



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



---

**“ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DEL GÉNERO *Trichoderma spp.* A PARTIR DE LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE DESECHOS MADEREROS MÁS COMPUESTOS ORGÁNICOS”**

---

Trabajo de Investigación, Modalidad: Seminario de Graduación, presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Autora:** Alexandra Elizabeth Núñez Manobanda.

**Tutora:** Ing. Gladys Navas Miño.

**Ambato – Ecuador**

**2012**

## APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el tema: **“ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DEL GÉNERO *Trichoderma spp.* A PARTIR DE LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE DESECHOS MADEREROS MÁS COMPUESTOS ORGÁNICOS.”**, de la Srta. Alexandra Elizabeth Núñez Manobanda, egresada de la Carrera de Ingeniería Bioquímica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado.

Ambato, Septiembre de 2012

LA TUTORA

.....  
Ing. Gladys Navas Miño.

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “**ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DEL GÉNERO *Trichoderma spp.* A PARTIR DE LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE DESECHOS MADEREROS MÁS COMPUESTOS ORGÁNICOS.**” como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de la presente investigación.

Ambato, Septiembre de 2012

LA AUTORA

.....  
Alexandra Elizabeth Núñez Manobanda.

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **“ELABORACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DEL GÉNERO *Trichoderma spp.* A PARTIR DE LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE DESECHOS MADEREROS MÁS COMPUESTOS ORGÁNICOS.”** de la estudiante: Alexandra Elizabeth Núñez Manobanda

Ambato, Septiembre de 2012

Para constancia firman:

LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....

.....

.....

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi madre por su infinito esfuerzo y dedicación al luchar ella sola para darme un futuro digno y permitirme llegar con su apoyo a donde estoy ahora, por sus buenos consejos y preocupación constante por mi bienestar y progreso, y porque su ejemplo de lucha y perseverancia fue el estímulo principal que me impulsó a alcanzar mis metas y objetivos.

Dedico el esfuerzo invertido en este proyecto a mis hermanas, cuñado y sobre todo a mi padre que me ayudaron con la mano de obra en la construcción del invernadero para mi fase experimental.

Por la motivación que me impulsó a realizar un trabajo bien hecho dedico este trabajo a Dios por obsequiarme salud y vida para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco el presente proyecto a todas y cada una de las personas que me ayudaron en cada una de las etapas de preparación que requerí para elaborar este proyecto, a mis profesores que supieron darme las bases sólidas al forjar mis conocimientos, a mi tutora por que supo guiar y encaminar mi investigación haciendo de este un proyecto de mérito que satisface las expectativas de mi esfuerzo, y a mis amigos quienes estuvieron dándome el apoyo moral y brindarme la confianza que necesito al esperar todo de mi en base a mi dedicación y sobre todo el amor a mi carrera.

## RESUMEN EJECUTIVO

Los bio-abonos se obtuvieron a partir del proceso de degradación de residuos orgánicos, mediante la inoculación de microorganismos benéficos que aceleran el proceso de descomposición, aplicándolos posteriormente en mejorar biológica y nutricionalmente la calidad de productos agrícolas.

El propósito del presente trabajo de investigación fue promover la reutilización ecológica de residuos que constantemente se obtienen en distintos procesos industriales como el de los aserraderos; incluso en el hogar donde los desperdicios de la cocina se dan a diario.

Inicialmente se realizó la inoculación y replicación de *Trichoderma spp* en condiciones de laboratorio totalmente estériles, utilizando como sustrato granos de arroz, para lo cual se lo inoculó en botellas de vidrio esterilizadas, y siguiendo el proceso adecuado.

Posteriormente se prepararon las mezclas con los residuos orgánicos más el aserrín, para lo cual se utilizó cáscara de papa, cascarilla de arroz y alfalfa como materia prima, con remociones constantes para facilitar la aireación y de descomposición de la materia.

Finalmente se adicionó el microorganismo a las mezclas previamente realizadas en diferentes concentraciones donde actuó exitosamente en la conversión de los compuestos degradados en bioabonos, en los cuales se sembró semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) utilizando fundas especiales para el sembrío de plantas donde se colocó individualmente cada semilla, produciéndose la germinación y crecimiento de las plantas, para lo cual se realizaron mediciones de las alturas de los tallos en periodos de tres días.

El análisis estadístico de las respuestas experimentales (variación del crecimiento) determinó que el mejor tratamiento fue la mezcla de aserrín fino más alfalfa con una concentración de 28 mg/Kg de microorganismos ya que provee a las plantas de *Phaseolus vulgaris* cantidades de lignina y celulosa que favorece el desarrollo de dichas plantas brindándole además los nutrientes necesarios para su rápido desarrollo, constituyéndose en una buena alternativa para mejorar procesos agrícolas.

## INTRODUCCIÓN

Los bioabonos presentan una buena reserva de nutrientes como lo muestran los contenidos totales de los elementos, los cuales podrían permanecer liberándose en el suelo en caso de que el material fuera usado como fertilizante. Muestra altos niveles de Ca y Mg disponibles para las plantas y también, aunque en menor escala de Zn, Cu, Mg y Fe (Flores, 1997).

El tratamiento y transformación de los residuos sólidos es sin duda un problema en todas las ciudades del mundo: los vertederos siempre suelen estar repletos y si todos nos diéramos el tiempo de reducir (una de las 3 reglas más importante de la ecología) los desechos vegetales generaríamos más espacio, los residuos vegetales suelen representar entre un 20 y un 25% del total en estos lugares (para basura que no se puede reducir o reciclar) y obtendríamos beneficios naturales (Valenzuela, 2010).

Con el desarrollo de la microbiología, fue posible establecer el papel fundamental que desempeñan los microorganismos como agentes geoquímicos, en los ciclos biológicamente importantes de transformación de la materia en la biósfera. Estos conocimientos, permitieron abordar la práctica tradicional del compostaje con una base científica, instrumentando procedimientos y técnicas que permiten mayoritariamente el control del proceso en su conjunto (Beijerinck, 1931).

Aunque no se conoce a ciencia cierta la naturaleza de los procesos implicados ni las fracciones de MOS que afectan las propiedades del suelo, es claro que ésta presenta efectos benéficos como los siguientes:

- Es fuente importante de micro y macro nutrimentos especialmente N, P, Y S, siendo particularmente importante el P orgánico en los suelos ácidos.
- Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo.
- Actúa como quelante de micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos.
- Mejora la capacidad de intercambio del suelo.
- Mejora la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo.
- Disminuye la densidad aparente.
- Aumenta la capacidad del suelo para retener agua.

- Es fuente energética de los microorganismos especialmente por sus compuestos de carbono.
- Estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro y microorganismos del suelo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	01
1.1 Tema de Investigación.....	01
1.2 Planteamiento del Problema.....	01
1.2.1 Contextualización.....	02
1.2.1.1 Contextualización Macro.....	02
1.2.1.2 Contextualización Meso.....	02
1.2.1.3 Contextualización Micro.....	03
1.2.2 Análisis Crítico.....	04
1.2.3 Árbol del Problema.....	05
1.2.3 Prognosis.....	06
1.2.4 Formulación del Problema.....	06
1.2.5 Preguntas Directrices.....	06
1.2.6 Delimitación.....	06
1.3 Justificación.....	07
1.4 Objetivos.....	07

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.....	09
2.2 Fundamentación Filosófica.....	13
2.3 Fundamentación Legal.....	14

2.4 Categorías Fundamentales.....	15
2.4 Categorías fundamentales.....	15
2.4.1 Supra-ordenación Conceptual.....	15
2.4.2 Sub-ordenación Conceptual.....	16
2.4.1 Marco Teórico de la Variable Independiente.....	17
2.4.2 Marco Teórico de la Variable Dependiente.....	19
2.5 Hipótesis.....	22
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis.....	22

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1 Enfoque.....	24
3.2 Modalidad Básica de la Información.....	25
3.3 Nivel o Tipo de Investigación.....	26
3.4 Población y Muestra.....	26
3.5 Operacionalización de Variables.....	28
3.6 Recolección de Información.....	30
3.6.1 Evaluación del crecimiento de la planta.....	30
3.7. Plan de Procesamiento de la información.....	30
3.7.1 Análisis de Varianza.....	30
3.7.2 Parámetros de evaluación.....	30
3.6.4 Procesamiento y Análisis.....	31
3.6.5 Diseño Experimental.....	31
3.6.5.1 Factores de estudio.....	31

3.6.5.2 Toma de datos (unidad experimental).....	32
3.7. METODOLOGÍA.....	33
3.7.1 Selección del área de trabajo.....	33
3.7.1.1 Preparación del interior del invernadero.....	34
3.7.1.2 Construcción del invernadero .....	34
3.7.2 Preparación de la materia prima para las mezclas de desechos.....	35
Madereros más compuestos orgánicos.....	35
3.7.2.1 Homogenización del Aserrín.....	35
3.7.2.2 Preparación del picado de Cáscara de Papa.....	36
3.7.2.3 Preparación de la Alfalfa.....	36
3.7.3 Preparación de las Mezclas .....	37
3.7.3.1 Peso de los compuestos orgánicos.....	37
3.7.3.2 Mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz .....	37
3.7.3.3 Mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada .....	38
3.7.3.4 Mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada .....	38
3.7.4 Replicación de Trichoderma spp.....	38
3.7.4.1 Adición del microorganismo .....	39
3.7.5 Aireación y Homogeneización de las mezclas .....	40
3.7.5.1 Cuando airear y cuando regar .....	40
3.7.5.2 Control de la Temperatura .....	40
3.7.5.3 Control de Humedad .....	40
3.7.5.4 Medición de rendimientos .....	41
3.7.6 Cultivo de las plantas de frijol ( <i>Phaseolusvulgaris</i> ) .....	41

## CAPITULO IV

### ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1	Selección del área de trabajo .....	42
4.1.1	Preparación del interior del invernadero .....	42
4.1.1.2	Construcción del invernadero .....	42
4.1.1	Análisis de la preparación de la materia prima para las mezclas de desechos .....	42
	madereros más compuestos orgánicos .....	42
4.1.2	Análisis Homogenización del Aserrín .....	42
4.1.3	Análisis Preparación de la Alfalfa .....	43
4.1.4	Análisis Preparación del picado de Cáscara de Papa.....	43
4.1.5	Análisis del Peso de los compuestos orgánicos .....	44
4.1.6	Mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz.....	45
4.1.7	Mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada .....	45
4.1.8	Mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada.....	45
4.1.9	Análisis general de las mezclas.....	46
4.1.10	Replicación de Trichoderma spp.....	46
4.1.11	Análisis de la adición del microorganismo .....	47
4.1.12	Control de la Temperatura .....	47
4.1.13	Cultivo de las plantas de frijol ( <i>Phaseolusvulgaris</i> ).....	47
4.1.14	Toma de datos (unidad experimental).....	47
4.1.15	Análisis de crecimiento de los tallos .....	48
4.1.16	Cálculo de las variaciones de crecimiento de los tallos ( $\Delta$ ) en	

función del tiempo y del sustrato .....	49
4.2 Análisis estadístico e interpretación de resultados .....	51
4.2.1 Interpretación del crecimiento de las plantas de frijol ( <i>Phaseolusvulgaris</i> ) en los días 0-3.....	51
4.2.1.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	51
4.2.1.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB en la primera medición ( $\Delta 1$ ) .....	52
4.2.1.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 1$ ) ....	52
4.2.2 Interpretación del crecimiento de las plantas de frijol en los días 3-6 .....	52
4.2.2.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	52
4.2.2.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB en la segunda medición ( $\Delta 2$ ) .....	53
4.2.2.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 2$ ) .....	5
4.2.3 Interpretación de el crecimiento de las plantas de frijol ( <i>Phaseolusvulgaris</i> ) en los días 6-9.....	53
4.2.3.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	53
4.2.3.2 Análisis e interpretación de la interacción, en la tercera medición ( $\Delta 3$ ) .....	53
4.2.3.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 3$ ) .....	54
4.2.4 Interpretación del crecimiento de las plantas de frijol en los días	

9- 12.....	54
4.2.4.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	54
4.2.4.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB, en la primera medición ( $\Delta 4$ ) .....	54
4.2.4.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 4$ ) .....	55
4.2.5 Interpretación de el crecimiento de las plantas de frijol en los días 12-15 .....	55
4.2.5.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	55
4.2.5.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB en la primera medición ( $\Delta 5$ ) .....	55
4.2.5.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 5$ ) .....	56
4.2.6 Interpretación del crecimiento de las plantas de frijol en todo el proceso de crecimiento.....	56
4.2.6.1 Análisis de la tabla ANOVA.....	56
4.2.6.2 Análisis e interpretación de la interacción, en la primera medición ( $\Delta T$ ) .....	57
4.2.6.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta T$ ) .....	57
4.3 Verificación de Hipótesis.....	57

## **CAPITULO V**

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones .....	58
5.2 Recomendaciones .....	61

## **CAPITULO VI**

### PROPUESTA

6.1 Datos Informativos .....	62
6.1.1 Título .....	62
6.1.2 Institución Ejecutora .....	62
6.1.3 Beneficiarios .....	62
6.1.4 Ubicación .....	62
6.1.5 Tiempo Estimado de Ejecución .....	62
6.1.6 Equipo Técnico Responsable .....	62
6.2 Antecedentes de la Propuesta .....	63
6.3 Justificación .....	63
6.4 Objetivos .....	64
6.4.1 Objetivo General .....	64
6.4.2 Objetivos Específicos .....	64
6.5 Análisis de Factibilidad .....	65
6.6 Fundamentación .....	65
6.7 Metodología. Modelo Operativo .....	67
6.8 Administración .....	68

6.9 Previsión de la Evaluación.....	70
Bibliografía.....	71

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1. Árbol del Problema .....	05
Gráfico 2. Supra-Ordenación de Variables.....	15
Gráfico 3. Sub-Ordenación de Variables.....	16
Gráfico 4 Esquema de la distribución del experimento para una réplica.....	33
Gráfico 5. Proceso de construcción.....	74
Gráfico 6. Medición de dimensiones del invernadero.....	74
Gráfico 7. Invernadero terminado.....	74
Gráfico 8. Picado de la cáscara de papa .....	75
Gráfico 9. Medida de cáscara de papa en peso/pala.....	75
Gráfico 10. Preparación de la Alfalfa .....	75
Gráfico 11. Contenido de cáscara picada/pala.....	75
Gráfico 12. Aserrín Fino, Aserrín Grueso y Viruta.....	76
Gráfico 13. Tipos de aserrín probados en etapa inicial, anterior a las mezclas .....	76
Gráfico 14. Mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada.....	76
Gráfico 15. Mezcla Aserrín Fino+ Alfalfa Picada .....	77
Gráfico 16. Mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz.....	77
Gráfico 17. Volteo de la mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada.....	77
Gráfico 18. Volteo de la mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz.....	77
Gráfico 19. Inoculación de <i>Trichoderma spp</i> .....	78
Gráfico 20. Botellas con la sepa inoculada.....	78
Gráfico 21 Crecimiento de <i>Trichoderma spp</i> a los 4 días de inoculado.....	78

Gráfico 22. Crecimiento de Trichoderma spp a los 8 días de inoculado .....	79
Gráfico 23. Trichoderma spp listo para añadir a las mezclas.....	79
Gráfico 24. Dilución 1/10 del microorganismo .....	80
Gráfico 25. Adición de la dilución en la cámara de Neubauer .....	80
Gráfico 26. Volumen del cilindro (balde).....	81
Gráfico 27. Peso de las mezclas/pala.....	81
Gráfico 28. Distribución según los tratamientos .....	81
Gráfico 29. Distribución según los tratamientos.....	81
Gráfico 30. Adición del inóculo a las mezclas.....	82
Gráfico 31. Rotulación y distribución de los tratamientos .....	82
Gráfico 32. Medición de temperatura.....	82
Gráfico 33. Remoción y aireación .....	82
Gráfico 34. Siembra de las semillas .....	83
Gráfico 35. Tratamientos con sus respectivas mezclas.....	83
Gráfico 36. Cultivos según el diseño experimental .....	83
Gráfico 37. Hidratación de las réplicas en cada tratamiento .....	83
Gráfico 38. Primeros brotes de las plantas en la segunda medición de alturas ..	84
Gráfico 39. Medición de temperatura.....	84
Gráfico 40. Medición de alturas en la última. 15 días.....	85
Gráfico 41. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento .....	85
Gráfico 42. Efectos Principales para Crecimiento.....	102
Gráfico 43. Interacción para Crecimiento .....	102
Gráfico 44. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento .....	106

Gráfico 45. Efectos Principales para Crecimiento.....	107
Gráfico 46. Interacción para Crecimiento.....	107
Gráfico 47. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.....	111
Gráfico 48. Efectos Principales para Crecimiento.....	112
Gráfico 49. Interacción para Crecimiento.....	112
Gráfico 50. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento .....	116
Gráfico 51. Efectos Principales para Crecimiento.....	117
Gráfico 52. Interacción para Crecimiento.....	117
Gráfico 53. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.....	121
Gráfico 54. Efectos Principales para Crecimiento.....	122
Gráfico 55. Interacción para Crecimiento.....	122
Gráfico 56. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.....	126
Gráfico 57. Efectos Principales para Crecimiento.....	127
Gráfico 58. Interacción para Crecimiento.....	127

## INDICE DETABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	28
Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	29
Tabla 3. Resultados Experimentales.....	32
Tabla 4. Peso de Materia Orgánica.....	44
Tabla 5. Porcentajes en peso de las Mezclas.....	44
Tabla 6. Concentraciones de <i>Trichoderma spp.</i> .....	47
Tabla 7. Valores de las diferencias de crecimiento ( $\Delta$ ) de las plantas en función del tiempo.....	49
Tabla 8 Velocidad de crecimiento de las plantas de Frijol.....	50
Tabla 9. Modelo operativo para la implementación de un laboratorio de análisis de suelos para los sectores agrícolas de la ciudad .....	67
Tabla 10 Actividades de Administración para un proyecto.....	68
Tabla 11. Previsión de la Evaluación.....	70
Tabla 12. Datos de observación en cámara de Neubauer.....	86
Tabla 13. Peso de los C.O .....	91
Tabla 14. Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. Día 6 .....	92
Tabla 15. Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. Día 9 .....	93
Tabla 16. Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. Día 12.....	94
Tabla 17. Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. Día 15.....	95
Tabla 18. Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. Día 15.....	96
Tabla 19. Resultados promedios de crecimiento.....	97

Tabla 20. Valores $\Delta$ (variación de crecimiento en cm) en cada medición.....	98
Tabla 21. % de Germinación de las plantas por cada réplica.....	99
Tabla 22. Análisis de Varianza para Crecimiento.....	100
Tabla 23. Optimizar Respuesta.....	101
Tabla 24. Análisis de la varianza.....	103
Tabla 25. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658.....	103
Tabla 26. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658.....	103
Tabla 27. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658.....	103
Tabla28. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,18582.....	104
Tabla 29. Análisis de Varianza para Crecimiento.....	105
Tabla 30. Optimizar Respuesta.....	106
Tabla 31. Análisis de la varianza.....	108
Tabla 32. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964.....	108
Tabla 33. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964.....	108
Tabla34. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964.....	108
Tabla 35. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16923.....	109
Tabla 36. Análisis de Varianza para Crecimiento.....	110
Tabla 37. Optimizar Respuesta.....	111
Tabla 38. Análisis de la varianza.....	113
Tabla 39.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416.....	113
Tabla 40.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416.....	113
Tabla 41.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416.....	113
Tabla42.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18297.....	114

Tabla 43. Análisis de Varianza para Crecimiento .....	115
Tabla 44. Optimizar Respuesta .....	116
Tabla 45. Análisis de la varianza .....	118
Tabla 46. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669 .....	118
Tabla 47. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669 .....	118
Tabla 48. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669 .....	118
Tabla 49. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,92632 .....	119
Tabla 50. Análisis de Varianza para Crecimiento .....	120
Tabla 51. Optimizar Respuesta .....	121
Tabla 52. Análisis de la varianza .....	123
Tabla 53. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99317 .....	123
Tabla 54. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99317 .....	123
Tabla 55. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,37164 .....	123
Tabla 56. Análisis de Varianza para Crecimiento .....	124
Tabla 57. Optimizar Respuesta .....	125
Tabla 58 . Análisis de la varianza .....	126
Tabla 59. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111 .....	128
Tabla 60. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111 .....	128
Tabla 61. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111 .....	128
Tabla 62. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,62938 .....	128
Tabla 63. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111 .....	129

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1 Tema de Investigación

“Elaboración de un abono orgánico, mediante la aplicación de microorganismos del género *Trichoderma spp.* a partir de la preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos”.

#### 1.2 Planteamiento de problema.

Mediante un proceso de investigación se desea elaborar un abono orgánico basado en la utilización de la mezcla de compuestos biodegradables tales como: desechos madereros más compuestos orgánicos como: cascaras de papas, cascarilla de arroz y alfalfa. Se busca tener un material de calidad que sirva de sustrato para los microorganismos *Trichoderma spp.*, que se desea aplicar en este estudio, estos se caracterizan porque tienen la propiedad de brindar a las plantas una mayor resistencia y mayor habilidad para retener los nutrientes presentes en el suelo gracias a los nódulos que forma en las raíces de las plantas, les permite tener una mayor absorción de los nutrientes y la humedad del suelo.

Con el fin de cumplir con las exigencias específicas de las producciones ecológicas de utilizar exclusivamente productos no tratados y completamente naturales, se pretende conseguir material innovador que sirva como fuente de recursos en el sector agrícola productivo, debido a las escasas fuentes de trabajo y a la gran cantidad de desechos orgánicos que comúnmente se desperdician, para obtener así una alternativa de subsistencia de los agricultores al utilizar desechos orgánicos antes no utilizables.

## **1.2.1 Contextualización**

### **1.2.1.1 Contextualización Macro**

A nivel mundial se ha buscado alternativas para ejercer un control biológico en el sector agrícola, Una respuesta positiva y concreta a la campaña mundial de limpieza del planeta es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, en particular especies del género *Trichoderma spp.* han merecido la atención máxima como agente biocontrol.

Este hongo hiperparásito actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos, anti fúngicos y enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo, además produce sustancias promotoras de crecimiento de las plantas. El mismo coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase post-emergente de patógenos fúngicos, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos (Stefanova, 1993).

### **1.2.1.2 Contextualización Meso**

En América desde la década de 1.960 se difundió el método de la Agricultura biológica o Agrobiología para destacar la importancia que se le da al Control Biológico, el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. El Manejo Integrado de Plagas es, primero, buscar en cada insecto plaga su punto débil y atacarlo allí, buscar los enemigos de los insectos plagas y utilizarlos, llevándolos al lote; además de esto, se puede usar más de un método para el control de las plagas, lo que provee el mejor control y de esta manera, si un método de control por alguna razón falla, los otros métodos continuarán protegiendo al cultivo, convirtiéndolo realmente en un método integrado. “Un cultivo bien nutrido es más resistente al ataque de plagas y enfermedades lo que favorecerá a hacer menos aplicaciones de plaguicidas y eso a su vez conservar mejor el ecosistema del suelo”.

Por ello la agricultura sostenible puesto que no se puede concebir la nutrición como un componente aislado, sino como un manejo integrado de cultivo ya que lo factores nutricionales (como contenido de materia orgánica, fórmulas y formas de fertilización y manejo de suelo) y no nutricionales que están interrelacionados e interactúan.

En estos países la agricultura Biológica o Agrobiología, asegura que en la medida que se manejen bien los factores no nutricionales se facilita la obtención de calidad, productividad, se disminuye la contaminación y se bajan costos. Cuando existe una aplicación muy concentrada de fertilizantes químicos, se elimina un porcentaje de microorganismos benéficos, como algunas especies de *Basillus*, como consecuencia, se pueden desarrollar enfermedades del suelo. Este fenómeno simple, puede traer consigo aplicaciones extra de agroquímicos para controlar pudriciones radiculares; esto afectará hongos de micorrizas y otros microorganismos que afectan el proceso de mineralización de ciertos elementos afectando en forma negativa la nutrición de las plantas (Serrano,2009).

### **1.2.1.3 Contextualización Micro**

En el Ecuador la diversidad de climas, condiciones geográficas, y su naturaleza rica y exótica le permiten a nuestro país contar con suelos aptos para un sinnúmero de cultivos, en los últimos años la producción orgánica constituye una alternativa sostenible, tanto en términos ecológicos, como económicos, aumentando la productividad de las plantas y los ingresos económicos en la actividad agraria, al mismo tiempo que contribuye a la protección de los recursos naturales para futuras generaciones, en los cuales los hongos juegan un papel importante para el hombre, los animales y las plantas; estos microorganismos forman parte integral de los diferentes tipos de ecosistemas en las zonas templadas, subtropicales y tropicales, participando en procesos de reciclaje de nutrientes y descomposición de la materia orgánica. *Trichoderma spp.* es un hongo benéfico que se encuentra naturalmente en todos los suelos. De este hongo se han aislado varias cepas siendo la más común *Trichoderma harzianum* y *viride*, que al ser aplicado a las semillas, plantas en vivero, repicadas o plantas establecidas, tiene un sin número de beneficios tanto preventivos como curativas contra hongos patógenos.

Por tal motivo este trabajo tiene el propósito de conocer y dar a conocer al agricultor el uso y la aplicación de *Trichoderma* en la producción agrícola de vivero, tratando de eliminar la utilización de los derivados industriales, tanto en la implementación del semillero como la del vivero, optando así con un producto sano y sin residuos químicos; disminuyendo los sistemas de producción que han generado altos costos sociales y ambientales, donde el uso de los recursos naturales constituye la base de la producción agrícola (Guilcapi, 2009).

### 1.2.2 Análisis Crítico

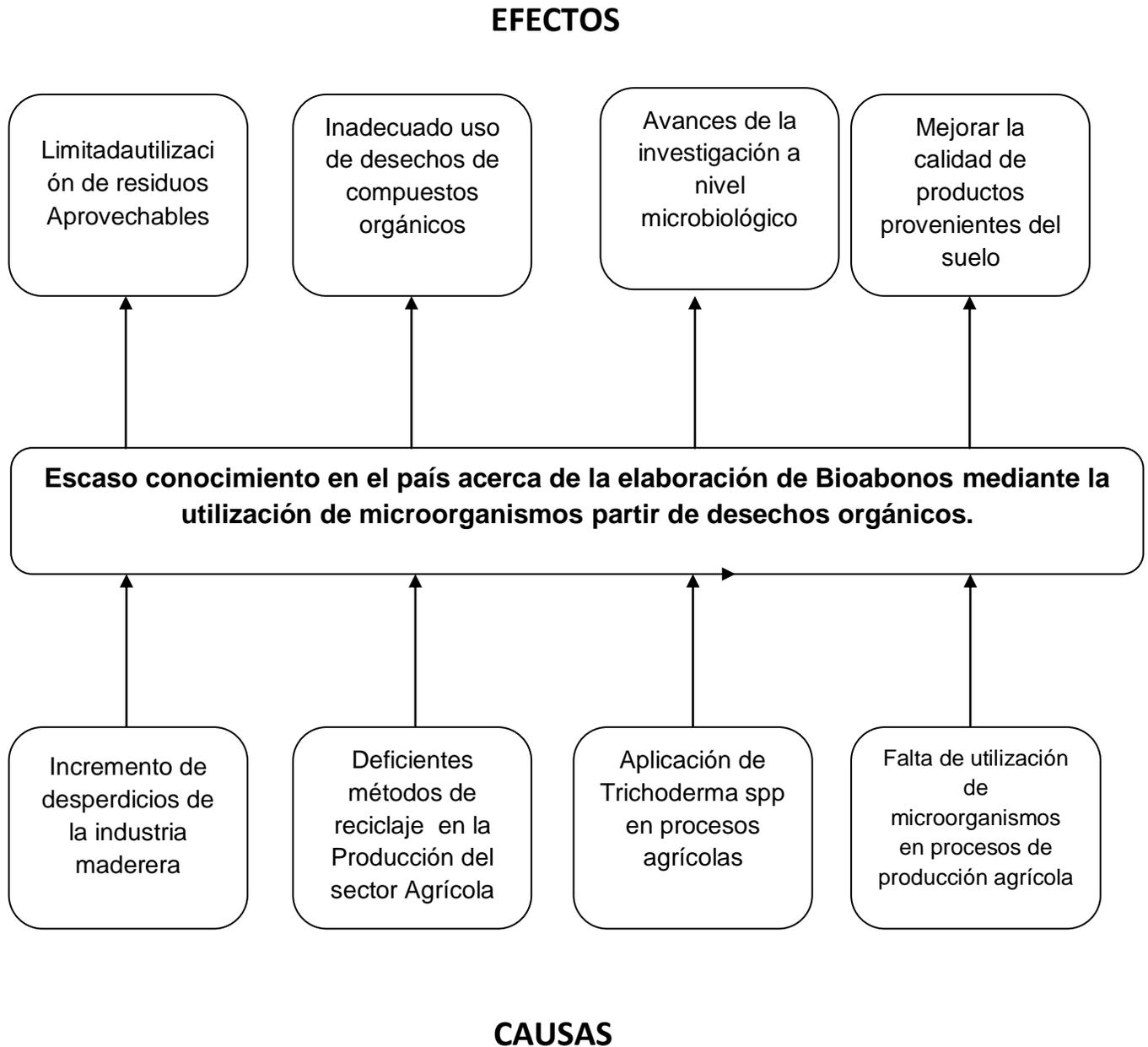
En la actualidad para conseguir buenas cosechas y económicamente más rentables, se utilizan los fertilizantes. Estos productos químicos que se encargan de administrarles los minerales que le hacen falta a los suelos por sus excesivos usos en el cultivo, son cada vez más utilizados por los agricultores. Es así que los fertilizantes le aportan los suelos los nutrientes que les hacen faltan y principalmente con su aplicación las producciones de las cosechas pueden llegar hasta triplicarse en algunos casos. Además de los fines económicos, estos son a consecuencia de la demanda mundial que existe de todo tipo de cultivos, y para aumentar el rendimiento de cada cosecha, se utilizan los fertilizantes.

Los beneficios que aportan los bioabonos a los cultivos en comparación al abono normal es que en los suelos poco fértiles las raíces de las plantaciones son cortas, lo que produce que la planta no tenga un buen crecimiento, es así que la utilización de fertilizantes, aporta a los suelos los nutrientes que ayudan al perfecto crecimiento de las raíces de las plantaciones.

Además de la utilización de bioabonos se deben tomar otras medidas de control y cuidado en los cultivos, para que tengan éxito, el mayor porcentaje posible de los mismos. Estos cuidados deben ser con respecto al riego que necesita cada tipo de cultivo diferente, las condiciones climáticas del lugar en donde elegimos para realizar las plantaciones, la aparición de plagas y enfermedades que pueden producir grandes pérdidas si no son controladas a tiempo, la utilización adecuada, en el caso de necesitarse, de agroquímicos y diferentes sistemas contra las plagas y enfermedades que ocasionan las mismas, ya que en exceso, al igual que los fertilizantes, pueden ocasionar grandes daños a las plantaciones y a el suelo, sin nombrar las consecuencias que pueden traer en el ser humano y los animales que se encuentren en contacto o ingieran este tipo de cultivos contaminados o aguas contaminadas por la utilización de los químicos aplicados a las plantaciones. Todas estos factores deben ser controlados adecuadamente para el desarrollo efectivo de las plantaciones, que serán luego distribuidas para el consumo del hombre.

### 1.2.3 Árbol del Problema

Gráfico 1. Árbol del Problema



Elaborado por: Alexandra Núñez

#### 1.2.4 Prognosis

Elaboración de abonos orgánicos es un procedimiento innovador de modo que al no realizarse esta investigación, se estaría limitando el avance y desarrollo del país en especial del sector agrícola en cuanto se refiere a la investigación y descubrimiento de nuevas alternativas para el mejoramiento del suelo y de la producción agraria, a mas que al no producirse este bioabono se restaría la aparición de nuevos nichos de mercado y por ende se desperdiciarían las grandes fuentes de trabajo que este estudio puede generar.

#### 1.2.5 Formulación del problema

¿Cómo remediar el Escaso conocimiento en el país acerca de la elaboración de Bioabonos mediante la utilización de microorganismos partir de desechos orgánicos?

#### 1.2.6 Preguntas Directrices

¿Cómo preparar mezclas de desechos madereros mas compuestos orgánicos como sustrato para *Trichoderma spp.*?

¿Qué cantidad en peso (g) se puede añadir los microorganismos del género *Trichoderma spp.* a las mezclas de compuestos orgánicos para transformarlos en abono orgánico?

¿Cómo comparar las mediciones de crecimiento de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sembradas en los bioabonos obtenidos en los tratamientos planteados, con las obtenidas sin el bioabono.

#### 1.2.7 Delimitación

**Área:** Biotecnología

**Sub-área:** Microbiología

**Sector:** Bioabonos

**Sub-sector:** *Trichoderma spp.*

**Delimitación Espacial:** La Península

**Delimitación Temporal:** Diciembre del 2011 a Junio del 2012

### **1.3 Justificación**

Mediante la presente investigación se desea promover en la cultura ecuatoriana la reutilización de desechos orgánicos que a diario se generan como producto de distintos procesos ecológicos producidos en el campo tales como: aserraderos, invernaderos de hortalizas, granjas agrícolas, florícolas y domiciliarios. Se desea fomentar el uso de éstos como materia prima y a la vez como sustratos para la elaboración de abonos y mediante la utilización de microorganismos que actúen sobre estos sustratos para descomponer la materia orgánica y producir un abono con características ecológicas que contenga los nutrientes que se requieren para la gran cantidad de procesos de siembra agrícola y tienen gran apertura a nivel económico y productivo.

Es por ello que al promover la elaboración de abonos orgánicos o bioabonos se desea culturalizar a las diferentes sociedades para que tengan conocimiento de los grandes proyectos que se pueden realizar con la ayuda de conocimientos biotecnológicos y mediante la reutilización de desechos. De esta manera se dará lugar a nuevas alternativas de trabajo, dado a que la producción de bioabonos se abra campo en los nuevos procesos agro-tecnológicos ya que hoy en día se tiene preferencia a todos los recursos renovables que aporten con la conservación del medio ambiente.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo General:**

- Elaborar un abono orgánico, mediante la aplicación de microorganismos del género *Trichoderma spp.* a partir de la preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Preparar mezclas de desechos madereros mas compuestos orgánicos que sirvan como sustrato para *Trichoderma spp.*

- Añadir *Trichoderma spp* a las mezclas de compuestos orgánico para transformarlos en abono orgánico.
- Sembrar semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en los bioabonos obtenidos en los tratamientos planteados y medir el crecimiento de las plantas para compararlas con las obtenidas sin el bioabono.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes investigativos**

Los científicos agrícolas han reconocido los beneficios de la MOS para la productividad de los cultivos. Esos beneficios han sido sujeto de controversia por mucho tiempo y algunos se mantienen actualmente. Muchos de estos beneficios de la MOS han sido bien documentados, pero algunos efectos están íntimamente asociados con otros factores del suelo que es difícil atribuirle solo a la materia orgánica. Otro de los inconvenientes están ligados a la falta de precisiones para definir específicamente las varias fracciones dentro de la MOS (Materia Orgánica Seca).

El efecto benéfico de la MOS sobre la fertilidad de los suelos especialmente sobre aquellos altamente meteorizados es de una importancia dramática con relación a sus contenidos, pues está demostrado que incrementos mínimos benefician simultáneamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunque la interacción de estas tres propiedades dificulta la cuantificación del efecto benéfico de la MOS, para complicar aún más la situación es muy factible que los distintos componentes de la MOS estén afectando simultáneamente y en forma distinta la dinámica, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Meléndez, 2003).

Aunque no se conoce a ciencia cierta la naturaleza de los procesos implicados ni las fracciones de MOS que afectan las propiedades del suelo, es claro que ésta presenta efectos benéficos como los siguientes:

- Es fuente importante de micro y macro nutrientes especialmente N, P, Y S, siendo particularmente importante el P orgánico en los suelos ácidos.
- Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo.
- Actúa como quelante de micronutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos.
- Mejora la capacidad de intercambio del suelo.
- Mejora la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo.
- Disminuye la densidad aparente.
- Aumenta la capacidad del suelo para retener agua.
- Es fuente energética de los microorganismos especialmente por sus compuestos de carbono.
- Estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro y microorganismos del suelo.

Un regalo de la naturaleza para los agricultores, *Trichoderma* está entre los hongos saprofitos más comunes, hay muchas especies del *Trichoderma* con muchas características que diferencian, un ejemplo es el *harzianum* del T. Aparte de su facilidad para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional. *Trichoderma* tiene diversas ventajas como agente de control biológico.

La biomasa microbiana es un componente vivo de la MOS(Materia Orgánica Seca),que constituye una fuente y salida de nutrientes para las plantas especialmente N y P y es el principal mediador en el ciclaje de carbono. Ayuda a disminuir pérdidas de nutrientes por lixiviación, por medio de la retención temporal o inmovilización que hacen los microorganismos a través de su biomasa. Libera nutrientes a través de los procesos de descomposición y mineralización. La biomasa microbiana es un indicador sensible y rápido de los cambios de la MOS bajo diferentes prácticas de manejo (Meléndez, 2003).

Según (Valenzuela, 2010), señala que el tratamiento y transformación de los residuos sólidos es sin duda un problema en todas las ciudades del mundo: los vertederos siempre suelen estar repletos y si todos nos diéramos el tiempo de reducir (una de las 3 reglas más importante de la ecología) los desechos vegetales generaríamos más espacio, los residuos vegetales suelen representar entre un 20 y un 25% del total en estos lugares (para basura que no se puede reducir o reciclar) y obtendríamos beneficios naturales.

En algunos países se ha fomentado pero en menor número la elaboración y aplicación de abono orgánico en los cultivos agrícolas, utilizando substratos se usan en dos procesos distintos para el desarrollo vegetal: la multiplicación y la producción. Para la multiplicación o reproducción y distribución de este producto en los distintos cultivos del país, se usa un substrato fino para que la semilla o el esqueje tengan una óptima penetración con el medio para poder germinar y enraizar con facilidad. Para la producción se usa un substrato poroso para que el sistema radicular de la planta obtenga las mejores condiciones para un buen desarrollo. Solamente raíces sanas y bien desarrolladas garantizan un buen crecimiento vegetal, salud de la planta, floración abundante y en el caso de la horticultura una buena producción (Sztern, 2007).

Con el desarrollo de la microbiología y fundamentalmente a partir de los trabajos de (Winogradsky, 1856) y (Beijerinck, 1931), fue posible establecer el papel fundamental que desempeñan los microorganismos como agentes geoquímicos, en los ciclos biológicamente importantes de transformación de la materia en la biósfera. Estos conocimientos, permitieron abordar la práctica tradicional del compostaje con una base científica, instrumentando procedimientos y técnicas que permiten mayoritariamente el control del proceso en su conjunto.

Todos los bioabonos presentan una buena reserva de nutrientes como lo muestran los contenidos totales de los elementos, los cuales podrían permanecer liberándose en el suelo en caso de que el material fuera usado como fertilizante. Muestra altos niveles de Ca y Mg disponibles para las plantas y también, aunque en menor escala de Zn, Cu, Mg y Fe (Flores, 1997).

Las investigaciones han mostrado que con la aplicación de *Trichoderma spp.* en plantas de diferentes cultivos son generalmente más vigorosas, con mayor peso húmedo y seco y mejor desarrollo del sistema radical (Donoso *et al.*, 2008).

La incorporación al agro ecosistema de abonos orgánicos provenientes de diferentes materiales vegetales y animales ha demostrado tener ciertos efectos sorpresivos hacia algunas enfermedades, debido a que contienen poblaciones microbianas (Bohem, 2002).

Tomando en cuenta que la aplicación de *Trichoderma spp.* Favorece el control, reduce la incidencia de varias enfermedades causadas por hongos y ejercen un efecto positivo

sobre el crecimiento de las plantas, en esta investigación se planteó determinar en condiciones de umbráculo cuál es el momento adecuado de la aplicación del microorganismo y evaluar su efecto sobre el crecimiento de las plantas de vegetales, en tomate, *Trichoderma* spp. promueve un mayor crecimiento y vigor de las raíces, además de un aumento en los mecanismos de defensa (Torres *et al.*2004).

Según (Harman,2001) señala que entre los mecanismos de acción del antagonista *T. harzianum* se encuentran el micoparasitismo, la antibiosis, la competencia por nutrientes y espacio, la desactivación de las enzimas de los patógenos, la tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo del sistema radical, la solubilización y absorción de nutrientes orgánico y la resistencia inducida.

En el comercio existen varios productos, con combinaciones de diferentes microorganismos, cuya función principal es la de acelerar el proceso de descomposición de residuos de cosecha para la producción de materia orgánica en el suelo e incrementar su comunidad de organismos benéficos (Dinel,1998).

Los estudios realizados por (Rodríguez,2003), demostraron que para disminuir el mismo se ha difundido la utilización de compuestos a base de madera para la transformación de desechos en abonos orgánicos de muy buena calidad, útil para el mejoramiento de los suelos. Sin embargo es necesario conocer el tiempo de descomposición, factores de conversión y el contenido nutricional de sustratos de origen animal y vegetal, como también la capacidad de absorción de agua y líquidos en diferentes sustratos en nuestro medio.

Como (Perazzoli,2005), menciona que este Abono orgánico equilibrado en nutrientes y con buenas propiedades bio-físicoquímicas. Es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos en presencia de aire (fermentación aeróbica/ respiración oxidativa).

Los avances científicos han desarrollado un nuevo sentido de la biotecnología, que hoy día incluye a los transgénicos, la clonación y todo el sistema de propiedad sobre la vida que viene aparejado. Todos estos son temas muy complejos en los que no nos meteremos. Solo podemos expresar que estamos a favor de la vida y sus procesos naturales y consideramos inviable la propuesta de desarrollo de la actual agricultura industrial pautada por un mercado ciego ambiental y socialmente (Perazzoli,2005).

## 2.2 Fundamentación filosófica

La presente investigación se enfoca en la elaboración de productos orgánicos a base de desechos que se encuentran comúnmente en el trabajo diario cotidiano, donde se considerara el paradigma positivista ya que este se rige por las leyes que permiten explicar, predecir y controlar los procesos agrícolas y dichos procesos den apertura a ser descubiertas y descritas por los investigadores con métodos adecuados, ya q se basa en la experiencia y es válido para todos quienes desean aplicar la biotecnología en sus actividades laborales.

Enfatizando así en que los abonos, bioabonos o biofertilizantes al compuesto elaborado mediante la utilización de sustratos orgánicos y por participación de microorganismos inoculados con fines adecuados al proceso, y Entendemos genéricamente por abonos todas aquellas sustancias o compuestos de origen abiógeno o biógeno que presentan alguna propiedad positiva para los suelos y cultivos.

A principios del siglo XX, Rudolf Steiner organizó unas conferencias de trabajo en Alemania, “abriendo el camino para un conocimiento de lo viviente, de lo anímico y de lo espiritual en la naturaleza, y con ello la posibilidad de conducir el trabajo con la tierra y sus criaturas hacia un ‘nuevo ordenamiento’ donde lo natural se halla sobre elevado e integrado en lo humano. Mediante este estudio se aplica la vía hipotético–deductiva como lógica metodológica válida.

Llevando este concepto a términos más terrenos, lo que distingue a la corriente Biodinámica es el uso de los preparados dinamizados, a manera de una homeopatía agrícola; además de esto, se desarrolla en esta escuela la idea de que las unidades rurales son unos organismos agrícolas que se hallan sometidos a la influencia de factores cósmicos complementarios, diferentes a la influencia de la luz, las estaciones y el clima en general. “Desde el punto de vista conceptual, la Agricultura Biodinámica promueve una agricultura que reconoce y utiliza las fuerzas energéticas de todos los seres vivos y no se restringe a la visión materialista predominante de lo que en esa época se conoció como “la nueva agricultura científica”.

### **2.3 Fundamentación legal.**

Según la constitución del Ecuador 2008 existen varios artículos referentes al medio ambiente y a temas relacionados a la utilización de recursos renovables. Tales como:

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

**Literal 2.** Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

**Literal 3.** Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

**Literal 4.** Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

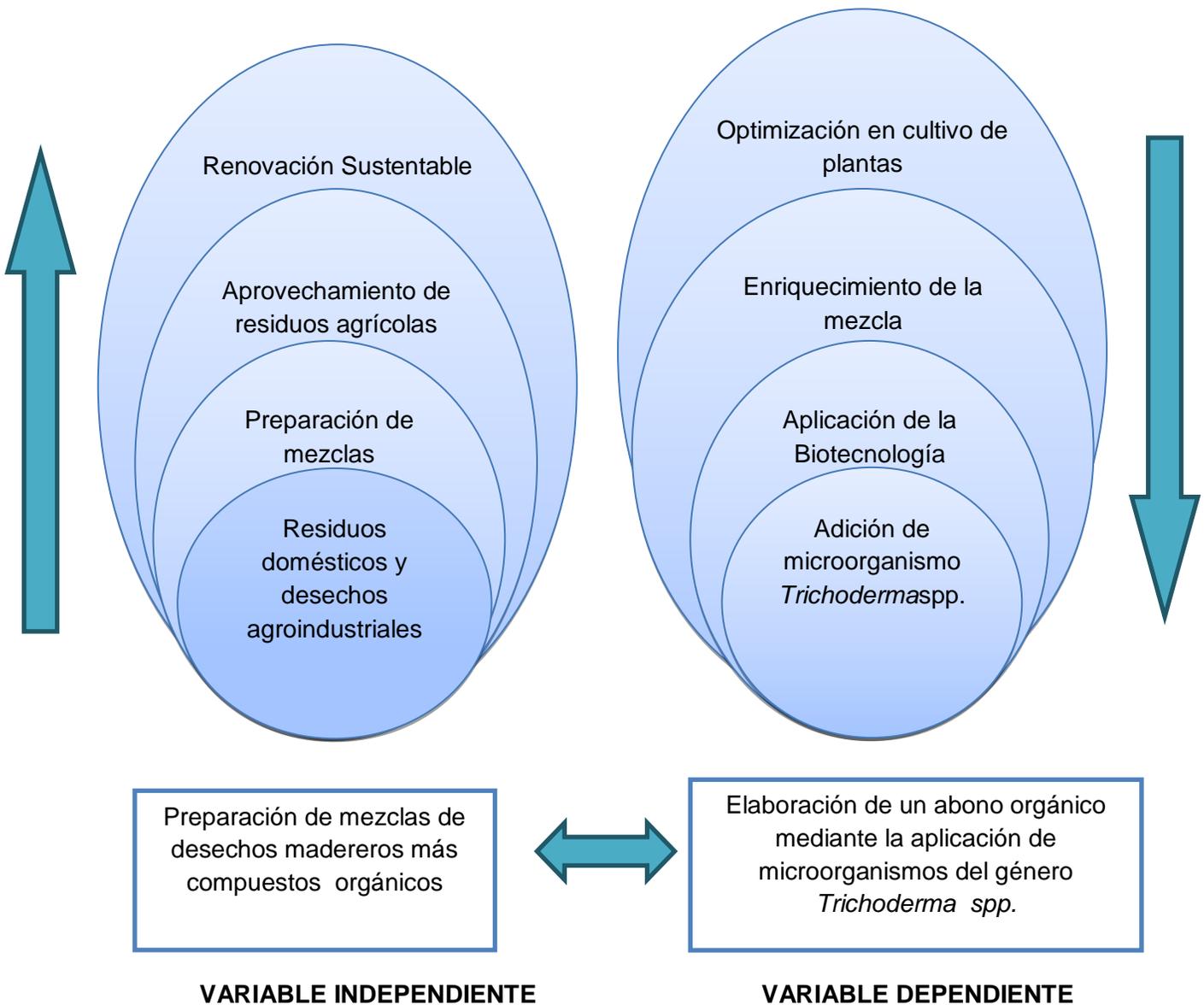
**Art. 409.-** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

## 2.4 Categorías fundamentales

### 2.4.1 Supra-ordenación Conceptual

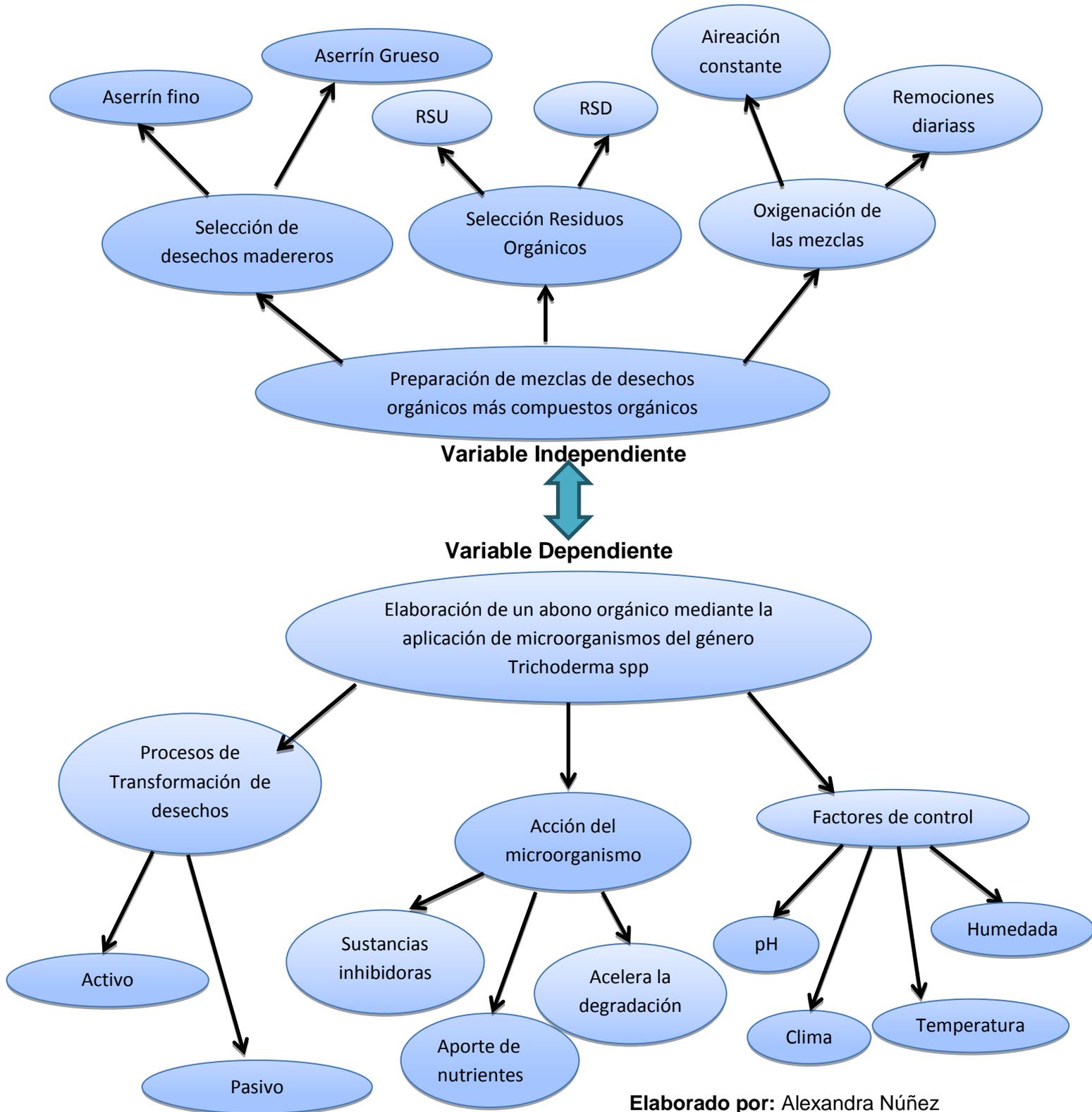
Gráfico 2. Supra-ordenación Conceptual



Elaborado por: Alexandra Núñez

## 2.4.2 Sub-ordenación Conceptual

Gráfico 3. Supra-ordenación Conceptual



### 2.4.2.1 Marco teórico de la variable independiente

#### Residuos domésticos

Los residuos domésticos se dividen diferentes grupos tales como:

**Residuos orgánicos:** se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el “ciclo vital”, como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

El contenido de humedad es otro parámetro a considerar en los residuos orgánicos. La humedad varía de un pequeño porcentaje, como en el caso de residuos de cosechas, hasta un 90% en el caso de lodos, aguas negras y otros desechos líquidos. El contenido en humedad, puede llegar a condicionar, las alternativas de tratamiento.

#### Residuos sólidos urbanos (R.S.U)

La denominación Residuos Sólidos Urbanos hace referencia, en términos generales, a los residuos generados por cualquier actividad en los centros urbanos y en sus zonas de influencia. No obstante, nos ocuparemos brevemente, sólo de aquellos residuos urbanos donde el componente orgánico predomina, estos son: residuos sólidos domiciliarios, residuos provenientes de la limpieza y barrido de áreas públicas, residuos del mantenimiento de arbolado, áreas verdes, recreativas públicas y privadas.

#### Residuos sólidos domiciliarios (R.S.D)

Son todos aquellos residuos sólidos generados en las actividades que se realizan en un domicilio particular. Varios aspectos caracterizan entre otros estos residuos:

- **Regularidad en la emisión:** se producen diariamente, sin discontinuidad.
- **Incremento en la emisión:** en pocos años, se ha pasado en Uruguay por ejemplo, de una media de 0,6 kg./habitante /día a valores que oscilan entre 0,7-0,9kg./habitante/día, tendencia que sigue en aumento.

- **Heterogeneidad en su composición:** son una mezcla de desechos de origen orgánico o biótico e inorgánico o abiótico, sujeta a variaciones de tipo estacional y zonal.
- **Concentración espacial:** una vez efectuada la recolección, los residuos domiciliarios son trasladados a un sitio donde se realiza la disposición final de los mismos.

El componente orgánico de los residuos domiciliarios es la fracción predominante. Su porcentaje en peso puede variar entre un 55 a 70% del peso total, el resto corresponde a residuos abióticos. Dentro de esta fracción orgánica, en términos generales predominan los desechos de origen vegetal. La relación residuos vegetales/animales está sujeta a variaciones de tipo estacional muy marcadas en algunas regiones.

Si bien los Residuos Sólidos Domiciliarios representan cuantitativamente una fuente muy importante de materia orgánica, la separación de esta fracción libre de restos inorgánicos ofrece dificultades lo que encarece los costos de recuperación (Sztern, 2007).

### **Preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos**

Para la preparación de mezclas para la elaboración del bioabono se partió de desechos de la industria maderera como:

**Aserrín:** Este compuesto y la corteza resultan desechos de la industria de la elaboración primaria de la madera. En el mundo se desarrollan cada día nuevas tecnologías para dar un uso racional a estos residuos, que además contribuyen con su acumulación a la contaminación del entorno. Aspectos sociales de este problema y sugerencias para dar un aprovechamiento óptimo con enfoque ambientalista.

Sus principales componente son los materiales lignocelulósicos constituyen una fuente de materia prima importante para la obtención de productos de amplia utilización en la agricultura. Dentro de estos materiales se encuentran el aserrín y la corteza que resultan desechos de la industria de la elaboración primaria de la madera (Albares, 2003).

Para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, de forma tal que, el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más enérgicos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma

más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios. (Sztern, 2007).

### **Oxigenación y aireación**

La mayor parte de los microorganismos que transforman la materia orgánica son aerobios; siendo además los que mayor actividad presentan en el proceso.

Generalmente, bajo condiciones de mala aireación (saturación de agua, degradación de la estructura, etc.) sólo se produce la acumulación de los restos vegetales, siendo muy lenta su transformación y mineralización, por lo que se aconseja realizar remociones diarias de las pilas para favorecer la aireación, por lo menos dos veces por semana. Así se favorece la acción de degradación de los microorganismos.

#### **2.4.2.2 Marco teórico de la variable dependiente**

Para transformar los desechos orgánicos en abono, se dispone de dos tipos de proceso: pasivos y activos.

##### **En los procesos pasivos:**

Se deja a la naturaleza y las condiciones ambientales a que favorezcan el proceso de transformación gradual en abono.

##### **En los procesos activos:**

Se brindan tratamientos para acelerar el proceso de transformación, activando justamente las condiciones que requieren los microorganismos más favorables para el abono orgánico. En estos tratamientos, las pilas del material son sometidas a condiciones que agilizan los procesos de transformación en abono. Se induce de manera artificial su conversión en abono.

#### **Factores que Influyen en la Transformación de la Materia Orgánica**

La humificación y la mineralización de los restos orgánicos depende tanto de la naturaleza de éstos, como de las características del medio. De esta manera, serán factores externos, el clima, el suelo, la acción humana, etc., e internos como la composición del material orgánico, los que van a dirigir y definir ambos procesos.

### **Naturaleza de los restos orgánicos.**

La composición de los vegetales es muy variada lo que hace por una parte, que la secuencia en la degradación de sus constituyentes no sea uniforme y por otra que algunos de sus componentes tengan acciones positivas o negativas sobre la actividad microbiana responsable de la transformación. Uno de los factores positivos es la riqueza en nitrógeno expresado en la relación C/N. Dentro de los negativos podríamos mencionar el contenido en compuestos fitotóxicos como lípidos, resinas y ceras.

### **Acción de los microorganismos implicados en el proceso.**

Entre otras muchas acciones, se encargan de descomponer de transformar a compuestos más simples y de mineralizar los constituyentes de los restos orgánicos; además de re sintetizar sustancias a través de su metabolismo las que participarán como unidades estructurales, en la formación de las macromoléculas húmicas.

Sin embargo, son muchos los factores ambientales que actúan sobre estos seres vivos y las perturbaciones que se les ocasiona mediante el manejo intensivo del suelo.

### **Presencia de nutrientes.**

Si hubiera que destacar alguno de ellos en el proceso de humificación, sería el nitrógeno el que asumiría el papel más importante. En este sentido es frecuente encontrar clasificados los materiales orgánicos según su contenido de nitrógeno.

### **Características de los minerales de suelo.**

Sabemos que para un suelo dado hay un contenido máximo de humus, lo que parece estar en relación con el contenido en coloides minerales. Así encontramos que la acumulación de humus influye más la capacidad de adsorción de las arcillas, que los contenidos totales de las mismas o que en suelos ligeros presentan una descomposición más rápida en los restos orgánicos.

### **Presencia de sustancias inhibitoras.**

En este sentido la capacidad de sintetizar metabolitos tóxicos, por algunos microorganismos del suelo como determinados antibióticos, pueden afectar a los restantes miembros de la población microbiana, que compiten con ellos por el alimento y

el oxígeno. En este mismo sentido se cita la riqueza química del exudado radical de ciertos vegetales.

### **Factores de control:**

#### **Clima.**

Interviene de forma determinante sobre la vegetación y todo lo relacionado con el desarrollo de la misma.

Las secuencias climáticas, que dan valores determinados de precipitación y temperatura marcan el ritmo de la vegetación la cual a su vez tendrá una respuesta directa sobre los procesos relacionados con la transformación de la materia orgánica.

#### **Humedad.**

Es bien sabido que las condiciones microbianas de zonas semiáridas, se activa con gran rapidez, en el momento en que las condiciones ambientales, especialmente la humedad, le son favorables (Badía, 1991). El contenido de humedad afecta también el desarrollo de la vegetación de manera directa y es evidente que a mayor cantidad de vegetación mayor cantidad de material orgánico.

#### **pH del suelo.**

Un pH excesivamente bajo hace demasiado lenta la actividad biológica y en consecuencia disminuye el ritmo de transformación y mineralización de la materia orgánica; un pH entre 6 y 7.2 permite una adecuada evolución de la misma, ya que la mayor parte de las bacterias se desarrollan mejor a pH neutros o ligeramente alcalinos, mientras que el grupo de los hongos presenta un buen desarrollo dentro de los límites de pH más amplios.

#### **Temperatura.**

Cada organismo tiene un óptimo de temperatura. Así temperaturas entre 20 y 25 °C son adecuadas para un buen desarrollo de la mayor parte de los hongos; mientras que las bacterias alcanzan su desarrollo ideal entre 30 y 50 °C.

El proceso está completo cuando la pila deja de estar caliente. Es la alta temperatura la que destruye los patógenos. Estrictamente, es recomendable un análisis microbiano del abono. Los microorganismos que contribuyen en la formación del abono requieren de

oxígeno, el cual lo toman del existente en los propios desechos. El alto calor que se genera por el proceso de fermentación, reduce los riesgos de contaminación biológica. El propio calor acelera el proceso de descomposición y deviene en la destrucción de los microorganismos adversos. Para reducir los riesgos en el uso del estiércol, es necesario someterlo a un proceso de degradación y descomposición. La acción de bacterias y hongos fermenta el material orgánico y lo va estabilizando en la forma de humus (Orrego, 2005).

Utilizaremos el término biofertilizantes para referirnos a aquellos abonos orgánicos que son producidos a partir de desechos orgánicos, por la aplicación de alguna biotécnica, siendo el compostaje una de las técnicas que permite esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo (Sztern, 2007).

### **Actuación humana.**

En suelos cultivados inciden varios aspectos diferentes, normalmente relacionados con la cubierta vegetal variando ésta con el tipo de cultivos establecidos, las alternativas o la rotación, los periodos en que el suelo permanece desnudo o con residuos vegetales en superficie, la incorporación o no de estos residuos al suelo y en general el manejo de la siembra (Salazar, 2006).

## **2.5 Hipótesis**

**2.5.1 Hipótesis de Investigación:** La aplicación de *Trichoderma spp.* acelerará la elaboración de un abono orgánico a partir de la preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.

**2.5.2 Hipótesis Nula:** La aplicación de *Trichoderma spp.* No acelerará la elaboración de un abono orgánico a partir de la preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.

## **2.6 Señalamiento de variables**

**2.6.1 Variable dependiente:** Elaboración de un abono orgánico mediante la aplicación de microorganismos del género *Trichoderma spp*

**2.6.2 Variable independiente:** Preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.

**2.6.3 Unidad de Observación:** Crecimiento de plantas de frejol (*Phaseolus vulgaris*) al sembrar sus semillas en los bioabonos obtenidos en los tratamientos planteados para compararlas con las obtenidas sin el bioabono.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

Mediante el transcurso de la investigación se enfocó varios aspectos fundamentales como lo es un enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo.

#### **Aspectos cualitativos**

Fue importante caracterizar adecuadamente los residuos que se dispuso a tratar, de acuerdo a los criterios y parámetros establecidos en el apartado Características de los residuos. De existir alguna dificultad en los balances de nutrientes, se identificó localmente fuentes de desechos que permitieron realizar las correcciones necesarias. De acuerdo a cada caso se instrumentaron los procedimientos necesarios. Un aspecto muy importante que se tuvo en cuenta fue asegurarse que los residuos estén libres de contaminantes químicos, en particular metales pesados. Esta situación no es frecuente en desechos provenientes de la actividad agropecuaria, pero puede presentarse en algunos residuos de origen agroindustrial y en residuos sólidos domiciliarios.

#### **Aspectos cuantitativos**

La cuantificación de los volúmenes que se dispuso a transformar, así como la frecuencia de ingreso de los mismos, fue un dato de gran importancia, ya que permitió calcular la necesidad de área de procesamiento.

Fue aconsejable manejarse con medidas volumétricas y determinar los parámetros: Densidad (D), Masa (M) y Volumen (V), a partir de la fórmula  $D = M/V$ , expresando la Masa en toneladas (Ton.), y el volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

### 3.2 Modalidad básica de la información

Se aplicaron diferentes tipos de investigación de acorde al proceso investigativo que se realiza las cuales son:

**La Investigación Experimental:** Cuando se clasificaron las investigaciones tomando como criterio el papel que ejerce el investigador sobre los factores o características que son objeto de estudio, la investigación puede ser clasificada como experimental o no-experimental. Cuando es experimental, el investigador no solo identifica las características que se estudian sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

**La Investigación Bibliográfica:** A continuación se refiere a otros tipos de investigación y en este caso se toma como criterio el lugar y los recursos donde se obtiene la información requerida. La investigación documental es 'aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.). La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. La investigación mixta es aquella que participa de la naturaleza de la investigación documental y de la investigación de campo.

**La Investigación Descriptiva:** se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad; Los estudios descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Miden variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes de comunidades, personas, grupos o fenómeno bajo análisis. El énfasis está en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno. Pero en ningún momento se pretende establecer la forma de relación entre estas características. En algunos casos los resultados pueden ser usados para predecir.

**La Investigación Aplicada:** es una actividad que tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del conocimiento y la aplicación de los mismos para el enriquecimiento cultural y científico, así como la producción de nuevas tecnologías en beneficio de la comunidad y el desarrollo laboral.

**La Investigación de campo:** Esta clasificación distingue entre el lugar donde se desarrolla la investigación, si las condiciones son las naturales en el terreno de los acontecimientos tenemos una investigación de campo, como los son las observaciones en un barrio, las encuestas a los empleados de las empresas, el registro de datos relacionados con las mareas, la lluvia y la temperatura en condiciones naturales. En cambio si se crea un ambiente artificial, para realizar la investigación, sea un aula laboratorio, un centro de simulación de eventos, etc. estamos ante una investigación de laboratorio.

### 3.3 Nivel o tipo de investigación

En la presente investigativo se aplicó el siguiente tipo de investigación:

**La Investigación Experimental:** aquí se tomó en cuenta el papel que ejerce el investigador sobre los factores o características que son objeto de estudio, donde el investigador no solo identifica las características que se estudian sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervinieron en la observación.

### 3.4 Población y muestra

La unidad de observación en la presente investigación son las mediciones de crecimiento de las plantas de frejol sembradas en cada unidad experimental o tratamiento establecido, para lo cual se tomó como unidad de estudio el número de semillas en unidades que se sembró en cada bioabono.

Fórmula para muestras de tamaño reducido “poblaciones finitas”

$$n = Z_{\alpha}^2 * \frac{N * p * q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**Dónde:**

**N =** Población

**n =** Muestra

$Z_{\alpha}^2$  = Parámetro de tablas al 95% de confianza

$p$  = probabilidad de éxito

$q$  = probabilidad de fracaso

$i$  = error

$$n = Z_{\alpha}^2 * \frac{N * p * q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$
$$n = 1.96 * \frac{2000 * 0.5 * 0.5}{0.1(2000 - 1) + 1.96 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = 1.96 * \frac{500}{199.9 + 0.49}$$
$$n = 1.96 * 2.49513$$
$$n = 4.89$$
$$n = 5$$

Por lo tanto se sembraron 5 semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cada tratamiento, de las cuales se tomaron sus mediciones y se promediaron dichos valores para obtener el dato de la primera réplica.

### 3.5 Operacionalización de Variables

#### 3.5.1 Operacionalización de la Variable Independiente

**Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>			
Preparación de mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.			
<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
La reutilización y reciclaje de desechos de industrias madereras y de los desechos orgánicos domiciliarios es una gran alternativa como fuente de materia prima para la elaboración de bioabonos ya que proporciona cantidades de nutrientes y componentes que se requieren en la agricultura.	Aserrín  Fino	Peso	(Kg)
	Desechos orgánicos  Domiciliarios	Peso masa/masa	(Kg)

**Fuente:** Alexandra Núñez

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

### 3.5.2 Operacionalización de la Variable Dependiente

**Tabla 2. Operacionalización de la Variable Dependiente**

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>			
Elaboración de un abono orgánico, mediante la aplicación de microorganismos del género <i>Trichoderma spp.</i>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
Los microorganismos del género <i>Trichoderma spp.</i> actúan como biocontroladores a mas que facilitan la degradación de la materia orgánica, en el caso de los bioabonos estos poseen la propiedad de brindar a las plantas mayor resistencia a plagas y al ambiente y proporcionarles los nutrientes que necesita.	Inoculación del microorganismo	Cantidad de M.O.	mg/kg
	Sembrío de semillas de plantas de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	Velocidad de crecimiento vegetal	cm/día

**Fuente:** Alexandra Núñez

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

### **3.6 Recolección de la información**

La estrategia metodológica que se aplicó para recolectar la información de acuerdo al enfoque que se realizó en la presente investigación, es la caracterización de residuos de acuerdo a su origen sea industrial como el caso del aserrín o domiciliario como los desechos orgánicos que se utilizaron.

Se realizaron cuantificaciones de peso y volumen conforme a las cantidades de cada materia prima que se usó para la elaboración de las mezclas de compuestos orgánicos y del bioabono formado.

#### **3.6.1 Evaluación del crecimiento de la planta**

La evaluación del crecimiento de la planta se la realizó valorando la cantidad de microorganismos aplicados en el bio-abono de acuerdo a las mezclas propuestas, utilizando paquetes estadísticos, herramientas de office y Excel donde se analizó cada uno de los datos de las mediciones de crecimiento realizadas diariamente.

### **3.7. Plan de Procesamiento de la información**

Para el procesamiento de los resultados en el presente proyecto de investigación, se requiere aplicar un adecuado análisis estadístico conforme el plan de estudio se aplicó un diseño estadístico  $3^n$ , ya que se cuenta con dos factores de estudio que viene a ser las mezclas de desechos orgánicos mas el aserrín y la cantidad de microorganismo que se le añadió respectivamente con tres niveles cada uno. (Ver tabla 3. Resultados experimentales).

#### **3.7.1 Análisis de Varianza**

Se aplicó un análisis de varianza aplicando el programa estadístico Statgraphics. Con las respectivas deducciones de los resultados apreciados, y la aplicación con el análisis estadístico considerado más efectivo que es Tukey al 5%.

#### **3.7.2 Parámetros de evaluación:**

Los parámetros de medición de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) al cabo de 15 días de crecimiento en los tratamientos de bioabonos fueron en unidades de longitud (cm), y determinación del tratamiento más efectivo en comparación a los testigos que son aquellos realizados sin el microorganismo *Trichoderma spp.* en relación directamente

proporcional a la cantidad de días de crecimiento en mediciones realizadas cada tres días  
Ver Anexo I (Tablas 12 - 19).

### 3.6.4 Procesamiento y Análisis

Una vez que se obtuvo los valores de la respuesta experimental, que en este caso es el crecimiento meristemático de las plantas de frejol en cada una de las unidades experimentales o tratamientos aplicados, se procedió a ordenarlos conforme al orden de las combinaciones para luego de tabularlas aplicar el diseño de  $3^n$  donde se aplicó el programa estadístico Statgraphics e Infostat con el fin de interpretar de mejor manera los resultados y a la vez obtener resultados certeros de las respuestas experimentales que el proceso conlleva y si se eligió de mejor manera el mejor tratamiento en cuanto al desarrollo meristemático de las plantas.

### 3.6.5 Diseño Experimental

Se decidió aplicar el diseño experimental de AxB debido a que contamos con dos factores preponderantes como los son el tipo de desecho orgánico a utilizarse y la cantidad de microorganismo q se le añadió a las mezclas para formar el abono orgánico.

#### Diseño $3^n$

##### 3.6.5.1 Factores de estudio

**FACTOR A: Mezcla:** Desecho Maderero + Compuesto Orgánico

**a<sub>0</sub>** = Aserrín + Cascarilla de Arroz

**a<sub>1</sub>** = Aserrín + Alfalfa

**a<sub>3</sub>** = Aserrín + Cascara de papa

**FACTOR B:** Cantidad de Microorganismos (*Trichoderma* spp.)

**b<sub>0</sub>** = Sin microorganismos

**b<sub>1</sub>** = 14 mg/Kg

**b<sub>2</sub>** = 28 mg/Kg

**Tabla 3** Resultados Experimentales

Factores		Tratamientos		Respuesta Experimental		
A	B	A	B	réplica 1	réplica 2	réplica 3
a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	Aserrín + Cascarilla de Arroz	Sin Microorganismo			
a <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	Aserrín + Cascarilla de Arroz	14 mg/Kg			
a <sub>0</sub>	b <sub>2</sub>	Aserrín + Cascarilla de Arroz	28 mg/Kg			
a <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>	Aserrín + Alfalfa	Sin Microorganismo			
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	Aserrín + Alfalfa	14 mg/Kg			
a <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Aserrín + Alfalfa	28 mg/Kg			
a <sub>2</sub>	b <sub>0</sub>	Aserrín + Cáscara de papa	Sin Microorganismo			
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	Aserrín + Cáscara de papa	14 mg/Kg			
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	Aserrín + Cáscara de papa	28 mg/Kg			

**Fuente:** Alexandra Núñez

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

### 3.6.5.2 Toma de datos (unidad experimental)

El valor de muestra es de 5 unidades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) a sembrarse para cada una de las réplicas en cada tratamiento, Ver Anexo E (Gráfico 35), por consiguiente tendrán el siguiente esquema:

#### Total de unidades experimentales

<b>Factor A:</b>	3 niveles
<b>Factor B:</b>	3 niveles
<b>Tratamientos:</b>	9 combinaciones
<b>Réplicas:</b>	3 por cada tratamiento
<b>n para cada réplica:</b>	5 muestras para cada réplica
<b>Total de Unidades Experimentales:</b>	135

**Gráfico 4. Esquema de la distribución del experimento para una réplica**

X XX	X XX	X XX
X X	X X	X X
X XX	X XX	X XX
X X	X X	X X
X XX	X XX	X XX
X X	X X	X X

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Dónde:**

**X =** unidad experimental (planta de frijol).

$\bar{X}$  = promedio = valor de una réplica

### **3.7 METODOLOGÍA**

#### **3.7.1 Selección del área de trabajo.**

Se estableció el área donde se construyó el invernadero para la preparación del abono orgánico, para lo cual se situó en los puntos topográficos más altos del terreno.

Fue necesario que el área donde se creó el invernadero presente un declive superior al 1% hacia las cotas menores del predio, de esta forma fue posible evacuar las aguas pluviales y coleccionar los líquidos lixiviados que se generan durante el proceso.

La impermeabilidad del suelo es otro factor que se consideró, ya que es posible la contaminación de las aguas subterráneas. En suelos que no presentaron una impermeabilidad natural adecuada, se procedió a la impermeabilización de los mismos, así como también se impermeabilizó los drenajes.

### 3.7.1.1 Preparación del interior del invernadero

Una vez q se seleccionó el área de acuerdo a los criterios mencionados, se procedió a retirar de la misma, malezas, arbustos u otros elementos que interfieran con la operación del sistema.

Posteriormente, se realizó la compactación y nivelación del terreno. Es conveniente que el área esté rodeada por una canaleta perimetral, donde desembocarán las canaletas de residuos, necesarias para la evacuación y posterior colecta de los líquidos lixiviados. El diseño del sistema de drenajes, admite diversas alternativas y dependerá de las características topográficas del predio y sus dimensiones.

### 3.7.1.2 Construcción del invernadero

#### Materiales:

- Plástico
- Malla
- Costales/Lonas
- Pingos
- Palas
- Picos
- Escoba
- Clavos
- Grapas
- Martillo
- Metro

#### Dimensiones:

Largo: 2.8 m.  
Ancho: 2 m.  
Altura: 2 m

#### PROCEDIMIENTO:

- Se midió el área disponible, para lo cual se partió de un área de 3 metros de largo x 2 metros de ancho, para levantar el invernadero.
- Se limpió el terreno, dejándolo libre de escombros y nivelando el área de trabajo.
- Se empezó la construcción para lo cual se siguieron los siguientes pasos:
- Se cavó orificios donde se incrustaron los pingos levantando de esta forma los pilares que sostienen el esqueleto del invernadero.
- Se cortaron las tablas conforme a las mediciones de las dimensiones planteadas, y se procedió a formar el esqueleto clavándolas y uniéndolas entre sí de forma segura y duradera. Ver Anexo A (Gráfico 4).
- Se procedió a formar las paredes y el techo cubriendo todo con pliegos de lona y plástico respectivamente, y asegurándolos con las grapas de modo que no existan

agujeros que provoquen filtraciones del medio ambiente externo hacia el interior del invernadero.

- Se construyó la puerta a base de malla para permitir una buena aireación y ventilación hacia dentro del invernadero, impidiendo de esta forma que se concentre el calor. Ver Anexo A (Gráfico 5 y 6).

### **3.7.2 Preparación de la materia prima para las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos**

Se procedió a elegir la materia prima en perfectas y adecuadas condiciones para realizar las mezclas, se pesó en Kg la cantidad de aserrín y de compuestos orgánicos establecidos como la cáscara de papa, picado de alfalfa y cascarilla de arroz, a una relación del (50-50)% obteniendo una mezcla homogénea, donde se realizó los cálculos necesarios para obtener las cantidades y pesos fijos.

#### **3.7.2.1 Homogenización del Aserrín**

##### **Materiales:**

- Malla de cernir
- Costales/Lonas
- Escoba
- Pala

##### **Procedimiento:**

- Se cernió el aserrín, para librarlo de impurezas o residuos extraños que se hallen presentes. Esto fue importante ya que se escogió para el experimento el polvo de aserrín ya que este permite una mejor homogenización de las mezclas a realizarse y atrapa de mejor manera la humedad. Ver Anexo B (Gráfico 11 y 12).
- Se pesó una pala de aserrín, tomándola como referencia para determinar la cantidad en masa de este elemento, de tal manera que así sabremos cómo hacer las mezclas en porcentajes peso/peso (w/w). Ver Anexo B (Gráfico 13).

### 3.7.2.2 Preparación del picado de Cáscara de Papa

#### **Materiales:**

- Cáscaras de papa fresca
- machete
- lonas
- Baldes
- Pala

#### **Procedimiento:**

- Se obtuvo la materia orgánica (cáscaras de papas) partiendo de los restos producidos en un salón de comida rápida.
- Se procedió a picar las cáscaras con la utilizando el machete de modo que estos residuos se reduzcan a trozos de un área aproximada de  $1\text{cm}^2$  para que se pueda descomponer más fácilmente. Ver Anexo B (Gráfico 7).
- Se pesó el contenido de una pala que contiene las cascarras picadas de modo que tenemos una referencia para la relación (w/w) al realizar las mezclas.

### 3.7.2.3 Preparación de la Alfalfa

#### **Materiales:**

- Alfalfa fresca (1 carga = equivalente a 15 kg)
- Tabla de picar
- Baldes
- Guantes
- Cuchillos

#### **Procedimiento:**

- Se tomó la alfalfa fresca en por pequeños montones y colocarla sobre la tabla de picar donde fue cortada y reducida en pequeños pedazos de alrededor de 2 cm de diámetro. Ver Anexo B (Gráfico 9).
- Se colocó los trozos de alfalfa picada en baldes procurando que tenga una aireación adecuada para mantuvo y preservó la alfalfa en perfectas condiciones y

evito contacto con otros elementos que pudieron contaminar la mezcla. Ver Anexo B (Gráfico 10).

### **3.7.3 Preparación de las Mezclas**

#### **3.7.3.1 Peso de los compuestos orgánicos**

Los valores en peso fueron tomados en base al contenido de compuestos orgánicos contenidos en una pala de mano, usada como referencia determinar las cantidades en peso correspondiente a la materia prima antes de realizar las mezclas. Igualmente se calculó el volumen que llevan los baldes plásticos en base a su forma cilíndrica para determinar así la relación peso-peso al momento de realizar las mezclas. Ver Anexo B (Gráfico 8).

#### **3.7.3.2 Mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz**

##### **Procedimiento:**

- Se mezcló 8 medidas de (681g c/u) de aserrín fino + 8 medidas de (454g c/u) de cascarilla de arroz.
- Se homogenizó, hidrató y oxigenó.
- Los cálculos para determinar los valores contenidos en cada una de las medidas usadas en la mezcla Aserrín Fino +Cascarilla de Arroz, se detallan en Anexo H3 (literal a).

#### **3.7.3.3 Mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada**

##### **Procedimiento:**

- Se mezcló 7 medidas de aserrín fino + 7 medidas de alfalfa picada.
- Se siguió el mismo procedimiento q los anteriores para homogenizar, hidratar y oxigenar la mezcla.
- Los cálculos para determinar los valores contenidos en cada una de las medidas usadas en la mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada, se detallan en Anexo H3 (literal b).

### **3.7.3.4 Mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada**

#### **Procedimiento:**

- Se mezcló 9 medidas (palas) de aserrín fino + 9 medidas de cáscara de papa picada.
- Se homogenizó la mezcla contenida en baldes plásticos.
- Se realizó la hidratación de la mezcla añadiendo 1 lt de agua.
- Para mantener la aireación se realizaron remociones diarias para oxigenar las mezclas, dos veces por día. Ver Anexo B (Gráfico 17).
- Los cálculos para determinar los valores contenidos en cada una de las medidas usadas en la mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada, se detallan en Anexo H3 (literal c).

### **3.7.4 Replicación de Trichoderma spp**

Se procedió a realizar la inoculación del microorganismo en condiciones de laboratorio totalmente estériles, utilizando como sustrato granos de arroz, para lo cual se lo inoculó en botellas de vidrio esterilizadas, y siguiendo el proceso adecuado. Ver Anexo C1 (Gráfico 18).

#### **Materiales:**

- Botellas de vidrio (cameneras)
- Arroz
- Agua
- Palos de pinchos
- Alcohol
- Toallitas absorbentes
- Inóculo
- Autoclave
- Termómetro

**Procedimiento:**

- Se esterilizaron las botellas en el autoclave por 15 minutos a 120°C
- Inoculación del cultivo. Ver Anexo C1 (Gráfico 18).
- Se incubó el microorganismo a temperatura ambiente por 8 días en un sitio estéril con poca luz, hasta que todo el arroz este completamente cubierto por biomasa de *Trichoderma spp.*
- Se observó y llevó un seguimiento del crecimiento si el crecimiento del microorganismo controlando que las condiciones de luz y temperatura. Ver Anexo C1 (Gráfico 19 - 21).
- Luego de los 15 días se refrigeró a 4°C para tener al microorganismo en latencia listo para el experimento. Ver Anexo C1 (Gráfico 22).

**3.7.4.1 Conteo de Cantidad de Esporas en Cámara de Neubauer****Materiales:**

- Hematocitómetro (Cámara de Neubauer)
- Cubreobjetos
- Muestra
- Gotero
- Alcohol

**Procedimiento:**

- Se tomó una muestra del microorganismo previamente inoculado. anexo
- Se preparó la dilución 1/10 del microorganismo
- Se añadió una gota de la dilución en la cámara de neubauer. Ver Anexo C2 (Gráfico 23).
- Se colocó en el microscopio y observar y contar el número de células visibles en cada cuadrante de la cámara de neubauer, reportar los datos obtenidos. Ver Anexo C2 (Gráfico 24).
- Se realizó los cálculos respectivos para determinar el contenido de número de células de microorganismo. Ver Anexo H3 (literal d).

### **3.7.4.2 Adición del microorganismo**

- Se procedió a añadir las cantidades de *Trichoderma spp.* acorde a los tratamientos establecidos, según como se distribuyó en la planeación del diseño experimental. En base a las distintas combinaciones para las mezclas de bioabono, y en las diferentes concentraciones de microorganismos que se le añadió a cada una. Ver Anexo D (Gráfico 29).
- Una vez que se añadió el microorganismo se dio por culminada la mezcla donde dio inicio al proceso de degradación de los compuestos, más la acción de *Trichoderma spp.*

### **3.7.5 Aireación y Homogeneización de las mezclas.**

- Se realizó este procedimiento, como ya hemos mencionado con anterioridad se lo realiza con dos objetivos con los cuales se logró favorecer los metabolismos aerobios y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa que se degradó. Ver Anexo D (Gráfico 32).
- Esta operación se la hizo manualmente con ayuda de los cilindros donde se colocaron las mezclas, al verter de un cilindro a otro las mezclas se logró una mezclas y aireación de las masas.
- Siempre se procuró en los movimientos realizados, que el material perteneciente al núcleo de compostaje pase a formar parte de la corteza y éste del núcleo.

#### **3.7.5.2 Control de la Temperatura**

La temperatura se tomó en el núcleo de los montones. Considerando la longitud de cada balde donde estuvo cada montón, la temperatura se midió en dos puntos equidistantes sacando el valor promedio aritmético entre los dos puntos. . Ver Anexo D (Gráfico 31).

#### **3.7.5.3 Control de Humedad.**

Para el control del contenido de humedad, se aplicó el siguiente procedimiento empírico:

- Se toma una muestra del material y se apuña con la mano y apretamos fuertemente el mismo.

- Con esta operación se verificó si sale un hilo de agua continuo del material, entonces se estableció que el material contiene más de un 40% de humedad.
- Ya que no se produjo un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, pudimos establecer que su contenido en humedad es cercano al 40%.
- Sin el material no gotea y cuando abrimos el puño de la mano permanece moldeado, estimamos que la humedad se presenta entre un 20 a 30 %
- Finalmente si abrimos el puño y el material se disgrega, se asumirá que el material contienen una humedad inferior al 20 %.

#### **3.7.5.4 Medición de rendimientos:**

Esto se lo determinó al finalizar el proceso de degradación donde se visualizó si existió o no un aumento y disminución de la masa inicial de las mezclas para el bioabono.. Ver Anexo D (Gráficos 27 y 28).

#### **3.7.6 Cultivo de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)**

Una vez culminado el proceso de elaboración de los bioabonos. Se procedió a cultivar semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cada uno de los montones utilizando fundas plásticas especiales para el cultivo de semillas. Ver Anexo E (Gráfico 33).

Utilizando un tamaño de muestra (n=5) previamente calculado, se procedió a sembrar 5 semillas de frijol para que al final los datos promedios de las mismas nos den un valor para una réplica. . Ver Anexo E (Gráfico 34).

Cada hilera contiene 5 plantas que corresponden a la réplica R1 de a cada combinación o tratamiento, lo cual permitió determinar cuál de ellos, produjo mayor cantidad de nutrientes, es por ello que se llevó un control continuo del crecimiento de las plantas, donde se llevó a si mismo un control de la hidratación de cada uno de las plantas desde el proceso de germinación hasta q brotaron las plantas permitiéndonos la medición de la altura de sus tallos conforme iban pasando los días. Determinando así la respuesta experimental será:. Ver Anexo E (Gráfico 35).

- Velocidad de crecimiento(días)
- Altura del tallo (cm).

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

##### **4.1.1 Análisis de la preparación de la materia prima para las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos.**

Una vez que se obtuvo la materia prima se tuvo muy en cuenta que ésta presente una granulometría adecuada y homogénea, libre de elementos orgánicos o inorgánicos que dificulten su aplicación.

Para residuos de origen agrícola y doméstico, se produjo un rechazo que presentó orden del 5 al 20 %, que vendría a ser el material defectuoso, el cual se desechó con el fin de obtener materia prima en excelentes condiciones con la granulometría indicada que se requirió para un correcto proceso de degradación.

##### **4.1.1 Análisis de la homogenización del Aserrín**

Se dispuso de tres tipos de desechos madereros: aserrín fino, aserrín grueso, y viruta; para realizar las mezclas y de esta forma se definió cual es el que mejor resultados produce en el proceso de degradación, donde se determinó que el aserrín fino o polvo de aserrín es el más adecuado para la realización de las mezclas ya que presenta mayores ventajas en la descomposición de la materia orgánica utilizada. Ver Anexo B (Gráficos 11 y 12).

Posteriormente se peso en una pala la cantidad de aserrien fino y se obtuvo el siguiente dato para los cálculo realizados.

1 medida (pala) de aserrín fino = 681g (1.5lb)/pala

#### **4.1.2 Análisis de la preparación de Cascarilla de Arroz**

Este proceso fue más sencillo debido a que el tamaño de la cascarilla de arroz facilitó directamente la mezcla, por lo que se procedió a pesar el contenido de esta en una medida (pala) determinando su peso en lb y su posterior conversión a gramos para los cálculos como se muestra en el Ver Anexo B (Gráficos 15).

1 medida (pala) de cascarilla de arroz = 454g (1lb)/pala

#### **4.1.3 Análisis de la preparación de la Alfalfa**

Este proceso no se pudo utilizar el machete como herramienta debido a que los tallos de la alfalfa impidió que se pudiese cortar en grandes cantidades la alfalfa, aunque el tiempo que esto conllevo es un poco mayor pero se logro obtener pedazos pequeños apropiados para la degradación. Se pesó el contenido de alfalfa en una pala y se obtuvo el siguiente dato:

1 medida (pala) de alfalfa picada = 681g (1.5lb)/pala

#### **4.1.4 Análisis de la preparación del picado de Cáscara de Papa**

Después de picar las cáscaras de papa se determino que la manera más propicia para realizar este proceso es con el uso del machete como herramienta, dado que inicialmente se realizó este proceso con la ayuda de un cuchillo doméstico y una tabla de picar, pero esto conllevo a varias horas incluso días de duración del picado de la cáscara, por el contrario al usar el machete se pudo conseguir mejores resultados en un par de horas, con un desgaste físico mucho menor al empleado con la anterior herramienta. Ver Anexo B (Gráficos 13).

Después de realizado este proceso se procedió a tomar en una pala manual,. Donde se obtuvo la siguiente referencia:

1 medida (pala) de cáscara de papa picada = 908g (2lb)/pala

#### 4.1.5 Análisis del Cálculo del peso de los compuestos orgánicos

Se procedió a realizar las mezclas en una relación 50-50% en base a los recipientes cilíndricos que se utilizó, volumen que contienen. Los valores de peso calculados en base a una pala manual, que hace referencia a la medida que se uso para hacer las mezclas, se los tomó en libras donde se procedió a la respectiva conversión a gramos.

**Tabla 4.** Peso de Materia Orgánica

<b>Compuesto orgánico</b>	<b>Peso contenido en una pala de mano(lb)</b>	<b>Peso (g)</b>
Cáscara de papa picada	2	908
Alfalfa picada	1.5	681
Cascarilla de arroz	1	454
Aserrín fino	1.5	681
Aserrín grueso	1.5	681
Viruta	1.2	545

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

Posteriormente al cálculo de valores en peso, se determinó los pesos de cada compuesto orgánico conforme cumpla el requerimiento de las dimensiones del cilindro (balde), las cuales en su peso total cumplieron un valor estándar muy similar entre sí, como se muestra a continuación.

**Tabla 5.** Porcentajes en peso de las Mezclas

<b>Material Orgánico</b>	<b>% en la mezcla</b>	<b>Peso(g)</b>	<b>% Total</b>	<b>Peso total mezcla (g)</b>	<b>Peso total mezcla (Kg)</b>
Aserrín	50	681	100	14755	14.7
Cascarilla de Arroz	50	454			
Aserrín	50	681	100	14982	14.9
Alfalfa	50	681			
Aserrín	50	681	100	14301	14.3
Cáscara de papa	50	908			

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Fuente:** Alexandra Núñez

Los cálculos de las mezclas y las conversiones se encuentran en el Ver Anexo H3.

#### **4.1.6 Análisis de la mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz**

Se observó que este compuesto orgánico requirió de hidratación ya que la mezcla se manifestó muy seca, y el aserrín fino se esparcía en el aire al momento de las remociones, fue necesario añadir 1 lt. de agua en cada tratamiento en el que se uso la cascarilla de arroz. Ver Anexo B (Gráfico 15).

#### **4.1.7 Análisis de la mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada**

Se mezcló 7 medidas de (681 gc/u) de aserrín fino + 7 medidas de (908g c/u) de alfalfa picada según los cálculos realizados en el Ver Anexo H3 (literal b), dado que la alfalfa presenta menor peso pero ocupa un volumen considerable en las mezclas.

#### **4.1.8 Análisis de la mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada**

- En cada recipiente plástico de forma cilíndrica (balde) de 5 galones (18.9 lt) de volumen, se agregó un equivalente a 9 medidas (palas) tanto de aserrín y cáscara de alfalfa picada, dado a que este compuesto orgánico presentó mayor peso y volumen debido a su consistencia y compactación mucho más densa que el de la alfalfa y la cascarilla de arroz. Ver Anexo B (Gráfico 13).
- Así mismo este no requirió de tanta hidratación ya que la cáscara de papa ya cuenta con un nivel de humedad considerable para la mezcla.

#### **4.1.9 Observaciones y Análisis general de las mezclas**

##### **Desecho maderero + Cascarilla de Arroz**

- Debido al tamaño de las partículas la mezcla se homogenizó fácilmente
- No presentó olores
- Se observó una rápida desintegración
- No se observó presencia de mosquitos

### **Desecho maderero + Alfalfa Picada**

- El aserrín secó y ayudó a degradar rápidamente las hojas de la alfalfa
- El olor característico de la alfalfa en proceso de desintegración es un poco fuerte sin embargo tras dos semanas de remoción el olor desapareció.
- El polvo de aserrín ayudó a inhibir malos olores.
- La mezcla cambió a una coloración café oscura.

### **Desecho maderero + Cáscara de papa**

- Se observó una mejor compatibilidad con la materia orgánica
- Ayudó a absorber la humedad de la cáscara de papa picada.
- El polvo de aserrín retiene los malos olores.
- Se observó mosquitos presentes únicamente a los (5-10) días de iniciada las mezclas y las remociones.

El aserrín fino mejoró el proceso de desintegración del compuesto orgánico, debido a que éste envolvió y absorbió la humedad del compuesto.

#### **4.1.10 Replicación de *Trichoderma spp***

El arroz usado como sustrato tiene mayor superficie de contacto y permitió un perfecto crecimiento de los microorganismos.

Al cabo de 10 días de crecimiento teníamos listas las cepas de *Trichoderma spp* en perfecto estado de pureza y maduración para añadir a nuestras mezclas y dejar que los microorganismos degraden la materia orgánica formándose así el bioabono. Ver Anexo C1 (Gráfico 22).

Al utilizar el Hematocitómetro (Cámara de Neubauer) para realizar el conteo de las células de microorganismo, donde al realizar una dilución de 1/10 del microorganismo, se visualizó en el microscopio las esporas presentes en el recuadro, se procedió a hacer los cálculos respectivos. Ver Anexo H1, donde x medio de ellos se obtuvo la base para determinar las cantidades de microorganismo que llevó cada factor para la aplicación de nuestro diseño experimental. Ver Anexo C2 (Gráfico 23 - 24).

#### 4.1.11 Adición del microorganismo

Al añadir en los tratamientos las distintas concentraciones de *Trichoderma spp*, tomando en cuenta el blanco de comparación (sin microorganismo), de esta forma se pudieron hacer las comparaciones al momento de obtener las mediciones de la respuesta experimental. Ver Anexo D (Gráfico 29).

**Tabla 6**Concentraciones de *Trichoderma spp*.

Niveles del factor b	concentración de microorganismo
b <sub>0</sub>	Sin microorganismos
b <sub>1</sub>	14 mg/Kg
b <sub>2</sub>	28 mg/Kg

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

#### 4.1.12 Control de la Temperatura

Uno de los parámetros, que nos resultó de fácil determinación es la temperatura y es a partir de la misma que pudimos ejercer un control sobre el proceso, las mediciones nos dieron un valor de 32 °C valor que se mantuvo constante con nada más que pequeñas variaciones no significativas llegando a un rango entre los (32-32.7)°C de temperatura reportada de las mezclas en todo el proceso de degradación. Ver Anexo D (Gráfico 32).

#### 4.1.13 Cultivo de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Una vez que se procedió a sembrar las semillas de frijol en la cantidad de 5 muestras individuales para cada una de las réplicas, las cuales se las distribuyo de manera uniforme, se llevó el seguimiento del crecimiento de tanto en la etapa germinativa, así como en el primer brote de las plantas. Se controló la temperatura y la hidratación de los cultivos y se tomaron los datos de las mediciones de crecimiento de los tallos en relación al tiempo

#### 4.1.14 Toma de datos (unidad experimental)

Las mediciones de los tallos se los tomó en cm en períodos de tiempos de tres días, hasta completar los 15 días de crecimientos, donde las plantas alcanzaron medidas q

sobrepasaron los 30cm, para lo cual se reportaron dichos valores como se muestra en el Anexo I (Tablas 12,13.14.15 y 16).

#### **4.1.15 Análisis de crecimiento de los tallos.**

Mediante el control constante que se llevo del crecimiento de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) se observó que los primeros días de crecimiento se manifestó lento, sin embargo a partir del día 7 u 8 se disparó el crecimiento, donde se determina que estuvo en su fase de crecimiento exponencial, ya que las plantas ganaron enormemente altura en pocos días, dichos datos de crecimiento se muestran en el Anexo I (Tablas 14 y 15).

#### **4.1.16 Cálculo de las variaciones de crecimiento de los tallos ( $\Delta$ ) en función del tiempo y del sustrato.**

Para una correcta distribución y análisis de datos se siguió el siguiente proceso

- Se tomo los valores obtenidos en las mediciones, y se saco los promedios para obtener un valor de cada réplica en los respectivos tratamientos como se muestras en el Anexo I (Tabla 18).
- Se procedió a sacar las diferencias ( $\Delta$ ) de crecimiento de los tallos, dichos valores son los que se utilizo para el análisis estadístico utilizando los programas Statgraphics e Infostat.

**Tabla 7.** Valores de las diferencias de crecimiento ( $\Delta$ ) de las plantas en función del tiempo

Mezcla Comp. Org.	M.O[mg/Kg]	Réplica	Aserrín + CO	[M.O]	día 0-3	Día 3- 6	día 6-9	día 9-12	día 12-15	Día 0-15
			nivel	Nivel	$\Delta 1$ (cm)	$\Delta 2$ (cm)	$\Delta 3$ (cm)	$\Delta 4$ (cm)	$\Delta 5$ (cm)	$\Delta T$ (cm)
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	1	0	0	3	1	4	6	6	20
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	1	0	1	4	1	5	5	7	22
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	1	0	2	4	1	5	6	8	24
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	5	1	4	5	6	21
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	5	1	4	6	7	23
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	6	1	4	6	8	25
Aserrín + Cáscara de Papa	0	1	2	0	2	1	1	5	8	17
Aserrín + Cáscara de Papa	14	1	2	1	3	1	2	4	8	18
Aserrín + Cáscara de Papa	28	1	2	2	3	1	4	5	7	20
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	2	0	0	4	1	4	5	5	19
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	2	0	1	4	1	4	5	8	22
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	2	0	2	4	2	4	6	8	24
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	5	1	3	6	5	20
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	5	2	3	6	7	23
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	6	2	3	7	9	27
Aserrín + Cáscara de Papa	0	2	2	0	2	1	3	4	10	20
Aserrín + Cáscara de Papa	14	2	2	1	2	1	3	4	10	20
Aserrín + Cáscara de Papa	28	2	2	2	3	1	3	6	9	22
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	3	0	0	4	1	4	5	6	20
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	3	0	1	4	1	3	7	9	24
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	3	0	2	5	2	3	6	9	25
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	5	2	3	5	7	22
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	5	2	4	6	9	26
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	6	3	3	6	9	27
Aserrín + Cáscara de Papa	0	3	2	0	1	1	3	5	9	19
Aserrín + Cáscara de Papa	14	3	2	1	2	1	3	5	9	20
Aserrín + Cáscara de Papa	28	3	2	2	3	1	3	7	7	21

Fuente: Alexandra Núñez

Elaborado por: Alexandra Núñez

**Tabla 8. Velocidad de crecimiento de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)**

TRATAMIENTOS		REPLICAS	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (cm/ $\Delta$ tiempo )					
			cm/ $\Delta$ 1	cm/ $\Delta$ 2	cm/ $\Delta$ 3	cm/ $\Delta$ 4	cm/ $\Delta$ 5	cm/ $\Delta$ T
Mezcla Comp. Org.	M.O [mg/Kg]		(cm/día)	(cm/día)	(cm/día)	(cm/día)	(cm/día)	(cm/día)
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	1	1.0	0.3	1.3	2.0	2.0	1.3
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	1	1.3	0.3	1.7	1.7	2.3	1.5
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	1	1.3	0.3	1.7	2.0	2.7	1.6
Aserrín + Alfalfa	0	1	1.7	0.3	1.3	1.7	2.0	1.4
Aserrín + Alfalfa	14	1	1.7	0.3	1.3	2.0	2.3	1.5
Aserrín + Alfalfa	28	1	2.0	0.3	1.3	2.0	2.7	1.7
Aserrín + Cáscara de Papa	0	1	0.7	0.3	0.3	1.7	2.7	1.1
Aserrín + Cáscara de Papa	14	1	1.0	0.3	0.7	1.3	2.7	1.2
Aserrín + Cáscara de Papa	28	1	1.0	0.3	1.3	1.7	2.3	1.3
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	2	1.3	0.3	1.3	1.7	1.7	1.3
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	2	1.3	0.3	1.3	1.7	2.7	1.5
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	2	1.3	0.7	1.3	2.0	2.7	1.6
Aserrín + Alfalfa	0	2	1.7	0.3	1.0	2.0	1.7	1.3
Aserrín + Alfalfa	14	2	1.7	0.7	1.0	2.0	2.3	1.5
Aserrín + Alfalfa	28	2	2.0	0.7	1.0	2.3	3.0	1.8
Aserrín + Cáscara de Papa	0	2	0.7	0.3	1.0	1.3	3.3	1.3
Aserrín + Cáscara de Papa	14	2	0.7	0.3	1.0	1.3	3.3	1.3
Aserrín + Cáscara de Papa	28	2	1.0	0.3	1.0	2.0	3.0	1.5
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	3	1.3	0.3	1.3	1.7	2.0	1.3
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	3	1.3	0.3	1.0	2.3	3.0	1.6
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	3	1.7	0.7	1.0	2.0	3.0	1.7
Aserrín + Alfalfa	0	3	1.7	0.7	1.0	1.7	2.3	1.5
Aserrín + Alfalfa	14	3	1.7	0.7	1.3	2.0	3.0	1.7
Aserrín + Alfalfa	28	3	2.0	1.0	1.0	2.0	3.0	1.8
Aserrín + Cáscara de Papa	0	3	0.3	0.3	1.0	1.7	3.0	1.3
Aserrín + Cáscara de Papa	14	3	0.7	0.3	1.0	1.7	3.0	1.3
Aserrín + Cáscara de Papa	28	3	1.0	0.3	1.0	2.3	2.3	1.4

Fuente: Alexandra Núñez

Elaborado por: Alexandra Núñez

## **4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

### **4.2.1 Interpretación estadística del crecimiento de las plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* en los días 0-3( $\Delta 1$ ).**

Tras el proceso de cultivo de las semillas de frijol en cada una de las unidades experimentales de los bioabonos, se midió su crecimiento a partir momento de culminada la siembra cuya medición fue denominada como día 0, a partir de esto se procedió a llevar un seguimiento y toma de datos del crecimiento de los tallos, los primeros datos de crecimiento corresponden a valores nulos debido a que no se manifestó crecimiento aún. Los siguientes datos en cm se tomaron a los tres días de crecimiento. Observar Anexo F (Gráfico 37).

Para determinar la diferencia de crecimiento en este primer control se procedió a sacar las diferencias entre el día 3 al día cero, a dichos valores de diferencia se les denominó ( $\Delta$ ), siendo este primer cálculo los ( $\Delta 1$ ) como se muestra en Anexo I (Tablas 17 - 18).

#### **4.2.1.1 Análisis de la tabla ANOVA**

Se procedió a aplicar programa de análisis estadístico Statgraphics con los valores de ( $\Delta 1$ ) de cada una de las unidades experimentales, obteniendo los siguientes resultados.

El cuadro de optimización de crecimiento mostró que en esta primera medición de crecimiento el tratamiento mas óptimo fue el nivel b (a0)ajo de la mezcla se aserrín fino + cascarilla de arroz, en combinación con el nivel alto (b2) de concentración del microorganismo [28 mg/Kg]. Como se muestra en el Anexo J1 (Tablas 21).

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento de los tallos en cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Ver Anexo J1

#### **4.2.1.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* ), en la primera medición ( $\Delta 1$ ).**

Como se muestran en los resultados dados en el análisis estadístico Infostat, se detalla la prueba de comparación de Tukey a nivel de significación global del 5 % y un nivel de confianza respectivamente del 95%, donde muestra que el mejor tratamiento dado por las interacción dobles de los factores A y B, vienen a ser las mezclas de aserrín + cascarilla de arroz al que se le adicionó [14 mg/Kg] de microorganismo, y las mezclas de aserrín + alfalfa con una a adición de microorganismo de [14 mg/Kg], debido a que es significativamente diferente con las demás combinaciones, x el contrario las demás interacciones de los otros factores tuvieron un mismo efecto entre si ya que no mostraron una diferencia predominante en el análisis. Ver Anexo J1(Tabla 26).

#### **4.2.1.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 1$ ).**

El diagrama de Pareto Estandarizada nos determinó qué nivel o combinación de niveles tiene mayor influencia directa en cuanto a la optimización de crecimiento de las plantas, es decir que bioabono fue el que mejor resultados dio en los tres primeros días de crecimiento de las plantas de frijol, (factor A) mezcla de aserrín fino mas los compuestos orgánicos el factor preponderante por su mayor influencia en la optimización de crecimiento de los tallos de las plantas. Como muestra el Anexo J1 (Gráfico 40).

#### **4.2.2 Interpretación estadística del crecimiento de las plantas ( $\Delta 2$ ).**

Al observar el crecimiento presentado en los días 3- 6 de igual manera de tomaron los datos y se sacaron las diferencias de crecimiento al cual denominamos ( $\Delta 2$ ).

##### **4.2.2.1 Análisis de la tabla ANOVA**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en cada unidad experimental en la segunda etapa de medición ( $\Delta 2$ ) para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Anexo J2 (Tablas 28).

#### **4.2.2.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.*), en la segunda medición ( $\Delta 2$ ).**

La prueba de comparación de Tukey a nivel de significancia del 5 % y un nivel de confianza respectivamente del 95%, donde muestra que no existe diferencia significativa en cuanto a la influencia de ambos factores y la interacción de los mismos en la optimización de crecimiento de las plantas, lo que quiere decir que influyeron de un mismo modo sin diferencia significativa entre ellos. Ver Anexo J1 (Tabla 32).

#### **4.2.2.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 2$ ).**

El diagrama de Pareto Estandarizada nos determinó no existe un nivel o combinación de factores lo suficientemente predominante en cuanto a su efecto en la optimización estandarizada de crecimiento de las plantas, sin embargo se muestra que la concentración de *Trichodermaspp* tiene más porcentaje que rendimiento, a lo cual le sigue la interacción de ambos factores A y B y por último la mezcla de aserrín y desechos orgánicos, Como muestra el Anexo J2 (Gráfico 43).

#### **4.2.3 Interpretación estadística del crecimiento de las plantas ( $\Delta 3$ ).**

Al observar el crecimiento presentado en la tercera medición y cálculo de datos tomados en los días 6 - 9 de las diferencias de crecimiento al cual denominamos ( $\Delta 3$ ).

##### **4.2.3.1 Análisis de la tabla ANOVA**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Anexo J3 (Tablas 35).

#### **4.2.3.2 Análisis e interpretación de la interacción AxB (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* ), en la tercera medición ( $\Delta 3$ ).**

La prueba de comparación de Tukey a nivel de significancia del 5 % y un nivel de confianza respectivamente del 95%, donde muestra que no existe diferencia significativa en cuanto a la influencia de ambos factores y la interacción de los mismos en la

optimización de crecimiento de las plantas, los que quiere decir q influyeron de un mismo modo sin diferencia significativa entre ellos. Ver Anexo J3 (Tabla 40).

#### **4.2.3.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 3$ ).**

El diagrama de Pareto Estandarizada nos determinó que en la tercera medición de las diferencias de crecimiento ganado en esta etapa determinó que nivel o combinación de niveles tiene mayor influencia directa en cuanto a la optimización de crecimiento de las plantas, es decir que bioabono fue el que mejor resultados dio en los tres primeros días de crecimiento de las plantas de frijol, en este caso viene a ser el factor A mezcla de aserrín fino mas los compuestos orgánicos el factor preponderante por su mayor influencia en la optimización de crecimiento de los tallos de las plantas. Como muestra el Anexo J3 (Gráfico 46 ).

Por el contrario la interacción de este de ambos factores A y B y la concentración de *Trichoderma spp* y a no influyeron directamente en la optimización de crecimiento.

#### **4.2.4 Interpretación de el crecimiento de las plantas de frijol ( $\Delta 4$ ).**

En la cuarta medición de datos correspondientes a las alturas de los tallos ganadas en los días 9-12 se observó el crecimiento presentado de igual manera de tomaron los datos y se sacaron las diferencias de crecimiento al cual denominamos ( $\Delta 4$ ).

##### **4.2.4.1 Análisis de la tabla ANOVA**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Anexo J4 (Tablas 42).

##### **4.2.4.2 Análisis e interpretación de los factores e interacciones entre ellos (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* ), en la cuarta medición ( $\Delta 4$ ).**

La prueba de comparación de Tukey a nivel de significancia del 5 % y un nivel de confianza respectivamente del 95%, donde muestra que no existe diferencia significativa en cuanto a la influencia de ambos factores y la interacción de los mismos en la

optimización de crecimiento de las plantas, los que quiere decir q influyeron de un mismo modo sin diferencia significativa entre ellos.

Dado a que presentaron medias con una letra común por lo que no son significativamente diferentes. Ver Anexo J4 (Tabla 47).

#### **4.2.4.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta 4$ ).**

El diagrama de Pareto estandarizado muestra claramente que el factor que predomina e influye con más fuerza en la optimización del crecimiento de los tallos de las plantas de frijol es la concentración de *Trichoderma spp.*

A los que le siguen el factor b correspondiente a la mezcla de aserrín + compuestos orgánicos y en tercera instancia la interacción de ambos factores ya que no influyen de gran manera en la optimización de crecimiento. Ver Anexo J4 (Gráfico 49).

#### **4.2.5 Interpretación de el crecimiento de las plantas ( $\Delta 5$ ).**

Al observar el crecimiento presentado en los días 12 – 15 se pudo determinar que en esta etapa es donde se disparó a gran velocidad el crecimiento de las plantas ya que llegaron a alturas muy representativas en esta fase de crecimiento, a la cual la diferencia de alturas ganadas denominamos ( $\Delta 5$ ).

##### **4.2.5.1 Análisis de la tabla ANOVA**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Anexo J5 (Tablas 49).

##### **4.2.5.2 Análisis e interpretación de factores y las interacciones entre ellos (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* ), en la quinta medición ( $\Delta 5$ ).**

La prueba de comparación de Tukey a nivel de significancia del 5 % y un nivel de confianza respectivamente del 95%, donde muestra que no existe diferencia significativa en cuanto a la influencia de ambos factores y la interacción de los mismos en la

optimización de crecimiento de las plantas, los que quiere decir q influyeron de un mismo modo sin diferencia significativa entre ellos.

Dado a que presentaron medias con letras comunes que se repitieron en igualdad x tres ocasiones, lo que significa que tanto el factor A (mezcla de aserrín + desechos orgánicos) como el factor B (concentración de *Trichoderma spp.*) y la interacción de ambos factores tuvieron igual impacto en la maximización del crecimiento, por lo que no son significativamente diferentes. Ver Anexo J5 (Tabla 54).

#### **4.2.5.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta$ 5).**

En este caso el diagrama de optimización de Pareto dio como resultado, que la interacción entre ambos factores, A (mezcla de aserrín + desechos orgánicos) Y factor B (concentración de *Trichoderma spp.*) fue predominante y mucho más influyente que la acción de dichos factores por separado.

Como se muestra en el Anexo J5 (Gráfico 52). lo que le prosigue en impacto mucho menor es el factor B (concentración de *Trichoderma spp.*) y por último el factor A (mezcla de aserrín + desechos orgánicos) es q menos impacto tuvo en esta etapa de crecimiento, lo que determina que al dispararse súbitamente el crecimiento favorablemente en esta ultima etapa de crecimiento fue la combinación de ambos factores q nos dieron un bioabono q maximizo el crecimiento de las plantas de frijol.

#### **4.2.6 Interpretación de el crecimiento de las plantas ( $\Delta$ T) en los días 0-15**

Al finalizar la etapa de crecimiento necesario de las plantas que nos dieron datos y valores que nos permitieron realizar análisis enfatizados en determinar cual de los tratamientos fue el mejor para la optimización de los datos se procedió a hacer una diferencia de altura total de los tallos ganadas por las plantas a las que denominamos ( $\Delta$ T).

##### **4.2.6.1 Análisis de la tabla ANOVA**

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor. Anexo J6 (Tablas 56).

#### **4.2.6.2 Análisis e interpretación de factores y las interacciones entre ellos (las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos y la adición de las diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* ), en la medición total ( $\Delta T$ ).**

Al analizar los datos obtenidos en todo el proceso de crecimiento de los tallos de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), como muestra la prueba de Tukey en el Ver Anexo J6 (Tabla 58), existe gran diferencia en cuanto a la interacción del nivel a2 que corresponde a la mezcla de aserrín + cáscara de papa picada en interacción con el factor b0 (sin microorganismo), que demuestra q fue la combinación que menos rendimiento presento en cuanto a la optimización de crecimiento de los tallos de las plantas.

Por el contrario la combinación formada por los factores a1 (mezcla de aserrín + alfalfa) y el factor b2 (concentración de *Trichoderma spp*: 28 mg/Kg) fue el tratamiento más óptimo en cuanto a que influyo directamente en la maximización de crecimiento de las plantas.

#### **4.2.6.3 Análisis e Interpretación de los diagramas de Pareto para ( $\Delta T$ ).**

En este caso el diagrama de optimización de Pareto estandarizado dio como resultado que la concentración del microorganismo correspondiente al factor A, fue el factor preponderante en la maximización de crecimiento de las plantas y de la obtención de un bioabono que cumple con las características de mejorar los procesos de cultivo; así mismo el factor B que corresponde a las mezclas de aserrín + desechos orgánicos también tuvo mucha influencia en la optimización del proceso, lo que determina también como se muestra en el Anexo 62 (Gráfico 55), que la interacción de ambos factores tuvo menos incidencia en el proceso en comparación a la acción de ambos factores por separado.

### **4.3 Verificación de Hipótesis**

Una vez culminado el procesamiento, análisis e interpretación de datos y resultados obtenidos del control de crecimiento de alturas de los tallos, y el análisis estadístico aplicado a los valores de ( $\Delta 1$ ) a ( $\Delta 5$ ) y los análisis de ( $\Delta T$ ), dieron una afirmación a la hipótesis de que la adición de microorganismos del género *Trichoderma spp.*, aceleró el proceso de degradación de las mezclas de desechos madereros más compuestos orgánicos, debido a que la degradación de los compuestos orgánicos se dio favorablemente y se formo un bioabono que estimulo significativamente el crecimiento de las plantas de frijol.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Mediante la metodología y el control efectuado en la elaboración de las mezclas de aserrín fino más desechos orgánicos tales como. Cascarilla de arroz, alfalfa y cáscara de papa, a los cuales se les añadió diferentes concentraciones de microorganismos del género *Trichoderma spp*, se determinó que resulta muy factible la realización de este tipo de procesos para elaborar abonos orgánicos llamados también bioabonos, dado a que son materiales reciclables, de fácil manipulación y al contar con las herramientas adecuadas y mano de obra capacitada, resulta óptimo la elaboración de dichas mezclas en el campo de la agricultura, dado a que acelera y mejora los procesos de cultivo de plantas de cualquier especie, dado a que mejora las condiciones evolución del crecimiento y aporta con mayor cantidad de nutrientes, obteniendo así beneficios considerables para los agricultores que utilicen estos bioabonos.

Una vez obtenidos los biabonos con la diferentes mezclas, y tras el proceso de cultivos de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la primera etapa de crecimiento comprendida entre el día 0 al día 3 se determinó una velocidad de crecimiento normal, considerando que los primeros retoños de las plantas de frijol en aparecer en el transcurso de esos días fueron las plantadas en los bioabonos que contenían cascarilla de arroz entre los componentes de las mezclas, aunque no presentaban diferencia significativa de crecimiento.

En la segunda etapa de crecimiento comprendida desde el día 3 al 6 se denotó claramente que todos los factores, así como la interacción de los mismo no tuvieron diferencia significativa en cuanto a la maximización del crecimiento, dado a que todos influyeron de la misma manera en el crecimiento de los tallos y por ende en el desarrollo de las plantas, determinando que en esta etapa no existieron diferencia significativa entre ellos.

Tanto en la etapa tercera y cuarta, se determinó que los factores que influyeron en el crecimiento de las plantas fueron en primera estancia los componentes de las mezclas de aserrín más los diferentes compuestos orgánicos, en el siguiente respectivamente período intervino con más influencia la concentración del microorganismo, dado a que es ahí donde según los resultados estadísticos su acción estimulante en el crecimiento de los tallos empezó a ejercer con mas fuerza su acción independientemente de los demás factores.

En la quinta etapa de determinó que fue el etapa de crecimiento exponencial, ya que se disparo de manera muy notoria el crecimiento de las plantas, alcanzando ya el tamaño máximo estimado q se considero para terminar la etapa de análisis y toma de datos que fue sobrepasar los 25cm de altura, determinando según los resultados estadísticos que es aquí donde influyeron con gran impacto ambos factores tales como el factor A(mezclas de aserrín fino + desechos orgánicos), factor B(concentración del microorganismo) así como la interacción entre ellos, según como se muestra en los resultados de Statgraphics e Infostat más la verificación de los diagramas de Pareto previamente analizados e interpretados.

El análisis de los ( $\Delta T$ ), es decir la variación total del crecimiento ganado por las plantas y mediante las observaciones realizadas a mas de ello tras la aplicación de los programas estadísticos, antes mencionados, se determina de manera verídica que los mejores tratamientos en todo el proceso de elaboración de los bioabonos y tras su aplicación en el cultivo de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), determinó que existe mayor influencia y efectividad en cuanto a la velocidad de crecimiento de los tallos como respuesta experimental, a las mezclas compuestas por aserrín + alfalfa como factor a1, y a la adición de [28 mg/Kg] de *Trichoderma spp* como factor b2, dado a que estos presentaron un porcentaje considerable de crecimiento y desarrollo de las plantas, así como mayor porcentaje de rendimiento en cuanto a porcentaje de germinación, esto se debe a que la alfalfa contiene lignina y celulosa influyendo directamente en un mayor aporte de

nutrientes a las mezclas, mas la acción de *Trichoderma spp* que ejerció un gran papel por sus beneficios en estimular el crecimiento de las plantas.

De la misma manera se determinó que las mezclas de aserrín + cáscara de papa sin adición de microorganismo, fueron las menos favorables en la optimización del crecimiento de ellas plantas en estos biabonos, ya que presentaron menor % de germinación y las plantas que allí pudieron crecer son las más débiles y que ganaron poca altura de sus tallos, esto se debió a que la cáscara de papa presento un nivel de acidez y humedad demasiado alto al que se requiere para el desarrollo de las plantas.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda estudiar con mayor profundidad a los diferentes desechos orgánicos domésticos e industriales ya que de ellos se puede obtener una gran fuente de materia prima para la elaboración de bioabonos que ayudan y optimizan grandemente a los procesos de cultivo siembra agrícolas, incluso en el sector florícola son de mucha ayuda debido a la acción de los microorganismos que se les añade a los bioabonos tales como en este caso se utilizó *trichodermaspp* x su fácil inoculación y rápido índice de crecimiento microbiano, así como la facilidad con la que se le añade a los cultivos.

Es recomendable también tener muy en cuenta las condiciones en las que se realiza la elaboración de bioabonos, ya que los factores externos como temperatura, humedad, y pequeños microbios dañinos, pueden afectar la composición y efectividad de los mismos.

Realizar los volteos en la preparación de las mezclas es indispensable debido a que esto asegura una correcta desintegración de la materia orgánica y permite oxigenar el bioabono para permitir que de esta manera se homogenicen las mezclas y se den a los microorganismos las condiciones de aireación que requieren para obtener perfectos resultados.

En cuanto al aspecto ergonómico es muy importante que los trabajadores u obreros que se encarguen de realizar las mezclas, tengan en consideración las posturas que mantienen al ejercer el trabajo, sobre todo al momento de utilizar los machetes y forzar la espalda para realizar el picado de la materia prima, así como en el proceso de volteo y aireación de las mezclas.

Dado a que es un proceso donde los movimientos son continuos, repetitivos y sobre todo en muchos de ellos requiere esfuerzo a la columna, y por otro caso también existen actividades como la siembra de las plantas en las que se mantiene el cuerpo en posiciones que provocan fatiga y calambres en la musculatura. Es recomendable turnar el personal, en horarios rotativos, así como el uso de correctores de postura y cinturones para la zona lumbar que faciliten las actividades físicas.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos**

##### **6.1.1 Título:**

Adecuación de un laboratorio de análisis microbiológico y contenido de nutrientes de suelos agrícolas en las instalaciones de la asociación de agricultores, productores y comerciantes “EI PORVENIR” del sector La Península en la ciudad de Ambato

##### **6.1.2 Institución Ejecutora:**

Asociación de agricultores, productores y comerciantes “EI PORVENIR”

##### **6.1.3 Beneficiario**

Agricultores del Sector agrícola y productor de la parroquia urbana La Península.

##### **6.1.4 Ubicación:**

Sector Centro-Sur de la parroquia La península en la ciudad de Ambato.

##### **6.1.5 Tiempo estimado de ejecución:**

6 meses

##### **6.1.6 Equipo técnico responsable:**

Alexandra Elizabeth Núñez Manobanda

Ing. Gladys Navas Miño

## **6.2 Antecedentes de la propuesta**

La realidad agrícola ecuatoriana es similar a la de cualquier país de América Latina, en donde se hace agricultura de poca rentabilidad. Esto se debe fundamentalmente, a que no existen paquetes tecnológicos suficientemente adecuados para el manejo agronómico de los suelos. Un paquete tecnológico debe incluir necesariamente una recomendación de dosis y fuentes de fertilizantes, tiempo y forma de aplicación. Para ello, es fundamental conocer la dinámica de los nutrientes a través de análisis de suelos, para de esta manera realizar técnicamente una recomendación de fertilización que satisfaga las exigencias del cliente.

Si bien la fertilización es una de las prácticas agrícolas de mayor importancia y plantea la obtención de altos rendimientos, buena calidad de las cosechas, mínimo riesgo de contaminación medioambiental. La agricultura, no obstante, es un sistema de producción que funciona como un conjunto en el cual las partes no son separables entre sí. Por lo tanto en agricultura es más correcto hablar de fertilidad en sentido global. Además, la fertilidad es inseparable de la sanidad y salud de los cultivos y del suelo.

Luego de haberse estudiado la problemática, el grupo objetivo y la orientación del Laboratorio, se puede resumir que el agua es fuente de vida y de su estudio, distribución y calidad dependen todos los organismos vivos. El suelo en simbiosis perfecta con este elemento, nos proveen de alimentos tanto a animales como a humanos. Si no entendemos, la producción, los alimentos y nuestra calidad de vida disminuyen progresivamente.

En síntesis, tras una larga trascendencia la agricultura ha venido constituyéndose en una poderosa herramienta, teniendo claro que los potenciales riesgos que presentan son posibles de manejar.

## **6.3 Justificación**

Con el fin de fomentar la adopción de tecnologías agropecuarias con efecto ambiental positivo por parte de pequeños y medianos productores y productoras en el país, los análisis de suelos son esenciales a fin de evitar copiosas fertilizaciones químicas que provocan innecesarios gastos de fertilizante y una paralela aparición de plagas y

enfermedades que afectan la producción y a largo plazo una pérdida de la utilidad de los suelos por la alta concentración de sales.

La difusión de tecnologías innovadoras que combinan un aumento de ingresos, con la conservación de la base productiva y el reconocimiento de los beneficios ambientales por la reducción de las externalidades negativas, propician la masificación de una cultura de producción agropecuaria que aplique medidas precautorias para evitar la degradación del ambiente, disminuye sus efectos negativos sobre el cambio climático, mejore su competitividad y genere condiciones para una mejor calidad de vida.

Los análisis básicos con los cual ya podemos determinar las principales características nutricionales y de habitabilidad del suelo. También podemos hacer un estudio de la fertilidad del suelo estudiando la composición de su solución, en vez de estudiar su composición mineral. Así mismo es muy útil para descubrir los elementos causantes de la salinidad de un suelo.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo general**

- Implementar un laboratorio de análisis de suelos agrícolas en las instalaciones de la asociación de agricultores, productores y comerciantes agrícolas “PORVENIR” del sector La Península en la ciudad de Ambato, con los materiales y equipo adecuado para el mismo.

### **6.4.2 Objetivos específicos**

- Ofrecer servicios técnicos de calidad y confiabilidad en los análisis químico, físico y microbiológicos en suelos agrícolas; mejorando la calidad de vida a nivel local
- Determinar las propiedades físicas del suelo, que permitan conocer los componentes básicos y nutrientes presentes en el mismo, a los fines de diagnosticar los requerimientos necesarios para un óptimo aprovechamiento del suelo en beneficio del cultivo.
- Determinar las propiedades físicas del suelo, que permitan conocer los componentes básicos y nutrientes presentes en el mismo.

## **6.5 Análisis de factibilidad**

Las tecnologías agropecuarias han permitido disminuir los costos de producción, mejorar los ingresos de los pequeños y medianos productores y reducir los impactos ambientales negativos de las prácticas convencionales orientadas al uso intensivo de agroquímicos, degradación del suelo, contaminación de fuentes de agua, destrucción de la biodiversidad y disminución de la calidad de vida.

La aplicación tecnológica, la valoración de las tecnologías y sus impactos, es importante para facilitar el fomento de la producción sostenible, lo cual facilita la comprensión de los productores y productoras en cuanto a aplicación práctica de las tecnologías y en su funcionamiento para lograr resultados positivos en términos ambientales, económicos y sociales.

Su utilización como material para capacitación y como documento de apoyo para la divulgación y aplicación de las tecnologías, ayudará significativamente, tanto a productores como a técnicos.

## **6.6 Fundamentación**

Para detectar posibles deficiencias nutricionales en un cultivo, se pueden emplear tres métodos de análisis:

**6.6.1 Inspección visual del cultivo para localizar signos de deficiencias.** Este método sólo advierte deficiencias críticas, una vez producido el daño y a veces los síntomas observados pueden ser poco fiables. La clorosis, por ejemplo, puede ser el resultado de una cantidad de nitrógeno baja, de una alimentación de un nematodo, de un suelo salino o seco, de alguna enfermedad (virosis) o de otros problemas no relacionados con los niveles de nutrición del suelo.

**6.6.2 Análisis de tejido vegetal.** Miden los niveles de nutriente solo en los tejidos de la planta. Este tipo de análisis permite detectar posibles carencias no encontradas en los análisis del suelo.

**6.6.3 Análisis de suelo.** Miden los niveles de nutriente del suelo así como otras características del mismo. Los agricultores dependen de estos análisis para determinar las necesidades de cal y fertilizante de las cosechas. Puede realizarse un análisis del suelo al principio de la estación para permitir al agricultor suministrar el nutriente

necesario antes de la siembra o plantación. Es importante realizar análisis del suelo para determinar la cantidad de cada nutriente que está disponible para el crecimiento de la planta. A partir de los resultados de estos análisis del suelo, el agricultor puede decidir qué cantidad de fertilizante debe aplicarse para alcanzar el suficiente nivel.

Existen tres etapas para la realización de un análisis de suelos:

**a) Muestreo del suelo.** Los resultados del análisis de un suelo dependen de la calidad de la muestra recogida por el agricultor para enviarlos a un análisis físico-químico:

#### **Procedimiento del muestreo.**

Para la toma de muestras se empleará barrenas o tubos de muestreo de suelo. También se puede utilizar una pala. Para ello se ha de realizar un hoyo en forma de V, cortar una porción de 1,5 cm de la pared del hoyo y retirar la mayor parte de la muestra con la hoja. Cada muestra de suelo debe incluir suelo de toda la profundidad de muestreo.

Una vez terminada la toma de muestras, se recomienda mezclar todas las muestras juntas para obtener una mezcla de suelo homogénea. Tomar aproximadamente 1 kg de esta mezcla, dejarla secar al aire y enviarlo al laboratorio de análisis, especificando al máximo todos los datos de los resultados.

#### **b) Análisis del suelo.**

Existen dos metodologías para realizar un análisis de las muestras de suelo recogidas. El método más antiguo utiliza reacciones químicas que producen cambios de color. El color exacto depende de la cantidad de minerales disponibles en el suelo. En el caso del análisis del pH, el color depende del pH del suelo.

Estos ensayos químicos sencillos son muy fáciles de realizar pero son poco fiables. Por ello estos ensayos basados en la comparación de colores se han remplazado en los laboratorios por ensayos que utilizan modernos aparatos como el medidor de pH y el espectrofotómetro. Estos aparatos miden de una forma rápida y exacta cantidades de minerales en las muestras del suelo.

**c) Generalmente en el análisis de un suelo se realizan los siguientes ensayos:**

- Determinación de la textura mediante análisis mecánico de tamizado de la muestra.
- Medida de la materia orgánica del suelo
- Determinación de los niveles de pH mediante el empleo de pHmetros.

Medida del fósforo soluble o disponible (cantidad de fósforo libre para el crecimiento de la planta) mediante lavado de la muestra con una solución ácida y su posterior análisis en espectrofotómetro.

**Medida del potasio intercambiable.**

En la actualidad existen numerosos dispositivos electrónicos relativamente baratos (pHmetros de bolsillo digitales, medidores de conductividad y de nutrientes, entre otros) que permiten realizar a pie de finca ensayos rápidos y a tiempo en cultivos que requieren una constante supervisión del estado nutricional del suelo (cultivos hortícolas, viveros, etc.).

**6.6.4 Elaboración de un plan de fertilización.** El agricultor actúa de acuerdo a la recomendación dada por el centro de análisis.

**6.7 Metodología del modelo operativo**

**Tabla 9. Modelo operativo para la implementación de un laboratorio de análisis de suelos para los sectores agrícolas de la ciudad.**

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Planificación	- Definición de metas - Desarrollo de planes - Coordinar Actividades	3 semanas
Organización	- Definir Ubicación - Delegar Funciones - Estimar presupuesto - Cotizaciones	2 semanas
Dirección	-Capacitación del personal y delegados	6 semanas

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientar al personal hacia los objetivos</li> <li>- Entrenar al personal en sus actividades</li> </ul>	
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquisición de recursos materiales y tecnológicos.</li> <li>- Montaje del laboratorio de análisis</li> <li>- Prueba funcionamiento de equipos</li> </ul>	6 semanas
Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toma de muestras</li> <li>-Determinación de: Materia orgánica</li> <li>-Determinación de Nitrógeno total</li> <li>-Determinación de Fósforo</li> <li>-Determinación de Potasio</li> <li>-Determinación de la Conductividad Eléctrica</li> <li>-Determinación de pH</li> <li>-Textura</li> <li>-Asistencia técnica y asesoramiento en la elaboración de proyectos agrícolas</li> </ul>	3 semanas

Fuente: Alexandra Núñez.

Elaborado por: Alexandra Núñez.

## 6.8 Administración

**Tabla 10.**Actividades de Administración para un proyecto

Actividad	Descripción	Responsable
<b>Definición del proyecto</b>	El proyecto se enfatiza en proporcionar a los agricultores las herramientas necesarias que necesitan para emprender la producción agrícola, al tener los suelos como una materia prima con excelente contenido de nutrientes y control microbiológico.	Autoridades efes Supervisores y Operarios
<b>Planeación del Trabajo</b>	Se requiere elaborar un plan de trabajo, donde se establezca paso a paso las actividades a realizarse en el proyecto.	Jefes y Supervisores de Área
<b>Administración de Contratos</b>	Establecer los documentos q afiancen las condiciones bajo las cuales se adquieran los bienes y/o servicios q requiere el proyecto.	Personal administrativo
<b>Administración de Proveedores</b>	Determinar las relaciones con los proveedores de materiales e insumos necesarios para la ejecución del proyecto, donde se establecerán	Personal Administrativo Supervisores de

	alianzas y posibles clientes potenciales.	Área.
<b>Administración del Plan de trabajo</b>	Se requiere una estimación de las actividades a realizarse en el proyecto, para favorecer el proceso que conlleva la implantación de laboratorio de análisis.	Personal Operativo y Administrativo
<b>Administración del Alcance</b>	Definir las metas propuestas con el proyecto es decir los beneficios y logros q deseamos brindar y alcanzar.	Personal Administrativo
<b>Administración de Riesgos</b>	Es necesario tomar en cuenta los riesgos y amenazas que puedan perjudicar el proyecto, tomándolas muy en cuenta para saber combatirlas y evitar posibles declives en su funcionamiento.	Personal Seguridad Industrial
<b>Administración de la comunicación</b>	Es necesario entablar una perfecta comunicación en cada uno de los participantes del proyecto dado que eso fomentara una alianza mutua entre los socios y trabajadores, formando así bases sólidas.	Recursos Humanos
<b>Administración de la documentación</b>	Llevar un control administrativo de cualquier actividad, gasto q haya requerido el proyecto, para llevar un perfecto control de gastos inversiones, alianzas con proveedores, así mismo con los clientes.	Personal Administrativo y Contable
<b>Administración de la calidad</b>	Es fundamental, determinar que el trabajo que se está ejecutando es óptimo para brindar servicio de calidad, lo que nos brindara prestigio y credibilidad.	Personal Operativo
<b>Administración de la medición</b>	Es necesario determinar el protocolo a seguir en cuanto a la medición de muestras de los suelos agrícolas ya que de ello dependerá el éxito del servicio q ofrece el laboratorio de análisis.	Jefes de Área y Operarios

Fuente: Alexandra Núñez

Elaborado por: Alexandra Núñez

## 6.9 Previsión de la evaluación

**Tabla 11.** Previsión de la Evaluación

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Quiénes solicitan evaluar?</b>	Productores agrícolas mayoritarios y minoristas del sector agrícola de la parroquia La Península.
<b>¿Por qué evaluar?</b>	Proveer técnicas biotecnológicas para mejoramiento de los suelos en base a al excesivo uso de fertilizantes químicos en la actualidad.
<b>¿Para qué evaluar?</b>	Determinar la cantidad de cada nutriente que está disponible en los suelos y que son necesarios para el crecimiento de la planta.
<b>¿Qué evaluar?</b>	Características fisicoquímicas de las muestras de suelos tomadas en parcelas de suelos agrícolas.
<b>¿Quién evalúa?</b>	Personal especializado en el análisis. Ing Bioquímica Alexandra Núñez y delegados.

**Elaborado por:** Alexandra Núñez.

## Bibliografía:

- Albares Ester, 2003. Eco Portal. Net. Aprovechando los residuos madereros.  
Disponible:  
[http://www.ecoportel.net/Temas\\_Especiales/Educacion\\_Ambiental/Aprovechando\\_los\\_Residuos\\_Madereros](http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros): .
- Acosta, Diego (2004). Evaluación agronómico de bio fertilizantes en la producción de lechuga (*lactuca sativa*) a campo.(Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Agrónomo). Montevideo : Facultad de Agronomía,
- (Bohem,2002).Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de México. a/c. Efecto de dos Enmiendas Orgánicas y *Trichoderma* spp. para controlar *Sclerotinia* spp. en lechuga.
- Dinel, H., M. Schnitzer, and S. Dumontet, 1998. "Compost Maturity: Chemical Characteristics of Extractable Lipids", *Compost Science Utilization*, 4(1):16-
- Donoso *et al.*, 2008. Crianza y manejo de microorganismos con fines agrícolas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Flores, J. 1977. Bromatología animal. Editorial Limusa, México, 679 p  
Rodríguez,1989.
- Flórez Serrano, Javier (2009) AGRICULTURA ECOLÓGICA. MANUAL Y GUÍA DIDÁCTICA pp. 395..
- García, Margarita (coord.); Rodríguez(2003). Producción orgánica: Aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay. -- Montevideo : PREDEG, 2003.
- Gómez Perazzoli, Alberto (ed.) (2005). Cosecha ecológica en el campo y la ciudad 75 plantas para diseñar sistemas agroecológicos. – Montevideo CEUTA, 2005.
- Gómez Perazzoli, Alberto (ed.) (2005). Centro Uruguayo de Tecnologías apropiadas. Biofertilizantes Nutriendo cultivos sanos

- Guilcapi P. Edmundo.2009.Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Proyecto de tesis efecto de *trichoderma harzianum* y *trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*coffea arábica*) variedad caturra a nivel de Vivero” Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627GUILCAPI%20DANILO.pdf>
- Harman, G.E. 2001. *Trichoderma* spp., including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* and other spp. Deuteromycetes, Moniliales (asexual classification system). Biological Control: A guide to natural enemies in North America. Cornell University. Disponible en: <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol>
- Jaramillo Jorge N. 2004. Buenas Prácticas Agrícolas (Bpa) en La Producción Agrícola Bajo Condiciones Protegidas. Convenio FAO-MAN Proyecto UTF/COL/027/COL.
- Lofs-Holmin, A. 1985. Vermiculture. Present knowledge of the art of earthworm farming. wedishuniv. Of agric. Sciences. Sweden. 69 p. Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de microorganismos y su Capacidad Reproductiva.
- Melendez Gloria 2003 TALLER DE ABONOS ORGÁNICOS Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), Disponible en: <http://www.catie.ac.cr/BancoMedios/Documentos%20PDF/version%20electronica%20memoria.pdf>
- Ramón Rodríguez, 2003. Jefe del Centro Experimental de Campamento, IHCAFE Producción y Calidad de Abono Orgánico y su Capacidad Reproductiva
- Orrego B. Pilar (Abril, 2005) Centro de Apoyo Rural – CEAR: Curso Regional de Formación de Promotores En Gestión de la Calidad y BPA: “Preparación de Biofertilizantes a partir de Residuos Orgánicos” Disponible en: [http://bpa.peru-v.com/abono\\_organico.htm](http://bpa.peru-v.com/abono_organico.htm)

- Salazar S. 2006. Enrique; Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C.* “**ABONOS ORGÁNICOS Y PLASTICULTURA**” Pag. 36-39
- Stefanova, M. 1993. Empleo de biopreparados de Trichoderma en el control de hongos fitopatógenos de suelo en tabaco, pimiento y tomate de hidropónico. I Encuentro Nacional de Bioplaguicidas, VIII Forum Nacional de Ciencia y Técnica, Palacio de Convenciones, dic 16-18, La Habana. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/TRICHODE.htm>
- **Sudest, 2006.** Campaña de investigación científica a favor del medio ambiente en Europa. Disponible en: <http://www.sudest.it/>
- Sztern, 2007. Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Unidad de Desarrollo Municipal. MANUAL PARA LA ELABORACION DE COMPOST BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS, 17p. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf>
- Torres E., J. Iannacone y H. Gómez. 2008. Improved biological efficacy of *Trichoderma harzianum* 1295-22 for foliar phases of turf diseases by using spray applications. *Plant Disease* 81(10):1132-1138. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/brag/>
- Velenzuela, 2010. VEOVERDE. Betazeta Networks S.A. Compostaje comunitario: un ejemplo a seguir. Disponible en: <http://www.veoverde.com/2010/07/compostaje-comunitario-un-ejemplo-a-seguir/>

## ANEXO A

### Fotografías del proceso de construcción del invernadero

**Gráfico 5.** Proceso de construcción



**Gráfico 6.** Medición de dimensiones del invernadero



**Gráfico 7.** Invernadero terminado



## ANEXO B

### PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS PARA EL BIOABONO

**Gráfico 8.** Picado de la cáscara de papa.



**Gráfico 9.** Medida de cáscara de papa en peso/pala



**Gráfico 10.** Preparación de la Alfalfa.



**Gráfico 11.** Contenido de cáscara picada/pala



**Gráfico 12.** Aserrín Fino, Aserrín Grueso y Viruta



**Gráfico 13.** Tipos de aserrín probados en etapa inicial, anterior a las mezclas



Viruta

Aserrín Fino

Aserrín Delgado

**Gráfico 14.** Mezcla Aserrín Fino + Cáscara de Papa Picada



**Gráfico 15.** Mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada



**Gráfico 16.** Mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz



**Gráfico 17.** Volteo de la mezcla Aserrín Fino + Alfalfa Picada



**Gráfico 18.** Volteo de la mezcla Aserrín Fino + Cascarilla de Arroz



## ANEXO C1

### REPLICACIÓN DE *Trichoderma spp.*

Gráfico 19. Inoculación de *Trichoderma spp*



Gráfico 20 Botellas con la sepa inoculada



Gráfico 21 Crecimiento de *Trichoderma spp* a los 4 días de inoculado



**Gráfico 22.** Crecimiento de *Trichoderma* spp a los 8 días de inoculado



**Gráfico 23.** *Trichoderma* spp listo para añadir a las mezclas



## ANEXO C2

### Conteo de Cantidad de Esporas en Cámara de Neubauer

**Gráfico 24.** dilución 1/10 del microorganismo



**Gráfico 25.** adición de la dilución en la cámara de Neubauer



## ANEXO D

### ADICIÓN DEL MICROORGANISMO A LAS MEZCLAS

**Gráfico 26.** Volumen del cilindro (balde)



**Gráfico 27.** Peso de las mezclas/pala



**Gráfico 28.** Distribución según los tratamientos los tratamientos



**Gráfico 29.** Distribución según los tratamientos



**Gráfico 30.** Adición del inóculo a las mezclas



**Gráfico 31.** Rotulación y distribución de los tratamientos



**Gráfico 32.** Medición de temperatura



**Gráfico 33.** Remoción y aireación



## ANEXO E

### Cultivo de las plantas de frijol (*Phaseoluvulgaris*)

**Gráfico 34.** Siembra de las semillas



**Gráfico 35.** Tratamientos con sus respectivas mezclas



**Gráfico 36.** Cultivos según el diseño experimental



Cada replica cuenta con 5 muestras por cada combinación

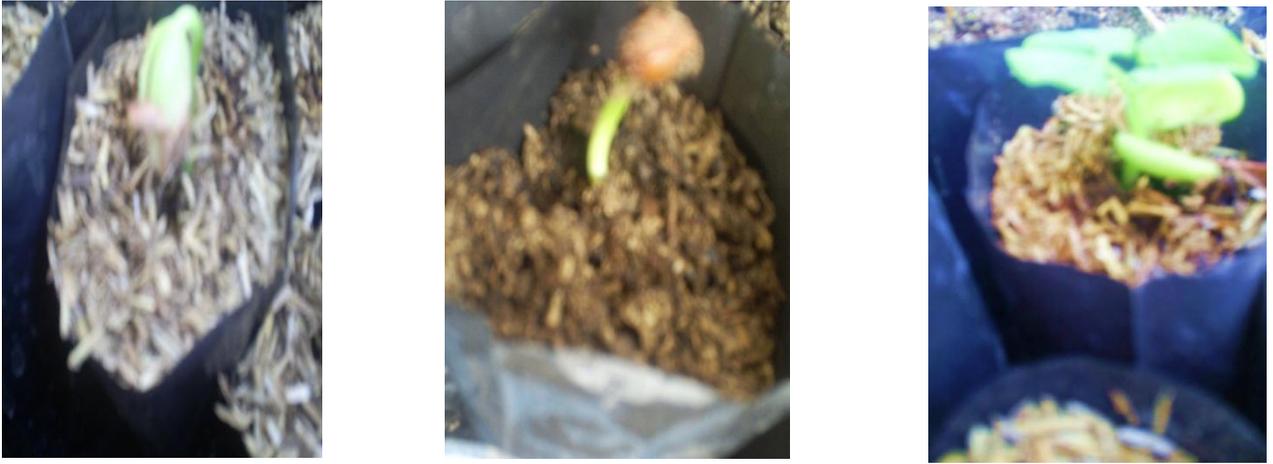
**Gráfico 37.** Hidratación de las replicas en cada tratamiento



## ANEXO F

**Medición de crecimiento de las plantas de frijol en cada tratamiento.**

**Gráficos 38.** Primeros brotes de las plantas en la segunda medición de alturas.



**Gráfico 39.** Medición de temperatura.



**Gráfico 40** Planta crecida en el tratamiento a2b2



**Gráfico 41.** Planta crecida en el tratamiento a1b2



**Gráfico 42.** Medición de alturas en la última medición 15 días



## ANEXO G

### Cálculos para la adición de Trichoderma a las mezclas de desechos orgánicos + aserrín.

- **Conteo en Hematocitómetro o Cámara de Neubauer**

**Tabla 12.** Datos de observación en cámara de Neubauer

Observación	Número de células
Conteo 1:	39
Conteo 2:	55
Conteo 3:	49
Conteo 4:	35
Conteo 5:	59
Promedio:	47.4 =47

Elaborado por: **Alexandra Núñez**

- **Cálculos de Número de Células del microorganismo en la dilución.**

Como el volumen de 1 cuadro grande es:

$$0,1 \text{ cm} \times 0,1 \text{ cm} = 0,01 \text{ cm}^2 \text{ de superficie}$$

$$0,01 \text{ cm}^2 * 0,1 \text{ cm (profundidad)} = 0,01 \text{ cm}^2 * 0,01 \text{ cm} = 0,0001 \text{ cm}^3 = 0,0001 \text{ ml}$$

La fórmula para recuento con cuadros grandes en cámara de Neubauer es

$$\text{Concentración} = \frac{\text{número de células} \times 10.000}{\text{número de cuadros}}$$

Se transformó la concentración obtenida durante el recuento celular en la concentración de la muestra original.

La fórmula:

$$\text{Concentración} = \frac{\text{número de células} \times 10.000}{\text{número de cuadros} \times \text{dilución}}$$

Para una dilución de 1 : 10. Dilución = 0,1

$$\text{Concentración} = \frac{\text{número de células} \times 10.000}{\text{número de cuadros} \times \text{dilución}}$$

Número de células: 47

Numero de cuadros: 1 (porque es promedio)

Dilución: 1/10 = 0.1

$$\text{Concentración} = \frac{47 * 10000}{1 * 0,1}$$

$$\text{Concentración} = \frac{470000}{0,1}$$

$$\text{Concentración} = \frac{470000}{0,1}$$

$$\text{Concentración} = 4700000$$

Por lo tanto tendremos 4700000 células de concentración como resultado.

4700000 células/ml

## ANEXO H

### CÁLCULO DEL NÚMERO DE CÉLULAS DE MICROORGANISMO POR PESO

#### Anexo H1

### CÁLCULO DE NÚMERO DE CÉLULAS DEL MICROORGANISMO POR LOS GRAMOS DE SUSTRATO CONTENIDO EN CADA BOTELLA

#### Datos:

Peso de arroz en cada botella: 200gr

1 grano de arroz seco = 0.2 g

1 grano de arroz cocido = 0.1892 g

$$\begin{aligned} 4700000 \text{ células} & \quad \text{-----} \quad 0.1892 \text{ g (1 grano de arroz)} \\ X & \quad \quad \quad \text{-----} \quad 200 \text{ gr} \\ & \\ & = 4968287526.4 \text{ células en cada botella} \\ & = 4.96 \times 10^9 \text{ cel/botella} \end{aligned}$$

## Anexo H2

### CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL CILINDRO (BALDE)

#### Datos:

Diámetro: 0.30 m

Radio: 0.15m

Altura: 0.40m

$$\text{Vol. del Cilindro} = (\pi \times r^2)h$$

$$\text{Vol. del Cilindro} = (\pi \times 0.15^2)0.40$$

$$\text{Vol. del Cilindro} = (3.1416 \times 0.15^2)0.40$$

$$\text{Vol. del Cilindro} = 0.02827\text{m}^3$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ m}^3 \text{ ----- } 1000\text{lt} \\ 0.02827 \text{ m}^3 \text{ ----- } x \end{array} = 28.87\text{lt}$$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ gal} \text{ ----- } 3.78 \text{ lt} \\ X \text{ ----- } 28.27 \text{ lt} \end{array} = 7.5 \text{ gal}$$

### Anexo H3

#### CÁLCULO DEL PESO EN KG DE LAS MEZCLAS

##### a) Mezcla de cascarilla de arroz + Aserrín fino

1 medida (pala) de aserrín fino = 681g (1.5lb)/pala

1 medida (pala) de cascarilla de arroz = 454g (1lb)/pala

Porcentaje de las mezclas: 50% - 50%

13 medidas (cascarilla de arroz) + 13 medidas (serrín fino)

$$13(454)\text{g} + 13(681)\text{g} = 14755\text{g}$$

$$= 14.7\text{kg}$$

##### b) Mezcla Alfalfa picada + Aserrín fino

1 medida (pala) de aserrín fino = 681g (1.5lb)/pala

1 medida (pala) de alfalfa picada = 681g (1.5lb)/pala

Porcentaje de las mezclas: 50% - 50%

11 medidas (alfalfa picada)+ 11 medidas (aserrín fino)

$$11(681)\text{g} + 11(681)\text{g} = 14982\text{g}$$

$$= 14.9\text{kg}$$

##### c) Mezcla de Cáscara de papa picada + Aserrín fino

1 medida (pala) de aserrín fino = 681g(1.5lb)/pala

1 medida (pala) de cáscara de papa picada = 908g (2lb)/pala

Porcentaje de las mezclas = 50% - 50%

9 medidas (cáscara picada) + 9 medidas (aserrín fino)

$$9(908)\text{g} + 9(681)\text{g} = 14301\text{g}$$

$$= 14.3\text{kg}$$

**d) Concentración del microorganismo (gr/kg)**

200 g ----- 14 kg

X ----- 1kg

**= 14.28 g/kg (Factor b<sub>1</sub>)**

400 g ----- 14 kg

X ----- 1kg

**= 28.5 g/kg (Factor b<sub>2</sub>)**

**ANEXO H4**

**CÁLCULO DEL PESO DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS**

**Tabla 13.** Peso de los C.O.

<b>Compuesto orgánico</b>	<b>Peso contenido en una pala de mano(lb)</b>	<b>Peso en gramos</b>
Cáscara de papa picada	2	908
Alfalfa picada	1.5	681
Cascarilla de arroz	1	454
Aserrín fino	1.5	681
Aserrín grueso	1.5	681
Viruta	1.2	545

**Elaborado por:** Alexandra Núñez.

## ANEXO I

### RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA FASE EXPERIMENTAL.

**Tabla 14.** Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. **Día 3**

<b>CO + Aserrín</b>	<b>MO [mg/Kg]</b>	<b>Réplica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>	
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	1	0	0	3	3	4	2	3	3	3
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	1	0	1	4	4	3	4	4	3.8	4
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	1	0	2	4	4	3	4	4	3.8	4
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	4	5	6	4	5	4.8	5
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	5	6	5	4	4	4.8	5
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	7	5	6	5	6	5.8	6
Aserrín + Cascara de Papa	0	1	2	0	0	4	0	4	4	2.4	2
Aserrín + Cascara de Papa	14	1	2	1	3	4	5	0	3	3	3
Aserrín + Cascara de Papa	28	1	2	2	5	4	4	0	4	3.4	3
Aserrín + Cascarilla Arroz	0	2	0	0	5	5	5	0	4	3.8	4
Aserrín + Cascarilla Arroz	14	2	0	1	4	4	4	4	3	3.8	4
Aserrín + Cascarilla Arroz	28	2	0	2	4	3	3	5	5	4	4
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	5	5	5	4	4	4.6	5
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	5	5	4	6	5	5	5
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	6	5	5	6	6	5.6	6
Aserrín + Cascara de Papa	0	2	2	0	0	0	4	4	4	2.4	2
Aserrín + Cascara de Papa	14	2	2	1	4	4	4	0	0	2.4	2
Aserrín + Cascara de Papa	28	2	2	2	5	5	5	0	0	3	3
Aserrín+ Cascarilla Arroz	0	3	0	0	4	4	4	4	5	4.2	4
Aserrín+ Cascarilla Arroz	14	3	0	1	5	5	4	4	4	4.4	4
Aserrín+ Cascarilla Arroz	28	3	0	2	5	5	3	5	5	4.6	5
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	4	4	5	5	5	4.6	5
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	5	5	4	5	6	5	5
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	5	6	7	5	6	5.8	6
Aserrín + Cascara de Papa	0	3	2	0	6	0	0	0	0	1.2	1
Aserrín + Cascara de Papa	14	3	2	1	4	5	0	0	0	1.8	2
Aserrín + Cascara de Papa	28	3	2	2	4	4	3	0	5	3.2	3

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Tabla 15.** Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. **Día 6**

<b>CO + Aserrín</b>	<b>MO [mg/Kg]</b>	<b>Réplica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>	
Aserrín+ Cascarilla Arroz	0	1	0	0	4	4	5	3	4	4	4
Aserrín+ Cascarilla Arroz	14	1	0	1	5	5	4	5	5	4.8	5
Aserrín+ Cascarilla Arroz	28	1	0	2	5	5	4	5	6	5	5
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	5	7	7	6	6	6.2	6
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	6	7	6	5	5	5.8	6
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	8	6	7	6	8	7	7
Aserrín + Cascara de Papa	0	1	2	0	0	5	0	5	5	3	3
Aserrín + Cascara de Papa	14	1	2	1	4	5	6	0	4	3.8	4
Aserrín + Cascara de Papa	28	1	2	2	6	5	5	0	5	4.2	4
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	6	6	6	0	6	4.8	5
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	2	0	1	5	5	5	5	4	4.8	5
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	2	0	2	6	5	5	7	7	6	6
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	6	6	6	6	5	5.8	6
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	8	6	6	8	6	6.8	7
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	8	8	7	8	8	7.8	8
Aserrín + Cascara de Papa	0	2	2	0	0	0	5	5	6	3.2	3
Aserrín + Cascara de Papa	14	2	2	1	6	5	6	0	0	3.4	3
Aserrín + Cascara de Papa	28	2	2	2	6	6	7	0	0	3.8	4
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	5	5	6	4	5	5	5
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	3	0	1	6	6	5	5	5	5.4	5
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	3	0	2	7	7	6	7	6	6.6	7
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	7	6	7	7	7	6.8	7
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	6	6	6	8	8	6.8	7
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	8	9	9	9	8	8.6	9
Aserrín + Cascara de Papa	0	3	2	0	10	0	0	0	0	2	2
Aserrín + Cascara de Papa	14	3	2	1	8	7	0	0	0	3	3
Aserrín + Cascara de Papa	28	3	2	2	5	5	5	0	6	4.2	4

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Tabla 16.** Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. **Día 9**

<b>CO + Aserrín</b>	<b>MO [mg/Kg]</b>	<b>Réplica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>	
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	1	0	0	8	8	8	7	8	7.8	8
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	1	0	1	11	10	9	9	10	9.8	10
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	1	0	2	10	9	11	10	12	10.4	10
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	10	11	11	10	10	10.4	10
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	10	11	10	9	9	9.8	10
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	14	11	11	10	10	11.2	11
Aserrín + Cascara de Papa	0	1	2	0	0	5	0	8	9	4.4	4
Aserrín + Cascara de Papa	14	1	2	1	7	8	9	0	8	6.4	6
Aserrín + Cascara de Papa	28	1	2	2	11	9	9	0	10	7.8	8
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	12	9	11	0	11	8.6	9
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	2	0	1	8	9	10	9	8	8.8	9
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	2	0	2	10	10	11	11	10	10.4	10
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	11	11	9	9	7	9.4	9
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	11	11	10	10	9	10.2	10
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	10	12	11	12	11	11.2	11
Aserrín + Cascara de Papa	0	2	2	0	0	0	10	9	11	6	6
Aserrín + Cascara de Papa	14	2	2	1	10	9	11	0	0	6	6
Aserrín + Cascara de Papa	28	2	2	2	10	13	12	0	0	7	7
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	9	9	11	9	9	9.4	9
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	3	0	1	8	9	9	8	8	8.4	8
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	3	0	2	9	10	10	9	11	9.8	10
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	10	9	9	11	11	10	10
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	12	10	10	11	10	10.6	11
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	13	13	11	11	13	12.2	12
Aserrín + Cascara de Papa	0	3	2	0	10	0	0	0	0	2	5
Aserrín + Cascara de Papa	14	3	2	1	13	15	0	0	0	5.6	6
Aserrín + Cascara de Papa	28	3	2	2	10	9	8	0	10	7.4	7

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Tabla 17.** Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. **Día 12**

<b>CO + Aserrín</b>	<b>MO [mg/Kg]</b>	<b>Réplica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>	
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	1	0	0	12	15	15	13	15	14	14
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	1	0	1	15	14	15	15	14	14.6	15
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	1	0	2	15	16	15	16	17	15.8	16
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	15	17	18	12	14	15.2	15
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	18	16	16	13	15	15.6	16
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	18	17	18	15	17	17	17
Aserrín + Cascara de Papa	0	1	2	0	0	12	0	15	16	8.6	9
Aserrín + Cascara de Papa	14	1	2	1	11	13	14	0	13	10.2	10
Aserrín + Cascara de Papa	28	1	2	2	15	16	17	0	16	12.8	13
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	17	16	17	0	18	13.6	14
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	2	0	1	15	15	16	15	10	14.2	14
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	2	0	2	15	16	15	17	16	15.8	16
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	16	17	12	13	17	15	15
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	18	17	16	15	16	16.4	16
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	18	17	18	16	19	17.6	18
Aserrín + Cascara de Papa	0	2	2	0	0	0	18	16	15	9.8	10
Aserrín + Cascara de Papa	14	2	2	1	14	19	17	0	0	10	10
Aserrín + Cascara de Papa	28	2	2	2	23	21	19	0	0	12.6	13
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	12	14	19	13	12	14	14
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	3	0	1	16	14	16	15	14	15	15
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	3	0	2	14	15	16	17	16	15.6	16
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	15	14	14	16	17	15.2	15
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	18	16	17	18	15	16.8	17
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	19	17	19	16	17	17.6	18
Aserrín + Cascara de Papa	0	3	2	0	21	0	0	0	0	4.2	10
Aserrín + Cascara de Papa	14	3	2	1	27	27	0	0	0	10.8	11
Aserrín + Cascara de Papa	28	3	2	2	19	16	16	0	17	13.6	14

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Tabla 18.** Altura (cm) de los tallos de las plantas de frijol. **Día 15**

<b>CO + Aserrín</b>	<b>MO [mg/Kg]</b>	<b>Réplica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Promedio</b>	
Aserrín+ Cascarilla Arroz	0	1	0	0	19	18	19	22	21	19.8	20
Aserrín+ Cascarilla Arroz	14	1	0	1	19	20	26	22	22	21.8	22
Aserrín+ Cascarilla Arroz	28	1	0	2	23	25	22	24	25	23.8	24
Aserrín + Alfalfa	0	1	1	0	21	20	22	19	21	20.6	21
Aserrín + Alfalfa	14	1	1	1	25	25	20	21	22	22.6	23
Aserrín + Alfalfa	28	1	1	2	25	23	24	25	26	24.6	25
Aserrín + Cascara de Papa	0	1	2	0	0	28	0	27	28	16.6	17
Aserrín + Cascara de Papa	14	1	2	1	21	24	23	0	24	18.4	18
Aserrín + Cascara de Papa	28	1	2	2	24	23	26	0	25	19.6	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	24	21	24	0	25	18.8	19
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	2	0	1	22	24	23	24	19	22.4	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	2	0	2	24	25	21	24	24	23.6	24
Aserrín + Alfalfa	0	2	1	0	19	22	23	19	19	20.4	20
Aserrín + Alfalfa	14	2	1	1	19	22	24	25	23	22.6	23
Aserrín + Alfalfa	28	2	1	2	27	28	27	25	26	26.6	27
Aserrín + Cascara de Papa	0	2	2	0	0	0	28	28	25	20.2	20
Aserrín + Cascara de Papa	14	2	2	1	27	27	28	0	0	19.4	20
Aserrín + Cascara de Papa	28	2	2	2	29	32	30	0	0	21.2	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	21	20	19	19	22	20.2	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	14	3	0	1	23	25	21	24	26	23.8	24
Aserrín+Cascarilla Arroz	28	3	0	2	24	23	26	26	25	24.8	25
Aserrín + Alfalfa	0	3	1	0	21	23	21	23	22	22	22
Aserrín + Alfalfa	14	3	1	1	27	23	24	27	28	25.8	26
Aserrín + Alfalfa	28	3	1	2	27	25	27	26	28	26.6	27
Aserrín + Cascara de Papa	0	3	2	0	33	0	31	0	0	18.8	19
Aserrín + Cascara de Papa	14	3	2	1	32	32	0	0	0	19.8	20
Aserrín + Cascara de Papa	28	3	2	2	27	26	27	0	27	21.4	21

**Elaborado por:** Alexandra Núñez

**Tabla 19.** Resultados promedios de crecimiento

CO + Aserrín	MO [mg/Kg]	R	A	B	Promedios					
					Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	1	0	0	0	3	4	8	14	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	0	4	5	10	15	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	0	4	5	10	16	24
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	0	5	6	10	15	21
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	0	5	6	10	16	23
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	0	6	7	11	17	25
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	0	2	3	4	9	17
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	0	3	4	6	10	18
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	0	3	4	8	13	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	0	4	5	9	14	19
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	0	4	5	9	14	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	0	4	6	10	16	24
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	0	5	6	9	15	20
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	0	5	7	10	16	23
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	0	6	8	11	18	27
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	0	2	3	6	10	20
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	0	2	3	6	10	20
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	0	3	4	7	13	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	0	4	5	9	14	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	0	4	5	8	15	24
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	0	5	7	10	16	25
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	0	5	7	10	15	22
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	0	5	7	11	17	26
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	0	6	9	12	18	27
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	0	1	2	5	10	19
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	0	2	3	6	11	20
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	0	3	4	7	14	21

Elaborado por: Alexandra Núñez

**Tabla 20.** Valores  $\Delta$  (variación de crecimiento en cm) en cada medición.

CO + Aserrín	MO [mg/Kg]	R	A	B	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	$\Delta T$
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	1	0	0	3	1	4	6	6	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	4	1	5	5	7	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	4	1	5	6	8	24
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	5	1	4	5	6	21
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	5	1	4	6	7	23
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	6	1	4	6	8	25
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	2	1	1	5	8	17
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	3	1	2	4	8	18
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	3	1	4	5	7	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	4	1	4	5	5	19
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	4	1	4	5	8	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	4	2	4	6	8	24
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	5	1	3	6	5	20
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	5	2	3	6	7	23
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	6	2	3	7	9	27
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	2	1	3	4	10	20
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	2	1	3	4	10	20
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	3	1	3	6	9	22
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	4	1	4	5	6	20
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	4	1	3	7	9	24
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	5	2	3	6	9	25
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	5	2	3	5	7	22
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	5	2	4	6	9	26
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	6	3	3	6	9	27
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	1	1	3	5	9	19
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	2	1	3	5	9	20
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	3	1	3	7	7	21

Elaborado por: Alexandra Núñez

**Tabla 21.** % de Germinación de las plantas por cada réplica

CO + Aserrín	MO [mg/Kg]	R	A	B	Germinadas	No Germinadas	% Germinación
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	1	0	0	3	2	60
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	4	1	80
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	5	0	100
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	4	1	80
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	3	2	60
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	4	1	80
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	5	0	100
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	2	0	0	5	0	100
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	4	1	80
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	3	2	60
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	4	1	80
Aserrín + Cascara de Papa	0		2	0	4	1	80
Aserrín + Cascara de Papa	14		2	1	4	1	80
Aserrín + Cascara de Papa	28		2	2	3	2	60
Aserrín+Cascarilla Arroz	0	3	0	0	3	2	60
Aserrín+Cascarilla Arroz	14		0	1	5	0	100
Aserrín+Cascarilla Arroz	28		0	2	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	0		1	0	4	1	80
Aserrín + Alfalfa	14		1	1	5	0	100
Aserrín + Alfalfa	28		1	2	4	1	80
Aserrín + Cáscara de Papa	0		2	0	3	2	60
Aserrín + Cáscara de Papa	14		2	1	3	2	60
Aserrín + Cáscara de Papa	28		2	2	5	0	100

Elaborado por: Alexandra Núñez

## ANEXO J

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS, APLICANDO LOS PROGRAMAS STATGRAPHICS e INFOSTAT

## ANEXO J1

### ANÁLISIS PARA MEDICIONES EN LAS MEDICIONES DE CRECIMIENTO DÍA 3 STATGRPHICS ( $\Delta 1$ )

**Tabla 22 Análisis de Varianza para Crecimiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	12.5	1	12.5	8.38	0.0087
B:[Trichoderma]	4.5	1	4.5	3.02	0.0971
AB	0.333333	1	0.333333	0.22	0.6413
bloques	0.0	2	0.0	0.00	1.0000
Error total	31.3333	21	1.49206		
Total (corr.)	48.6667	26			

R-cuadrada = 35.6164 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 27.2186 porciento

Error estándar del est. = 1.2215

Error absoluto medio = 0.962963

Estadístico Durbin-Watson = 1.22518 (P=0.0045)

Auto correlación residual de Lag 1 = 0.348306

#### **El StatAdvisor**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 35.6164% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 27.2186%.

El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 1.2215. El error medio absoluto (MAE) de 0.962963 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 5.05556

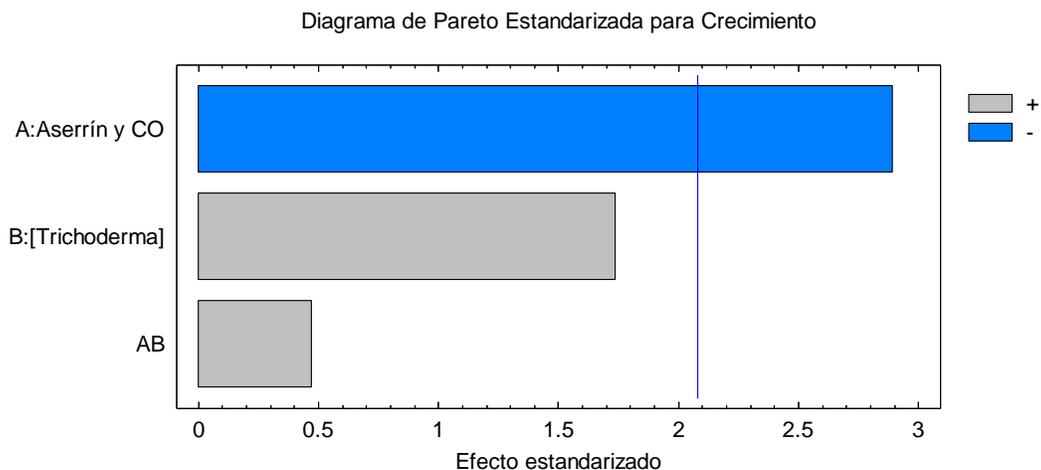
**Tabla 23. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	2.0

### El StatAdvisor

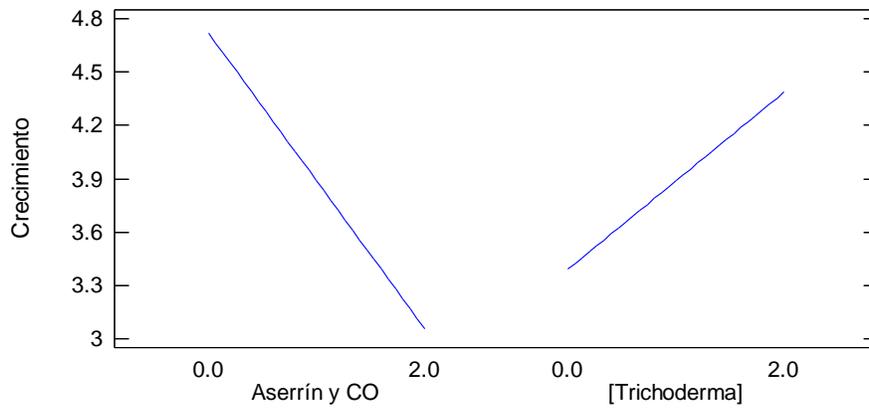
Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

**Gráfico 41. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.**



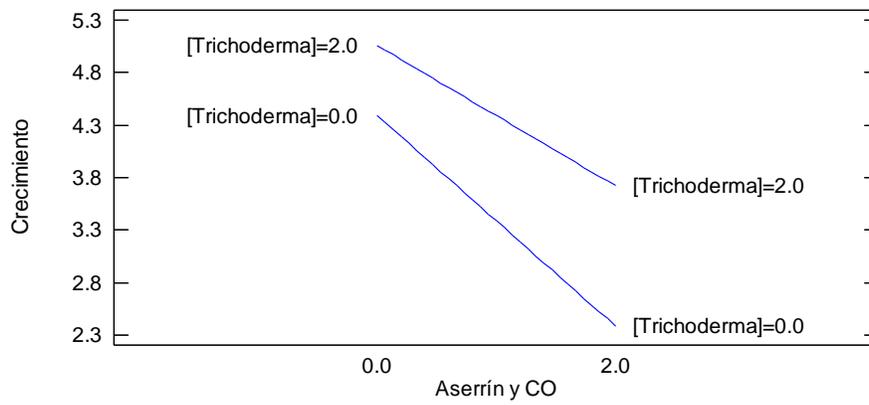
### Gráfico 42. Efectos Principales para Crecimiento

Gráfica de Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 43. Interacción para Crecimiento

Gráfica de Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA1 ( $\Delta 1$ )

**Tabla 24 Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?1	27	0,95	0,91	10,50

**Tabla 23 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658**

Error: 0,1667 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
3,00	3,89	9	0,14 A
2,00	3,89	9	0,14 A
1,00	3,89	9	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 26 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658**

Error: 0,1667 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
2,00	2,33	9	0,14 A
0,00	4,00	9	0,14 B
1,00	5,33	9	0,14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 27 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49658**

Error: 0,1667 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	3,44	9	0,14 A
1,00	3,78	9	0,14 A
2,00	4,44	9	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 28 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,18582**

*Error: 0,1667 gl: 16*

Aserrín + CO [Trichoderma]		Medias	n	E.E.	
2,00	0,00	1,67	3	0,24	A
2,00	1,00	2,33	3	0,24	A B
2,00	2,00	3,00	3	0,24	B C
0,00	0,00	3,67	3	0,24	C D
0,00	1,00	4,00	3	0,24	C D E
0,00	2,00	4,33	3	0,24	D E
1,00	0,00	5,00	3	0,24	E F
1,00	1,00	5,00	3	0,24	E F
1,00	2,00	6,00	3	0,24	F

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )*

## ANEXO J2

### ANÁLISIS PARA MEDICIONES EN LAS MEDICIONES DE CRECIMIENTO DÍA 6

#### STATGRAPHICS(Δ2)

**Tabla 29. Análisis de Varianza para Crecimiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	0.222222	1	0.222222	0.98	0.3343
B:[Trichoderma]	0.888889	1	0.888889	3.91	0.0614
AB	0.333333	1	0.333333	1.47	0.2396
Bloques	1.40741	2	0.703704	3.09	0.0665
Error total	4.77778	21	0.227513		
Total (corr.)	7.62963	26			

R-cuadrada = 37.3786 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 29.2106 porciento

Error estándar del est. = 0.476983

Error absoluto medio = 0.329218

Estadístico Durbin-Watson = 1.47158 (P=0.0269)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.229974

#### **El StatAdvisor**

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 37.3786% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 29.2106%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.476983. El error medio absoluto (MAE) de 0.329218 es el valor promedio de los

residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 1.7963

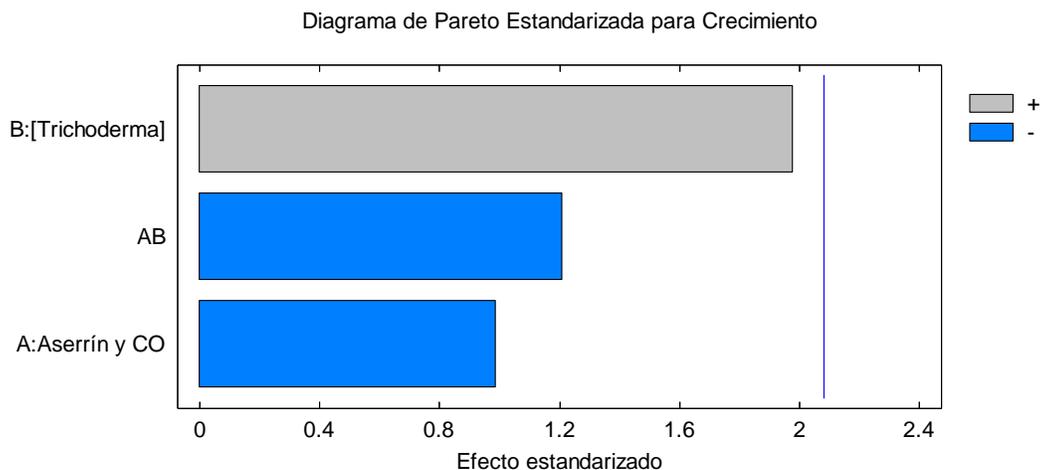
**Tabla 30. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	2.0

### El StatAdvisor

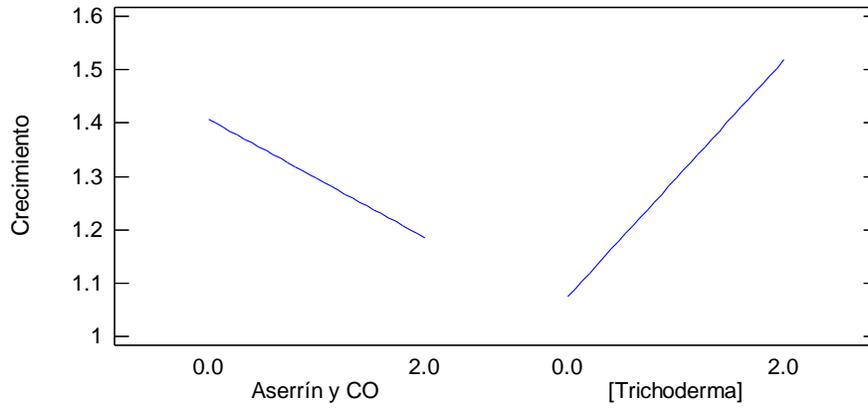
Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

**Gráfico 44. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.**



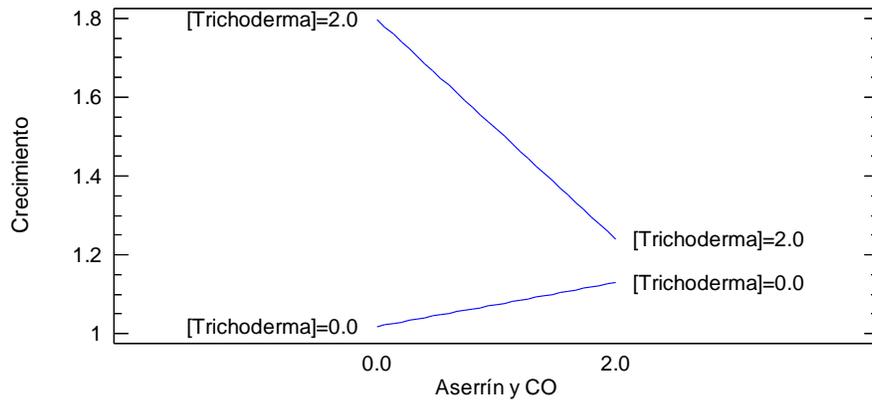
### Gráfico 45. Efectos Principales para Crecimiento

Gráfica de Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 46. Interacción para Crecimiento

Gráfica de Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA2 ( $\Delta 2$ )

**Tabla31 Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?2	27	0,66	0,45	31,05

**Tabla32. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964**

Error: 0,1620 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
1,00	1,00	9	0,13 A
2,00	1,33	9	0,13 A B
3,00	1,56	9	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 33. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964**

Error: 0,1620 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
2,00	1,00	9	0,13 A
0,00	1,22	9	0,13 A B
1,00	1,67	9	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla34. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48964**

Error: 0,1620 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	1,11	9	0,13 A
1,00	1,22	9	0,13 A
2,00	1,56	9	0,13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 35. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16923**

*Error: 0,1620 gl: 16*

Aserrín + CO [Trichoderma]		Medias	n	E.E.	
2,00	0,00	1,00	3	0,23	A
2,00	1,00	1,00	3	0,23	A
2,00	2,00	1,00	3	0,23	A
0,00	0,00	1,00	3	0,23	A
0,00	1,00	1,00	3	0,23	A
1,00	0,00	1,33	3	0,23	A
1,00	1,00	1,67	3	0,23	A
0,00	2,00	1,67	3	0,23	A
1,00	2,00	2,00	3	0,23	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )*

### ANEXO J3

## ANÁLISIS PARA MEDICIONES EN LAS MEDICIONES DE CRECIMIENTO DÍA 9

### STATGRAPHICS (Δ3)

Tabla 36. Análisis de Varianza para Crecimiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	6.72222	1	6.72222	14.73	0.0010
B:[Trichoderma]	0.5	1	0.5	1.10	0.3071
AB	0.75	1	0.75	1.64	0.2138
bloques	0.962963	2	0.481481	1.06	0.3659
Error total	9.58333	21	0.456349		
Total (corr.)	18.5185	26			

R-cuadrada = 48.25 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 41.5 porciento

Error estándar del est. = 0.675536

Error absoluto medio = 0.465021

Estadístico Durbin-Watson = 1.55378 (P=0.0437)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.216264

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 48.25% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 41.5%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es

0.675536. El error medio absoluto (MAE) de 0.465021 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 4.10185

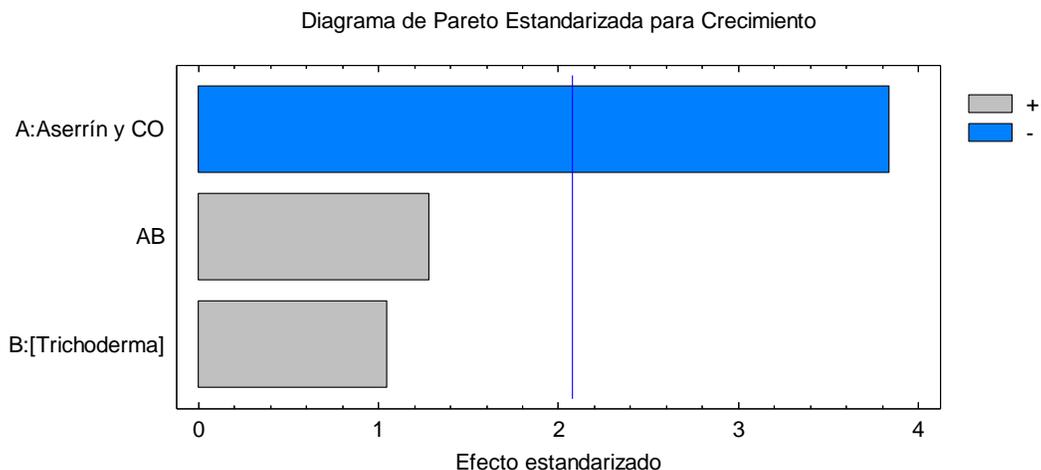
**Tabla 37. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	0.0

### El StatAdvisor

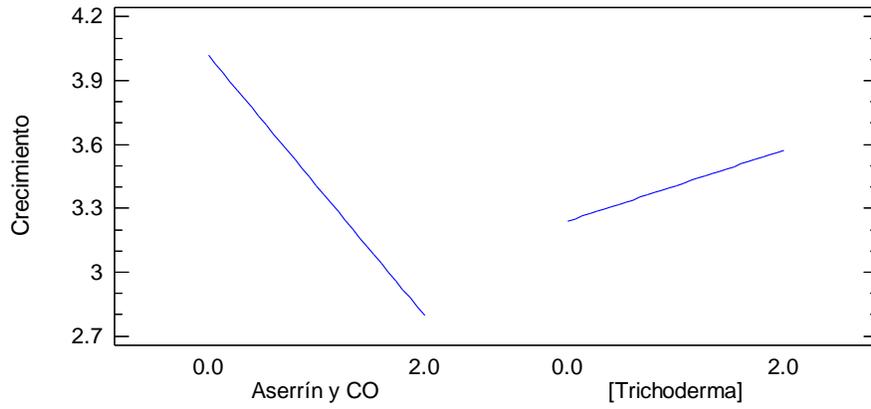
Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

**Gráfico 47. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento**



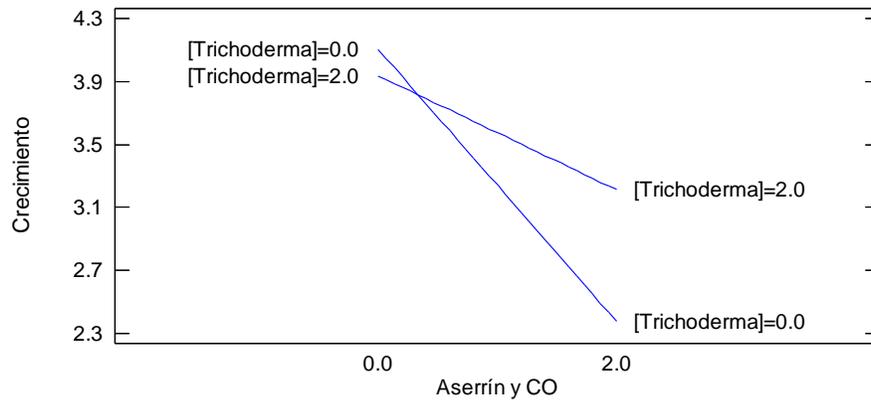
### Gráfico 48. Efectos Principales para Crecimiento

Gráfica de Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 49. Interacción para Crecimiento

Gráfica de Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA3 ( $\Delta 3$ )

**Tabla 38. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?3	27	0,51	0,21	22,06

**Tabla 39. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416**

Error: 0,5648 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
3,00	3,22	9	0,25 A
2,00	3,33	9	0,25 A
1,00	3,67	9	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 40. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416**

Error: 0,5648 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
2,00	2,78	9	0,25 A
1,00	3,44	9	0,25 A B
0,00	4,00	9	0,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 41. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91416**

Error: 0,5648 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	3,22	9	0,25 A
1,00	3,44	9	0,25 A
2,00	3,56	9	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla42.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18297**

Error: 0,5648 gl: 16

Aserrín + CO [Trichoderma]		Medias	n	E.E.	
2,00	0,00	2,33	3	0,43	A
2,00	1,00	2,67	3	0,43	A
1,00	2,00	3,33	3	0,43	A
1,00	0,00	3,33	3	0,43	A
2,00	2,00	3,33	3	0,43	A
1,00	1,00	3,67	3	0,43	A
0,00	0,00	4,00	3	0,43	A
0,00	1,00	4,00	3	0,43	A
0,00	2,00	4,00	3	0,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )

## ANEXO J4

### ANÁLISIS PARA MEDICIONES EN LAS MEDICIONES DE CRECIMIENTO DÍA 12

#### STATGRAPHICS ( $\Delta 4$ )

Tabla43. Análisis de Varianza para Crecimiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	2.0	1	2.0	3.84	0.0635
B:[Trichoderma]	4.5	1	4.5	8.63	0.0078
AB	0.333333	1	0.333333	0.64	0.4328
Bloques	0.962963	2	0.481481	0.92	0.4125
Error total	10.9444	21	0.521164		
Total (corr.)	18.7407	26			

R-cuadrada = 41.6008 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 33.9835 porciento

Error estándar del est. = 0.721917

Error absoluto medio = 0.55144

Estadístico Durbin-Watson = 1.95375 (P=0.2492)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0332769

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen una valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 41.6008% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 33.9835%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.721917. El error medio absoluto (MAE) de 0.55144 es el valor promedio de los

residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 6.18519

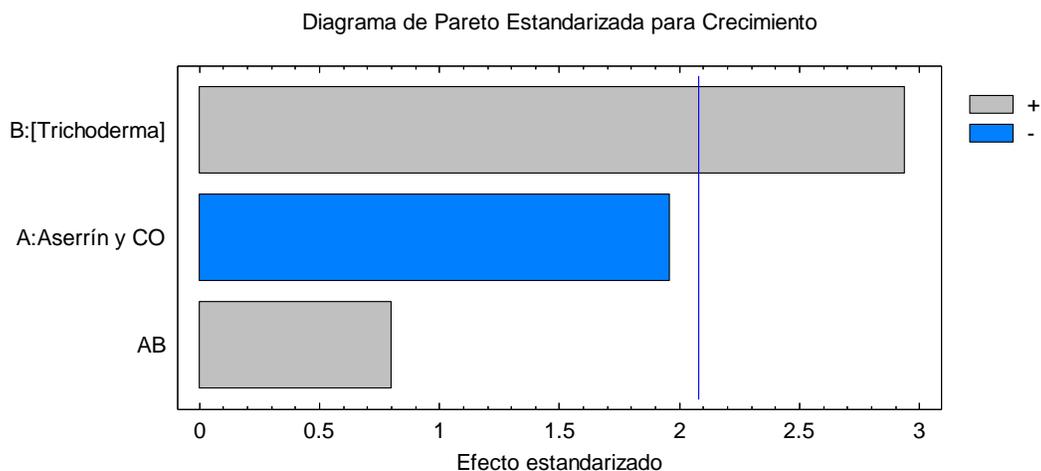
**Tabla44. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	2.0

### El StatAdvisor

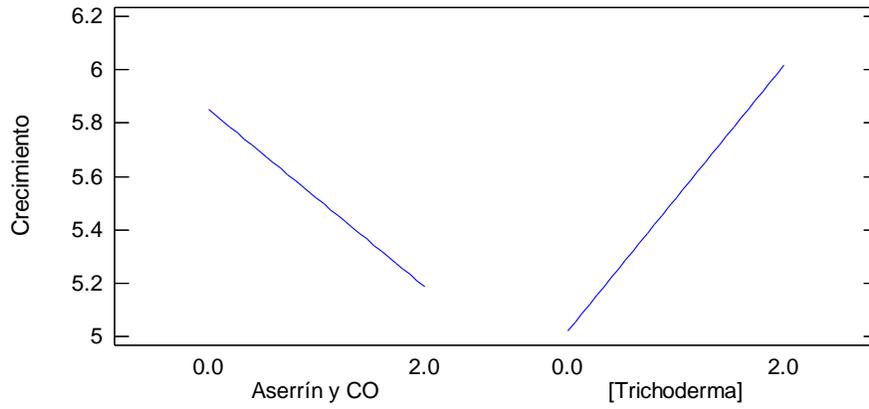
Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

**Gráfico 50. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.**



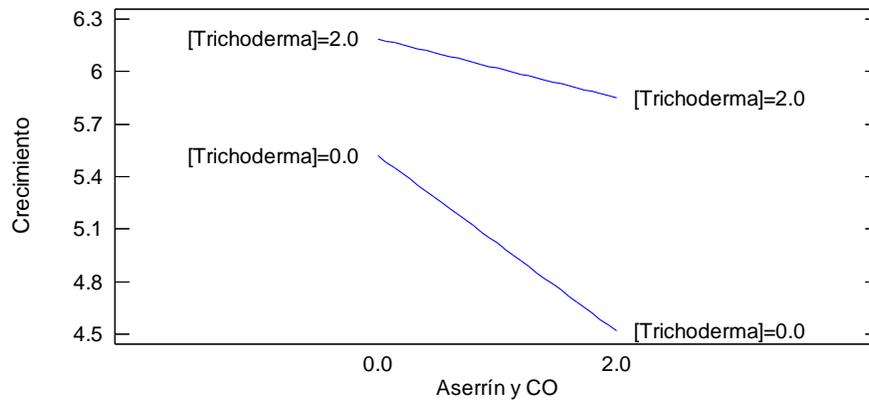
### Gráfico 51. Efectos Principales para Crecimiento

Gráfica de Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 52. Interacción para Crecimiento

Gráfica de Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA 4 ( $\Delta 4$ )

**Tabla 45. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?4	27	0,62	0,39	12,02

**Tabla 46. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669**

Error: 0,4398 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
1,00	5,33	9	0,22 A
2,00	5,44	9	0,22 A
3,00	5,78	9	0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 47 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669**

Error: 0,4398 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
2,00	5,00	9	0,22 A
0,00	5,67	9	0,22 A B
1,00	5,89	9	0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 48 Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80669**

Error: 0,4398 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	5,11	9	0,22 A
1,00	5,33	9	0,22 A B
2,00	6,11	9	0,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla49.Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,92632***Error: 0,4398 gl: 16*

Aserrín + CO [Trichoderma]		Medias	n	E.E.	
2,00	1,00	4,33	3	0,38	A
2,00	0,00	4,67	3	0,38	A B
0,00	0,00	5,33	3	0,38	A B
1,00	0,00	5,33	3	0,38	A B
0,00	1,00	5,67	3	0,38	A B
2,00	2,00	6,00	3	0,38	A B
0,00	2,00	6,00	3	0,38	A B
1,00	1,00	6,00	3	0,38	A B
1,00	2,00	6,33	3	0,38	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )*

## ANEXO J5

### Análisis para mediciones en las mediciones de crecimiento Día 15

#### STATGRAPHICS ( $\Delta 5$ )

Tabla50. Análisis de Varianza para Crecimiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	6.72222	1	6.72222	7.32	0.0132
B:[Trichoderma]	8.0	1	8.0	8.71	0.0076
AB	12.0	1	12.0	13.07	0.0016
Bloques	4.66667	2	2.33333	2.54	0.1027
Error total	19.2778	21	0.917989		
Total (corr.)	50.6667	26			

R-cuadrada = 61.9518 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 56.9889 por ciento

Error estándar del est. = 0.958118

Error absoluto medio = 0.658436

Estadístico Durbin-Watson = 1.19725 (P=0.0035)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.314121

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 61.9518% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 56.9889%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.958118. El error medio absoluto (MAE) de 0.658436 es el valor promedio de los

residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 8.83333

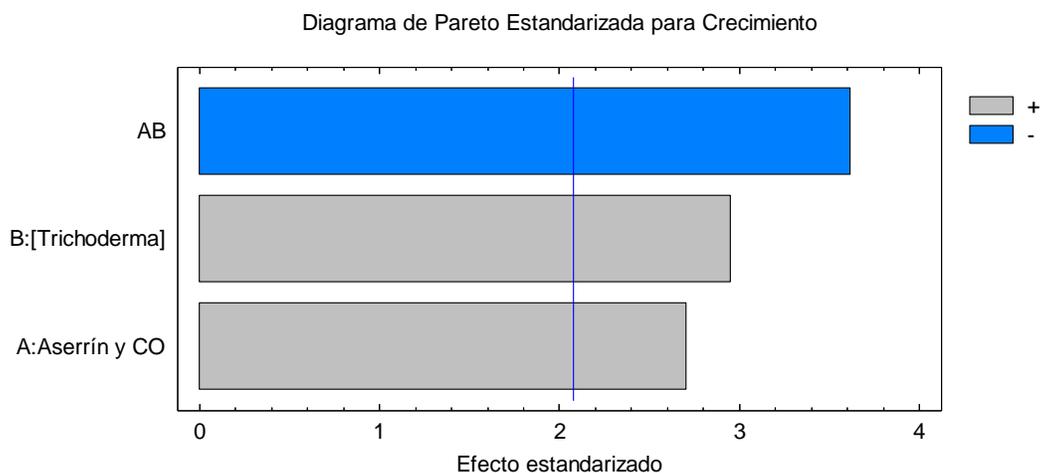
**Tabla51. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	2.0

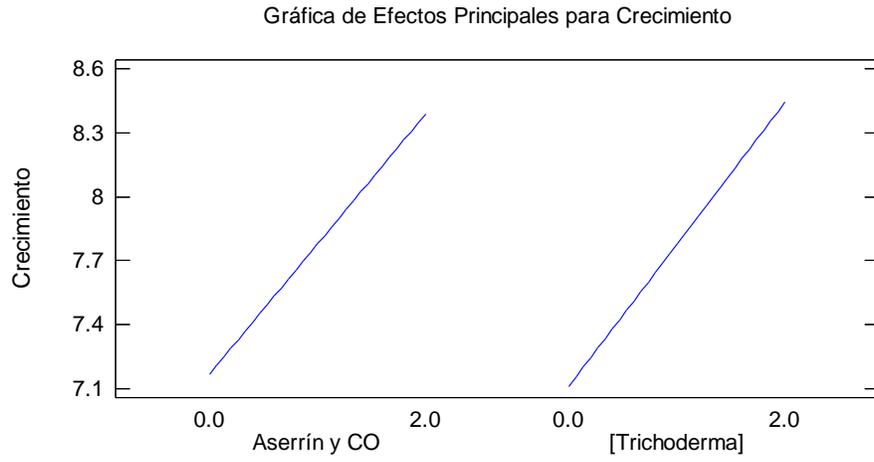
### El StatAdvisor

Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

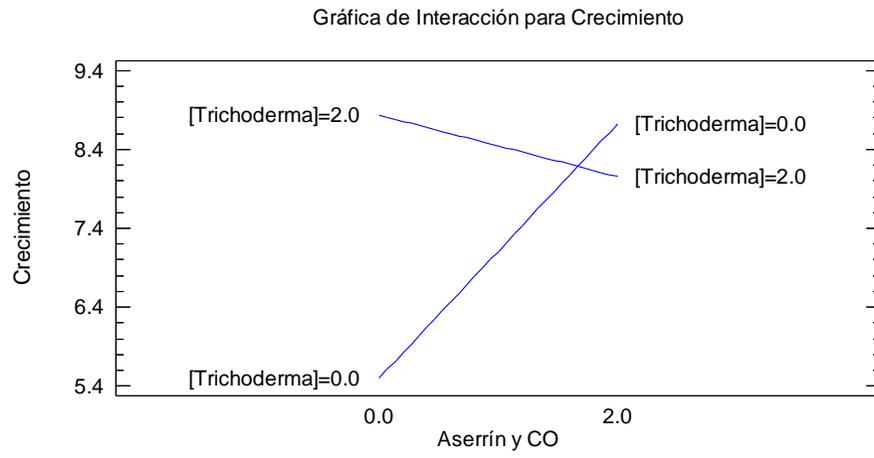
**Gráfico 53. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.**



### Gráfico 54. Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 55. Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA5 ( $\Delta 5$ )

**Tabla 52. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?5	27	0,79	0,66	10,50

**Tabla 53. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99317**

Error: 0,6667 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
1,00	7,22	9	0,27 A
2,00	7,89	9	0,27 A B
3,00	8,22	9	0,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 54. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99317**

Error: 0,6667 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
0,00	7,33	9	0,27 A
1,00	7,44	9	0,27 A
2,00	8,56	9	0,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 55. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99317**

Error: 0,6667 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	6,89	9	0,27 A
2,00	8,22	9	0,27 B
1,00	8,22	9	0,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 56. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,37164**

*Error: 0,6667 gl: 16*

Aserrín + CO [Trichoderma]		Medias	n	E.E.			
0,00	0,00	5,67	3	0,47	A		
1,00	0,00	6,00	3	0,47	A	B	
1,00	1,00	7,67	3	0,47	A	B	C
2,00	2,00	7,67	3	0,47	A	B	C
0,00	1,00	8,00	3	0,47	A	B	C
0,00	2,00	8,33	3	0,47		B	C
1,00	2,00	8,67	3	0,47			C
2,00	1,00	9,00	3	0,47			C
2,00	0,00	9,00	3	0,47			C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes( $p \leq 0,05$ )*

## ANEXO J6

### ANÁLISIS PARA MEDICIONES EN LAS MEDICIONES DE CRECIMIENTO TOTAL

#### STATGRAPHICS TOTAL ( $\Delta T$ )

Tabla57. Análisis de Varianza para Crecimiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Aserrín y CO	29.3889	1	29.3889	9.32	0.0061
B:[Trichoderma]	76.0556	1	76.0556	24.11	0.0001
AB	4.08333	1	4.08333	1.29	0.2681
bloques	10.8889	2	5.44444	1.73	0.2023
Error total	66.25	21	3.15476		
Total (corr.)	186.667	26			

R-cuadrada = 64.5089 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 59.8797 porciento

Error estándar del est. = 1.77616

Error absoluto medio = 1.34568

Estadístico Durbin-Watson = 1.01414 (P=0.0006)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.466317

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 64.5089% de la variabilidad en Crecimiento. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 59.8797%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 1.77616. El error medio absoluto (MAE) de 1.34568 es el valor promedio de los residuos.

El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Debido a que el valor-P es menor que 5.0%, hay una indicación de posible correlación serial al nivel de significancia del 5.0%. Grafique los residuos versus el orden de fila para ver si hay algún patrón que pueda detectarse.

Meta: maximizar Crecimiento

Valor óptimo = 25.8056

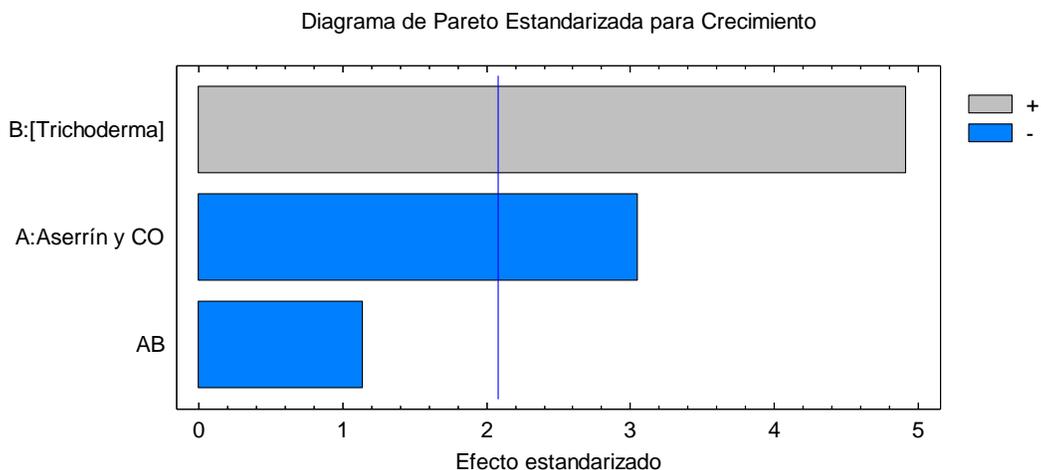
**Tabla 58. Optimizar Respuesta**

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Aserrín y CO	0.0	2.0	0.0
[Trichoderma]	0.0	2.0	2.0

### El StatAdvisor

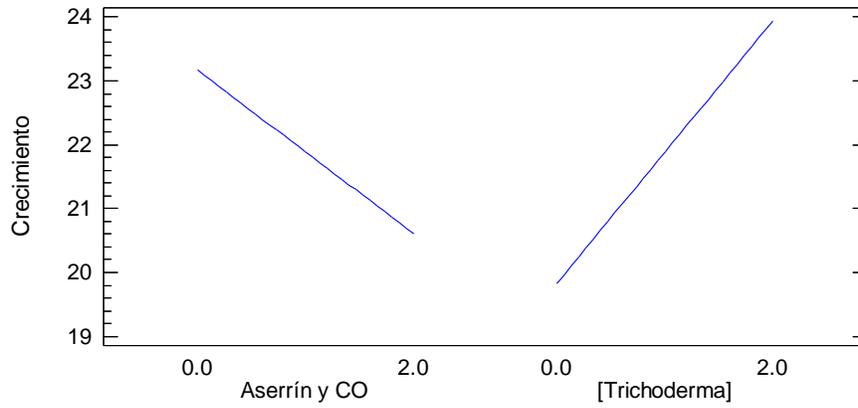
Esta tabla muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Crecimiento sobre la región indicada. Use el cuadro de diálogo de Opciones de Ventana para indicar la región sobre la cual se llevará a cabo la optimización. Puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor.

**Gráfico 56. Diagrama de Pareto estandarizada para crecimiento.**



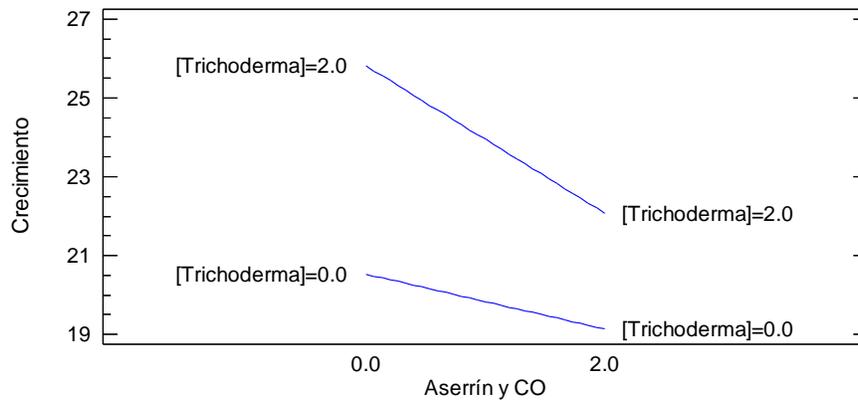
### Gráfico 57. Efectos Principales para Crecimiento

Gráfica de Efectos Principales para Crecimiento



### Gráfico 58. Interacción para Crecimiento

Gráfica de Interacción para Crecimiento



## INFOSTAT DELTA TOTAL ( $\Delta T$ )

**Tabla 59. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
?T	27	0,93	0,89	4,14

**Tabla 60. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111**

Error: 0,8194 gl: 16

Réplica	Medias	n	E.E.
1,00	21,11	9	0,30 A
2,00	21,89	9	0,30 A B
3,00	22,67	9	0,30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 61. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111**

Error: 0,8194 gl: 16

Aserrín + CO	Medias	n	E.E.
2,00	19,67	9	0,30 A
0,00	22,22	9	0,30 B
1,00	23,78	9	0,30 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 62. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10111**

Error: 0,8194 gl: 16

[Trichoderma]	Medias	n	E.E.
0,00	19,78	9	0,30 A
1,00	22,00	9	0,30 B
2,00	23,89	9	0,30 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 63. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,62938**

Error: 0,8194 gl: 16

Aserrín + CO	[Trichoderma]	Medias	n	E.E.				
2,00	0,00	18,67	3	0,52	A			
2,00	1,00	19,33	3	0,52	A			
0,00	0,00	19,67	3	0,52	A			
1,00	0,00	21,00	3	0,52	A	B		
2,00	2,00	21,00	3	0,52	A	B		
0,00	1,00	22,67	3	0,52		B	C	
1,00	1,00	24,00	3	0,52			C	D
0,00	2,00	24,33	3	0,52			C	D
1,00	2,00	26,33	3	0,52				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )