es altamente resistente al calor y a casi todos los desinfectantes.

Los bacilos en general están clasificados dentro de los microorganismos aeróbicos o facultativos y productores de catalasa. Pueden ser Gram positivos o Gram negativos, en general producen endosporas o sea esporas que se forman dentro de la célula (Delaat, 1979).

2.4.1 Características generales del género *Bacillus*

Producen endosporas, las que son termo resistentes y también resisten a agentes perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos.

Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones. Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.

Los bacilos en general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc. Como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno. Viven dentro los límites de temperatura de 55 a 70°C, el límite inferior de pH para *Bacillus* es de 2 a 3 (Delaat, 1979).

2.4.2 *Bacillus subtilis*

Crece como un bastón unicelular, raramente como las cadenas. Degrada pectina y polisacáridos en los tejidos de la planta.

Realiza una fermentación 2,3 butanediol, cuyos productos principales son butanediol, etanol, CO₂, y H₂O. Estos microorganismos también producen glicerol como un producto de la fermentación. No es potencialmente patógeno, no produce endotoxinas y secreta proteínas hacia el medio. Es inofensivo para los animales convencionales. Las características según Bioland que presenta son:

- Bacterias gram positivas.
- Mesófilas.
- Producen esporas ovales o cilíndricas.
- Son fermentativas, usualmente hidrolizan caseína y almidón.
- Los esporangios no son hinchados.
- La pared de la espora es delgada.

2.4.3 *Bacillus megaterium*

Este bacilo contiene el diámetro celular más grande de cualquier espora aeróbica, (1.2 -1.5 micrómetros). Crece en el medio simple, es común encontrar esporas en la tierra. Es objeto de muchos estudios básicos de bacterias Gram-positivas en el laboratorio. El bacilo megaterium sintetiza una cápsula integrada por el polipéptido y el polisacárido. El polipéptido se establece lateralmente a lo largo del eje de la célula y el polisacárido está situado en los postes y en el ecuador de la célula. Las características que posee son:

- Bacterias gram positivas.
- Mesófilas.
- Producen esporas ovales o cilíndricas.
- Son bacterias fermentativas, usualmente hidrolizan caseína y almidón.
- Los esporangios no son hinchados.

- La pared de la espora es delgada.

2.4.4 *Bacillus licheniformis*

El licheniformis, produce una cápsula del poly-D-glutamate al igual que el anthracis, pigmento rojo producido por muchas tinsiones. El crecimiento de este se da en las comidas, a temperaturas entre 30 y 50 grados centígrados. Es la fuente industrial de bacitracin, un medicamento antibiótico útil. Las características según Bioland que presenta son:

- Bacterias gram positivas.
- Son mesófilas.
- Producen esporas ovales o cilíndricas.
- Son bacterias fermentativas usualmente hidrolizan caseína y almidón.
- Los esporangios no son hinchados.
- La pared de la espora es delgada.

2.4.5 *Bacillus polymyxa*

Las colonias de este bacilo son mucoides, limosos, y tienden a extenderse. Las esporas tienen la superficie longitudinal, degrada pectina y polisacáridos de la planta. El nitrógeno produce bajo las condiciones anaerobias. La multiplicación ocurre principalmente en la vegetación decadente. A menudo aislado de las comidas. Se encuentre en las cremas medicinales y antiácido. Es la fuente del polymyxin antibiótico.

Es una bacteria que se caracteriza por producir 2.3-butanediol, etanol, H₂O y también es fijadora de nitrógeno. Según Bioland sus características típicas son:

- Bacterias gram negativas.
- Mesófilas.

- Es de esporangio distintivamente hinchado.
- Produce esporas ovales.
- La pared de la spora es gruesa.

2.5 Metabolismo bacteriano

Es la suma de procesos físicos y químicos gracias a los cuales se producen y se conservan sustancias vivas organizadas; entre estos procesos tiene importancia la transformación que ponen a disposición del organismo energía para que sea aprovechada.

Las células están formadas de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos. La mayor parte se constituyen internamente por el organismo según las necesidades partiendo de ingredientes disponibles en el medio. Los microorganismos inmóviles son capaces de buscar sus nutrientes requeridos y su crecimiento está limitado por la disponibilidad de tales materiales. El crecimiento de cualquier organismo, móvil o inmóvil, depende de la presencia de sustancias necesarias y el desarrollo varía según la concentración de tales sustancias.

Los organismos fotosintéticos pueden contentarse con CO₂ como fuente de carbono, sales de nitrato como fuente de nitrógeno, y diversas sales minerales. Con estos materiales ellos sintetizan los componentes de células vivas.

Para todas las actividades de un organismo se necesita energía, necesaria para el crecimiento, la reproducción, respiración y desplazamiento del organismo (Delaat, 1979).

2.5.1 Nutrientes

Son sustancias extracelulares que después de pasar por la membrana celular se emplean para que el microorganismo obtenga energía.

Cualquier sustancia terrestre puede servir de nutrimento a un microbio u otro. Como son: proteínas, azúcares, purinas y pirimidinas, hasta sustancias insólitas como el caucho, papel, cuero, aceite, monóxido de carbono, hierro y azufre.

En muchos medios naturales hay bacterias capaces de secretar enzimas que hidrolizan partículas grandes hasta transformarlas en sustancias de peso molecular menor. Esas enzimas extracelulares se difunden de los microorganismos al medio que los rodea.

Su actividad hace que obtengan nutrimentos para ellos y para los microorganismos adyacentes (Delaat, 1979).

2.6 Los organismos descomponedores

Son los llamados organismos saprófagos que se alimentan de materia muerta o de desechos procedentes de productores y consumidores. De este modo la materia orgánica sintetizada por los productores pasa a otros niveles de organismos a través de las cadenas tróficas. La utilización de la materia orgánica en este proceso es tan solo una parte, dado que la mayor parte de la energía será utilizada en los procesos respiratorios a todos los niveles. Toda la energía no utilizada por los consumidores y productores, será utilizada por los descomponedores que la reciclarán en el ecosistema. Todo este proceso constituye un ciclo de energía del que depende el buen funcionamiento y subsistencia de los ecosistemas. Se ha calculado que el 95% de la materia orgánica sintetizada por las plantas verdes queda sin ser consumida, pasando al nivel de descomponedores en forma de materia vegetal del suelo, junto con los cadáveres y productos de la excreción de todos los niveles (Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU, 1979).

2.7 La descomposición

Se define como el proceso mediante el cual un organismo o derivado del mismo se llega a fraccionar en las partes o elementos que lo componen, encontrando que al final del mismo, el resto animal o vegetal que inicialmente observábamos se habrá desintegrado gradualmente hasta que sus estructuras ya no son reconocibles y sus complejas moléculas orgánicas se habrán fragmentado. En este proceso actúan tanto agentes biológicos como factores abióticos del medio. La descomposición comprende la liberación de energía y la mineralización de los nutrientes químicos, convirtiendo los elementos orgánicos en inorgánicos. La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y gases: amoníaco, nitratos, fosfatos, etc.; en su mayoría con un pH ácido. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos y conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad (Galante y García, 1997).

2.7.1 Método rímero

Es totalmente aeróbico y es el más conocido para la elaboración del compost. Este método consiste en construir rimeros de 1.0m de ancho por 2.0m de largo y 1.0m de alto; luego se coloca piquetes cada metro para facilitar la aireación de la compostera, removerlos dos a tres veces durante todo el proceso de descomposición (Palate, 2002).

2.7.2 Descomposición de los residuos vegetales

Con tiempo suficiente, todos los compuestos vegetales, excepto los carbonizados, pueden descomponerse en los horizontes superficiales del suelo. Esta descomposición se realiza en dos etapas. Durante la fase rápida se descompone el nuevo sustrato y, simultáneamente los microorganismos que componen la biomasa del suelo sintetizan productos secundarios.

Esta nueva biomasa y sus productos metabólicos son, a su vez substratos para la segunda fase, que es mucho más lenta.

En general los residuos vegetales con elevado contenido de lignina y otros polifenoles son más resistentes a la descomposición que los materiales pobres en estos compuestos. Las ligninas no son compuestos con estructuras determinadas, poseen una construcción compleja y diversa, sin embargo es de excepcional importancia el hecho que los productos primarios de descomposición de la lignina pueden reaccionar con otros compuestos y, en particular, con los productos de metabolismo de los microorganismos, dado que esto facilita el lento pero continuo proceso degradativo de la parte más resistente de la materia orgánica (Galante y García, 1997).

Existen relativamente pocos microorganismos capaces de degradar la lignina y son, además, exclusivamente aeróbicos, las lignasas que estos microorganismos producen necesitan peróxido de hidrógeno para actuar. No sólo resulta difícil la descomposición de la lignina, sino que a la vez, la celulosa y hemicelulosa, recubiertas de lignina, que forman parte de las paredes celulares se descomponen muy lentamente. Sin embargo, la lignina se degrada ininterrumpidamente, aunque con lentitud, en condiciones aeróbicas.

A pesar que la lignina es resistente a la descomposición, en el proceso de humificación sufre alteraciones considerables, su participación en la formación de sustancias húmicas ocurre a través de la disgregación y liberación de unidades estructurales, las cuales pueden condensarse con aminoácidos o proteínas y dar origen a las formas primarias de las sustancias húmicas.

La gran diversidad de materiales vegetales que se incorporan al suelo, proporcionan a la microflora una gran variedad de sustancias heterogéneas tanto física como químicamente. Los constituyentes orgánicos de las plantas se dividen generalmente en ocho amplios grupos:

- a) Celulosa, el constituyente químico más abundante, cuya cantidad varía del 15 a 60% de peso seco.
- b) Hemicelulosas, que forman frecuentemente del 10 al 30% del peso.
- c) Lignina, que constituye del 5 a 30% de la planta.
- d) La fracción soluble en agua, que incluye azúcares-simples, aminoácidos y ácidos.
- e) Alifáticos, que contribuye del 5 al 30% en peso del tejido.
- f) Constituyentes solubles en alcohol y éter, fracción que contiene grasas, aceites, ceras, resinas y un numero determinado de pigmentos.
- g) Proteínas que tienen en su estructura la mayor parte del nitrógeno o azufre vegetal.
- h) Los constituyentes minerales, generalmente determinados por el análisis de las cenizas varían del 1 al 13% del total del tejido.

Conforme la planta envejece, el contenido de constituyentes solubles en agua, proteínas y minerales desciende y el porcentaje de la abundancia de la celulosa, hemicelulosa y lignina se eleva (Galante y García, 1997).

2.7.3 Proceso de descomposición de los abonos orgánicos

El proceso de descomposición y mineralización de la materia orgánica para la producción de humus esta basada en la acción de bacterias, hongos y actinomicetos, principalmente (Microbiología de varios autores).

2.7.3.1 Mineralización

La mineralización es una descomposición rápida de los residuos orgánicos, convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación química más simple como son: bióxido de carbono (CO_2) que es un gas, agua (H_2O), amoníaco (NH_3), fosfatos (PO_4), sulfatos (SO_4), compuestos potásicos (Rodríguez, 1989).

Mediante el proceso de mineralización algunos elementos que son nutrientes para las plantas se transforman de una forma orgánica no utilizable a una forma inorgánica utilizable. Tal es el caso del nitrógeno, fósforo y azufre, por tanto, se habla de mineralización del nitrógeno, al conjunto de transformaciones mediante las cuales la acción de los microorganismos convierten una forma orgánica del nitrógeno en una forma inorgánica (Rodríguez, 1989).

2.7.3.2 Humificación

La humificación es otra actividad de los microorganismos que toma los residuos orgánicos y los transforman en nuevos complejos orgánicos (humus), y se caracterizan por su mayor estabilidad o sea que se degradan más lentamente en una mineralización más gradual (Rodríguez 1989).

2.8 Factores que influyen en la descomposición de los abonos orgánicos

2.8.1 Temperatura

Al aumentar la temperatura aumenta la actividad microbiana acelerando el proceso de descomposición. Las temperaturas bajas detienen la actividad microbiana, siendo mayor en verano que en invierno y mayor en los trópicos que en las zonas frías (Rodríguez, 1989).

Existe una notable controversia en los climas templados en lo relacionado a la acción de las bacterias mesofílicas (10- 48°C) y termofílicas (50 – 70°C) en la descomposición de residuos vegetales (Academia Nacional de Ciencias de los EEUU, 1979).

2.8.2 Humedad

La masa de material vegetal fresco requiere de cantidades normales de humedad, esto quiere decir que al presionar el material húmedo en la mano debe escurrir

ligeramente el agua lo cual indica una cantidad de agua adecuada, cuando el tiempo está seco se debería regar cada ocho días.

La humedad excesiva significa una menor actividad de los microorganismos aeróbicos, disminuye correlativamente la aireación propiciando que estos sean desplazados por los microorganismos anaeróbicos que no necesitan oxígeno para su funcionamiento vital (Progressio, 1983).

2.8.3 Aireación

Los microorganismos aeróbicos necesitan oxígeno para su funcionamiento. El montículo de residuos orgánicos debe contener una óptima proporción de aire en sus poros para el normal funcionamiento de esta flora mineralizante (Rodríguez 1989).

La humedad y la aireación son interdependientes, el oxígeno usado por los microorganismos proviene del aire en condiciones aeróbicas. La aireación en el proceso de descomposición de residuos vegetales tiene dos finalidades: suministrar oxígeno usado por los microorganismos y extraer el calor producido. La cantidad de oxígeno consumido durante el proceso de degradación de residuos orgánicos depende de la temperatura dentro del montón, del tamaño de las partículas y del tipo del material (Monroy y Viniegra, 1981).

2.9 Mecanismo de desdoblamiento

Los productos del desdoblamiento de un microorganismo dado dependen de las enzimas que produce, y la falta de una enzima dada interrumpirá la serie global de las reacciones. Muchos productos de la fermentación son oxidados en forma incompleta y, en consecuencia, contienen energía disponible.

La forma en que un microorganismo desdobla sus aminoácidos es parcialmente regida por el pH. Un medio ácido facilita la formación de descarboxilasas, en

tanto que un medio alcalino estimula la producción de desaminasas. Un microorganismo que crezca en un medio ácido, es consecuencia, de decarboxilar aminoácidos y producirá aminas, que son más alcalinas que los aminoácidos originales y en esta forma aumentará el pH.

En un medio alcalino, el mismo microorganismo desaminará los aminoácidos y producirá ácidos orgánicos que acidificarán el pH, (Bioland).

2.10 Manejo de los residuos orgánicos en el proceso de descomposición

- Mantener el montón siempre húmedo y tapado.
- Controlar la temperatura para determinar la descomposición del material con una temperatura inicial de 20-25° C y temperatura final 65-70 ° C para luego descender, volver a subir y bajar definitivamente a 20 ó 25 ° C que fue la temperatura inicial, esto ocurre en un periodo de tiempo que va de entre tres a cuatro meses.
- Remover el montón cuando la temperatura llegue hasta 60 o 70 ° C, procurando que el material que está en la parte externa del montón se propague en cada removimiento hacia el centro para que la descomposición se realice de manera uniforme (Suquilanda, 1996).

2.11 Etapas del proceso de descomposición

2.11.1 Etapa inicial

Los compuestos solubles se descomponen durante los primeros dos o tres días, aquí sucede un desarrollo violento de las poblaciones microbianas aeróbicas que provocan la degradación de los constituyentes de menor estabilidad.

2.11.2 Etapa termofílica

Como resultado de la intensa actividad biológica se produce un incremento constante de la temperatura, pudiendo alcanzar entre 65 y 70° C. Este proceso puede durar desde algunas semanas, hasta dos o tres meses, en esta etapa la mayor parte de la celulosa se degrada, con liberación de CO₂ y agua. Las altas temperaturas que se registran ayudan a destruir la mayoría de gérmenes patógenos, excepto las bacterias y hongos benéficos que pueden soportarlas.

2.11.3 Etapa de estabilización

La tasa de descomposición decrece y disminuye la temperatura, estabilizándose en valores próximos a los del medio ambiente del entorno. A continuación se produce la colonización del material por parte de los microorganismos no dañinos, generalmente mesofílicos (Rivero, 1999).

2.12 Aditivos

Existen activadores y aceleradores de la materia orgánica cuya principal característica es su composición basada en una mezcla de bacterias mesófilas y termófilas, y actinomicetos que activan y aceleran la descomposición de los desechos orgánicos, incluso aquellos ricos en celulosa y lignina. Estos productos son una combinación de microorganismos y nutrientes desarrollada para iniciar y acelerar el proceso (Galante y García, 1997).

2.12.1 Inóculos

2.12.1.1 Naturales

El medio ambiente edáfico contiene gran variedad de bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios, que es uno de los sitios más dinámicos en interacción biológica en la naturaleza, en el cual se realizan la mayor parte de las

reacciones bioquímicas involucradas en la descomposición de la materia orgánica, la intemperización de las rocas y la nutrición de los cultivos agrícolas (Martín, 1980).

2.12.1.2 Comercial

En el mercado existen inóculos en base a bacterias y hongos principalmente, microorganismos que son eficientes en la descomposición de los abonos orgánicos, y estos son producidos en medio de cultivo y se comercializan en forma sólida o líquida (Palate, 2002).

2.13 Bioseptic

2.13.1 Beneficios

- Contiene bacterias que degradan y aceleran la descomposición de residuos vegetales, papel, químicos, detergentes, aceites, grasas, hidrocarburos, fenoles, compuestos presentes en los efluentes de desecho de agua agrícola, residencial, municipal e industria ligera.
- Mejora significativamente el desempeño de composteras, tanques sépticos, lagunas de oxidación, cieno activo, filtros de goteo, clarificadores, trampas de grasa, tanques de aireación.
- Reduce el tiempo de descomposición de composteras y formación de humus en lombricultura hasta en un 75%.
- Los microorganismos que conforman este producto no son peligrosos ni se conocen efectos nocivos para las personas, animales, especies acuícolas y micro fauna benéfica del suelo. Bioseptic no deteriora el medio ambiente por ser un producto natural. No afecta el trabajo de las lombrices.
- Reduce los olores y contaminación ambiental.

2.13.2 Presentación

Su presentación es de 1lb y 5lb.

2.13.3 Composición

Está compuesto por bacterias (*Bacillus* sp) en concentraciones 3.4×10^{12} unidades formadoras de colonias (u.f.c.)/g. de producto comercial de:

Bacillus subtilis

Bacillus megaterium

Bacillus polymyxa

Bacillus Licheniformis

Enzimas

2.13.4 Características

2.13.4.1 Físicas

➤ Apariencia	--	polvo color tostado.
➤ Olor	--	a tierra.
➤ Gravedad específica	--	1.
➤ pH	--	neutro.
➤ Rango efectivo de pH	--	6 – 8.
➤ Rango de temperatura	--	13 – 38°C.
➤ Cuenta de bacterias	--	0,4 billones/gramo.
➤ Vida productiva	--	2 años.

2.13.4.2 Biológicas

- Producción de bacterias facultativas.
- Producción de bacterias digestivas de proteínas.

- Producción de bacterias digestivas de almidón.
- Producción de bacterias digestivas de celulosa.
- Producción de bacterias digestivas de detergentes.
- Producción de bacterias digestivas de grasa, aceites.

2.13.5 Modo de empleo

Activación: Mezclar una libra de este biodegradante en 10 litros de agua sin cloro, agregar melaza 5cc/lt, dejar activar los microorganismos al sol por 3 horas con agitación ocasional, incrementar el volumen de agua a los 100 litros.

2.13.6 Dosis

Para compostaje se utiliza una libra de biodegradante/100m³ de residuos orgánicos.

2.13.7 Instrucciones

Picar bien el material, aplicar en forma uniforme la superficie (por capas) con aspersor, libre de pesticidas, controlar la humedad y proteger de la lluvia el material en descomposición. Los volteos 1-2 veces por semana, para mantener estable la humedad y la temperatura.

Este biodegradante no se mezcla con ningún producto fitosanitario, antibiótico y sustancias químicas ácidas o alcalinas. Registro MAG N^o 03127664 (Laboratorios Bio Lab).

2.14 Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa L*) es de rápido crecimiento, con hojas compactas o sueltas y cuyo color varía de verde brillante a marrón-rojizo. Su valor alimenticio

radica una fuente de calcio, hierro y de vitamina A, C, tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina y proteína. Su consumo de las hojas se realiza en fresco.

La lechuga es una hortaliza de trasplante, tiene una semilla pequeña, delgada y liviana, la cantidad de semilla que se necesita para una hectárea de terreno es de un kilo. El semillero debe ser bien preparado y la siembra debe ser rala, pues las hojas de las plantitas desde pequeñas tienen hojas abiertas, se debe ralea y dejar endurecer antes del transplante (Suquilanda, 1995).

La lechuga es la más importante del grupo de las hortalizas de hoja que se comen en ensaladas. Es ampliamente conocida y se cultiva en casi todos los países.

2.14.1 Clasificación Botánica

Nombre científico: *Lactuca Sativa L.*

Reino : Plantae

Clase : Liliopsida

Subclase : Asteridae

Orden : Asterales

Familia : Asteraceae

Genero : Lactuca.

Especie : Sativa L.

(Terranova, 1995).

2.14.2 Preparación del suelo

En el campo se debe hacer una labor de arada, cruza, rastra y surcada.

2.14.3 Fertilización

Se la realiza previo al análisis de suelos, sin embargo una recomendación general es 20 a 30 TM de materia orgánica descompuesta mas 6 sacos de 50kg de triple 15/ha, (Tiscornia, 1989).

2.14.4 Siembra

Con 150 gramos de semilla pueden producir 10.000 plantas, y con 1Kg de semilla es suficiente para una hectárea.

Para producir buen almacigo, es decir buenas plántulas, no debe sembrarse la semilla tupida; la primera entresaca en el semillero se hace dos a tres semanas (Cáceres, 1979).

2.14.5 Transplante

Se requieren plantitas fuertes con 3 a 4 hojas; al transplantarlas, se debe evitar que se rompan las raíces y se estropeen, el suelo debe estar bien húmedo. Es mas conveniente una tarde fría o un día nublado (Cáceres, 1979).

2.14.6 Labores culturales

Las deshierbas deben ser superficiales, en vista que las raíces de la lechuga son poco profundas y pueden ser de 2 a 3 labores de deshierbas durante todo el ciclo del cultivo (Cáceres, 1979).

2.14.7 Plagas y enfermedades

2.14.7.1 Enfermedades

Pudrición por Rizoctonia	Bavistin	1 litro/Ha.
Cenicilla o mildiu polvoriento	Daconil	1 litro/Ha.
	Maneb 80	2,27 Kg/Ha.
Alternaria	Daconil	1 litro/Ha.
	Ridomil	1 Kg/Ha.
Botritis	Ronilan	1 Kg/Ha.

2.14.7.2 Plagas

Afidos, Salta hojas.	Malathion 57 EC	2,5/Ha.
Gusanos trozadores y de hoja (Tiscornia, 1989)	Diazinon 4 EC	100cc/Ha.

2.14.8 Riego

Varía según el tipo de suelo, el tamaño de la planta y el clima. El riego por surco es el más común. La humedad excesiva del suelo favorece pudriciones en las hojas inferiores de la planta, especialmente cuando estas son grandes y hay pocas oportunidades de ventilación entre las plantas (Cáceres, 1979).

2.14.9 Cosecha y almacenamiento

La época de la cosecha es cuando al presionar con los dedos, la cabeza de la lechuga presenta dureza.

El almacenaje se puede conservar hasta dos semanas en refrigeración, colocándola en una funda plástica (Suquilanda, 1995).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en un mismo lugar en dos fases: La primera consistió en la obtención del abono orgánico para lo cual se utilizó un biodegradante que aceleró el proceso de descomposición y la segunda fase que consistió en la evaluación de este abono orgánico a nivel de campo en el cultivo de lechuga.

3.1 FASE I. Efecto de cinco dosis de probiótico Bioseptic en la descomposición de totora (*Schoenoplectus californicus*).

3.1.1 Ubicación

El ensayo se instaló en un lote ubicado en San Miguel de Yahuarcocha, propiedad del Municipio de Ibarra.

Cuadro 1. Ubicación geográfica del ensayo. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Ubicación	Localidad
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	San Miguel de Yahuarcocha
Localidad:	San Miguel de Yahuarcocha

3.1.2 Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos fueron seis, procedentes de cinco dosis de biodegradable, inóculo comercial (IC), y un testigo con inóculo natural (IN), la descripción de estos se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

CÓDIGO	FUENTE DE INOCULO	NIVELES
T1	Inóculo natural (abono a base de totora)	63,64Kg/2m ³
T2	Inóculo comercial (bioseptic)	4,98g/2m ³
T3	Inóculo comercial (bioseptic)	9,08g/2m ³
T4	Inóculo comercial (bioseptic)	13,62g/2m ³
T5	Inóculo comercial (bioseptic)	18,16g/2m ³
T6	Inóculo comercial (bioseptic)	22,70g/2m ³

La distribución de los tratamientos en el campo se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por cada tratamiento.

La parcela experimental fue de 2m³ (2m x 1m x 1m), con un total de 24 unidades experimentales, distanciadas a 1m entre montículos y 2m entre bloques.

La superficie total de experimento fue de 228m², con un área total de unidad experimental de 48m² y tamaño de bloque de 12m².

La unidad experimental estuvo constituida de un montículo de totora recién extraída de la laguna (raíz y parte aérea), con 2m de espaciamiento entre bloques y 1m entre tratamientos, con la finalidad de poder realizar volteos y con esto obtener una mejor aireación y por ende una mejor actividad microbiana.

3.1.3 Manejo del experimento

3.1.3.1 Análisis de la totora

Se realizó un análisis de la totora (raíz y parte aérea) para determinar su composición química y microorganismos existentes (anexos 6 y 7).

3.1.3.2 Preparación del terreno

El lote en el que se instaló el ensayo estuvo en descanso (barbecho) y con rastrojo de alfalfa sembrada en el ciclo anterior.

Para la iniciación del experimento se dio una nivelación, con maquinaria. Luego se realizó la medición del área respectiva a ocuparse, la delimitación de las respectivas unidades experimentales, y se procedió a realizar el sorteo de las parcelas con la tabla de números aleatorios.

3.1.3.3 Recepción de materias primas

Una vez que el material a utilizar (totora) fue extraído con retroexcavadora, se depositó en el sitio del ensayo 10 volquetes de 5m³ cada una, dando un total de 50m³.

3.1.3.4 Reducción del tamaño de bloques de totora

Con el material depositado cerca del ensayo se procedió a desmembrarlo con el brazo de una retroexcavadora, para facilitar el picado con el machete, y de esta forma facilitar el manejo del material para los volteos.

3.1.3.5 Cantidad de totora (raíz y parte aérea)

Se utilizaron 48m³ de totora (raíz y parte aérea). Cada unidad experimental constó de 2m³ de totora.

3.1.3.6 Preparación de montículos

Para la descomposición de la totora se utilizó el método rimero con dimensiones de 2.0m de largo por 1.0m de ancho y 1.0m de altura, para su elaboración se aplicó una capa de totora (raíz y parte aérea) de 20cm, con un contenido de humedad del 80%, luego se aplicó el inóculo comercial por medio de un aspersor, nuevamente una segunda capa de totora de 20cm, el inóculo y así hasta la cuarta capa, llegando a una altura de 1m, se distribuyó la solución preparada de inóculo comercial o biodegradable de manera uniforme (1lt/capa), con un total de cuatro litros para el montículo de 2m³ de totora.

Para el testigo se procedió de la misma forma excepto que el inoculante que se utilizó fue abono orgánico a base de totora descompuesta, 15,91kg por cada capa.

3.1.3.7 Riego

Los riegos se efectuaron con ayuda de una bomba de succión a gasolina de 3hp; conectada por medio de una manguera a un aspersor en forma de espada con el cual se reguló el flujo del agua para un litro por seis segundos y con una duración de 5 minutos de riego por cada unidad experimental. El contenido de humedad del material se lo controlaba de forma manual, es decir se tomó una muestra del material, escurriendo ligeramente al ser presionado.

3.1.3.8 Cubrimiento de los montículos

Cada una de las unidades experimentales se cubrió con plástico negro de calibre 3mm con la finalidad de proteger al material de la lluvia, mantener la temperatura y para evitar la pérdida de humedad por la evaporación.

3.1.3.9 Volteos

Se realizaron dos volteos el primero se lo hizo a los 35 días de la instalación del ensayo y el segundo a los 125 días estos volteos se los realizó al momento de detectarse un descenso en la temperatura.

3.1.3.10 Toma de datos

La toma de los datos se los realizó de acuerdo a lo establecido en la presente investigación.

3.1.3.11 Toma de muestras para el laboratorio

Luego de la obtención del abono orgánico a base de totora, se tomaron muestras de 500g, una de inóculo natural y otra de la mezcla de las dosis de inóculo comercial, se enviaron a los laboratorios del INIAP para el análisis de nutrientes y poblaciones de microorganismos.

3.1.4 Descripción de las variables evaluadas

3.1.4.1 Temperatura

La primera medición se la realizó al momento de la instalación del ensayo, y luego cada 5 días durante el tiempo que duró la investigación (7 meses calendario).

La temperatura se la midió a las 13h00, en el centro del montículo, utilizando un termómetro con aproximación a 100°C. Luego, en base a todas las lecturas de temperatura obtenidas durante cada mes, se calculó el promedio para cada una de las unidades experimentales; reportándose como valores de temperatura mensuales en °C.

3.1.4.2 Días a la obtención del abono

Se contabilizaron los días transcurridos desde el momento de la instalación del ensayo, hasta la obtención del abono orgánico totalmente descompuesto, esto fue cuando la temperatura de los montículos se estabilizó a valores promedios a los del medio ambiente (18 - 20°C aproximadamente), y además, el material presentó una textura suelta diferente al material inicial, a más de tener características físicas como olor a tierra fresca y color café marrón.

3.1.4.3 pH

El valor del pH del abono orgánico se obtuvo mediante la utilización de un peachímetro digital, al final del ensayo, donde se tomaron 3 tres submuestras de abono de cada unidad experimental, se las mezcló y se procedió a medir el pH.

3.1.4.4 Valor nutrimental

El valor nutrimental se determinó al inicio (anexo 6), y al final del ensayo (anexo 8). Para el inicio del ensayo se tomó una muestra de 500g de totora fresca, utilizada para la obtención del abono orgánico, y al final del ensayo, se tomo 2 muestras de 500g una que hace referencia a la mezcla del inóculo comercial y otra del inóculo natural, las que se enviaron al laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina, para su análisis químico.

3.1.4.5 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se efectuó al inicio (anexo 7) y al final de la investigación, tomando dos muestras de 500g, una que hace referencia a la mezcla del inóculo comercial y otra del inóculo natural (anexos 9 y 10), las que se enviaron al laboratorio del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina, en donde se determinó poblaciones de hongos y bacterias.

3.1.4.6 Granulometría

Para evaluar esta variable se tomó una muestra de 150 libras del abono descompuesto, cantidad que fue pasada por tres tamices de diferente diámetro (3, 5 y 10mm). Para esto se utilizó una báscula graduada en kg.

3.1.4.7 Rendimiento

La forma de determinar esta variable fue mediante el pesaje total de cada uno de los montículos, esto se realizó al final del ensayo, utilizando una báscula graduada en Kg.

3.2 FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en el cultivo de lechuga

3.2.1 Descripción política, geográfica y climática

Cuadro 3. Ubicación del lugar del experimento. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Ubicación	Localidad
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	San Miguel de Yahuarcocha
Localidad:	San Miguel de Yahuarcocha
Altitud:	2.188 m.s.n.m.
Latitud:	00° 20.5' N
Longitud:	78° 8.0' W
Precipitación:	52.7 mm
Temperatura media:	19 °C

Fuente: Departamento del Medio Ambiente – Municipio de Ibarra.

3.2.2 Descripción de suelos

Una vez realizado el análisis de suelo en la localidad, cuadro 4, previo a la instalación del ensayo, se determinó que el lote poseía deficiencia en Zn y Mn con contenido bajo y en S, Fe, y B cantidades medias.

INPOFOS (1978), muestra que el Zn, fue uno de los primeros micronutrientes reconocido como esencial para las plantas. Además, es el micronutriente que con más frecuencia limita los rendimientos de los cultivos.

Cuadro 4. Características físicas y químicas del suelo. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Características		Unidad	Valor	Interpretación
Químicas	N	ppm	92.00	Alto
	P	ppm	33.00	Alto
	S	ppm	12.00	Medio
	K	meq/100 ml	0.72	Alto
	Ca	meq/100 ml	16.50	Alto
	Mg	meq/100 ml	3.40	Alto
	Zn	meq/100 ml	1.30	Bajo
	Cu	ppm	4.40	Alto
	Fe	ppm	25.00	Medio
	Mn	ppm	2.6	Bajo
	B	ppm	1.50	Medio
	pH	pH	8	Lig. alcalino
	MO	%	5.20	Alto
	Físicas	Textura		Franco
Fisiográficas	Pendiente	%	5	

3.2.3 Diseño de tratamientos y diseño experimental

Los factores en estudio corresponden a tres dosis de abono químico con cuatro dosis de abono orgánico obtenido de la mezcla de las dosis del biodegradable en la primera fase.

FA: Dosis de abono Químico

- DAQ1= 0 kg./ha
 DAQ2= 30-20-10-10 kg/ha de N- P₂O₅ - K₂O-S, respectivamente.
 DAQ3= 60-40-20-20 kg/ha de N- P₂O₅ - K₂O-S, respectivamente.

FB: Dosis Abono Orgánico

DAO1= 0 TM/ha

DAO2= 10 TM/ha

DAO3= 20 TM/ha

DAO4= 30 TM/ha

De la combinación de tres dosis de fertilizante químico por cuatro dosis de abono orgánico, resultan 12 tratamientos que se presentan a continuación:

Cuadro 5. Tratamientos para evaluar la fertilización química y orgánica en lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Tratamientos	Nitrógeno	P2O5	K2O	S	Abono Org.
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	TM/ha
T 1	0	0	0	0	0
T 2	0	0	0	0	10
T 3	0	0	0	0	20
T 4	0	0	0	0	30
T 5	30	20	10	10	0
T 6	30	20	10	10	10
T 7	30	20	10	10	20
T 8	30	20	10	10	30
T 9	60	40	20	20	0
T 10	60	40	20	20	10
T 11	60	40	20	20	20
T 12	60	40	20	20	30

El diseño empleado fue el de bloques completos al azar, con un arreglo factorial A x B con 12 tratamientos y 3 repeticiones, en el que A corresponde a las dosis de abono químico y B a las dosis de abono orgánico.

El tamaño de la unidad experimental fue de 10m² (5m x 2m), con un total de 36 unidades experimentales, distanciadas a 0.25m entre plantas y 0.40m entre surcos; obteniendo así 5 surcos, compuestos de 20 plantas cada uno, dando un total de 100 plantas por cada unidad experimental.

La superficie total de experimento fue de 600m², con un área total del ensayo de 360m² y tamaño de bloque de 120m².

La parcela neta fue de 5.40m², se la obtuvo eliminando un surco de cada extremo; el primero y el quinto de la unidad experimental; así como también una planta en cada uno de los extremos de cada surco; evaluándose 3 surcos compuestos de 18 plantas cada uno, con un total de 54 plantas por parcela neta.

3.2.4 Manejo del experimento

3.2.4.1 Preparación del almacigo

El semillero para la producción de plántulas de lechuga se lo hizo en un lugar cercano al sitio del ensayo, la variedad que se utilizó fue *Great Lakes 366*, por su adaptabilidad a la zona.

3.2.4.2 Toma de muestra de suelo

Antes de la instalación del ensayo se tomó una muestra de suelo para el análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y materia orgánica), el mismo que se realizó en el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) con el fin de determinar la recomendación de fertilización óptima para el cultivo de lechuga.

3.2.4.3 Preparación del terreno

El lote en el que se instaló el ensayo estuvo en barbecho (descanso) y con rastrojo de alfalfa del ciclo anterior.

El suelo se preparó con maquinaria pasando una arada y dos rastradas para el aflojamiento y nivelación del terreno.

3.2.4.4 Delimitación del Ensayo

Inicialmente se procedió a la delimitación e instalación del ensayo, utilizando estacas, con cinta métrica se midió la superficie de mayor dimensión en sentido contrario a la pendiente, luego se señalaron los bloques en el mismo sentido, se señalaron las respectivas unidades experimentales, con azadón se procedió al guachado cada 0.40m para posteriormente ubicar los tratamientos al azar en cada bloque de acuerdo al plano preestablecido.

3.2.4.5 Incorporación de los Abonos

La aplicación del abono orgánico a base de totora (mezcla de las distintas dosis del inóculo comercial), abono químico y la mezcla de estos 2 abonos, se realizó al fondo del surco, de acuerdo a las dosis establecidas; luego se incorporó con ayuda de un rastrillo.

3.2.4.6 Transplante

Se realizó el trasplante (20-ago-2006), la variedad que se utilizó fue *Great Lakes 366* por sus características de resistencia y adaptabilidad en la zona; se plantó a una distancia de 0,25m entre plantas y 0,40m; entre surcos.

3.2.4.7 Riegos

Una vez incorporados los abonos (orgánico y químico) en el suelo se procedió a dar un riego con poco caudal para evitar el arrastre de los abonos, así como este riego sirvió para poder plantar la lechuga, los riegos posteriores se los realizaron dos veces por semana hasta que la planta estuvo prendida (por 2 semanas), luego se dieron cada ocho días.

3.2.4.8 Labores culturales

a.- Deshierbas

Se realizaron dos deshierbas, la primera se la realizó a los 30 días del transplante y la segunda a los 60 días.

b.- Controles fitosanitarios

Para las plagas presentes durante el desarrollo del cultivo se realizaron controles fitosanitarios contra: Minador de la hoja y Gusano Trozador, se controló con kañon Plus con dosis de 1cc /lt, Padán 50 PS en dosis de 300g/200lts.

Para enfermedades presentes en el cultivo se utilizó: Score 250EC contra Alternaria en dosis de 0.3-0.5lt/ha, para controlar Botritis se utilizó Cantus en dosis de 1cc/lt, para el control de Mildiu, Cenicilla se controló con Folicur y Foxanil en dosis de 0.4lt/ha y 500g/200lt respectivamente, para la mejor absorción de estos fungicidas se utilizó en mezcla con Break Trhu, el cual es un penetrante, dispersante, humectante, adherente líquido, mejorando la cobertura y el contacto del producto sobre la hoja.

c.- Cosecha

Se realizó de forma manual, al momento en que la planta llegó a su estado de madurez fisiológica, esto es cuando al presionar con los dedos la cabeza de la lechuga presentó dureza.

3.2.4.9 Toma de muestras para análisis de suelos

Luego de la cosecha del cultivo, se procedió a la toma de muestras de suelo, para lo que se utilizó un balde, una pala y fundas plásticas, se tomaron 3 submuestras por cada unidad experimental, dando un total de 9 submuestras por cada

tratamiento, esto se lo realizó para poder determinar el efecto del abono orgánico como químico en el suelo.

3.2.5 Descripción de las variables evaluadas

3.2.5.1 Altura de planta

La altura de planta se expresó en cm. Se evaluaron a los 30 y 60 días del transplante. Se tomó la altura de 10 plantas al azar de cada parcela neta. Se midió la altura desde el cuello hasta el punto más elevado que alcanzó la planta.

3.2.5.2 Sobrevivencia

A lo 60 días del transplante se evaluó por parcela neta la sobrevivencia en porcentaje con la finalidad de determinar el número de plantas vivas que presentaba cada tratamiento.

3.2.5.3 Diámetro del repollo

Se realizó la medición del diámetro de 10 repollos de lechuga al término de la cosecha (Nov/02/2006), para lo cual se utilizó cinta métrica y dos reglas; los resultados se expresaron en centímetros (promedio), por parcela neta.

3.2.5.4 Rendimiento

Una vez que el cultivo alcanzo la madurez fisiológica, en el campo, con una balanza, se determinó el peso promedio de diez repollos de lechuga por parcela neta de cada tratamiento en estudio, luego se proyectó y expresó estos datos en kg/parcela neta, finalmente se transformó a TM/ha.

Debido a problemas fitosanitarios que se presentaron en el cultivo de lechuga, no se pudo cosechar las 54 plantas correspondientes a la parcela neta, tomando así una muestra de 10 plantas para poder realizar los cálculos correspondientes.

3.2.5.5 Calidad de suelo

Al término de la cosecha del cultivo de lechuga, se tomó muestras de suelo de 500g de cada tratamiento para determinar el aporte de materia orgánica del abono orgánico a base de totora al suelo (anexo 7), así como el aporte de nutrientes al mismo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación:

4.1 FASE I. Efecto de cinco dosis de probiótico Bioseptic en la descomposición de totora (*Schoenoplectus californicus*)

4.1.1 Temperatura en las composteras

4.1.1.1 Temperatura en primer mes de descomposición

En el cuadro 6, se presenta el análisis de varianza, para las temperaturas promedio de 6 evaluaciones tomadas a partir del día de instalación del ensayo para luego realizarlas cada cinco días hasta la terminación del mismo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el primer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	22.26				
Repeticiones	3	0.45	0.15	0.30 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	14.36	2.87	5.79 **	2.81	4.46
Error Experimental	15	7.45	1.07			
Promedio °C	23.05					
CV %	3.06					

ns: no significativo

**significativo al 1%

En el primer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora, se detecta diferencias significativas al 1% entre tratamientos, mientras que entre repeticiones no hay significación. La media general fue 23.05°C, el coeficiente de variación fue de 3.06% el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

La prueba de Tukey al 5%, cuadro 7, detectó cuatro rangos, siendo el T1 (testigo IN), con un promedio de 24.48°C el que ocupó el primer rango, el T5 (18.16g/2m³) ocupó el segundo rango con promedio de 23.42, teniendo al T3 (9.08g/2m³) con un promedio de 22.08 °C ocupando el ultimo rango.

tratamientos, mientras que entre repeticiones no hay significación. La media general fue 22.65°C, el coeficiente de variación fue de 6.59%, el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

Cabe destacar que en este mes se dio un primer volteo para mejorar la aireación de los montículos, subir la temperatura, y dar mas espacio a la proliferación bacteriana.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el segundo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	65.92				
Bloques	3	1.03	0.35	0.15 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	31.48	6.30	2.83 *	2.81	4.46
Error Experimental	15	33.41	2.23			
Promedio °C	22.65					
CV %	6.59					

ns: no significativo

* : significativo al 5%

La prueba de Tukey al 5%, cuadro 9, demostró dos rangos, siendo el T1 (testigo IN) el que ocupó el primer rango con promedio de 25.13°C, el segundo rango lo ocuparon el T5 (18.16g/2m³), T4 (13.62g/2m³), T3 (9.08g/2m³), T6 (22.70g/2m³) y T2 (4.98g/2m³) con promedios de 22.52, 22.35, 22.30, 22.05 y 21.58°C.

4.1.1.3 Temperatura en el tercer mes de descomposición

En el cuadro 10, se presenta el análisis de varianza, para las temperaturas promedio de 6 evaluaciones en el tercer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora, no se encontró diferencias significativas. La media general fue 24.18°C, el coeficiente de variación fue de 4.58%, el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el tercer mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	30.99				
Repeticiones	3	3.11	1.04	0.84 _{ns}	3.98	7.21
Tratamientos	5	9.47	1.89	1.54 _{ns}	2.81	4.46
Error Experimental	15	18.41	1.23			
Promedio °C	24.18					
CV %	4.58					

ns: no significativo

Para el Instituto de Seguridad e Higiene de España (1999), la descomposición es un proceso aeróbico porque, aunque se pueda realizar de forma anaerobia, la presencia de oxígeno es aconsejable para poder alcanzar temperaturas más altas, y acelerar los procesos.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el cuarto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	14.84				
Bloques	3	1.68	0.56	0.99 _{ns}	3.98	7.21
Tratamientos	5	4.67	0.93	1.65 _{ns}	2.81	4.46
Error Experimental	15	8.49	0.57			
Promedio °C	23.99					
CV %	2.69					

ns: no significativo

Cuadro 13. Temperatura promedio de 6 evaluaciones en el cuarto mes de descomposición del abono orgánico a base totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Bioseptic		Temperatura promedio	Fuentes de inóculo
	g/100m ³	g/2m ³	°C	
T1	0	0	24.45	IN
T5	908	18.16	24.05	IC
T6	1135	22.70	23.90	IC
T4	681	13.62	23.70	IC
T3	454	9.08	23.65	IC
T2	227	4.98	23.00	IC

IN= Inóculo Natural

IC= Inóculo Comercial

En el cuadro 13, se observan los promedios de cada tratamiento en lo que se refiere a temperaturas donde existe una mínima variación en estos valores.

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España, cada población bacteriana tiene unas condiciones ambientales más adecuadas para su desarrollo

así como unos tipos de materiales que puede descomponer más fácilmente; por esta razón, una población empieza a aparecer mientras que otras se encuentran en el momento más elevado de su desarrollo y otras empiezan a desaparecer.

4.1.1.5 Temperatura en el quinto mes de descomposición

En el cuadro 14, se presenta el análisis de varianza, para las temperaturas promedio de 6 evaluaciones en el quinto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora, donde no existió diferencias significativas. La media general fue 23.73°C, el coeficiente de variación fue de 2.06%.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el quinto mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	5.65				
Bloques	3	0.39	0.13	0.54 _{ns}	3.98	7.21
Tratamientos	5	1.67	0.34	1.40 _{ns}	2.81	4.46
Error Experimental	15	3.58	0.24			
Promedio °C	23.73					
CV %	2.06					

ns: no significativo

4.1.1.7 Temperatura en el séptimo mes de descomposición

En el cuadro 18, se presenta el análisis de varianza para 5 de los 6 tratamientos, en vista de que el T1 testigo se lo obtuvo en el sexto mes.

A continuación la temperatura de 6 evaluaciones en el séptimo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora, donde se detecta diferencias significativas al 1% entre tratamientos, mientras que entre repeticiones no existió diferencias significativas. La media general fue 19.02°C, el coeficiente de variación fue de 1.76%, el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

Lo que significa que en los distintos tratamientos existió actividad microbiana, lo cual se demostró mediante el incremento de la temperatura en los distintos montículos.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la temperatura promedio de 6 evaluaciones en el séptimo mes de descomposición del abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	19	3.41				
Bloques	3	0.60	0.20	2.81 ns	3.98	7.21
Tratamientos	4	1.94	0.49	6.77 **	2.81	4.46
Error Experimental	12	0.86	0.70			
Promedio °C	19.02					
CV %	1.76					

ns: no significativo

* significativo al 1%

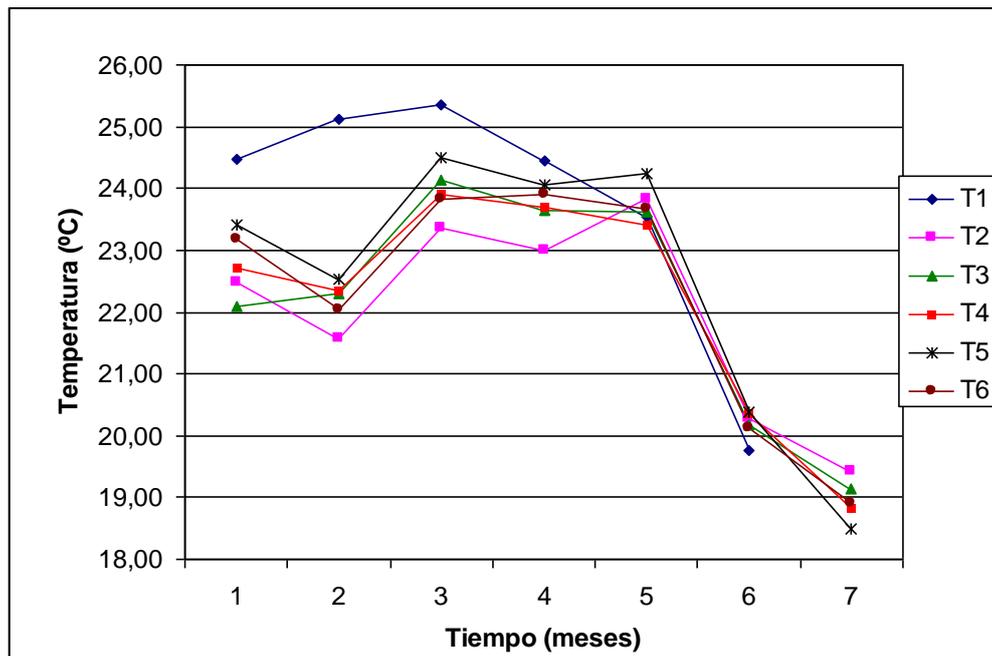


Gráfico 1. Temperaturas promedio mensuales en abono orgánico a base de totora para el testigo (inóculo natural) y cinco dosis de biodegradante. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

En el gráfico 1, se presenta la variación de la temperatura en el tiempo, mostrando una diferencia mínima, así como la temperatura alcanzada por los tratamientos es muy baja, inferior a los 26°C.

El mínimo incremento de la temperatura en el proceso de descomposición se debió principalmente al tipo de material orgánico utilizado (totora), el cual se encuentra estructurado en un 80% de tejido esponjoso, por lo que retiene gran cantidad de agua mas que cualquier otro tipo de materiales utilizados en la obtención de abono orgánico, de esta forma la actividad bacteriana fue realizada principalmente por bacterias anaeróbicas que son las que mantuvieron una temperatura estable, por otra parte las bacterias aeróbicas son las encargadas de un incremento considerable de temperatura en este tipo de procesos.

En los primeros meses hay mayor diferencia de temperatura para tratamientos a partir del quinto mes estas diferencias se reducen y se observa los descensos drásticos de la temperatura

Para el Instituto de Seguridad e Higiene de España (1999), en la práctica, se ha de evitar una humedad superior al 60% porque el agua desplazaría el aire del espacio entre las partículas del residuo y el proceso viraría hacia reacciones anaerobias.

En la enciclopedia Wikipedia, (1999), menciona que las bacterias y los hongos habitan principalmente en los suelos bien aireados, pero solamente las bacterias realizan la mayor parte de los cambios biológicos y químicos en los ambientes anaerobios.

4.1.2 Días a la obtención del abono orgánico a base de totora

Los valores correspondientes a los días transcurridos hasta la obtención del abono se presentan en el (cuadro 21), los mismos que variaron entre 155 y 210, con un promedio de 191 días.

En el Cuadro 20, se presenta el análisis de varianza, para la obtención en días del abono orgánico a base de totora, donde se detectó diferencias significativas al 1% entre tratamientos, mientras que entre repeticiones no existieron diferencias significativas. La media general fue 190.54 días, el coeficiente de variación fue de 2.65%, el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

Según Galante, E. y García, M, (1997), la descomposición se define como el proceso mediante el cual un organismo o derivado del mismo se llega a fraccionar en las partes o elementos que lo componen, encontrando que al final del mismo, el resto animal o vegetal que inicialmente observábamos se habrá desintegrado gradualmente hasta que sus estructuras ya no son reconocibles y sus complejas moléculas orgánicas se habrán fragmentado.

Cuadro 20. Análisis de varianza para promedio de días a la obtención del abono. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	7935.96				
Bloques	3	71.46	23.82	0.94 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	7482.71	1496.54	58.80 **	2.81	4.46
Error Experimental	15	381.79	25.45			
Promedio (días)	190,54					
CV %	2,65					

ns: no significativo

** significativo al 1%

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5% para promedio de días a la obtención de abono orgánico a base de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Bioseptic		Promedio días	Tukey 5%	Fuentes de inóculo
	g/100m ³	g/2m ³			
T1	0	0	155	A	IN
T5	908	18.16	185	B	IC
T6	1135	22.70	188	C	IC
T4	681	13.62	197	D	IC
T3	454	9.08	204	E	IC
T2	227	4.98	210	F	IC

IN= Inóculo Natural

IC= Inóculo Comercial

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en los días para la obtención del abono, detectó seis rangos de significación, cuadro 21. Los días a la obtención fueron menores para el T1 (testigo IN), al ubicarse con promedio de 155 días en el primer rango, la obtención del abono fue más tardía en el T2 (4.98g/2m³), con un promedio de 210 días, ubicándose en el último rango y lugar.

Existiendo correlación con la temperatura, a mayor temperatura menor tiempo de descomposición.

4.1.3 pH del abono orgánico a base de totora

Los valores del pH registrados en cada tratamiento, se obtuvieron cuando el abono orgánico a base de totora llegó a la fase final de descomposición, los valores de pH fluctuaron entre 6.9 y 7.1, con un promedio de 7.0.

En el cuadro 22, se presenta el análisis de varianza para pH del abono orgánico a base de totora, donde no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

El coeficiente de variación fue de 2.01%, el mismo que es bueno para este tipo de investigaciones, avalizando los resultados obtenidos.

Cuadro 22. Análisis de varianza para pH del abono orgánico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	0.52				
Bloques	3	0.08	0.03	1.44 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	0.14	0.03	1.42 ns	2.81	4.46
Error Experimental	15	0.29	0.02			
Promedio (pH)	6.96					
CV %	2.01					

ns: no significativo

En el cuadro 23, se indica los promedios de pH para el abono, los cuales reflejan que existe un pH neutro, demostrando que el abono se estabilizó.

4.1.4.1 Granulometría (%), partículas > de 10mm

Según el análisis de varianza, cuadro 24, se detectó diferencias significativas al 1% para tratamientos, mientras que para repeticiones no se encontró diferencias significativas. La media general fue 45.42%, el coeficiente de variación fue de 13.15%.

Demostrando con esto que las distintas dosis de inóculo comercial si tuvieron un efecto en la descomposición del abono.

Cuadro 24. Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas mayores de 10mm, de abono de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	3678.69				
Bloques	3	231.20	77.07	2.16 _{ns}	3.98	7.21
Tratamientos	5	2912.16	582.43	16.32 ^{**}	2.81	4.46
Error Experimental	15	535.33	35.69			
Promedio (%)	20.81					
CV %	24.73					

ns: no significativo

** : significativo al 1%

Cuadro 26. Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas entre 10 y 5mm de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	658.41				
Bloques	3	116.10	38.70	1.46 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	145.12	29.03	1.10 ns	2.81	4.46
Error Experimental	15	397.19	26.48			
Promedio (%)	20.81					
CV %	24.73					

ns: no significativo

Cuadro 27. Peso promedio (%), de partículas entre 10 y 5mm para abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Bioseptic		Promedio	Fuentes de inóculo
	g/100m ³	g/2m ³		
T5	908	18.16	24.67	IC
T6	1135	22.70	23.67	IC
T2	227	4.98	20.00	IC
T4	681	13.62	19.50	IC
T1	0	0	18.83	IN
T3	454	9.08	18.17	IC

IN= Inóculo Natural

IC= Inóculo Comercial

Según el cuadro 27, no se encuentra mayor diferencia en porcentajes de partículas entre 10 y 5mm, lo que demuestra que todos los tratamientos se encontraron en un buen estado de degradación al momento de la cosecha del abono.

4.1.4.3 Granulometría (%), partículas entre 5 y 3mm

En el análisis de varianza, cuadro 28, no se detecta diferencias significativas. La media general fue 11.58%, el coeficiente de variación fue de 22.02%.

Cuadro 28. Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas entre 5 y 3mm de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	184.74				
Bloques	3	38.55	12.85	1.98 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	48.64	9.73	1.50 ns	2.81	4.46
Error Experimental	15	97.55	6.50			
Promedio (%)		11.58				
CV %		22.02				

ns: no significativo

Cuadro 29. Peso promedio (%), de partículas entre 5 y 3mm de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Bioseptic		Promedio	Fuentes de inóculo
	g/100 m ³	g/2 m ³		
T5	908	18.16	13.67	IC
T6	1135	22.70	12.84	IC
T3	454	9.08	11.50	IC
T4	681	13.62	11.33	IC
T1	0	0	11.00	IN
T2	227	4.98	9.17	IC

IN= Inóculo Natural

IC= Inóculo Comercial

Según el cuadro 29, se pueden observar los valores promedios de peso (%), de partículas de tamaño entre 5 y 3mm, siendo el T2 (4.98 g/2m³), con 9.17%, el que

menor peso obtuvo, no significando con esto que realmente sea el mejor, puesto que existe un ultimo tamizado que demuestra cual tratamiento es el mas degradado.

4.1.4.4 Granulometría (%), partículas menores a 3mm

En el análisis de varianza, cuadro 30, se detecta diferencias significativas al 1% entre tratamientos, mientras que entre repeticiones no existe diferencia significativa. La media general fue 22.19%, el coeficiente de variación fue de 19.74%.

Cuadro 30. Análisis de varianza para peso promedio (%), de partículas menores a 3mm de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	3130.56				
Bloques	3	24.82	8.27	0.43 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	2817.90	563.58	29.37 **	2.81	4.46
Error Experimental	15	287.84	19.19			
Promedio (%)	16.30					
CV %	6.30					

ns: no significativo

** significativo al 1%

Mediante la prueba de Tukey al 5%, cuadro 31, muestra cuatro rangos, siendo el T1 (testigo IN) con un promedio de 45.67% el que ocupa el primer rango, el T5 (18.16g/2m³) y T4 (13.62g/2m³), ocupan el segundo rango con promedios de 21.33 y 19.33%, el último rango lo ocupa el T2 (4.98g/2m³), con un promedio de 13.16%.

Cuadro 32. Análisis de varianza para rendimiento promedio de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	23	12657.73				
Bloques	3	1637.52	545.84	1.83 ns	3.98	7.21
Tratamientos	5	6548.96	1309.79	4.39 *	2.81	4.46
Error Experimental	15	4471.26	298.08			
Promedio (kg/2 m ³)	441.63					
CV %	3.91					

ns: no significativo

* significativo al 5%

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, para rendimiento de abono orgánico, cuadro 33, determinó dos rangos, siendo el T1 (testigo IN) y T5 (18.16g/2m³) con promedios de 470.50 y 456.20kg/2m³, los que ocuparon el primer rango, mientras que el T2 (4.98 g/2m³), con un promedio de 423.30 kg/2m³, el que ocupó el último rango.

Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de abono orgánico de totora. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Bioseptic		Promedio kg/2m ³	Tukey 5%	Fuentes de Inoculo
	g/100m ³	g/2m ³			
T1	0	0	470.50	A	IN
T5	908	18.16	456.20	A	IC
T4	681	13.62	438.60	B	IC
T6	1135	22.70	431.80	B	IC
T3	454	9.08	429.30	B	IC
T2	227	4.98	423.30	B	IC

IN= Inóculo Natural

IC= Inóculo Comercial

Mediante la prueba de Tukey al 5%, se observaron diferencias mínimas entre tratamientos, ya que se partió de un mismo volumen, con un mismo material para todos los tratamientos y se procedió a la cosecha en forma individual conforme a la madurez de cada uno.

4.2 FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en el cultivo de lechuga

4.2.1 Altura de planta

4.2.1.1 Altura de planta a los 30 días del transplante

En el análisis de varianza, cuadro 34, se detecta diferencias significativas al 5% para abono químico, demostrando que la altura de planta a los 30 días del transplante se ve afectada por la aplicación del abono químico probado en el ensayo, no se detectó significación para el resto de componentes de varianza. La media general fue de 11.30cm. El coeficiente de variación fue de 13.71%.

Cuadro 34. Análisis de varianza para altura de planta de lechuga a los 30 días del transplante. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	129.20				
Bloque	2	3.00	1.50	0.62 ns	3.98	7.21
Tratamientos	11	73.10	6.60	2.76 ns	2.81	4.46
AQ (A)	2	18.20	9.10	3.76 *	3.59	6.22
AO (B)	3	26.00	9.70	3.58 ns	3.98	7.21
I (AxB)	6	28.90	4.80	1.99 ns	3.09	5.07
Error Experimental	22	53.10	2.40			
Promedio (cm)			11.30			
CV %			13.71			

ns: no significativo

* significativo al 5%

Cuadro 35. Altura de planta de lechuga a los 30 días del transplante y Tukey al 5% para abono químico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono químico	Promedio	Tukey
Dosis	Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	(cm)	5%
DQ3	60-40-20-20	12.22	A
DQ2	30-20-10-10	11.23	B
DQ1	0 - 0 - 0	11.15	B

Luego de realizar la prueba de Tukey al 5%, cuadro 35, se detectó dos rangos, para el abono químico, siendo la DQ3 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con un promedio de 12.22cm la que ocupó el primer rango, la DQ2 (30-20-10-10 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) y la DQ1 (0-0-0 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con promedios de 11.23 y 11.15cm ocuparon el segundo rango.

Los abonos orgánicos en general, van liberando nutrientes lentamente y lo mas importante, en la parte química, es el aumento de la capacidad de intercambio catiónico, lo cual reduce el lavado de las bases intercambiables como el calcio y magnesio incluyendo la fracción (NH₄), (Suquilanda, 1996).

Según Curt (1997), cuando el N, P y K son limitantes, la aplicación de estos nutrientes incrementa el crecimiento de las plantas, lo que repercute en un mayor peso y tamaño del fruto.

4.2.1.2 Altura de planta a los 60 días del transplante

En el análisis de varianza, cuadro 36, para altura de planta a los 60 días del transplante se identificó diferencias altamente significativas al 1% entre tratamientos y abono químico, y diferencias significativas al 5% para abono orgánico, demostrando que la altura de planta de lechuga en la segunda toma se ve afectada por los distintos tratamientos probados en el ensayo, en cambio para el

resto de componentes de varianza fue no significativo. La media general fue de 13.38cm, el coeficiente de variación fue de 5.40%.

Cuadro 36. Análisis de varianza para altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	54.40				
Bloque	2	0.20	0.10	0.15 ns	3.98	7.21
Tratamientos	11	42.60	3.90	7.45 **	2.81	4.46
AQ (A)	2	29.50	14.70	27.93 **	3.59	6.22
AO (B)	3	9.70	3.20	6.13 *	3.98	7.21
I (AxB)	6	3.40	0.60	1.08 ns	3.09	5.07
Error Experimental	22	11.60	0.50			
Promedio (cm)	13.38					
CV (%)	5.40					

ns: no significativo

* significativo al 5%

** significativo al 1%

En la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos, cuadro 37, indica la presencia de cuatro rangos, ocupando el primer rango el T12 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 30TM/ha de abono orgánico de totora), T11 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 20TM/ha de abono orgánico de totora), T10 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 10TM/ha de abono orgánico de totora) y T9 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) con promedios de 14.83, 14.64, 14.61, 14.33cm, y el ultimo rango lo ocupan el T6 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S +10TM/ha de abono orgánico de totora), T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S +10TM/ha de abono orgánico de totora), T3 (10TM/ha de abono orgánico de totora), T2 (10TM/ha de abono orgánico de totora) y T1 (Testigo absoluto) con promedios de 12.72, 12.57, 12.45, 12.13, 11.35cm.

Cuadro 37. Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para tratamientos. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Abono		Promedios cm	Tukey 5%	
	Químico kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	Orgánico (TM/ha)			
T12	60-40-20-20	30	14.83	A	
T11	60-40-20-20	20	14.64	A	
T10	60-40-20-20	10	14.61	A	
T9	60-40-20-20	0	14.33	A	B
T4	0 - 0 - 0	30	13.85	B	
T8	30-20-10-10	30	13.83	B	
T7	30-20-10-10	20	13.22	C	
T6	30-20-10-10	10	12.72	C	D
T5	30-20-10-10	0	12.57	D	
T3	0 - 0 - 0	20	12.45	D	
T2	0 - 0 - 0	10	12.13	D	
T1	0 - 0 - 0	0	11.35	D	

Estos resultados muestran que las dosis más altas de fertilización química y fertilización orgánica obtuvieron una mejor respuesta en el crecimiento de plantas de lechuga.

Cuadro 38. Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para abono químico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono químico	Promedio	Tukey
dosis	Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	(cm.)	5%
DQ3	60-40-20-20	14.60	A
DQ2	30-20-10-10	13.08	A
DQ1	0 - 0 - 0	12.45	B

La prueba de Tukey al 5%, cuadro 38, indica la presencia de dos rangos para el abono químico, siendo la DQ3 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) y DQ2 (30-20-10-10 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con promedios de 14.60 y 13.08cm, las que ocuparon el primer rango, el segundo rango lo ocupó la DQ1 (0-0-0 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con promedio de 12.45cm.

INPOFOS (1978), manifiesta, las plantas requieren de la presencia de nutrientes en un suplemento adecuado, continuo y balanceado para asegurar su normal crecimiento

Cuadro 39. Altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante y Tukey al 5% para abono orgánico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono orgánico	Promedio	Tukey	
Dosis	(TM/ha)	(cm.)	5%	
DAO4	30	14.17	A	
DAO3	20	13.44	B	
DAO2	10	13.15	B	C
DAO1	0	12.75	C	

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, para el abono orgánico, cuadro 39, se observan tres rangos, siendo la DAO4 (30TM/ha de abono orgánico a base de totora) con un promedio de 14.17cm, el que ocupó el primer rango, el último rango lo ocupó la DAO1 (0TM/ha de abono orgánico a base de totora) con un promedio de 12.75cm.

Estos valores representados en Tukey indican que la altura de planta tiene un comportamiento favorable con respecto a las dosis de abono orgánico a pesar de que los nutrientes que contienen estos abonos son de asimilación lenta por parte de las plantas.

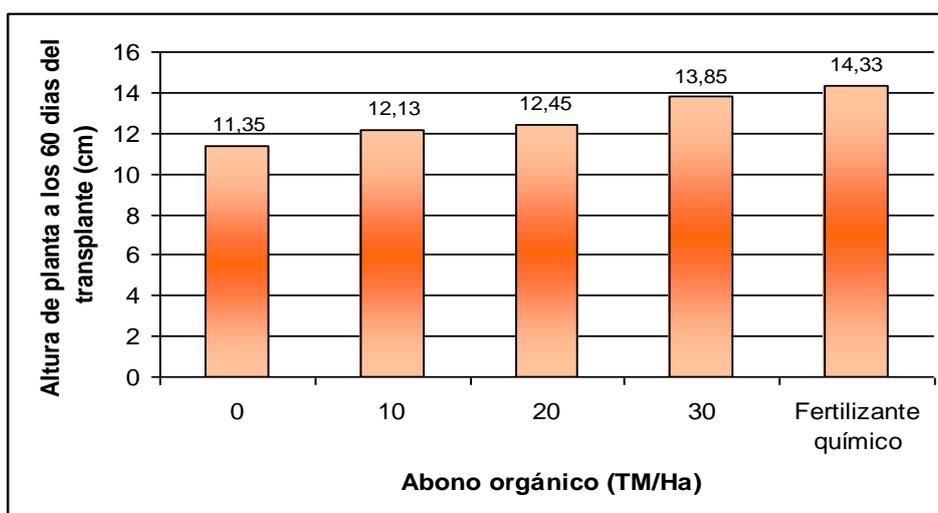


Grafico 2. Efecto de niveles de abono orgánico en altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante.

En el grafico 2, se puede apreciar el efecto de la fertilización orgánica en altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante, observándose una mejor respuesta para la dosis máxima de abono orgánico, alcanzando altura promedio de 13.85cm (30TM/Ha), seguida de 12.45cm (20TM/Ha) y por ultimo 12.13cm (10TM/Ha).

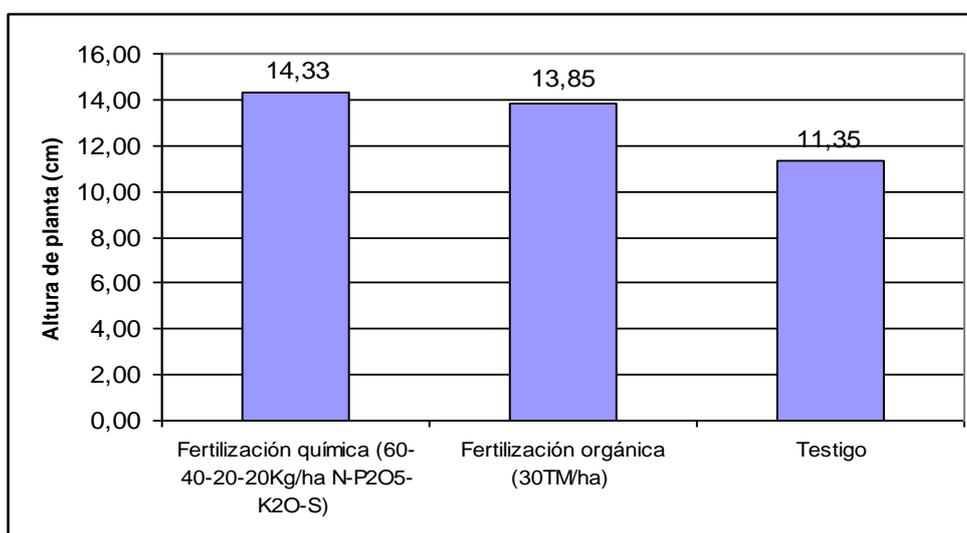


Grafico 3. Efecto de la fertilización química y orgánica en altura de planta de lechuga a los 60 días del transplante. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

En el grafico 3, se distingue el efecto de la fertilización química, orgánica y el testigo absoluto, obteniéndose una mejor respuesta para la fertilización química, alcanzando una altura promedio de 14.33cm, seguido de la fertilización orgánica 13.85cm y 11.35cm para el testigo absoluto.

4.2.2 Diámetro del repollo

Del análisis de varianza, cuadro 40, para el diámetro de repollo de lechuga, se detectó diferencias significativas al 1% entre tratamientos y abono químico, para abono orgánico se encontró diferencias significativas al 5%. La media general fue de 13.38cm., el coeficiente de variación fue de 4.23%.

Cuadro 40. Análisis de varianza para el diámetro del repollo de lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	39.40				
Bloque	2	0.23	0.12	0.36 ns	3.98	7.21
Tratamientos	11	34.80	3.16	9.89 **	2.81	4.46
AQ (FA)	2	24.10	12.06	37.63 **	3.59	6.22
AO (FB)	3	6.19	2.06	6.45 *	3.98	7.21
I (AxB)	6	1.83	0.30	0.95 ns	3.09	5.07
Error Experimental	22	7.04	0.32			
Promedio (cm)		13.38				
CV (%)		4.23				

ns: no significativo

* significativo al 5%

** significativo al 1%

Aplicando la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, cuadro 41, detectó seis rangos, siendo el T12 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 30TM de abono

orgánico de totora), con un promedio de 14.93cm el que ocupó el primer rango, y el T1 (Testigo absoluto), con un promedio de 11.50cm el que ocupó el último rango.

Cuadro 41. Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para tratamientos. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Abono		Promedios cm	Tukey 5%
	Químico Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	Orgánico (TM/ha)		
T12	60-40-20-20	30	14.94	A
T11	60-40-20-20	20	14.48	A B
T10	60-40-20-20	10	14.47	A B
T9	60-40-20-20	0	14.09	B
T4	0 - 0 - 0	30	13.52	C
T8	30-20-10-10	30	13.30	C
T7	30-20-10-10	20	13.26	C
T6	30-20-10-10	10	13.11	C D
T5	30-20-10-10	0	12.70	D E
T3	0 - 0 - 0	20	12.66	D E
T2	0 - 0 - 0	10	12.52	E
T1	0 - 0 - 0	0	11.50	F

El anterior cuadro muestra que a dosis mas elevadas de abono químico en combinación con el abono orgánico se obtienen mejores resultados en cuanto al diámetro del repollo de lechuga.

Curt (2001), señala, una correcta nutrición fosfatada tiene efectos muy positivos en el buen desarrollo radicular y general de la planta, la aceleración de la floración y fructificación.

Cuadro 42. Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para abono químico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono químico	Promedio	Tukey
Dosis	Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	(cm.)	5%
DQ3	60-40-20-20	14.49	A
DQ2	30-20-10-10	13.10	B
DQ1	0 - 0 - 0	12.55	C

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5% para abono químico, cuadro 42, se obtuvo tres rangos, siendo la DQ3 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con un promedio de 14.49cm, el que ocupa el primer rango, siendo la DQ1 (0-0-0 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con un promedio de 12.55cm, la que ocupa el último rango, observándose el efecto directo de la fertilización química sobre el diámetro de repollo de lechuga; es decir a mayor fertilización, mayor diámetro de repollo.

Tei (1999), señala que la fertilización nitrogenada es crucial para asegurar buen rendimiento ya que con dicha fertilización, se logra una mejor calidad de productos hortícola mercadeables; esto se debe a que las plantas se desarrollan mejor, presentando cabezas grandes y más compactas.

Cuadro 43. Diámetro del repollo de lechuga y Tukey al 5% para abono orgánico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono orgánico	Promedio	Tukey
Dosis	(TM/ha)	(cm.)	5%
DAO4	30	13.92	A
DAO3	20	13.47	B
DAO2	10	13.37	B
DAO1	0	12.76	C

En la prueba de Tukey al 5% para abono orgánico, cuadro 43, detectó tres rangos, siendo la DAO4 (30TM/ha de abono orgánico de totora) con un promedio de

13.92cm, el que ocupó el primer rango, siendo la DAO1 (0TM/ha de abono orgánico de totora), con un promedio de 12.76cm, la que se ubicó en último rango, destacándose notablemente el efecto directo de la dosis mas alta de fertilización orgánica sobre el diámetro de repollo de lechuga; es decir a mayor fertilización, mayor diámetro de repollo.

4.2.3 Porcentaje de sobrevivencia de plantas

En el análisis de varianza, cuadro 44, para sobrevivencia de plantas de lechuga a los 60 días después del trasplante, existe diferencias significativas al 1% para abono químico, para el resto de componentes de variación no existe diferencias significativas. La media general fue 75.26%, el coeficiente de variación fue de 11.49%.

Cuadro 44. Análisis de varianza para el % de sobrevivencia de plantas de lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	3938.75				
Bloque	2	917.11	458.56	6.14 *	3.98	7.21
Tratamientos	11	1598.65	145.33	1.96 ns	2.81	4.46
AQ (A)	2	950.56	475.28	6.36 **	3.59	6.22
AO (B)	3	254.91	84.97	1.14 ns	3.98	7.21
I (AxB)	6	172.47	28.75	0.38 ns	3.09	5.07
Error Experimental	22	1643.69	74.31			
Promedio (%)		75.26				
CV (%)		11.49				

ns: no significativo

* significativo al 5%

** significativo al 1%

Cuadro 45. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de lechuga y Tukey al 5% para abono químico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Abono químico	Promedio	Tukey
Dosis	Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	(%)	5%
DQ3	60-40-20-20	82.25	A
DQ2	30-20-10-10	73.46	B
DQ1	0 - 0 - 0	70.06	B

En la prueba de Tukey al 5% para abono químico, cuadro 45 se detectó dos rangos, siendo la DQ3 (60-40-20-20 Kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-S), con un promedio de 82.25% la que se ubicó en el primer rango, el segundo rango lo ocuparon la DQ2 (30-20-10-10 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) y DQ1 (0-0-0 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) con promedios de 73.76 y 70.06% respectivamente.

En el anterior cuadro se encuentran los promedios del % de sobrevivencia de las plantas de lechuga, donde se puede apreciar que la fertilización química favoreció la sobrevivencia de las plantas, es por esto que una buena nutrición balanceada ayudó a la resistencia de las plantas de lechuga en cuanto a la incidencia de enfermedades.

INPOFOS (1978), manifiesta que el fósforo ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora sus resistencias. Además, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades y adelanta la madurez; el uso adecuado de potasio reduce el daño producido por enfermedades y plagas en el cultivo.

4.2.4 Porcentaje de plantas enfermas

En el análisis de varianza, cuadro 46, no existe diferencia significativa. La media general fue 35.24 %, el coeficiente de variación fue de 19.28%.

Lo que significa que en los distintos tratamientos no existe diferencia alguna en cuanto al porcentaje de plantas enfermas.

Cuadro 46. Análisis de varianza para porcentaje de plantas de lechuga enfermas. Imbabura. San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	1476.77				
Bloque	2	136.51	68.25	1.48 ns	3.98	7.21
Tratamientos	11	902.28	82.03	1.78 ns	2.81	4.46
AQ (A)	2	240.42	120.21	2.60 ns	3.59	6.22
AO (B)	3	35.19	11.73	0.25 ns	3.98	7.21
I (AxB)	6	49.13	8.19	0.18 ns	3.09	5.07
Error Experimental	22	1015.53	46.16			
Promedio (%)	35.24					
CV (%)	19.28					

ns: no significativo

En el cuadro 47, se demuestra que los promedios del porcentaje de enfermedad para las plantas es igual para todo el ensayo, con lo cual podemos indicar que no existió diferencia entre tratamientos, y que la enfermedad afecto a todo el ensayo en general.

Podemos mencionar que dentro de las enfermedades que se presentaron en el cultivo, la principal que influyó en el rendimiento fue Botritis (*Botrytis cinerea*), enfermedad fungosa que comienza en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris

que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro (varios autores).

Cuadro 47. Análisis de varianza para porcentaje de plantas de lechuga enfermas. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Abono		% de plantas enfermas
	Químico Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	Orgánico (TM/ha)	
T1	0 - 0 - 0	0	34.91
T2	0 - 0 - 0	10	37.16
T3	0 - 0 - 0	20	37.73
T4	0 - 0 - 0	30	37.83
T5	30-20-10-10	0	37.66
T6	30-20-10-10	10	39.36
T7	30-20-10-10	20	37.72
T8	30-20-10-10	30	34.19
T9	60-40-20-20	0	32.71
T10	60-40-20-20	10	32.77
T11	60-40-20-20	20	31.70
T12	60-40-20-20	30	29.20

Debido a las condiciones agroclimáticas donde se realizó el ensayo, ya que el terreno se encontraba cerca al espejo de agua de la Laguna de Yahuarcocha, y las permanentes precipitaciones que se presentaron a los 45 días después del transplante, favoreció la rápida propagación de esta enfermedad, así como volviéndose severa dentro del cultivo de lechuga.

4.2.5 Rendimiento del cultivo de lechuga

En el análisis de varianza para rendimiento de lechuga, cuadro 48, se detecta diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos y abono químico, en cambio para el resto de componentes de varianza fue no significativo demostrando que el rendimiento de la lechuga (TM/ha), se ve afectado por los distintos tratamientos en estudio.

La media general fue de 38.35 TM/ha, el coeficiente de variación fue de 18.9%.

Cuadro 48. Análisis de varianza para rendimiento promedio (TM/ha) en cultivo de lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	4021.98				
Bloque	2	50.53	25.26	0.48	ns	3.98 7.21
Tratamientos	11	5942.51	540.23	10.26	**	2.81 4.46
AQ (A)	2	2121.53	1060.76	20.15	**	3.59 6.22
AO (B)	3	514.49	171.50	3.26	ns	3.98 7.21
I (AxB)	6	176.50	29.41	0.56	ns	3.09 5.07
Error Experimental	22	1157.99	52.64			
Promedio (TM/ha)			38.35			
CV (%)			18.9			

ns: no significativo

** significativo al 1%

Este rendimiento se vio determinado por la variedad y por la distancia de siembra entre plantas (25cm) la cual mostró el alto rendimiento ya que a una distancia superior se obtiene rendimientos menores.

Para Balcaza, 1997 en ensayos realizados a campo abierto en Concordia España, a una distancia de planta de 30cm, utilizando la variedad *Great Lakes 659*, obtuvo 62TM/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para tratamientos, cuadro 49, se encontró seis rangos, siendo el T12 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 30TM/ha de abono orgánico de totora), T11 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 20TM/ha de abono orgánico de totora) y T10 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S + 10TM/ha de abono orgánico de totora) los que ocuparon el primer rango, con promedios de 53.17, 51.37 y 48.71 TM/ha, el T1 (testigo absoluto), con un promedio de 26.51 TM/ha es el que ocupó el último rango.

Cuadro 49. Rendimiento promedio (TM/ha), en el cultivo de lechuga y Tukey al 5% para tratamientos. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código	Dosis de Abono		Promedios TM/ha	Tukey		
	Químico Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	Orgánico (TM/ha)		5%		
T12	60-40-20-20	30	53.17	A		
T11	60-40-20-20	20	51.37	A		
T10	60-40-20-20	10	48.71	A B		
T9	60-40-20-20	0	42.67	B C		
T4	0 - 0 - 0	30	41,54	C D		
T8	30-20-10-10	30	37.44	C D E		
T7	30-20-10-10	20	36.43	D E		
T6	30-20-10-10	10	34.41	E F		
T5	30-20-10-10	0	31.63	E F G		
T3	0 - 0 - 0	20	28.6	F G		
T2	0 - 0 - 0	10	27.78	G		
T1	0 - 0 - 0	0	26.51	G		

En cuanto al rendimiento como se mencionó anteriormente, fue influenciado por las enfermedades que determinaron su producción, a pesar de ser un promedio que esta dentro de lo estipulado, esto se debe a la densidad de siembra y a la variedad.

Cuadro 50. Rendimiento promedio (TM/ha), en el cultivo de lechuga y Tukey al 5% para abono químico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

Código dosis	Abono químico Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	Promedio (TM/ha.)	Tukey %
DQ3	60-40-20-20	48.98	A
DQ2	30-20-10-10	34.97	B
DQ1	0 - 0 - 0	31.11	B

Aplicando la prueba de Tukey al 5%, cuadro 50, se identificaron dos rangos para el abono químico, siendo el DQ3 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), el que ocupó el primer rango con un promedio de 48.98 TM/ha, el segundo rango lo ocuparon el DQ2 (30-20-10-10 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) y DQ1 (0-0-0Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con promedios de 34.97 y 31.11 TM/ha.

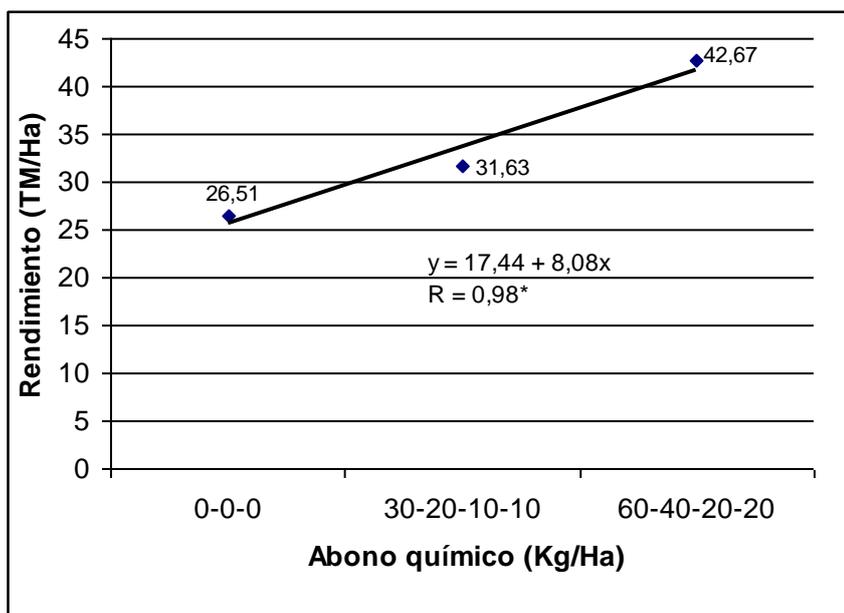


Gráfico 4. Efecto del fertilizante químico sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

En el gráfico 4, se observa que a medida que se incrementan los niveles de abono químico, se incrementa el rendimiento, y se ajusta al modelo lineal. El coeficiente de correlación fue de 0.98, significativo al 5%.

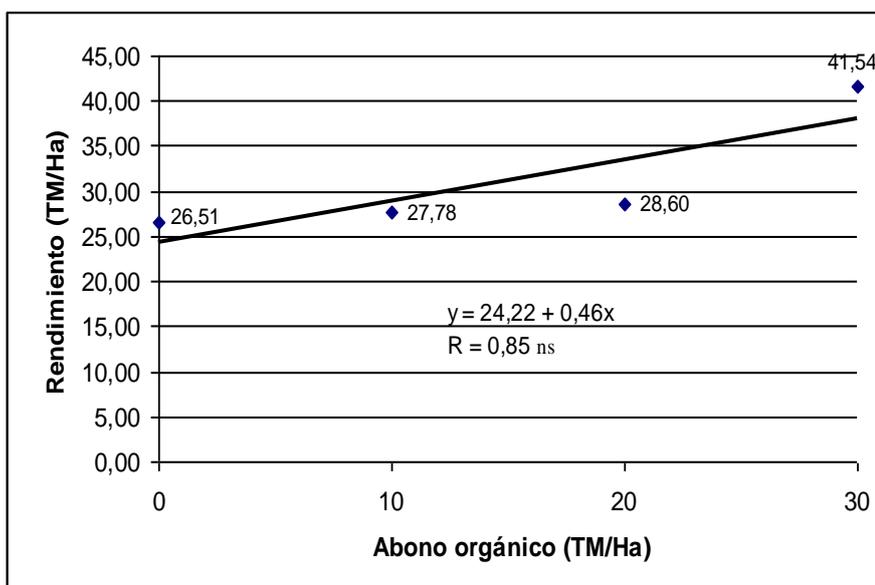


Gráfico 5. Respuesta del cultivo de lechuga a dosis de abono orgánico. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

En el gráfico 5, se observa que a medida que se incrementan los niveles de abono orgánico, se incrementa el rendimiento, y se ajusta al modelo lineal con un coeficiente de correlación de 0.85, no significativo.

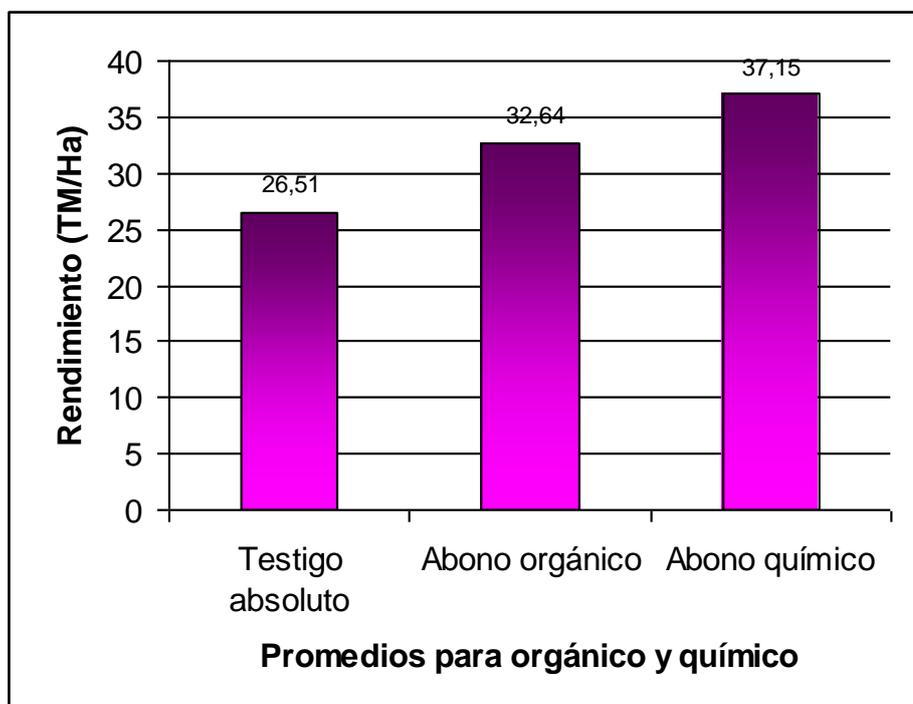


Gráfico 6. Efecto del abono orgánico y químico sobre el rendimiento de la lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006.

En el gráfico 6, se observan los rendimientos promedios para el cultivo de lechuga, con fertilización orgánica, química y testigo absoluto, obteniendo mayores rendimientos con fertilización química (37.15 TM/ha).

4.2.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 51. Efecto del abono orgánico y químico sobre el rendimiento de la lechuga. Imbabura, San Miguel de Yahuarcocha, 2006. (CIMMYT, 1998)

TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Rendimiento medio kg/ha	26510.0	27780.0	28600.0	41540.0	31630.0	34410.0	36430.0	37440.0	42670.0	48710.0	51370.0	53170.0
Rendimiento ajustado	18557.0	19446.0	20020.0	29078.0	22141.0	24087.0	25501.0	26208.0	29869.0	34097.0	35959.0	37219.0
Beneficio Bruto de campo (\$/ha)	1855.7	1944.6	2002.0	2907.8	2214.1	2408.7	2550.1	2620.8	2986.9	3409.7	3595.9	3721.9
Costo insumos (\$/ha)	29.5	630.9	1231.8	1846.2	75.1	678.2	1280.5	1881.6	127.4	734.1	1337.1	1939.1
Costos Mano de Obra (\$/ha)	0.0	55.0	110.0	165.0	20.0	65.0	120.0	175.0	30.0	75.0	130.0	185.0
Total Costos que Varían	29.5	685.9	1341.8	2011.2	95.1	743.2	1400.5	2056.6	157.4	809.1	1467.1	2124.1
Beneficios Netos (\$/ha)	1826.2	1258.7	660.2	896.6	2119.0	1665.5	1149.6	564.2	2829.5	2600.6	2128.8	1597.8

En el cuadro 51, al realizar el análisis económico mediante el presupuesto parcial del (CIMMYT, 1988), se eliminó los tratamientos T2, T6, T10, T3, T7, T11, T4, T8 y T12, por tener menores beneficios netos y mayores costos que varían.

Cuadro 52. Análisis de dominancia para tratamientos.

Tratamientos	Total de costos que varían \$/ha	Beneficios netos \$/ha	Dominancia
T1	29.5	1826.2	
T5	95.1	2119.0	
T9	157.4	2829.5	
T2	685.9	1258.7	D
T6	743.2	1665.5	D
T10	809.1	2600.6	D
T3	1341.8	660.2	D
T7	1400.5	114.,6	D
T11	1467.1	2128.8	D
T4	2011.2	896.6	D
T8	2056.6	564.2	D
T12	2124.1	1597.8	D

Cuadro 53. Tasa de Retorno Marginal

Tratamientos	Total de costos que varían (USD)	Beneficios Netos (USD)	TRM %
T1	29.5	1826.2	
T5	95.1	2119.0	445.6
T9	157.4	2829.5	1141.1

Los tratamientos que presentan la mayor tasa de retorno marginal (TRM), Cuadro 53, son T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), con 445.6% y el T9 (60-40-20-20 N-P₂O₅-K₂O-S), con 1141.1%; es decir, en el T5 por cada dólar invertido se

obtiene 4.46 dólares, lo cual nos permite obtener una alta rentabilidad del cultivo de lechuga.

Los dos tratamientos, T5 y T9, superan la Tasa mínima de Retorno (TAMIR), que se considera en 100%; siendo recomendados económicamente para la producción del cultivo de lechuga.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Una vez realizado los análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación a través de los objetivos planteados, se concluye:

FASE I

Obtención del abono orgánico a base de totora.

1. El testigo (inóculo natural), fue el que mantuvo mayor temperatura durante todo el proceso, alcanzando una máxima de 25.4°C en el tercer mes de descomposición, con este tratamiento el abono orgánico se lo obtuvo mas tempranamente, esto se asume a que en el inoculo natural existieron cepas de bacterias y hongos específicos en la descomposición de la totora.
2. En cuanto a los días a la obtención del abono, se comprobó que con el tratamiento testigo (63.64 kg de inóculo natural/2m³ de totora), se lo obtuvo mas tempranamente (155 días), mientras que con la utilización del inóculo comercial en una de sus dosis mas altas como es el tratamiento T5 (18.16g/2m³), se obtuvo a los 185 días.

3. Luego de haber tamizado la muestra de 150 libras de abono orgánico a base de totora, utilizando tres tamices de diferente diámetro (10, 5 y 3mm), se determinó que el tratamiento más degradado fue el T1 (testigo 63.64kg de inóculo natural de totora/2m³), por lo que registró menor peso de partículas mayores a 10mm (24.50%) y mayor peso de partículas menores a 3mm (45.67%).
4. Una vez realizado el análisis químico (anexo 8), del abono orgánico obtenido con la de la mezcla de las cinco dosis del biodegradante (inóculo comercial), se determinó los siguientes resultados: Proteína 7.00%, Fibra 10.90%, Ca 0.88%, Fe 0.13%, Mg 0.35%, K 0.28%, Na 0.10%, Cu 15ppm, Fe 3180ppm, Mn 649ppm, Zn 29ppm.
5. Obtenidos los resultados del análisis de hongos y bacterias (anexo 9), del abono orgánico a base de totora con la de la mezcla de las cinco dosis del biodegradante (inóculo comercial), se identificaron los siguientes microorganismos: *Penicillium* sp y *Aspergillus* sp son hongos que se encuentran comúnmente en el suelo. *Trichoderma* sp es un antagonista. *Fusarium oxysporum* y *Verticillium* sp son patógenos en algunos cultivos.
6. A diferencia de los resultados anteriores en el abono obtenido mediante la utilización de inóculo natural (anexo 9 y 10), no se encontró *Verticillium* sp y *Aspergillus*, encontrándose *Gliocadium* sp, que es antagonista.
7. Para la variable rendimiento, los tratamientos que obtuvieron mayor peso fueron el T1 (testigo 63.64kg de inóculo natural de totora/2m³), y T5 (18.16g/2m³), con promedios de 470.50 y 456.20 Kg/2m³.
8. Siendo el pH un factor importante para la determinación de un buen abono orgánico, se lo evaluó, observándose que no existió diferencias significativas entre tratamientos, obteniéndose un valor promedio para todos los

tratamientos de 6.96, lo que indica que el abono a base de totora tiene un pH neutro.

FASE II

Mediante la utilización del abono orgánico a base de totora obtenido de la mezcla de dosis de inóculo comercial, y la evaluación del mismo en el cultivo de lechuga, se concluye:

1. La dosis de abono químico DQ3 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S), indica mayor crecimiento para altura de planta a los 30 días después del transplante con un promedio de 12.22cm, mientras que para altura de planta a los 60 días del transplante, los tratamiento que mayor crecimiento registraron, fueron el T12 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 30TM/ha de abono orgánico de totora), T11 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 20TM/ha de abono orgánico de totora), y T10 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 10TM/ha de abono orgánico de totora) con promedios de altura de planta de 14.83, 14.64 y 14.61cm, respectivamente, y la dosis de abono químico (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S), con un promedio de 14.60cm.
2. Con el tratamiento T12 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 30TM/ha de abono orgánico de totora), se obtuvo mayor diámetro de repollo de lechuga, con un promedio de 14.93 cm, con la dosis de abono químico T9 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S), se alcanzó un promedio de 14.09cm, y con la dosis de abono orgánico T4 (30TM/ha de abono de totora), se consiguió un promedio de 13.52cm.
3. En cuanto al porcentaje de sobrevivencia de las plantas de lechuga se pudo comprobar que existió una respuesta positiva por parte del cultivo hacia la fertilización química (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S), con un promedio de 82.25% de sobrevivencia.

4. Con la mezcla de fertilizantes químicos y orgánicos en sus dosis altas, los tratamientos T12 (60-40-20-20 N-P₂O₅ -K₂O-S + 30 TM/ha de abono orgánico de totora) y T11 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 20TM/ha de abono orgánico de totora), los rendimientos fueron mayores, presentando, 53.17 y 51.37TM/ha, respectivamente, mientras que los tratamientos que presentaron menores rendimientos fueron T2 (0-0-0 N-P₂O₅ -K₂O-S y 10 TM/ha de abono orgánico de totora), con un promedio de 27.78 TM/ha y T1 (testigo absoluto), con un promedio 26.51TM/ha.
5. Para rendimiento de lechuga, con la dosis de abono químico DQ3 (60-40-20-20 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), se obtuvo un promedio de 48.98 TM/ha, mientras que para el tratamiento T1 (testigo absoluto), alcanzó un promedio de 26.51 TM/ha.
6. El rendimiento de lechuga para abono orgánico a base de totora tuvo mejor respuesta para el tratamiento T4 (30 TM/ha de abono orgánico), con un promedio de 41.54 TM/ha.
7. El análisis económico determinó a los tratamientos T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S) y T9 (60-40-20-20 N-P₂O₅ -S), como las opciones más rentables con tasa de retorno marginal de 445.6 y 1141.1%, respectivamente. Los tratamientos con abono orgánico fueron todos dominados.

5.2 RECOMENDACIONES

FASE I

1. Para mejorar el contenido de nutrientes y la calidad del abono orgánico a base de totora se puede adicionar residuos de leguminosas, gramíneas, melaza y estiércoles, así como roca fosfórica y cal, con el objeto de conseguir una buena actividad microbiana y aportar nutrientes al abono.
2. Para la descomposición de totora utilizando el método rimero, se recomienda el uso de inóculo natural a base de totora en dosis de $63.64 \text{ kg}/2\text{m}^3$, ya que fue el tratamiento que mejores resultados presentó en cuanto a las variables planteadas dentro de esta investigación.
3. Se recomienda realizar investigaciones para la producción de abono orgánico a base de totora, utilizando repiques del abono orgánico obtenido con inóculo natural a base de totora ($63.64 \text{ kg}/2\text{m}^3$) ó con la dosis del tratamiento de inóculo comercial recomendada en esta investigación T5 ($18.16 \text{ kg}/2\text{m}^3$), así como probar con otros biodegradantes comerciales, que se encuentran en el mercado y con la utilización de otros métodos de compostaje: salchicha, lombricultura, en fosas, etc.

FASE II

1. Para prevenir enfermedades fungosas se recomienda trabajar con menores densidades de siembra, esto ayudará a una mayor aireación entre plantas; las futuras investigaciones que se realicen en base a la presente se recomienda no realizarlas en lugares donde las condiciones agroclimáticas sean propicias al desarrollo de enfermedades fungosas.
2. En vista de que no se observaron resultados estadísticamente favorables del abono orgánico a base de totora en la producción de lechuga, se recomienda adicionar a este abono otra fuente de nutrientes para enriquecerlo, así como realizar futuros ensayos en otros cultivos, en suelos pobres en materia orgánica, para poder observar de mejor manera el aporte de nutrientes por parte del abono hacia el cultivo y suelo.
3. Con los tratamientos que mejores rendimientos se obtuvo para el cultivo de lechuga fueron el T12 (60-40-20-20 N-P₂O₅ -K₂O-S + 30 TM/ha de abono orgánico de totora) y T11 (60-40-20-20kg/ha N-P₂O₅ -K₂O-S + 20TM/ha de abono orgánico de totora), con promedios de 53.17 y 51.37TM/ha, respectivamente.
4. Se recomienda el tratamiento T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), es el mejor, por tener los menores costos y la mayor tasa de retorno marginal (445.6%).

RESUMEN

EFECTO DE CINCO DOSIS DE PROBIÓTICO BIOSEPTIC EN LA DESCOMPOSICIÓN DE TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) Y SU EVALUACIÓN EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), EN YAHUARCOCHA.

La presente investigación se realizó en dos fases en la parroquia San Miguel de Yahuarcocha, Cantón Ibarra de la provincia de Imbabura, se investigó el Efecto de cinco dosis de probiótico bioseptic en la descomposición de totora (*Schoenoplectus californicus*) y su evaluación en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), en Yahuarcocha.

Para la fase I, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Se evaluó mediante análisis de varianza y prueba de tukey al 5%. El factor en estudio estuvo constituido por 5 dosis de biodegradante (inóculo comercial) e inóculo natural a base de totora. Los tratamientos se detallan a continuación:

CÓDIGO	FUENTE DE INOCULO	NIVELES
T1	Inóculo natural (abono a base de totora)	63.64Kg/2m ³
T2	Inóculo comercial (bioseptic)	4.98g/2m ³
T3	Inóculo comercial (bioseptic)	9.08g/2m ³
T4	Inóculo comercial (bioseptic)	13.62g/2m ³
T5	Inóculo comercial (bioseptic)	18.16g/2m ³
T6	Inóculo comercial (bioseptic)	22.70g/2m ³

Las variables evaluadas fueron: temperatura, días a la obtención del abono, pH del abono, valor nutrimental del abono, análisis microbiológico, granulometría y rendimiento en Kg/2m³.

En cuanto a temperaturas los montículos no mostraron mayores diferencias, ya que durante la descomposición se dio un proceso anaeróbico debido al tipo de material utilizado, el cual retiene hasta un 80% humedad.

El tratamiento que se lo obtuvo en menor tiempo fue el T1 (testigo IN), en un promedio de 155 días, debido a que se partió de un inóculo natural a base de totora descompuesta, para descomponer el mismo material en fresco.

La variable granulometría se la realizó con la finalidad de determinar el tratamiento más degradado, utilizando tres tamices, presentando el mayor nivel de degradación el tratamiento T1 (testigo IN), ya que registró menor peso (24.50lb), de partículas mayores a 10mm y mayor peso (45.67), de partículas menores a 3mm.

En lo que a rendimiento se refiere no se observaron mayores diferencias, ya que se partió de un mismo volumen, con un mismo material, los valores fluctuaron entre 470.50 y 423.30 Kg/2m³ para el tratamiento T1 (testigo IN) y tratamiento T2 (4.98g/2m³), respectivamente.

Para días a la obtención del abono se recomienda la utilización del tratamiento T1 (testigo IN), ya que fue el que se degradó en menor tiempo.

Para la fase II, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial AxB, con 3 repeticiones y 12 tratamientos. Se evaluó mediante análisis de varianza y prueba de tukey al 5%. Los factores en estudio fueron fertilización química (N, P, K, S) y el abono orgánico a base de totora. Los tratamientos se detallan a continuación:

Tratamientos	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Abono Org.
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	TM/ha
T 1	0	0	0	0	0
T 2	0	0	0	0	10
T 3	0	0	0	0	20
T 4	0	0	0	0	30
T 5	30	20	10	10	0
T 6	30	20	10	10	10
T 7	30	20	10	10	20
T 8	30	20	10	10	30
T 9	60	40	20	20	0
T 10	60	40	20	20	10
T 11	60	40	20	20	20
T 12	60	40	20	20	30

Las variables que se evaluaron fueron: altura de planta a los 30 y 60 días después del transplante, diámetro del repollo de lechuga, porcentaje de sobrevivencia de plantas, porcentaje de planta enfermas, calidad de suelo y rendimiento TM/ha.

El cultivo de lechuga, presentó en sus combinaciones de fertilización química y orgánica una gran diferencia en cuanto al rendimiento. Obteniendo mayores rendimientos con los tratamientos T12 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S+30TM/ha de abono orgánico de totora) y T11 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S+20TM/ha de abono orgánico de totora), con 53.17, 51.37TM/ha, respectivamente, el menor rendimiento se obtuvo con T1 (Testigo absoluto) con 26.51 TM/ha.

Se recomienda la combinación de fertilizante químico mas abono orgánico, por cuanto las ventajas de utilizar abono orgánico al suelo, son innumerables, entre las principales tenemos: mejora la textura del suelo, retención de la humedad y la disponibilidad de nutrientes, reducen la erosión y el lavado de nutrientes, es decir, mejoran las características físicas químicas y biológicas del suelo, mientras que el

fertilizante químico por su rápida disponibilidad satisface las necesidades inmediatas del cultivo.

El tratamiento T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), se lo sugiere como un cultivar provechoso, según el análisis económico y por presentar la mayor tasa de retorno marginal.

SUMMARY

EFFECT OF FIVE DOSE OF BIOSEPTIC PROBIOTIC IN THE TOTORA DECOMPOSITION (*Schoenoplectus californicus*) AND THEIR EVALUATION IN THE LETTUCE CULTIVATION (*Lactuca sativa*), IN YAHUARCOCHA.

The present investigation was carried out in two phases in the parish San Miguel of Yahuarcocha, Canton Ibarra of the county of Imbabura, the Effect of five dose of probiotic bioseptic was investigated in the totora decomposition (*Schoenoplectus californicus*) and its evaluation in the lettuce cultivation (*Lactuca sativa*), in Yahuarcocha.

For the phase I, a design of complete blocks was used at random, with 4 repetitions and 6 treatments. It was evaluated by means of variance analysis and tukey test to 5%. The factor in study was constituted by 5 biodegrading dose (commercial inoculate) and natural inoculate with the help of totora. The treatments are detailed next:

CODE	SOURCE OF I INOCULATE	LEVELS
T1	natural inoculate (I pay with the help of totora)	63.64Kg/2m ³
T2	comercial inoculate (bioseptic)	4.98g/2m ³
T3	comercial inoculate (bioseptic)	9.08g/2m ³
T4	comercial inoculate (bioseptic)	13.62g/2m ³
T5	comercial inoculate (bioseptic)	18.16g/2m ³
T6	comercial inoculate (bioseptic)	22.70g/2m ³

The evaluated variables were: temperature, days to the obtaining of the payment, pH of the payment, value nutritive of the payment, analysis microbiologic, grain and yield in Kg/2m³.

As for temperatures the mounds didn't show bigger differences, since during the decomposition a process without air was given due to the type of used material, which retains until 80% humidity.

The treatment that he/she obtained it to him in smaller time was the T1 (witness IN), in an average of 155 days, because he/she left of a natural inoculate with the help of insolent totora, to decompose the same material in fresh.

The variable grain was carried out it with the purpose of determining the degraded treatment, using three sieves, standing out as more insolent the treatment T1 (witness IN), since it registered smaller weight (24.50lb), of more particles to 10mm and bigger weight (45.67), of smaller particles at 3mm.

In what refers to yield they didn't observe bigger differences, since he/she left of oneself volume, with oneself material, the values fluctuated between 470.50 and 423.30 Kg/2m³ for the treatment T1 (witness IN) and treatment T2 (4.98g/2m³), respectively.

For days to the obtaining of the payment the use of the treatment T1 is recommended (witness IN), since the one that was degraded in smaller time was.

For the phase II, a design of blocks was used totally at random with factorial arrangement AxB, with 3 repetitions and 12 treatments. It was evaluated by means of variance analysis and tukey test to 5%. The factors in study were chemical fertilization (N, P, K, S) and the organic payment with the help of totora. The treatments are detailed next:

Tratamientos	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Abono Org.
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	TM/ha
T 1	0	0	0	0	0
T 2	0	0	0	0	10
T 3	0	0	0	0	20
T 4	0	0	0	0	30
T 5	30	20	10	10	0
T 6	30	20	10	10	10
T 7	30	20	10	10	20
T 8	30	20	10	10	30
T 9	60	40	20	20	0
T 10	60	40	20	20	10
T 11	60	40	20	20	20
T 12	60	40	20	20	30

The variables that were evaluated were: plant height to the 30 and 60 days after the transplant, diameter of the lettuce cabbage, percentage of survival of plants, plant percentage makes sick, floor quality and yield TM/ha.

The lettuce cultivation, presented in its combinations of chemical and organic fertilization a great difference as for the yield. Obtaining bigger yields with the treatments T12 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S+30TM/ha of organic payment of totora) and T11 (60-40-20-20 Kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S+20TM/ha of organic payment of totora), with 53.17, 51.37TM/ha, respectively, the smallest yield was obtained with T1 (absolute Witness) with 26.51 TM/ha.

The combination of chemical fertilizer is recommended but organic payment, since the advantages of using organic payment to the floor, are countless, among the main ones we have: it improves the texture of the floor, retention of the humidity and the readiness of nutritious, they reduce the erosion and the laundry of nutritious, that is to say, they improve the chemical and biological physical characteristics of the floor, while the chemical fertilizer for its quick readiness satisfies the immediate necessities of the cultivation.

The treatment T5 (30-20-10-10 kg/ha N-P₂O₅-K₂O-S), it is suggests it to him as a to cultivate profitable, according to the economic analysis and to present the biggest cup of marginal return.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. BURROWS, W. 1979. Tratado de Microbiología. Editorial Interamericana, México.
2. CÁCERES, E. 1979. Producción de Hortalizas. Santiago de Chile.
3. CLIMENT, M. D, ARAGÓN, P, ABAD, M. Y ROSELLÓ, M. V, 1990. Utilización del compost de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en agricultura. *Actas Ier. Congreso Internacional de Química de la ANQUE 1*, 171-180.Tenerife.
4. CURT D, (2001) Nutrición mineral y fertilización. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería
5. DELAAT.A, 1979. Microbiología General. Segunda edición. Editorial Internacional. México D.F. 1979.
6. EE.UU. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1979. Microbial process; promising technologies for development country. Washington, D.C.P.
7. FONDO ECUATORIANO POPULORUM PROGRESSIO. 1983. El Compost; Muy fácil de hacer en casa. Quito (EC.).
8. FONDO ECUATORIANO PUPULORUM PROGRESSIO.1983. El compost: muy fácil de hacer en casa. Quito – Ecuador.

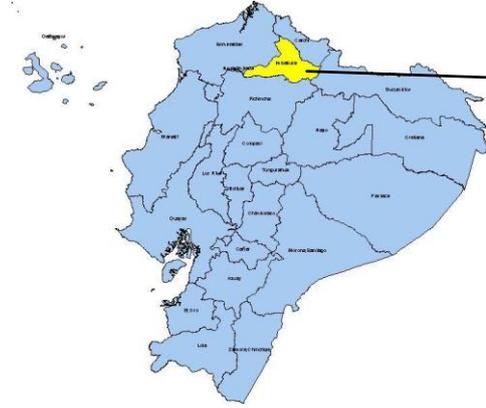
9. GALANTE, E. y GARCÍA, M.1997 Detritívoros, Coprófagos y necrófagos (Departamento de Ciencias Ambientales Y Recursos Naturales Universidad de Alicante, España).
10. MARTÍN, A. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Trad. Por Juan José Peña Cabriales. México.
11. MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDAD DE SUELO, (1989). INPOFOS.
12. MONROY, H.O; VINIEGRA, G.G. 1981. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. México.
13. PALATE, F. 2002. Evaluación de dos métodos biológicos de descomposición de abonos orgánicos. Ambato – Ecuador.
14. RIVERO DE TRINCA, C. Materia orgánica del suelo. Maracay Venezuela.
15. RIVERO, C. 1999. Revista Alcance 57. Materia orgánica del suelo Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
16. RODRÍGUEZ, F. 1989. Fertilizantes. México.
17. RUANO, S. (2000). Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería.
18. SIMBAÑA, A. 2001. Centro Nacional de Fibras Naturales Proyecto SICAMAG Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra.
19. SUQUILANDA, M.1995. Hortalizas, Manual para la producción orgánica, Ediciones UPS FUDAGRO.

20. SUQUILANDA, M. 1996. S.U.N. Agricultura Orgánica Alternativa. Ediciones FUDAGRO.
21. SUQUILANDA, M. 1999. Guía para la producción orgánica de cultivos.
22. SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos, y auspiciado por la Corporación PROEXANT.
23. Representantes de Enviro Repts Internacional, A división of California Bio-Labs.
24. TEI, (1999). Nitrogen fertilization of lattuce, processing tomato and sweet pepper: yield, nitrogen uptake and the risk of nitrate leaching. Acta Horticulturae, 506: 61-67.
25. TISCONRNIA J. Hortalizas terrestres. Editorial Albatros, Buenos Aires, 1989.
26. Universidad de Tarapacá, 2006. COMPOSTAJE INDUSTRIAL. Facultad de Ciencias Agronómicas, Arica – Chile.
27. <http://www.bioland.cl/mo-biobac.htm>.
28. Enciclopedia libre Wikipedia. <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>"

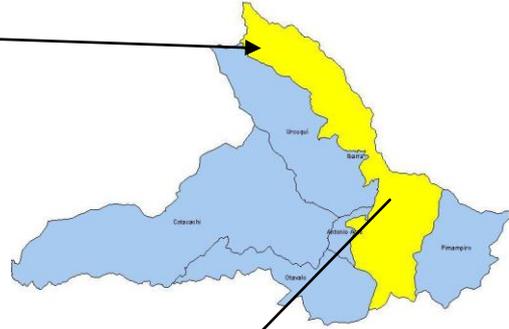
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica del ensayo

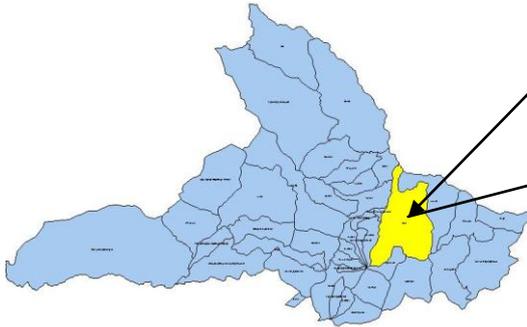
Ecuador



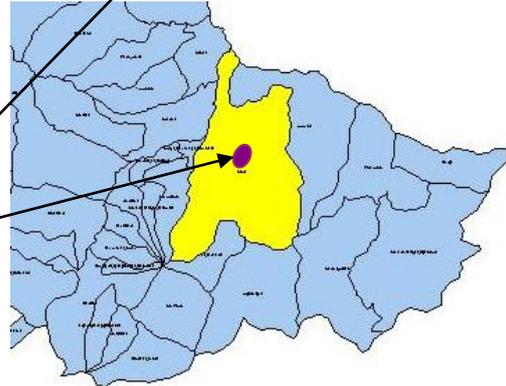
Provincia de Imbabura



Cantón Ibarra



Sector Yahuarcocha



Anexo 2. Evaluación de impactos ambientales (matriz de LEOPOLD)

FASE I. Elaboración de abono orgánico a base de totora.

Factores Ambientales		Acciones							Afecciones Positivas	Afecciones Negativas	Agregación de impactos	
		Recepción de materia prima	Desmenbrado	Elaboración de montículos	Aplicación de inoculo natural	Aplicación de inoculo comercial	Riego	Volteo				Ensayado y Pesaje
ABIÓTICO	Suelo	-2 5		-5 7			7 8	5 8	2	2	51	
	Agua										0	
	Clima										0	
	Aire							-2 5	0	1	-10	
BIÓTICO	Flora	-2 4			6 7	8 9	7 8	7 10	4	1	232	
	Fauna										0	
	Microflora										0	
	Microfauna		5 8	-5 8					1	1	0	
	Descomposición de Totora	5 7	3 6	7 8	6 7	8 8	9 9	7 6	4 6	8	0	362
SOCIO ECONÓMICO	Salud										0	
	Trabajo	6 7	7 8	5 7	4 5	6 8	5 6	7 8	5 6	8	0	317
	Actividad Económica	4 5		6 8		5 7	4 7	4 5	5 6	6	0	181
Afecciones Positivas		2	3	3	3	4	5	4	3	COMPROBACION		
Afecciones Negativas		2	0	2	0	0	0	1	0			
Agregación de impactos		79	114	64	104	219	251	218	84			1133

El factor medioambiental mas beneficiado es la descomposición de totora con un valor de 362, la más afectada es el aire con un valor de -10, por lo tanto esta investigación en todas sus etapas produjo un balance beneficioso para el ambiente.

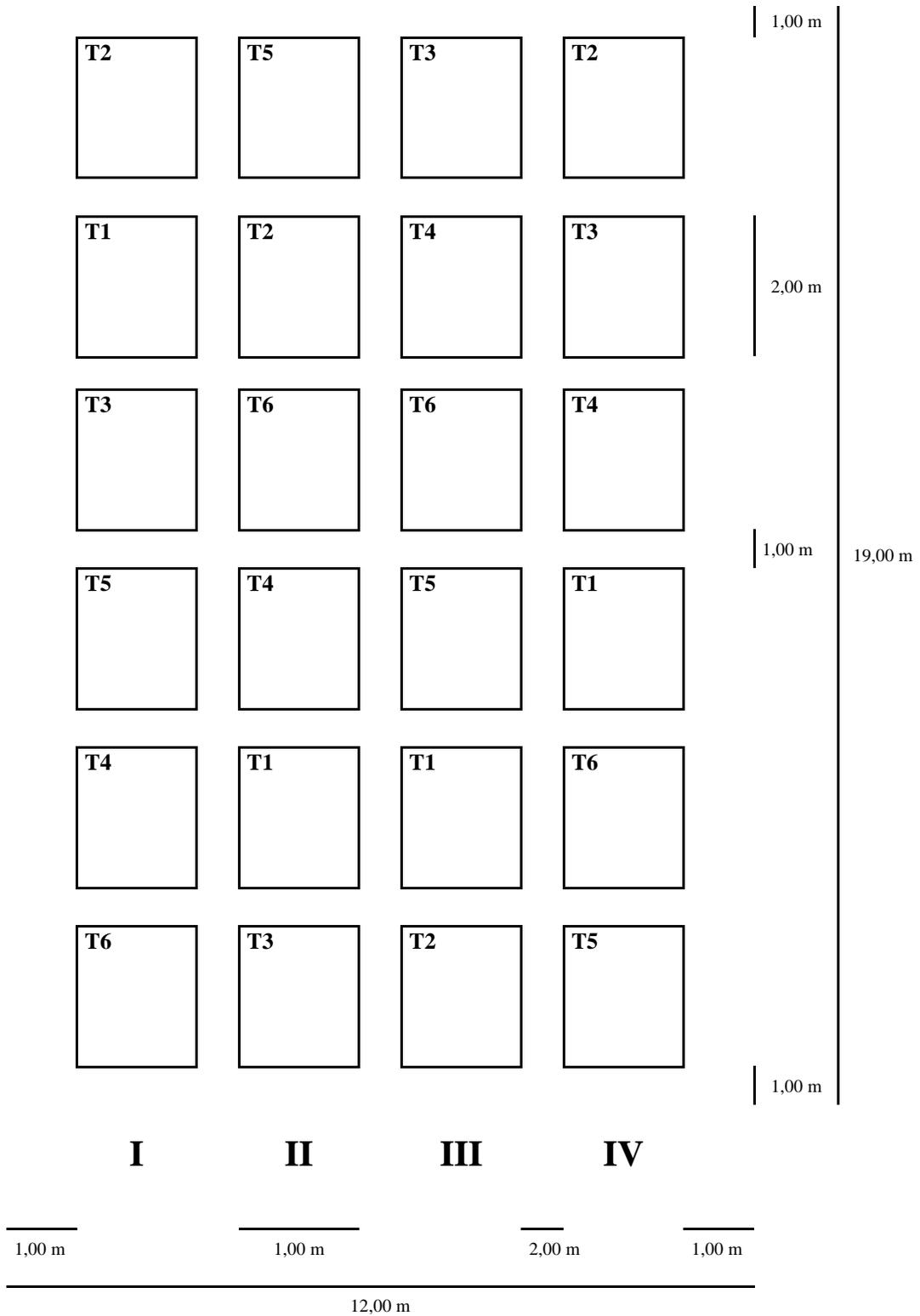
Anexo 3. Evaluación de impactos ambientales (matriz de LEOPOLD)

FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en cultivo de lechuga.

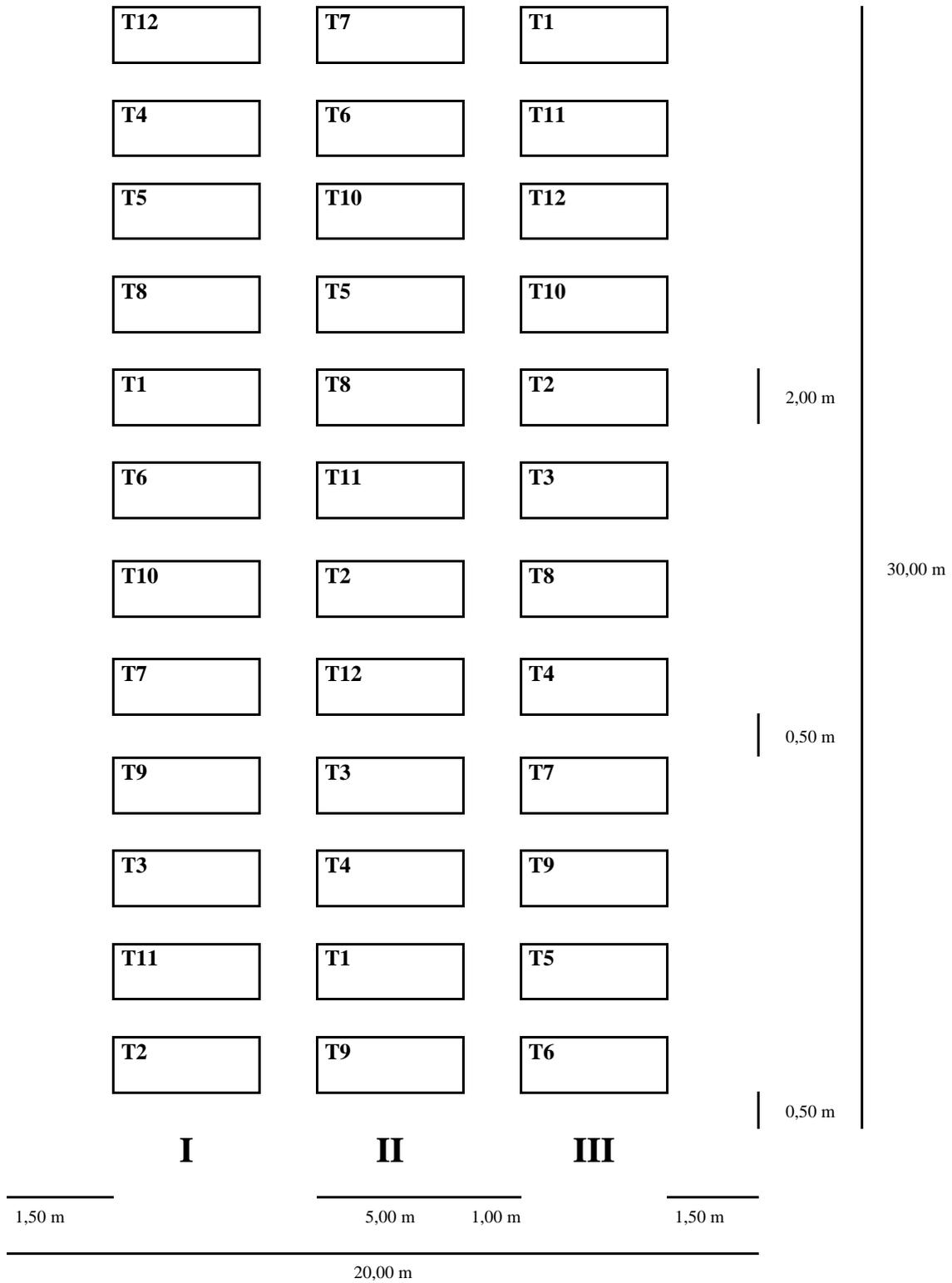
Factores Ambientales		Acciones										Afecciones Positivas			Afecciones Negativas			Agregación de impactos		
		Toma de muestra del suelo	Elaboración del semillero	Preparación del terreno	Incorporación de Abono orgánico	Transplante	Riego	Fertilización química	Labores culturales	Controles fitosanitarios	Cosecha									
ABIÓTICO	Suelo			-4/6	8/9			7/9	5/9	5/7				4	1	191			0	
	Agua															0			0	
	Clima															0			0	
	Aire				-3/2									0	1	-6				
BIÓTICO	Flora				4/5		6/9	3/5	6/7				4	0	131			0		
	Fauna														0			0		
	Microflora														0			0		
	Microfauna	4/5		-4/6									1	1	-4					
	Cultivo de Lechuga			9/9	9/10	6/7	9/9	8/9	9/9	7/9			7	0	510					
SOCIO ECONÓMICO	Salud														0					
	Trabajo	4/3	3/2	6/7	4/6	6/8	4/6	4/4	5/5	3/4	6/7	10	0	251						
	Actividad Económica		2/2	5/8	4/4	3/4	5/5	3/4	4/5	3/5	9/9	9	0	225						
Afecciones Positivas		2	2	3	5	3	4	5	5	4	2	COMPROBACION								
Afecciones Negativas		0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1196								
Agregación de impactos		32	10	115	216	102	184	178	213	125	123									

El factor medioambiental mas beneficiado es el cultivo de lechuga con un valor de 510, la más afectada es la microfauna con un valor de -4, por lo tanto esta investigación en todas sus etapas produjo un balance beneficioso para el ambiente.

Anexo 4. Esquema del área del experimento FASE I



Anexo 5. Esquema del área del experimento FASE II



Anexo 6. Análisis inicial de nutrientes en base a materia seca de totora fresca.

RESULTADOS EN BASE SECA (Totora + raíz)

Humedad	Cenizas	E. Etéreo	Proteína	Fibra	ELN	pH
%	%	%	%	%	%	
85,13	12,18	3,11	22,01	21,03	41,67	5,34

Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
0,58	0,34	0,25	0,75	0,21	8	469	36	27

Anexo 7. Análisis de microorganismos (bacterias y hongos), en totora fresca.

Metodología (Medio)	Parte analizada	Hongos N° de colonias	
Rosa de Bengala	Suelo	10 Aspergillus sp.	10 Asprgillus sp.
Metodología (Medio)	Grupo analizado	Bacterias N° de colonias	
Agar nutritivo	Bacterias totales	10 83	10 12
Caseína agar	Actinomicetes	320	94
Watanabe	Fijadores de N	Positivo	Positivo
Agar Ramos Callao	Solubilizadores de P	6	1

Anexo 8. Análisis del abono orgánico a base de totora

RESULTADOS EN BASE SECA

Humedad	Cenizas	Etéreo	Proteína	Fibra	ELN	Identificación
%	%	%	%	%	%	
26,6	64,78	0,55	7	10,9	16,77	M-1
36,97	66,87	0,51	6,8	10,06	15,76	M-2

Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Identificación
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	
0,88	0,13	0,35	0,18	0,1	15	3180	649	29	M-1
0,91	0,13	0,39	0,17	0,11	15	10203	639	30	M-2

M-1 = Mezcla del abono orgánico a base de totora obtenido con las cinco dosis de inóculo comercial

M-2 = Abono orgánico a base de totora obtenido con inóculo natural (testigo)

Anexo 9. Análisis de hongos y bacterias de la mezcla de abono orgánico a base de totora obtenidos de las cinco dosis de inóculo comercial

Medio de cultivo	Tipo de análisis	Dilución	Resultados del análisis	
			Organismos a identificar	Frecuencia ** (%)
PDA-CMA y LCH*	Hongos	10	<i>Penicillium sp</i>	3
			<i>Trichoderma sp</i>	2
			<i>Fusarium oxysporum</i>	1
			<i>Gliocadium sp</i>	1
Medio de cultivo	Tipo de análisis	Dilución	Resultados del análisis	
			Organismos a identificar	Determinación
YDC-CVP-KB***	Bacterias	10	<i>Pseudomonas sp</i>	Negativa
			<i>Xantomonas sp</i>	Negativa
			<i>Erwinia sp</i>	Negativa

* Medios de cultivo para hongos: PDA = Papa dextrosa agar; CMA = Corn-meal agar; LCH = Lactosa caseína hidrolizada.

** Porcentaje de aislamiento en medio de cultivo de cada organismo aislado.

*** Medios de cultivo para bacterias: YDC = Medio para *Xantomonas sp*, CVP = Cristal violeta pectato, KB = Medio B de king.

Observaciones:

Penicillium sp es un hongo común del suelo, *Trichoderma sp* y *Gliocadium sp* son antagonistas. *Fusarium oxysporum* es patógeno en algunos cultivos.

Anexo 10. Análisis de hongos y bacterias del abono orgánico a base de totora obtenidos con inóculo natural (testigo)

Medio de cultivo	Tipo de análisis	Dilución	Resultados del análisis	
			Organismos a identificar	Frecuencia ** (%)
PDA-CMA Y LCH*	Hongos	10	<i>Penicillium sp</i>	6
			<i>Aspergillus sp</i>	4
			<i>Fusarium oxysporum</i>	2
			<i>Verticillium sp</i>	2
			<i>Trichoderma sp</i>	1
Medio de cultivo	Tipo de análisis	Dilución	Resultados del análisis	
YDC-CVP-KB***	Bacterias	10	Organismos a identificar	Determinación
			<i>Pseudomonas sp</i>	Negativa
			<i>Xantomonas sp</i>	Negativa
			<i>Erwinia sp</i>	Negativa

* Medios de cultivo para hongos: PDA = Papa dextrosa agar; CMA = Corn-meal agar; LCH = Lactosa caseína hidrolizada.

** Porcentaje de aislamiento en medio de cultivo de cada organismo aislado.

*** Medios de cultivo para bacterias: YDC = Medio para *Xantomonas sp*, CVP = Cristal violeta pectato, KB = Medio B de king.

Observaciones:

Penicillium sp y *Aspergillus sp* son hongos que se encuentran comúnmente en el suelo, *Trichoderma sp* es un antagonista. *Fusarium oxysporum* y *Verticillium sp* es patógeno en algunos cultivos.

Anexo 11. Análisis de suelo antes de la siembra del cultivo de lechuga.

N	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
ppm	ppm	ppm	meq/100ml	meq/100ml	meq/100ml	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
92,00 A	33,00 A	12,00 B	0,72 A	16,50 A	3,40 A	1,30 B	4,40 A	25,00 M	2,60 M	1,30 M

pH	Acidez	CE	M.O.	Ca / Mg	Mg / K	Ca+Mg / K	(meq/100ml) / Σ Bases
	(Al+H)	mmhos/cm	%				
8,0 lig. acido	Al Na = 0,22 B	0,85	5,20 A	4,9	4,7	27,6	20,8

Anexo 12. Análisis de suelos de los doce tratamientos luego de la cosecha de lechuga.

Identificación	pH		ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T1	7,1	PN	41,00 M	35,00 A	8,30 B	0,73 A	19,60 A	3,60 A	1,6 B	4,8 A	41,0 A	10,3 M	0,93 B
T2	7,0	N	65,00 A	45,00 A	12,00 M	0,59 A	19,00 A	4,90 A	1,9 B	5,1 A	54,0 A	10,1 M	1,00 M
T3	7,2	PN	62,00 A	40,00 A	13,00 M	0,53 A	19,40 A	4,20 A	1,7 B	4,2 A	41,0 A	11,0 M	1,10 M
T4	7,4	PN	46,00 M	36,00 A	14,00 M	0,60 A	21,60 A	3,60 A	1,4 B	4,5 A	35,0 M	10,4 M	1,20 M
T5	7,4	PN	49,00 M	35,00 A	12,00 M	0,69 A	19,30 A	2,60 A	1,5 B	5,6 A	28,0 M	7,0 M	1,40 M
T6	7,4	PN	51,00 M	29,00 A	11,00 B	0,71 A	19,40 A	2,70 A	1,4 B	4,8 A	29,0 M	9,2 M	1,20 M
T7	7,4	PN	41,00 M	37,00 A	13,00 M	0,74 A	20,70 A	3,00 A	1,6 B	3,7 M	29,0 M	9,3 M	1,20 M
T8	7,3	PN	47,00 M	46,00 A	11,00 B	0,61 A	20,30 A	3,70 A	1,6 B	4,9 A	39,0 M	10,6 M	1,10 M
T9	7,4	PN	44,00 M	44,00 A	12,00 M	0,91 A	21,00 A	3,10 A	1,6 B	4,0 M	28,0 M	9,7 M	1,40 M
T10	6,8	PN	44,00 M	53,00 A	11,00 B	0,63 A	17,10 A	4,90 A	2,7 B	6,4 A	82,0 A	13,0 M	0,95 B
T11	7,4	PN	44,00 M	42,00 A	11,00 B	0,39 A	18,80 A	3,90 A	1,9 B	5,5 A	46,0 A	9,4 M	1,10 M
T12	6,8	PN	44,00 M	54,00 A	12,00 M	0,59 A	18,30 A	4,70 A	2,5 B	5,7 A	74,0 A	12,8 M	1,10 M

Identificación	M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100 ml
		Mg	K	K	∑ Bases
T2	6,00 A	3,88	8,31	40,51	23,93
T3	6,00 A	4,62	7,92	44,53	24,49
T4	5,20 A	6,00	6,00	42,00	24,13
T5	5,20 A	7,42	3,77	31,74	25,80
T6	4,70 M	7,19	3,80	31,13	22,59
T7	5,60 A	6,90	4,05	32,03	22,81
T8	5,50 A	5,49	6,07	39,34	24,44
T9	5,30 A	6,77	3,41	26,48	24,61
T10	5,90 A	3,49	7,78	34,92	25,01
T11	5,10 A	4,82	10,00	58,00	22,63
T12	5,70 A	3,89	7,97	21,00	23,09

Anexo 13. Datos recopilados durante la investigación

Fase I. Elaboración de abono orgánico a base de totora

Temperatura de los montículos

Cuadro 54. Temperatura promedio primer mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	23,6	24,9	24,4	25,0
T2	22,7	22,7	22,4	22,1
T3	22,1	21,0	22,3	22,9
T4	22,7	23,1	22,7	22,3
T5	24,0	24,1	23,7	21,9
T6	22,7	23,9	22,7	23,4

Cuadro 55. Temperatura promedio segundo mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	23,5	25,0	26,3	25,7
T2	22,8	22,3	19,7	21,5
T3	20,5	21,7	22,0	25,0
T4	22,2	21,2	23,5	22,5
T5	22,8	24,0	22,8	20,5
T6	22,5	21,5	23,5	20,7

Cuadro 56. Temperatura promedio tercer mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	23,7	25,2	26,3	26,2
T2	24,7	23,7	23,0	22,0
T3	23,7	23,5	24,5	24,8
T4	23,5	23,3	24,5	24,3
T5	25,5	25,5	24,7	22,3
T6	23,8	23,0	25,5	23,0

Cuadro 57. Temperatura promedio cuarto mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	23,8	24,6	25,0	24,4
T2	23,0	22,8	22,8	23,4
T3	23,0	23,0	23,6	25,0
T4	22,4	24,0	23,6	24,8
T5	24,2	24,0	24,6	23,4
T6	24,4	23,2	25,0	23,0

Cuadro 58. Temperatura promedio quinto mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	24,2	23,0	23,5	23,5
T2	23,8	24,2	23,3	24,0
T3	23,5	23,7	23,8	23,5
T4	22,5	24,0	23,7	23,5
T5	24,2	24,7	23,3	24,8
T6	23,8	23,7	23,7	23,5

Cuadro 59. Temperatura promedio sexto mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	20	19,3	20	19,5
T2	20,5	20,3	20,5	19,8
T3	20,4	20,1	20,0	20,2
T4	20,2	20,2	20,2	20,3
T5	21,1	20,0	19,9	20,5
T6	19,9	20,3	20,3	20,0

Cuadro 60. Temperatura promedio séptimo mes en °C

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T2	19,7	19,5	19,3	19,2
T3	19,4	19,1	19,1	19,0
T4	19,3	18,5	18,6	18,9
T5	18,5	19,0	18,5	18,0
T6	19,0	19,3	18,5	18,8

Días a la obtención del abono orgánico a base de totora

Cuadro 61. Días a la obtención del abono orgánico

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	164	150	157	150
T2	213	206	213	206
T3	206	199	206	206
T4	199	192	199	199
T5	192	185	178	185
T6	185	190	188	189

pH del abono orgánico a base de totora

Cuadro 62. pH del abono

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	6,8	6,7	7,0	7,0
T2	6,8	6,8	6,9	7,2
T3	6,9	6,9	6,8	6,9
T4	7,1	7,1	7,0	6,9
T5	7,0	7,0	7,1	7,2
T6	6,7	7,2	7,0	7,1

Granulometría (%) del abono orgánico a base de totora (con muestra de 150lb)

Cuadro 63. Partículas mayores a 10mm

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	14,67	16,67	26,67	40,00
T2	58,00	52,67	54,67	65,33
T3	54,00	60,00	55,33	51,33
T4	42,00	53,33	47,33	56,67
T5	36,00	47,33	36,67	41,33
T6	47,33	43,33	42,00	47,33

Cuadro 64. Partículas entre 10 y 5mm

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	30,00	16,67	16,67	12,00
T2	16,67	22,67	25,33	15,33
T3	21,33	8,00	23,33	20,00
T4	22,00	18,67	21,33	16,00
T5	23,33	20,00	29,33	26,00
T6	18,00	26,00	27,33	23,33

Cuadro 65. Partículas entre 5 y 3mm

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	7,33	12,00	11,33	13,33
T2	13,33	10,67	6,67	6,00
T3	13,33	13,33	9,33	10,00
T4	14,67	11,33	12,00	7,33
T5	18,00	13,33	12,67	10,67
T6	12,00	14,67	10,67	14,00

Cuadro 66. Partículas menores a 3mm

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	48,00	54,67	45,33	34,67
T2	12,00	14,00	13,33	13,33
T3	11,33	18,67	12,00	18,67
T4	21,33	16,67	19,33	20,00
T5	22,67	19,33	21,33	22,00
T6	22,67	16,00	20,00	15,33

Rendimiento del abono orgánico a base de totora**Cuadro 67.** Rendimiento (kg/2m³)

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
T1	477,27	509,09	447,73	447,73
T2	422,73	438,64	404,55	427,27
T3	445,45	447,73	437,27	386,36
T4	431,82	440,91	436,36	445,45
T5	468,18	445,45	461,36	450,00
T6	427,27	436,36	431,82	431,82

FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en el cultivo de lechuga**Altura de planta****Cuadro 68.** Altura de planta a los 30 días después del transplante

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	10,10	9,80	10,00
T2	10,50	10,50	11,00
T3	12,00	11,50	12,00
T4	12,00	12,50	12,50
T5	11,80	10,50	10,00
T6	11,50	11,10	10,00
T7	10,50	12,50	11,00
T8	12,50	12,50	10,80
T9	12,00	12,50	12,50
T10	12,10	11,50	11,50
T11	11,50	12,50	12,00
T12	13,50	12,50	12,50

Cuadro 69. Altura de planta a los 60 días después del trasplante

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	10,55	12,50	11,00
T2	11,90	12,00	12,50
T3	11,15	12,75	13,45
T4	13,55	13,50	14,50
T5	12,50	13,00	12,20
T6	12,50	12,65	13,00
T7	13,50	12,50	13,66
T8	14,50	13,25	13,75
T9	14,50	15,00	13,50
T10	14,83	15,50	13,50
T11	14,91	14,50	14,50
T12	15,50	14,50	14,50

Diámetro del repollo de lechuga

Cuadro 70. Diámetro de repollo

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	11,00	11,50	12,00
T2	12,50	13,10	12,50
T3	12,50	12,55	12,50
T4	13,87	12,50	14,18
T5	13,49	12,00	12,50
T6	13,50	12,72	13,12
T7	12,50	13,30	13,99
T8	13,10	13,17	13,64
T9	14,50	14,30	13,48
T10	14,50	14,20	14,70
T11	13,62	15,10	14,75
T12	15,20	15,11	14,50

Sobrevivencia de planta de lechuga

Cuadro 71. Sobrevivencia

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	51,85	74,07	62,96
T2	64,81	85,19	59,26
T3	72,22	72,22	64,81
T4	74,07	85,19	74,07
T5	57,41	81,48	79,63
T6	72,22	74,07	62,96
T7	70,30	83,33	74,07
T8	96,30	70,37	59,26
T9	75,93	94,44	70,37
T10	85,19	85,19	74,07
T11	79,63	90,74	79,63
T12	88,89	87,04	75,93

Porcentaje de plantas enfermas de lechuga

Cuadro 72. % de enfermedad

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	41,14	26,09	37,50
T2	35,12	35,29	41,05
T3	30,77	33,00	49,41
T4	31,30	52,17	30,00
T5	38,71	46,36	27,91
T6	30,77	46,15	41,14
T7	34,62	41,05	37,50
T8	34,29	33,00	35,29
T9	27,91	36,73	33,49
T10	30,00	33,19	35,12
T11	30,00	26,09	39,00
T12	25,26	29,33	33,00

Rendimiento del cultivo de lechuga

Cuadro 73. Rendimiento

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	21,04	33,66	24,83
T2	23,72	35,02	24,59
T3	22,89	29,29	33,62
T4	34,63	51,52	38,48
T5	31,30	28,13	35,45
T6	30,79	36,46	35,97
T7	43,21	34,24	31,83
T8	39,77	39,77	32,77
T9	36,11	48,65	43,24
T10	61,53	34,85	49,74
T11	58,71	47,94	47,45
T12	60,61	55,72	43,18

FOTOGRAFÍAS

FASE I. Elaboración de abono orgánico a base de totora



Fotografía 1. Limpieza del área del ensayo



Fotografía 2. Recepción de materia vegetal



Fotografía 3. Picado y desmembrado del material



Fotografía 4. Elaboración de montículos e inoculación



Fotografía 5. Aplicación de inoculo natural



Fotografía 6. Montículos en proceso de descomposición



Fotografía 7. Cubrimiento de montículos



Fotografía 8. Medición de Temperatura



Fotografía 9. Control de Humedad y pH



Fotografía 10. Abono previo al tamizado



Fotografía 11. Tamizado del abono descompuesto



Fotografía 12. Tamices utilizados durante el proceso (3, 5 y 10 mm)



Fotografía 13. Granulometría



Fotografía 14. Abono descompuesto



Fotografía 15. Cosecha y ensacado del abono

FASE II. Evaluación del abono orgánico a base de totora en cultivo de lechuga.



Fotografía 16. Semillero de lechuga



Fotografía 17. Germinación de plántulas



Fotografía 18. Toma de muestra de suelo



Fotografía 19. Preparación del terreno



Fotografía 20. Surcado



Fotografía 21. Terreno preparado



Fotografía 22. Aplicación de Abono orgánico



Fotografía 23. Transplante de lechuga



Fotografía 24. Desarrollo fisiológico



Fotografía 25. Toma de datos



Fotografía 26. Controles fitosanitarios



Fotografía 27. Distribución de bloques



Fotografía 28. Cosecha



Fotografía 29. Pesaje y selección