



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

TEMA:

“Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)”

Trabajo de Graduación previo a la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica bajo la Modalidad de Trabajo Estructurado de Manera Independiente

AUTOR: Andrea Fernanda Quinde Ortiz

TUTORA: Ing. M.Sc. Liliana Acurio Arcos

Ambato – Ecuador

2014

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de Tutora del trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE UN BIOFERTILIZANTE ELABORADO A BASE DE FRUTAS EN EL NIVEL DE CLOROFILA *a* Y *b* Y EN LA CALIDAD DEL FOLLAJE DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum L.*), FRESA (*Fragaria vesca*), Y ROSAS (*Rosae sp.*)”, realizado por la Egda. Andrea Fernanda Quinde Ortiz de la Carrera de Ingeniería Bioquímica. Considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Febrero del 2014.

Ing. Liliana Acurio Arcos, M.Sc.

TUTORA DE TESIS

DEDICATORIA

A mi Madre, por ser para mí el más claro ejemplo de esfuerzo, perseverancia y superación, por enseñarme que con paciencia y dedicación se alcanzan los sueños.

A mi Padre, por haberme apoyado, por la paciencia y confianza, y más que nada por indicarme que de los errores se puede aprender mucho y ser mejor.

A mi Hermano, que a pesar de no ser tan unidos y las peleas desde niña me has sacado una sonrisa en los peores momentos, y me has enseñado que lo que te propongas lo puedes cumplir, gracias, te quiero mucho.

A mi Tía Nelly, que siempre ha estado en los momentos más y menos importantes de mi vida, gracias por ser como mi Madre, por todos los consejos y apoyo siempre.

A mi abuelito Jorge y mi abuelita Marujita, por haberme dado tanto amor y cariño el tiempo que compartí con ellos, y que desde el lugar donde están lo siguen haciendo.

A ti Rosy, que mas que mi amiga has sido como mi hermana, gracias por apoyarme, comprenderme, aceptarme siempre y ser un ejemplo de superación.

Andrea.

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento a:

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos que me dieron la oportunidad de formar parte de ellas.

A la empresa Bioquyfer, al Laboratorio de Ingeniería de Procesos y su ayudante Ing. José Luis Gutiérrez, y a la Unidad de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (UOITA), por permitirme desarrollar la parte experimental de mi trabajo de investigación en sus instalaciones.

A la Ing. Liliana Acurio Arcos, por su amistad, consejos, apoyo, confianza y por haberme guiado en la culminación de este trabajo.

Al Dr. Ramiro Velasteguí por ser el mentor de esta idea, y por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera.

A los docentes que colaboraron como calificadoros de este trabajo, al Ing. Fernando Álvarez y a la Ing. María Teresa Pacheco, gracias por brindarme su valioso tiempo y paciencia para guiarme en la finalización del trabajo y por sus sabios consejos.

A mis profesores y aquellos que no lo fueron de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Bioquímica, gracias por brindarme sus amplios conocimientos y su amistad.

A todo el personal de la Facultad por su disposición, amabilidad buena voluntad y distinción siempre hacia mí persona.

A mi mejor amigo Juan, gracias por compartir conmigo desde que nos conocimos, gracias por estar en todo momento, por cada risa, por cada lágrima, por cada palabra, por las locuras, por todo el cariño, muchas gracias, lo logramos juntos, te quiero un montón.

A mis tíos y primos que siempre han estado junto a mí aconsejándome para ser mejor persona y cumplir mis metas.

A mi amiga Andre Robayo, quien ha sido siempre como mi familia y me ha apoyado siempre, gracias eres muy importante en mi vida.

A mis amigos: Gaby, Fer, Vane, Zazu, Raffa, Vero, Joan, Caro, Andre M, Stefanía, Christian, quienes forman parte importante en mi vida, gracias por sus consejos y apoyo incondicional.

Finalmente, gracias a todas las personas sinceras y de buen corazón que han estado junto a mí en este largo camino y me dieron palabras de ánimo, aliento y apoyo para continuar.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Tema	i
Aprobación del tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general de contenidos	vii
Índice de anexos	xv
Resumen	xxiv
Abstract	xxv

B. TEXTO

CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	2
1.2.1.1. Macro	2
1.2.1.2. Meso	3
1.2.1.3. Micro	4
1.2.2. Análisis Crítico	4
1.2.2.1. Diagrama Causa – Efecto	4
1.2.2.2. Prognosis	5
1.2.2.3. Formulación del problema	5
1.2.2.4. Preguntas directrices	5
1.2.2.5. Delimitación	6

1.3. Justificación	6
1.4. Objetivos	7
1.4.1. General	7
1.4.2. Específicos	7

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes investigativos	8
2.2. Fundamentación filosófica	9
2.3. Fundamentación legal	9
2.4. Categorías fundamentales	10
2.4.1. Marco teórico de la variable independiente	11
2.4.1.1. Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de fruta	11
a. Principios de la nutrición foliar	11
b. Características	12
c. Ventajas de la fertilización foliar	13
d. Factores que influyen en la fertilización foliar	14
d.1 Relacionados con la formulación foliar	14
d.1.1 pH de la solución	15
d.1.2 Surfactantes y adherentes	15
d.1.3 Nutrimiento y el ión acompañante en la aspersion	15
d.2 Relacionados con el medio ambiente	15
d.2.1 Temperatura y humedad relativa	16
d.2.2 Luz y hora de aplicación	16
d.3 Relacionados con la planta	16
d.3.1 Edad de la planta y de la hoja	16
2.4.1.2. Biofertilizante foliares a base de residuos de frutas	17
2.4.1.2.1 Frutas y hierbas medicinales	18
a. Papaya (<i>Carica papaya</i>)	18
b. Banano (<i>Musa paradisiaca</i>)	19
c. Melón (<i>Cucumis melo</i>)	21

d. Naranja (<i>Citrus cinensis</i>)	22
e. Babaco (<i>Carica pentagona</i>)	23
f. Manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i>)	24
d. Toronjil (<i>Melissa officinalis</i>)	25
2.4.1.2.2 Melaza	26
2.4.1.3. Biofertilizantes foliares	26
2.4.1.4. Biofertilizantes	27
2.4.1.4.1 Biofertilizantes líquidos	28
a. Funciones de los biofertilizantes líquidos	28
b. Sustancias comunes que se encuentran en los biofertilizantes líquidos	29
2.4.2. Marco teórico de la variable dependiente	31
2.4.2.1 Nivel de clorofila a y b y calidad del follaje	31
2.4.2.1.1 Clorofila	31
a. Tipos de clorofila	31
2.4.2.1.2 Especies vegetales	33
a. Rosa (<i>Rosae sp.</i>)	33
a.1 Taxonomía	33
a.2 Descripción botánica	33
a.2.1 Raíz	34
a.2.2 Tallo	34
a.2.3 Hojas y yemas	34
a.2.4 Flores	34
a.2.5 Fruto	35
b. Tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum L.</i>)	35
b.1 Taxonomía	35
b.2 Descripción botánica	35
b.2.1 Raíz	35
b.2.2 Tallo	36
b.2.3 Hojas	36
b.2.4 Flores	36
b.2.5 Fruto	37
b.2.6 Semilla	37
c. Fresa (<i>Fragaria vesca</i>)	38

c.1 Taxonomía	38
c.2 Descripción botánica	38
c.2.1 Raíz	38
c.2.2 Tallo	39
c.2.3 Hojas	39
c.2.4 Flores	39
c.2.5 Fruto	39
2.4.2.2. Macronutrientes y micronutrientes	40
a. Macronutrientes	40
a.1 Nitrógeno	40
a.2 Fósforo	40
a.3 Potasio	41
a.4 Azufre	41
a.5 Magnesio	41
a.6 Calcio	42
b. Micronutrientes	42
b.1 Boro	42
b.2 Cobre	42
b.3 Hierro	43
b.4 Manganeso	43
b.5 Zinc	43
b.6 Molibdeno	43
b.7 Cloro	44
c. Aminoácidos	44
d. Fitohormonas	45
2.4.2.3 Nutrición Vegetal	46
2.4.2.4 Calidad del cultivo	47
2.5 Hipótesis	47
2.6 Señalamiento de variables	47

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Enfoque	48
3.2. Modalidad básica de la investigación	48
3.3. Nivel o tipo de investigación	49
3.4. Población y muestra	49
3.4.1 Población	49
3.4.2 Muestra	49
3.5. Operacionalización de variables	50
3.5.1 Operacionalización de la Variable Independiente	50
3.5.2 Operacionalización de la Variable Dependiente	51
3.6. Recolección de información	52
3.6.1 Caracterización del área de estudio	52
3.6.1.1 Ubicación geográfica de la localidad	52
3.6.1.2 Condiciones climáticas	52
3.6.1.3 Características climáticas del invernadero	52
3.6.2 Procedimientos	53
3.6.2.1 Elaboración del biofertilizante	53
a. Formulación 1	53
b. Formulación 2	54
3.6.2.2 Medición de los parámetros físicos de los biofertilizantes	55
a. Temperatura	55
b. pH	55
3.6.2.3. Aplicación de los biofertilizantes	55
3.6.3. Medición de las variables	55
3.6.3.1. Cuantificación de las clorofilas a y b	55
a. Método de laboratorio	55
3.6.3.2. Medición de hojas	56
3.6.3.3. Medición de tallos	57
3.6.3.4. Identificación del color de hojas	59
3.6.3.5. Determinación del número de defectos en las plantas	59
3.6.3.6 Determinación y comparación de los costos de aplicación	

de un agroquímico y el biofertilizante foliar a base de frutas.	60
3.6.4. Factores en estudio	60
3.6.5. Diseño experimental	60
3.6.5.1. Tipo de diseño	60
3.6.5.2. Análisis estadístico	61
3.6.5.3. Análisis funcional	61
3.6.6. Variables en estudio	61
3.7. Procesamiento y análisis	61

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de datos	62
4.1.1. Parámetros físico químicos en los biofertilizantes	62
4.1.1.1. Físicos	62
4.1.1.2. Químicos	62
4.1.2. Concentración de clorofila	62
4.1.3. Hojas	64
4.1.3.1. Largo	64
4.1.3.2. Ancho	65
4.1.4. Tamaño de tallos	65
4.1.5. Color de hojas	66
4.1.6. Defectos en la planta	67
4.1.7 Determinación de costos	67
4.2. Interpretación de datos	68
4.2.1. Parámetros físico químicos en los biofertilizantes	68
4.2.1.1. Físicos	68
4.2.1.2. Químicos	68
4.2.2. Concentración de clorofila	69
4.2.3. Hojas	70
4.2.4. Tamaño de tallos	71
4.2.5. Color de hojas	72

4.2.6. Defectos en la planta	72
4.2.7. Determinación de costos	72
4.3. Verificación de hipótesis	73

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	74
5.2. Recomendaciones	76

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1. Datos informativos	77
6.1.1. Título	77
6.1.2. Instituciones ejecutoras	77
6.1.3. Beneficiarios	77
6.1.4. Ubicación	77
6.1.5. Tiempo estimado para la ejecución	78
6.1.6. Equipo técnico responsable	78
6.2. Antecedentes de la propuesta	78
6.3. Justificación	79
6.4. Objetivos	79
6.4.1. Objetivo general	79
6.4.2. Objetivo específicos	79
6.5. Análisis de factibilidad	80
6.6. Fundamentación	81
6.7. Metodología – Modelo operativo	81
6.7.1. Elaboración del biofertilizante	81
6.7.2. Elección del agroquímico	82
6.7.3. Análisis químico del biofertilizante y del agroquímico	82
6.7.4. Aplicación del biofertilizante y el agroquímico	82

6.7.5. Determinación de parámetros en el follaje de las especies vegetales	82
6.7.6. Determinación de costos	82
6.8. Administración	83
6.9. Previsión de la evaluación	84

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía	85
Anexos	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. DATOS EXPERIMENTALES

Tabla A1. pH de los biofertilizantes	94
Tabla A2. Temperatura de los biofertilizantes (°C)	94
Tabla A3. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	95
Tabla A4. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	95
Tabla A5. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	95
Tabla A6. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	96
Tabla A7. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	96
Tabla A8. Concentración de clorofila <i>a</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	96
Tabla A9. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	97
Tabla A10. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	97
Tabla A11. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	97
Tabla A12. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	98
Tabla A13. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	98
Tabla A14. Concentración de clorofila <i>b</i> en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	98
Tabla A15. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	99
Tabla A16. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	99
Tabla A17. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	99
Tabla A18. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	100
Tabla A19. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	100

Tabla A20. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	100
Tabla A21. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	101
Tabla A22. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	101
Tabla A23. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	101
Tabla A24. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	102
Tabla A25. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	102
Tabla A26. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	102
Tabla A27. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	103
Tabla A28. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	103
Tabla A29. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	103
Tabla A30. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	104
Tabla A31. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	104
Tabla A32. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	104
Tabla A33. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	105
Tabla A34. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	105
Tabla A35. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	105
Tabla A36. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	106
Tabla A37. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	106
Tabla A38. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	106
Tabla A39. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación	107

Tabla A40. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación	107
Tabla A41. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación	107
Tabla A42. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación	108
Tabla A43. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación	108
Tabla A44. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación	108
Tabla A45. Costos de elaboración para 10 L de biofertilizante a base de frutas	109
Tabla A46. Comparación de costos de aplicación entre el biofertilizante y el agroquímico.	109
Tabla A47. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en el tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum L.</i>) tratado con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.	109
Tabla A48. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en la fresa (<i>Fragaria vesca</i>) tratada con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.	110
Tabla A49. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en las rosas (<i>Rosae sp.</i>) tratada con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.	110

ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Tabla B1. Análisis de varianza de la concentración de clorofila <i>a</i> en las especies vegetales.	112
Tabla B2. Análisis de varianza de la concentración de clorofila <i>b</i> en las especies vegetales.	112
Tabla B3. Análisis de varianza del largo de las hojas en las especies vegetales.	112
Tabla B4. Análisis de varianza del ancho de las hojas en las especies vegetales.	113
Tabla B5. Análisis de varianza del largo del tallo en las especies vegetales.	113
Tabla B6. Análisis de varianza del color de las hojas en las especies vegetales.	113
Tabla B7. Análisis de varianza de los defectos en las especies vegetales.	114
Tabla B8. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a las especies vegetales.	114
Tabla B9. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a los días de fermentación de los biofertilizantes.	114
Tabla B10. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a la formulación de los biofertilizantes.	115

ANEXO C. GRÁFICOS

Figura C1. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	117
Figura C2. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	117
Figura C3. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	118
Figura C4. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	118
Figura C5. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	119
Figura C6. Evolución de la clorofila <i>a</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	119
Figura C7. Aumento de la clorofila <i>a</i> en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	120
Figura C8. Interacción entre la formulación y los días de fermentación de los biofertilizantes con respecto a la concentración de clorofila <i>a</i> .	120
Figura C9. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila <i>a</i> .	121
Figura C10. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila <i>a</i> .	121
Figura C11. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	122
Figura C12. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	122
Figura C13. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	123
Figura C14. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	123
Figura C15. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	124
Figura C16. Evolución de la clorofila <i>b</i> en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	124
Figura C17. Aumento de la clorofila <i>b</i> en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	125
Figura C18. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila <i>b</i> .	125
Figura C19. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila <i>b</i> .	126

Figura C20. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	126
Figura C21. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	127
Figura C22. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	127
Figura C23. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	128
Figura C24. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	128
Figura C25. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	129
Figura C26. Aumento de tamaño en el largo de las hojas en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	129
Figura C27. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al largo de las hojas en las plantas.	130
Figura C28. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al largo de las hojas.	130
Figura C29. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	131
Figura C30. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	131
Figura C31. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	132
Figura C32. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	132
Figura C33. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	133
Figura C34. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	133
Figura C35. Aumento de tamaño en el ancho de las hojas en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	134
Figura C36. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al ancho de las hojas.	134

Figura C37. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al ancho de las hojas de las plantas.	135
Figura C38. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	135
Figura C39. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	136
Figura C40. Evolución del largo del tallo en las tres especies	136
Figura C41. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	137
Figura C42. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días	137
Figura C43. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	138
Figura C44. Índice de aumento de tamaño en largo del tallo en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	138
Figura C45. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al tamaño del tallo de las plantas.	139
Figura C46. Interacción entre los días de fermentación y las especies vegetales con respecto al tamaño del tallo de las plantas.	139
Figura C47. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	140
Figura C48. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	140
Figura C49. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	141
Figura C50. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	141
Figura C51. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	142
Figura C52. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	142
Figura C53. Aumento del color de hoja en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	143
Figura C54. Interacción entre las formulaciones de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al color de las hojas.	143
Figura C55. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al color de las hojas.	144
Figura C56. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.	144

Figura C57. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.	145
Figura C58. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.	145
Figura C59. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.	146
Figura C60. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.	146
Figura C61. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.	147
Figura C62. Índice de disminución de los defectos en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.	147
Figura C63. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto a la disminución de defectos en las plantas.	148
Figura C64. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la disminución de los defectos en las plantas.	148

ANEXO D. SOLUCIONES Y ANÁLISIS DE LABORATORIO

Soluciones	150
Análisis de Nitrógeno – Laboratorio LACONAL	151
Análisis de Hierro y Magnesio – Laboratorio INIAP	152

ANEXO E. FOTOGRAFÍAS

Figura E1. Ingredientes utilizados para el biofertilizante	154
Figura E2. Procedimiento	155
Figura E3. Biofertilizante con y sin hierbas	156
Figura E4. Biofertilizantes en proceso de fermentación	157
Figura E5. Especies vegetales en el invernadero	158
Figura E6. Aplicación de los biofertilizantes	159
Figura E7. Determinación de clorofila <i>a</i> y <i>b</i>	159
Figura E8. Defectos en las especies vegetales	160
Figura E9. Evolución de las especies vegetales durante el tratamiento	160

Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)
Fresa (*Fragaria vesca*)
Rosas (*Rosae* sp.)

ANEXO F. CARTA DE COLORES

Carta de colores para hojas (FAO, 2013)	165
-----------------------------------------	-----

RESUMEN

Se evaluó la influencia de la aplicación de un fertilizante biológico a base de frutas en el incremento de clorofila *a* y *b*, y la calidad obtenida en el follaje de tres especies vegetales: tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*). Se evaluaron seis formulaciones distintas. Tres formulaciones contenían papaya, babaco, banano, melón, y naranja en un 10% cada una y un 50% de melaza fermentándose una durante 7 días, otra 14 días y otra 21 días, las otras tres formulaciones contenían papaya, babaco, banano, melón, y naranja en un 9.5% cada una, un 50% de melaza y 1.25% de toronjil y manzanilla, que son hierbas medicinales, fermentándose también una durante 7 días, otra 14 días y otra 21 días. La concentración de cada formulación era de 4 mL/L de agua. La aplicación se hizo desde el día diez después de la plantación hasta el día 36 de su desarrollo, cada 7 días. En cada aplicación cada planta recibió aproximadamente 110 mL de solución del biofertilizante. Los resultados mostraron que la mejor formulación fue la elaborada a base de frutas sin hierbas medicinales y fermentada durante 14 días. Las especies vegetales mostraron un incremento significativo en los niveles de clorofila *a* y *b*, además de mejorar porcentualmente otros parámetros como el tamaño del tallo, longitud, anchura, y color de las hojas, y la reducción de defectos con respecto a los testigos, logrando una mejor calidad de follaje.

Palabras clave: biofertilizante, frutas, clorofila, foliar.

ABSTRACT

The influence of the application of biological fertilizers based on fruits were evaluated in the increase of *a* and *b* chlorophyll, and the quality obtained in the foliage of three plant species: kidney tomato (*Solanum lycopersicum* L.), strawberry (*Fragaria vesca*), and roses (*Rosae* sp.) . Six different formulations were evaluated: Three formulations were constituted by papaya, babaco , banana, melon , and orange 10% each and 50 % molasses. The first was fermented for 7 days, the second 14 days and the third 21 days; the other three formulations were constituted by papaya, babaco, bananas, melon, and orange, 9.5% each, 50 % molasses and 1.25% lemon balm and chamomile , which are medicinal herbs. They were also fermented the first for 7 days, the second 14 days and the another 21 days. The concentration of each formulation was 4 mL/L of water. The treatments started at the tenth day after planting until day 36 of development, and it was done every 7 days. In each treatment each plant received about 110 mL of biofertilizer. The best results were obtained with the formulation prepared from fruits without herbs and fermented for 14 days. Plant species showed a significant increase in the levels of *a* and *b* chlorophyll, and improved other parameters such as stem size, length, width, and color of the leaves, and defect reduction, achieving a better quality of foliage.

Keywords: bio-fertilizer , fruits , chlorophyll , leaf .

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

1.2 Planteamiento del problema

Las investigaciones sobre biofertilizantes elaborados a partir de residuos animales, humanos, vegetales y otras fuentes orgánicas naturales, son hoy en día uno de los temas de mayor desarrollo en el país y en el mundo entero.

Una de las opciones viables para mejorar varios aspectos de las plantas como: el tamaño y resistencia de la hoja a rupturas y quemaduras, diámetro de los tallos, el color de la pigmentación y la calidad nutritiva del follaje, es la aplicación foliar de biofertilizantes. Varias investigaciones sobre la utilización de diversas formulaciones a base de residuos de frutas, que contienen macroelementos (carbohidratos, proteínas, lípidos), microelementos (aminoácidos como treonina, tetionina, leucina y vitaminas como ácido aspártico) y oligoelementos (nitrógeno, cobre, hierro, manganeso, zinc), determinaron que estos influyen favorablemente en el desarrollo de la planta desde el tallo hasta las hojas y el fruto (Rottenberg y Gallardo, 2010). Sin embargo, estos beneficios no son conocidos por los productores ni por las grandes plantaciones, ya que no existen datos sólidos sobre la incidencia de este tipo de biofertilizantes en los niveles de clorofila de la planta.

Por todo lo anteriormente mencionado la investigación se enfocó en evaluar el efecto del biofertilizante elaborado a base de frutas, en los niveles de clorofila *a* y *b*, y en la calidad del follaje de tres especies vegetales.

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Macro

El uso de los abonos orgánicos para mantener la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos en la cosecha, se conoce desde la antigüedad. Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer nutrientes a las plantas y reponer al suelo aquellos compuestos extraídos por las plantas, era mediante la utilización de desechos orgánicos (Trinidad, 2011). En años recientes, la demanda de alimentos sanos, consecuentemente, también el uso de abonos de origen orgánico con el objetivo de incrementar el rendimiento y las características cualitativas de los vegetales (Tourat, 2000).

Sánchez (2007), indica que uno de los primeros métodos de obtención de fertilizantes orgánicos tuvo origen en la India entre los años 1905 y 1947, con la aplicación del “método Indore” propuesto por Albert Howard, que se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales. En la actualidad, la India es pionera en la aplicación de biofertilizantes foliares, logrando de esta manera mejorar la fertilidad del suelo y reducir el uso de fertilizantes foliares químicos (Babu et al., 1991).

El uso de biofertilizantes foliares ha aumentado en el mundo entero. En Estados Unidos ensayos sobre el efecto de abonos foliares a base de residuos agrícolas en el vigor de la remolacha azucarera, demostraron un efecto significativo, tanto en el vigor de la planta, como en el crecimiento del follaje (Suslow et. al, 2010). Así mismo investigaciones realizadas en países europeos, afirman que los abonos orgánicos foliares aportan a la planta una gran cantidad de nutrientes como minerales, vitaminas,

y aminoácidos que estimulan el crecimiento y contribuyen a obtener altos rendimientos (Sprenat, 1990). Asimismo, se ha observado un aumento en la longitud y diámetro de las plantas, así como un incremento en el peso fresco del follaje de legumbres (Maareg y Sohir, 2011). En la actualidad, a nivel mundial existen aproximadamente 400 industrias dedicadas a la producción de abonos orgánicos (Sánchez, 2007).

1.2.1.2 Meso

En América Latina la utilización de biofertilizantes fermentados se ha extendido, el uso de los biofertilizantes elaborados a base de residuos animales y vegetales ha aumentado, dejando de lado a los fertilizantes químicos. Las hectáreas dedicadas a la agricultura orgánica rodean el 20% del área mundial (Gudynas, 2012).

Tanto en Colombia como Brasil los agricultores han incorporado las prácticas de la agricultura orgánica en sus parcelas, obteniendo mayores ventajas en los procesos naturales y en las interacciones biológicas de las plantas con el suelo, así como también aumentando la eficiencia de los recursos básicos y reduciendo en aproximadamente un 70% el uso de recursos externos producidos por la industria como: fertilizantes, semillas, pesticidas, maquinaria, etc. (Restrepo, 2009).

Argentina domina el uso de fertilizantes orgánicos, ocupando el segundo puesto a nivel mundial. Mientras que Uruguay se convirtió en el país latinoamericano con la proporción más alta de tierras dedicadas a la utilización de abonos orgánicos, alcanzando la novena posición a nivel mundial. En Bolivia se está aplicando un tipo de biofertilizante foliar a base de melaza y residuos agrícolas para promover en los cultivos de papa el crecimiento armónico de cada órgano de producción, maximizar la producción y mejorar la calidad de los tubérculos (Venegas, 2011).

Todas estas innovaciones han permitido que el MERCOSUR se convierta en el segundo bloque comercial con la mayor superficie tratada con fertilizantes orgánicos después de la Unión Europea (Gudynas, 2012).

1.2.1.3 Micro

A nivel nacional se pretende reducir los costos y mejorar el rendimiento de ciertas plantas mediante la pulverización de soluciones diluidas de biol de frutas elaborado artesanalmente, directamente sobre las hojas (Morillo, 2011; Vargas, 2008). En el estudio de Carrera y Canacúan (2011) al aplicar tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo (cargabello y calima rojo) se obtuvo diferencia significativa al 1% en los días de floración, longitud de vaina, diámetro de vainas y número de granos por vaina.

Según Vargas (2008), la aplicación de biofertilizantes foliares en el cultivo de durazno (*Prunus pérsica L*), ofrece resultados eficientes en las etapas de formación y engrose, aumentando en un 15% la concentración de sólidos solubles de los frutos con respecto al testigo. Por otra parte, un estudio realizado por Toalombo (2012), confirmó que la aplicación de microorganismos autóctonos al follaje de cebolla blanca (*Allium fistulosum*) mejora significativamente el rendimiento final.

1.2.2 Análisis crítico

1.2.2.1 Diagrama Causa - Efecto

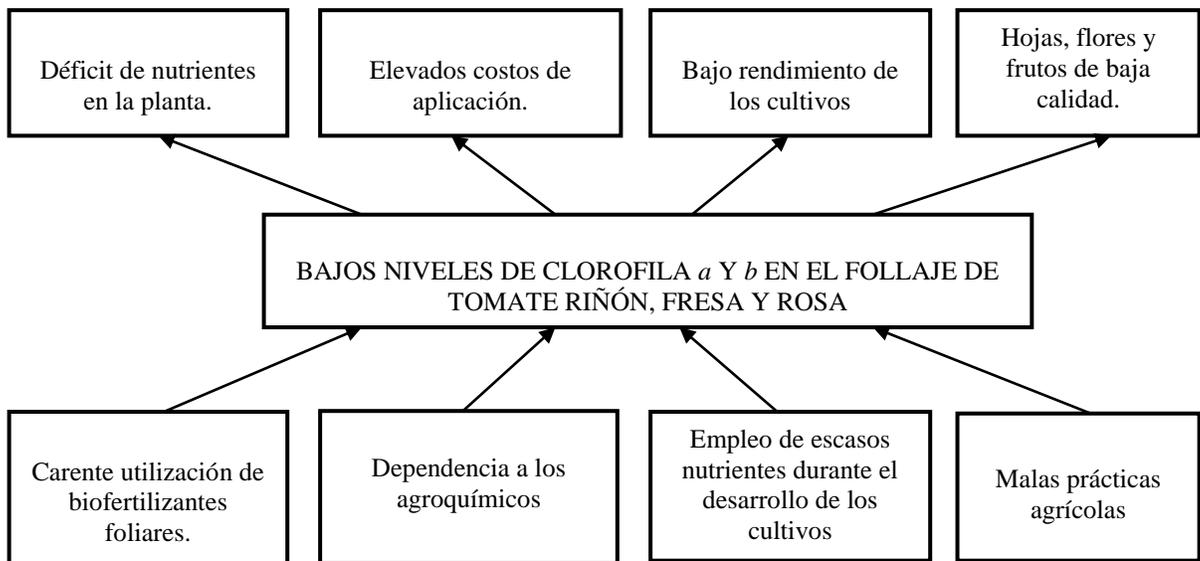


Figura 1. Diagrama Causa - Efecto
Elaborado por: Andrea Quinde

1.2.2.2 Prognosis

Los beneficios del biofertilizante líquido de aplicación foliar elaborado a base de frutas sobre diversos aspectos en especies vegetales es un tema mínimamente investigado, desaprovechando así las cualidades nutritivas de esta fuente orgánica, que no solo permite reducir el uso indiscriminado de agroquímicos, sino que además es un recurso amigable con el medio ambiente. De llegar a descubrir el efecto benéfico de este tipo de abono se evitará la susceptibilidad a plagas en los cultivos, la muerte de microorganismos benéficos, la salinización del suelo, cuidando además la salud de los agricultores.

1.2.2.3 Formulación del problema

¿La aplicación foliar de un biofertilizante de frutas permite mejorar los niveles de clorofila *a* y *b* y la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)?

1.2.2.4 Preguntas directrices

¿Es importante determinar la composición química de los biofertilizantes elaborados a base de frutas?

¿El aporte de nutrientes adecuados durante el desarrollo de los cultivos mejora la cantidad de clorofila *a* y *b* en el follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)?

¿Las buenas prácticas agrícolas mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto, el de los cultivos, aumentando el tamaño del fruto, intensidad de color de la pigmentación, la calidad nutritiva y mejor formación de hojas y tallos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)?

¿La disminución del uso de agroquímicos reduce los costos de aplicación en los cultivos?

1.2.2.5 Delimitación

<i>Área:</i>	Agroecología
<i>Sub-área:</i>	Nutrición Vegetal Alternativa
<i>Sector:</i>	Biofertilizantes Foliare
<i>Sub-sector:</i>	Nutrición Foliar
<i>Temporal:</i>	Agosto 2013 – Enero 2014
<i>Espacial:</i>	Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato.

1.3 Justificación

La investigación surge por la necesidad de mejorar la fisiología vegetal, enfocando los niveles de clorofila *a* y *b*, que son moléculas involucradas directamente en la eficiencia fotosintética, que resulta en el aumento y la calidad del follaje de tomate riñón, fresa y rosas, objetivo que se desea lograr utilizando un biofertilizante foliar como alternativa al uso de agroquímicos, que permita incrementar la productividad y la calidad de los cultivos, y al mismo tiempo mantener armonía con el medio ambiente. El uso de residuos de frutas en la elaboración del biofertilizante es probablemente una buena alternativa por su composición rica en vitaminas, aminoácidos, entre otros compuestos nutritivos.

La utilización de biofertilizantes es una de las prácticas que marca el inicio de una agricultura alternativa, cimentada en el concepto de la sustentabilidad de los ecosistemas productivos. Los biofertilizantes provenientes de fuentes orgánicas no solo aprovechan los desechos provenientes de diferentes procesos productivos, sino que además contribuyen a la agricultura sostenible al excluir de las prácticas agrícolas a los agroquímicos de síntesis. La investigación se centrará en obtener un biofertilizante amigable con la naturaleza que permita mantener los niveles de producción adecuados para una agricultura sustentable.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Evaluar la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a*, *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

1.4.2 Específicos

- Determinar la composición química de los biofertilizantes foliares elaborados a base de frutas.
- Evaluar el efecto del biofertilizante de aplicación foliar en la cantidad de clorofila *a* y *b* del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).
- Comprobar el efecto del biofertilizante en el tamaño, color de la pigmentación y porcentaje de defectos de las hojas y tallos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).
- Elaborar un análisis económico comparativo entre los costos de aplicación de un agroquímico y el biofertilizante foliar a base de frutas, reportado como mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

En Ecuador la fertilización foliar es una labor rutinaria, que provee de nutrición instantánea aportando elementos esenciales a los cultivos. Las investigaciones realizadas en el país con respecto a la aplicación de biofertilizantes al follaje de las plantas, han tenido como resultado la mejora en rendimiento de toda clase de cultivos, en estudios realizados en lechuga se demostró la eficiencia de los abonos de frutas, mejorando la altura y diámetro de la planta, así como en el peso de la planta. También se comprobó en el análisis económico, que los abonos de frutas dieron un mejor resultado según la relación beneficio/costo (Venegas, 2008).

Para el manejo de cafetales, en Costa Rica, se aplica un abono foliar a base de extracto de plantas y hierbas para corregir deficiencias del estado nutricional de las plantas y la conservación del suelo. Se basan en los análisis de suelo y foliares, para determinar las fertilizaciones a realizar y suplir así las necesidades nutricionales de la plantación de café (Broyce et al., 2009).

En México se demandan mayoritariamente los abonos orgánicos líquidos obtenidos mediante fermentación (compostas líquidas y biofertilizantes líquidos), que al ser aplicados al follaje de las plantas tienen importantes beneficios, entre los que destacan: aumento del brillo del follaje, aumento del tamaño de hojas y mejor calidad de la flor y fruto, esto fue demostrado en un estudio de aplicación de biofertilizantes líquidos a base de estiércol bovino y de gallinaza al follaje en plantas de chile jalapeño y tomate, realizado en Sinaloa, observándose un 15% de aumento en el tamaño de las hojas y tallos con respecto al testigo, en sí una mejora en la calidad de la planta y del producto (Armenta, 2010).

En Argentina se realizaron pruebas en maíz dulce bajo un sistema de fertilización foliar orgánica donde se utilizaron dos tipos de biofertilizantes persiguiendo una producción ecológicamente saludable y que además contribuya al desarrollo de una agricultura con alto grado de sustentabilidad, por lo que se analizó los niveles nutricionales de las mazorcas donde se observó que existe diferencia significativa al 95% con respecto al tipo de fertilizante utilizado; el efecto con el biofertilizante usado a base de residuos animales presentó un aumento en las mazorcas de entre 5 a 10 μg en el contenido de micronutrientes (Mg, Fe, y Ca) con respecto a los valores de las mazorcas testigos (Aguirre y Fernández, 2010).

2.2 Fundamentación filosófica

La presente investigación pretende ofrecer el conocimiento científico relacionado a la evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de la clorofila *a*, *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

Por estos razonamientos, para esta investigación se considerará el paradigma positivista ya que este se rige por las leyes que permiten explicar, predecir y controlar los fenómenos del mundo natural y pueden ser descubiertas y descritas por los investigadores con métodos adecuados. Además el objetivo que se obtiene se considera efectivo y factual, ya que se basa en la experiencia y es válido para todos los tiempos y lugares, con independencia de quien lo descubre, y se utiliza la vía hipotético–deductiva como lógica metodológica válida (Naranjo, 2010).

2.3 Fundamentación legal

La presente investigación se apoya en el Art.400 y 401 de la Constitución de la República del Ecuador, Capítulo Segundo (Biodiversidad y Recursos Naturales), Sección Segunda (Biodiversidad); los cuales mencionan que el Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la

biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales (Asamblea Nacional, 2008).

2.4 Categorías fundamentales

“Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a* y *b* y la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)”

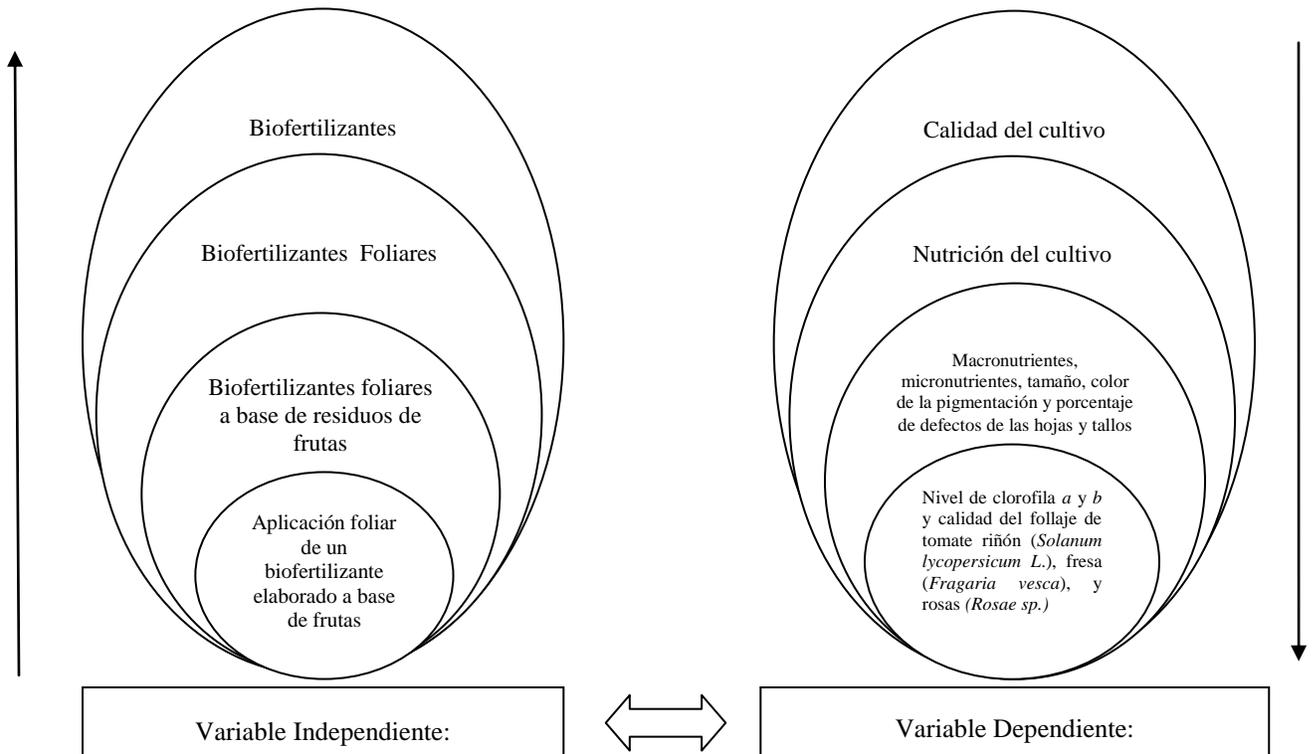


Figura 2. Categorías Fundamentales
Elaborado por: Andrea Quinde

2.4.1 Marco Teórico de la Variable Independiente

2.4.1.1 Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de fruta

La fertilización foliar es la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo. La eficiencia de la fertilización foliar es superior a la de la fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento. La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N, P y K, requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los periodos de senescencia natural (Ramírez, 2000).

La nutrición foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Pérez, 1988).

a. Principio de la nutrición foliar

La nutrición foliar en sí se da en la hoja, que es el tercer órgano de las plantas superiores después de la raíz y el tallo, es utilizada esencialmente para los procesos de fotosíntesis y transpiración. La hoja es una lámina de forma plana justamente para estos dos propósitos. Está conformada en su parte superior por un parénquima, y en el envés, por un mesófilo esponjoso y tejido vascular en forma de espina que cumplen funciones de asimilación. Todos estos tejidos están rodeados por una cutícula en ambos lados de la lámina. La cutícula es una estructura aparentemente impermeable, constituida por cutina que es hidrófoba. Los estomas pueden ubicarse a ambos lados

de la hoja o solo en uno, los cuales permiten el intercambio de gases para la fotosíntesis y la respiración, como también la liberación de vapor de agua en la transpiración (Trinidad y Aguilar, 1999).

Las plantas pueden absorber todos los elementos nutritivos vía foliar por los estomas de la hoja, las absorciones son relativamente pequeñas y para satisfacer los requerimientos de los macronutrientes se deben efectuar numerosas aplicaciones. Mientras más tiempo de contacto exista entre la solución nutritiva y la hoja más efectiva será la absorción. Muchas veces a las soluciones para fertilización foliar se le agregan surfactantes, compuestos químicos que impiden la formación de gotas sobre la superficie de la hoja una vez aplicada la solución, así se aumenta la superficie de contacto entra la lámina y los nutrientes, aumentando así mismo, la eficiencia del proceso (Sánchez, 2007).

La aplicación foliar continua no solo incrementa la producción, sino que, no altera el medio ambiente, siendo la práctica agronómica más promisoría para el siglo XXI (Ramírez, 2000).

b. Características

El abastecimiento de los principales nutrientes requeridos como el nitrógeno, fósforo y potasio es más económico y efectivo vía aplicación al suelo. Sin embargo, la aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de calcio, magnesio y azufre, al igual que micronutrientes como zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno, mientras que suplementa los requerimientos de N-P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento crítico del cultivo (Trinidad y Aguilar, 1999).

La intensidad de absorción es limitada precisamente por las barreras que se interfieren. Por ello, no resulta factible nutrir a las plantas con todas sus necesidades de nutrientes vía follaje. La nutrición foliar, comparada con la absorción de nutrientes a través de la raíz, es mucho más rápida y efectiva, al menos cuando se trata de elementos menores,

y en casos excepcionales, también de elementos mayores, cuando estos se encuentran en el suelo en bajas concentraciones (Ramírez, 2000)

La nutrición foliar tiene la finalidad de retrasar los procesos de senescencia natural. La misma se dirige a los estados de crecimiento cuando disminuye la velocidad de la fotosíntesis y ocurre una baja absorción de nutrientes vía raíces, en función de ayudar a la traslocación de nutrientes hacia la semilla o crecimiento vegetativo. La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes es variable, el potasio, los elementos secundarios y los micronutrientes, se absorben en períodos de horas hasta un día. El único nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta es el fósforo. Este concepto es importante, porque quiere decir que si llueve algunas horas después de la fertilización foliar, la cantidad de nutrientes que puede lavarse es mínima (Sánchez, 2001).

c. Ventajas de la fertilización foliar

La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de los fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%; por el contrario los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos (Venegas, 2008).

Con esta técnica, al mismo tiempo que se nutre se está controlando las enfermedades, además permite una rápida utilización de los nutrientes corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo. Es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos, ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas, permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o stress, en el caso de sequías el aporte de nutrientes vía foliar permite aliviar esta dificultad, no obstante, se debe tener en cuenta que en estas condiciones las plantas son mucho más sensibles a los efectos de toxicidad causada por las aplicaciones foliares (Sánchez, 2007).

Cuando se presentan bajas temperaturas (como en las heladas) pueden ocasionar un daño tal al follaje, que se limite la actividad fotosintética de la planta, limitándose por ende, la absorción de nutrientes; en este caso las aplicaciones foliares permiten que la planta se recupere más rápidamente de esta condición de stress, estimula la absorción de nutrientes lo cual se manifiesta en un mejor rendimiento a la cosecha (Venegas, 2008).

d. Factores que influyen en la fertilización foliar

Para el éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores: los de la planta, el ambiente y la formulación foliar (Tabla 1) (Kovacs, 1986).

Tabla 1. Factores que influyen en la efectividad de la fertilización foliar

Factores de la planta	Factores del medio ambiente	Factores de las soluciones
Tipo de ceras	Temperatura	Concentración
Edad de la hoja	Luz	Dosis
Estomas	Fotoperiodo	Técnicas de aplicación
Células de guarda	Viento	Agentes humectantes
Presencia de tricomas	Humedad	pH
Envés y revés de la hoja	Sequedad	Higroscopicidad
Turgor de la hoja	Hora del día	Compuestos utilizados
Cultivar	Potencial osmótico del medio	Proporción nutritiva
Humedad sobre la hoja		Propiedad de adherencia
Estado nutricional		Azúcares
Estados fenológicos		Humectantes u otras

Fuente: Sánchez, 2001

d.1. Relacionados con la formulación foliar

En relación a la formulación foliar se toma en cuenta: la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido (Kovacs, 1986).

d.1.1 pH de la solución

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar, influyen en la absorción de éste en la hoja. El óptimo rango de pH de soluciones nutritivas para la mayoría de los cultivos es alrededor de 5 a 6 (Reed y Tukey, 1978).

d.1.2 Surfactantes y adherentes

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (Leece, 1996).

d.1.3 Nutrimento y el ión acompañante en la aspersion

La absorción de nutrimentos está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja y la valencia del ion, por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño (Fregoni, 1986).

d.2 Relacionados con el medio ambiente

Con respecto al ambiente se debe considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación (Kovacs, 1986).

d.2.1 Temperatura y humedad relativa

Con alta temperatura y baja humedad relativa hay mayor evaporación de la solución, provocando una concentración de sales que puede llegar a niveles tóxicos y causar daños por quema de follaje, aunque también favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja. La temperatura adecuada de aplicación es de 18 – 25°C y la humedad relativa alrededor de un 70% (Swietlik y Faust, 1984).

d.2.2 Luz y hora de aplicación

La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo. La aspersión se debe realizar muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región, lo recomendable es menor a las 09H00 o mayor a las 17H00 (Swietlik y Faust, 1984).

d.3. Relacionados con la planta

Se toma en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo y edad de las hojas (Kovacs, 1986).

d.3.1 Edad de la planta y de la hoja

La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersión foliar y desde luego deben tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo. Entre especies también hay diferencias, y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, ya que habrá menor facilidad de absorción del nutrimento (Fregoni, 1986).

2.4.1.2 Biofertilizante foliares a base de residuos de frutas

Según Suquilanda (2003), es un abono de elaboración artesanal que resulta de la fermentación aeróbica o anaeróbica de frutas y melaza, pudiendo también agregarse algunas hierbas conocidas por sus riqueza nutritiva o principios activos capaces de alimentar a las plantas o protegerlas del ataque de plagas. Este abono de frutas, se puede utilizar tanto para la producción de frutas, hortalizas, granos, raíces, tubérculos y cultivos tales como café, cacao y plantas ornamentales.

El abono de frutas contiene en su composición química algunos aminoácidos y elementos menores, que son proporcionados por la composición de las frutas, la melaza y las hierbas que se utilizan en su elaboración. La composición típica de un biofertilizante de residuos de frutas se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición del Biofertilizante de residuos de Frutas

N Ord.	Componentes	Contenidos
1	Nitrógeno	0,17%
2	Cobre	6 µg/100 mL
3	Hierro	82 µg/100 mL
4	Zinc	3 µg/100 mL
5	Aminoácidos	
5.1	Ácido Aspártico	153 µg/100 mL
5.2	Treonina	19 µg/100 mL
5.3	Serina	27 µg/100 mL
5.4	Ácido Glutámico	116 µg/100 mL
5.5	Alanina	122 µg/100 mL
5.6	Glicina	57 µg/100 mL
5.8	Valina	42 µg/100 mL
5.9	Metionina	7 µg/100 mL
5.10	Isoleucina	13 µg/100 mL
5.11	Leucina	17 µg/100 mL
5.13	Fenil Alanina	70 µg/100 mL
5.14	Histidina	32 µg/100 mL
5.15	Lisina	18 µg/100 mL

Fuente: López, 2000.

2.4.1.2.1 Frutas y hierbas medicinales

Las plantas necesitan compuestos nutritivos necesarios para cumplir su desarrollo y síntesis de alimentos, los que para ser aprovechados por la planta pasan por una cadena de procesos metabólicos para su asimilación. Los compuestos bioquímicos contenidos en las frutas y hierbas medicinales no son directamente transferibles a la planta en las cantidades mencionadas en las Tablas 3, 4, 5, 6 y 7; debido a que en el proceso de fermentación algunos de estos se transforman en otros compuestos o se pierden en el transcurso de su metabolismo. Sin embargo, proporcionan los componentes que van a integrar los bioles (Donoso y Torres, 2007).

a. Papaya (*Carica papaya*)

La papaya (Figura 1) es una especie originaria de América Central que pertenece a las *Caricáceas*, es una pequeña familia principalmente compuesta por 6 géneros. La papaya pertenece al género *Carica*, de la cual es la única representante (Storey, 1976).



Figura 1. Papaya (*Carica papaya*): **a)** árbol, **b)** flor, **c)** semillas, **d)** fruto
Fuente: Guzmán, 1998.

Según Guzmán (1998), es un fruto muy importante y de gran consumo a nivel mundial debido a sus propiedades nutritivas, entre sus funciones están facilitar la digestión de alimentos de difícil asimilación; además es eupéptico – digestivo, coadyuvante de la cicatrización, anti-inflamatorio y anti-helmítico. En su corteza se encuentra la enzima papaína y además cuenta con una gran cantidad de vitaminas y minerales en su composición nutricional (Tabla 3).

Tabla 3. Contenidos nutricionales de la papaya (*Carica papaya*)

Componentes	Contenido en 100 g		
Carbohidratos	6,17	-	6,75 g
Fibra	0,50	-	1,30 g
Proteína	0,34	-	0,81 g
Fósforo	5,30	-	22,00 mg
Calcio	12,90	-	40,80 mg
Hierro	0,25	-	0,78 mg
Ác. ascórbico	35,50	-	71,30 mg
Lisina	15	-	16 mg
Niacina	227	-	555 mg
Riboflavina	0,24	-	0,58 mg
Tiamina	0,21	-	0,36 mg
Triptófano	4	-	5 mg
Vitamina A	700		IU

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

b. Banano (*Musa paradisiaca*)

Se le considera originario de las regiones tropicales y húmedas de Asia. Según la variedad de la planta del banano alcanza de 3 hasta 7 metros de altura, constituye una planta herbácea, perenne (Figura 2). Es considerada la fruta más consumida a nivel mundial, es una falsa baya de forma falcada o elongada que crece en racimos de hasta 400 unidades de color amarillo cuando está maduro es dulce y carnoso (Echeverri y García, 1997).

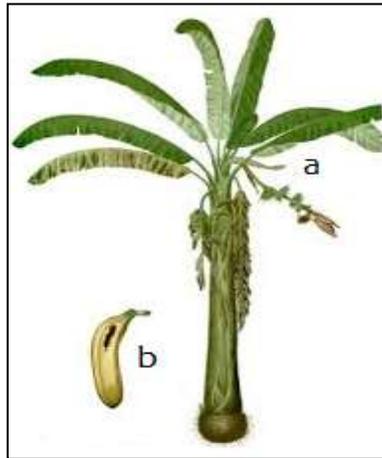


Figura 2. Banano (*Musa Paradisiaca*): **a)** árbol, **b)** fruto
Fuente: Echeverri y García, 1997.

El banano es rico en carbohidratos y contiene poca grasa, posee vitaminas esenciales, potasio, magnesio (Tabla 4) y contiene un antiácido natural muy útil contra la pirosis (López, 2000).

Tabla 4. Contenidos nutricionales del banano (*Musa paradisiaca*)

Componentes	Contenido en 100 g
Proteínas	1,1 g
Lípidos	0,2 g
Carbohidratos	22,2 g
Vit. A	190 UI
Vit. B1	0,05 mg
Vit. B2	0,06 mg
Vit. B6	0,32 mg
Ac. Cítrico	150 mg
Ac. Oxálico	6,4 mg
Sodio	1 mg
Potasio	420 mg
Calcio	8 mg
Magnesio	31 mg
Hierro	0,7 mg
Cobre	0,2 mg
Fósforo	28 mg
Azufre	12 mg
Cloro	125 mg

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

c. Melón (*Cucumis melo*)

El melón (Figura 3) es una planta anual herbácea tendida o rastrera provista de zarcillos, perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas, posee tallos blandos que crecen al ras del suelo; cada rama soporta una o dos flores cerca de la conexión con el tallo principal, sus hojas tienen peciolo acanalado y son palmadas, es decir, su aspecto es semejante al de una mano, la forma del fruto va desde esférica hasta elipsoidal (Ramírez, 1999).

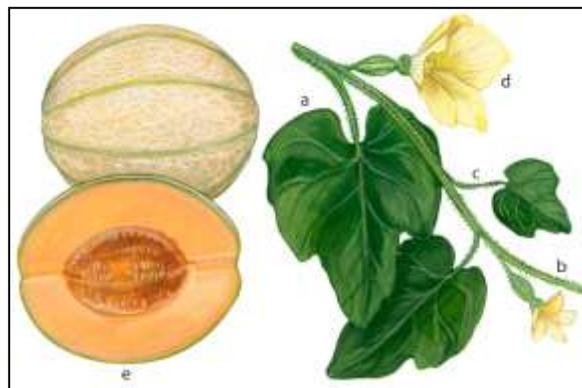


Figura 3. Melón (*Cucumis melo*): a) hojas, b) tallo principal, c) rama, d) flor, e) fruto
Fuente: Ramírez, 1999

El agua es el componente mayoritario del melón pero cuenta con varios nutrientes (Tabla 5) entre ellos el calcio, fósforo y magnesio; adicionalmente es una de las frutas más ricas en sodio y es una fuente importante de beta caroteno (Jarma y Tirado, 2004).

Tabla 5. Contenidos nutricionales del melón (*Cucumis melo*)

Componentes	Contenido en 100 g
Proteínas	0,6 – 1,2 g
Glúcidos	6,2 – 10 g
Fibra	0,1 – 0,2 mg
Fósforo	7 – 50 mg
Calcio	5 – 11 mg
Hierro	0,2 – 0,5 mg
Tiamina	0,04 – 0,08 mg
Riboflavina	0,01 – 0,02 mg
Niacina	0,4 – 1 mg
Vitamina A	483 – 4000 UI

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

d. Naranja (*Citrus cinensis*)

El naranjo (Figura 4) es un árbol frutal del género *Citrus* que forma parte de la familia de las Rutáceas. Se trata de un árbol mediano perenne de copa grande redonda o piramidal, está formado por un solo tronco verdoso y hojas ovales, sus flores son blancas llamadas azahar y su fruto es la naranja (Chávez, 2002).



Figura 4. Naranja (*Citrus cinensis*): **a)** hoja, **b)** flor, **c)** fruto, **d)** semilla
Fuente: Chávez, 2002.

Es una fruta hipocalórica e hiposódica compuesta principalmente por agua. Su contenido de grasa, proteínas y fibra es muy bajo, siendo los hidratos de carbono el segundo componente de mayor presencia (Tabla 6). Asimismo, se caracteriza por su alto contenido de vitamina C y aportes de vitaminas B1, B2 y provitamina A (Kikushima, 2004).

Tabla 6. Contenidos nutricionales de la naranja (*Citrus cinensis*)

Componentes	Contenido en 100 g
Carbohidratos	10,1 g
Lípidos	0,2 g
Sodio	0,9 mg
Calcio	22 mg
Hierro	0,3 mg
Ac. Ascórbico	42 mg
Tiamina	0,09 mg
Proteínas	0,7 g
Potasio	184 mg
Fósforo	17 mg
Retinol	67 mg

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

e. Babaco (*Carica pentagona*)

Es una especie arbustiva nativa de la provincia de Loja (Figura 5), su sistema radical lo conforman raíces carnosas verticales; el tronco es recto, cilíndrico, no leñoso. Tiene hojas insertadas al tronco alternadamente, las flores aparecen de manera continua en las axilas de las hojas y tienen una forma acampanada de pétalos blanco-amarillento-verdoso y sépalos verde-oscuros. El fruto es una baya sin semilla, no necesita polinización para desarrollarse, es alargado de sección pentagonal (Rodríguez y Camacho, 1992).



Figura 5. Babaco (*Carica pentagona*)
Fuente: Rodríguez y Camacho, 1992.

Según Muñoz y Valenzuela (2005), la fruta es rica en pectina y papaína, además de contener una cantidad significativa de potasio (Tabla 7).

Tabla 7. Contenidos Nutricionales del babaco (*Carica pentagona*)

Componentes	Contenido en 100 g
Fibra	1,10 g
Lípidos	0,10 – 0,20 g
Potasio	165 g
Proteínas	0,74 – 0,95 g
Calcio	1 mg
Fósforo	7 mg
Hierro	3,40 mg
Niacina	0,50 mg
Vit. A	27 mg
Vit. C	1 mg
Vit. E	0,47 mg
Sales Minerales	0,50 – 0,70 g

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

f. Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)

La manzanilla (Figura 6) es una hierba que mide de 20 a 50 cm de altura. Su tallo es liso, brillante y ramificado con hojas estrechas y largas de color verde intenso, las flores se sitúan en el extremo de las ramas forman un botón floral con una cabeza amarilla rodeada de pétalos blancos (Acosta y Triana, 1990).



Figura 6. Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)

Fuente: Acosta y Triana, 1990.

La planta concentra principalmente sus principios activos en la flor, en ella se encuentran proporciones considerables de esencia y compuestos como ácido salicílico, ascórbico, fructosa, galactosa, glucosa, ácido linoleico, ácido palmítico, ácido oleico, flavonoides, beta carotenos, colina, entre otros. Las hojas y las ramas tienen los mismos compuestos que las flores pero en menos concentración (Navarro y Hernández, 2004).

g. Toronjil (*Melissa officinalis*)

Es una planta perenne (Figura 7), de tallo ramificado y rígido que mide de 30 a 80 cm de alto, sus hojas son verde pálidas, opuestas y pecioladas con una longitud de hasta 8 cm por 5 cm de ancho, son rugosas y desprenden un agradable sabor a limón (Acosta et al., 2001).



Figura 7. Toronjil (*Melissa officinalis*)
Fuente: Acosta et al., 2001.

Se describen como principales compuestos los ácidos hidroxicinámicos y los aceites esenciales, donde los mayores constituyentes son los terpenoides como el citral, citronelal, geraniol, nerol y linalol. Otros compuestos de interés presentes en esta especie son flavonoides y taninos (Acosta et al., 2001).

2.4.1.2.2 Melaza

La melaza es un líquido denso y negruzco, constituido por los residuos que permanecen después de la extracción de la mayor parte de los azúcares de la caña o remolacha, por procesos de cristalización y centrifugación. Es un concentrado principalmente de hidratos de carbono, siendo los azúcares el 80% de su contenido en materia seca, mientras que la porción orgánica de no-azúcares, además de proveer sabor y aroma, contiene algunas vitaminas solubles en agua del grupo del complejo B. Es considerada como la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación de los abonos orgánicos favoreciendo la actividad microbológica; además posee un alto contenido de calcio, fósforo, magnesio, potasio y micronutrientes, el contenido nutricional de la melaza se muestra en la Tabla 8 (Arnau, 2004).

Tabla 8. Contenidos nutricionales de la melaza de caña

Componentes	Cantidad
Humedad	26,3 %
Ceniza cruda	10,1 %
Proteína bruta	4,30 %
Lisina	0,46 %
Metionina	0,46 %
Metionina + cistina	0,92 %
Treonina	1,16 %
Triptófano	0,46 %
Isoleucina	0,92 %
Valina	1,36 %
Energía cal.	2263 cal.

Fuente: Donoso y Torres, 2007.

2.4.1.3 Biofertilizantes foliares

Los biofertilizantes foliares son líquidos preparados con una base de melaza que se aplican al follaje de los cultivos, aportan nutrimentos a las plantas, además de aumentar la población de microorganismos en el suelo y en la planta misma. Pueden ser elaborados de frutas, hierbas medicinales o una mezcla de ambas. Las frutas deben

ser de pulpa como la papaya o guayaba y se usan con todo y corteza. Si se usan cítricos (limón o naranja), se deben usar en menor proporción en comparación a otra fruta o hierba medicinal.

Generalmente las frutas y las hierbas medicinales van a aportar la mayor cantidad de nutrimentos, especialmente las que tienen olores fuertes y sabores desagradables van a aportar las propiedades repelentes, insecticidas o fungicidas. Es mejor utilizar por lo menos tres tipos diferentes de frutas o plantas medicinales para que el abono aporte una variedad de compuestos nutritivos a las plantas (Eibner, 1996).

2.4.1.4 Biofertilizantes

Es un fertilizante que proviene de organismos vegetales, animales, microorganismos y de sus residuales como desechos de alimentos, restos de cultivos que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércol, desechos de la cocina, pastos y residuos de cosechas, incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra o la mejora del crecimiento de las plantas; este tipo de abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos (Álvarez, 2011).

Los beneficios de los biofertilizantes aplicados al suelo son cambios en la estructura química y física del suelo, como mejorar la actividad biológica especialmente de aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos, e incrementan la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad, aumenta la porosidad de los suelos lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos, mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo ayudando a liberar nutrientes para las plantas, facilita la labranza del suelo, en su elaboración se aprovechan materiales locales reduciendo su costo, sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo, se genera empleo rural durante su elaboración, son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo (Restrepo, 1998).

2.4.1.4.1 Biofertilizantes líquidos

Son los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de estiércoles o residuos vegetales, aplicados foliarmente en algunos cultivos, en una concentración entre 20% y 50% estimulan el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores y en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular (Suquilanda, 1996).

Según Gómez (2000), los abonos orgánicos líquidos son producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del aire) de los desechos orgánicos que se obtienen por medio de la filtración o decantación del bioabono, ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos, actuando como fitoreguladores. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento para fertilización integral aplicada al suelo.

a. Funciones de los biofertilizantes líquidos

Bermúdez (1995), señala que los biofertilizantes líquidos cumplen las siguientes funciones en la planta y el suelo:

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico, liberando nutrientes y dejándolos disponibles en la solución del suelo para luego ser absorbidos por las raíces de las plantas.
- Las plantas al tener un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo requieren un menor aporte de minerales en cada fertilización.
- El incremento de las reacciones bioquímicas en el suelo generan ácidos fúlvicos, ácidos giberélicos, auxinas y citoquininas naturales, que al ser absorbidos por las plantas operan como aceleradores del metabolismo.

- Todas las reacciones bioquímicas tienden a regular el pH del suelo, tanto en suelos ácidos (pH 5,5) como en suelos alcalinos (pH 8,5), cambiándolo a valores cercanos al neutro.
- La intensidad en las reacciones bioquímicas generan en el suelo una multiplicación bacteriana rápida, mejorando su estructura, aireación y manejo.
- Las plantas que se desarrollan en suelos tratadas con biofertilizantes, se muestran muy vigorosas, con un color verde intenso en sus hojas y con una producción muy superior, mejor calidad y consistencia, obteniéndose una cosecha precoz.

b. Sustancias comunes que se encuentran en los biofertilizantes líquidos

Según Restrepo (1996), las sustancias más comunes que se pueden encontrar en los biofertilizantes líquidos son las siguientes:

- **Tiamina – vitamina B1**, convertida en Tiamina di fosfato contribuye al metabolismo de los carbohidratos y a la función respiratoria bio-sintética de los microorganismos y plantas. Desempeña un papel importante en la trofobiosis al aumentar la “inmunidad adquirida” en los vegetales.
- **Ácido nicotínico – vitamina B3**, también es conocido como niacina, es precursor de enzimas esenciales que intervienen en el ciclo de la respiración y en el metabolismo de carbohidratos.
- **Ácido pantoténico – vitamina B5**, se encuentra en todas las células vivas. Es producido por microorganismos e insectos y es esencial para la síntesis de coenzimas, principalmente la A.
- **Riboflavina – vitamina B2**, es promotora del crecimiento con acción de óxido-reducción. Producida por muchas bacterias y unida al ácido fosfórico, forma coenzimas como el dinucleótido de flavina-adenina (FAD) o la flavina adenina mononucleótido (FMN). Tienen funciones importantes en el metabolismo de las

- proteínas y de los carbohidratos. No es soluble en solventes orgánicos y como característica posee fluorescencia verde, no es resistente a la exposición de la luz solar, pero sí es termo-resistente.
- **Cianocobalaminas – vitamina B12**, es producida por bacterias como *Streptomyces*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, también los Actinomicetos la producen. Químicamente es un complejo de varias sustancias.
 - **Vitamina (C) – ácido ascórbico**, resulta de la fermentación microbiológica de la glucosa a través del *Bacillus* y *Aspergillus*. Es soluble en agua y etanol, sensible a la luz; sin embargo, es resistente al calor.
 - **Ácido fólico – (miembro del complejo vitamínico B)**, producido por varios microorganismos, principalmente por los que están presentes en la leche, como *Streptococcus*, *Streptomyces* y *Lactobacillus*.
 - **Pro vitamina A**, no es muy común encontrarla en abundancia en los biofertilizantes caseros, pero en el noreste brasileño se han elaborado biofertilizantes con elevado contenido de provitamina A con la utilización de vinazas inoculadas con levaduras de cerveza.
 - **Ergosterol – vitamina E**, los biofertilizantes que se preparan con suero de leche y son inoculados con hongos *Penicillium* y *Aspergillus*, producen un buen contenido de Ergosterol.
 - **Aminoacilasa**, es producida fácilmente por hongos *Aspergillus* y *Penicillium*, es muy importante para la producción de la metionina que raramente es encontrada en los biofertilizantes.
 - **Aminoácidos**, los biofertilizantes tienen todos los aminoácidos posibles, producidos por los microorganismos en cantidades variables, formando macromoléculas de acción muy importante en las aplicaciones foliares.

2.4.2 Marco Teórico de la Variable Dependiente

2.4.2.1 Nivel de clorofila a y b y calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae* sp).

2.4.2.1.1 Clorofila

Las clorofilas son una familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen cloroplastos en sus células, lo que incluye a las plantas y a los diversos grupos de protistas que son llamados algas. Es una biomolécula extremadamente importante, crítica en la fotosíntesis, proceso que permite a las plantas absorber energía a partir de la luz. Presenta color verde porque es capaz de absorber la luz ultravioleta, roja y azul y refleja la verde. Por este motivo las hojas y partes tiernas de las plantas presentan su típica coloración verde. Se localiza en los cloroplastos que son pequeños gránulos diminutos aplanados que generalmente aparecen en el citoplasma cerca de la pared celular (Campbell et al., 2007).

En el interior de los cloroplastos aparecen pigmentos fotosintéticos rodeados por una sustancia base incolora. El contacto de las partículas luminosas (fotones) con la clorofila produce una excitación de la misma desencadenando una serie de reacciones fotoquímicas que se encargaran de transformar la energía luminosa en energía química (Alligener, 1996).

a. Tipos de clorofila

En las plantas, la clorofila *a* es el pigmento involucrado directamente en la transformación de la energía lumínica en energía química. Las células fotosintéticas casi siempre contienen un segundo tipo de clorofila, la clorofila *b* (Figura 8) que se diferencia de la *a* solamente por el cambio de radical que indica un aumento de absorción en el espectro visible y otro grupo de pigmentos llamados carotenoides. Uno

de los carotenoides que se encuentran en las plantas es el β -caroteno; los carotenoides son pigmentos rojos, anaranjados o amarillos, que en las hojas verdes están enmascarados por las clorofilas que son más abundantes; sin embargo en algunos tejidos como los del tomate maduro, predominan los colores reflejados por los carotenoides (Alligener, 1996).

Las otras clorofilas y los carotenoides pueden absorber luz de longitudes de onda diferentes de las que absorbe la clorofila *a*. Estos pigmentos actúan como pantallas que transfieren la energía a la clorofila *a*, extendiendo así la gama de luz disponible para la fotosíntesis. La clorofila puede convertir energía lumínica en energía química solamente cuando está asociada con ciertas proteínas e incluida en una membrana especializada, y sin embargo, sólo una fracción muy pequeña de la luz dentro del espectro visible que incide en las hojas de las plantas es finalmente transformada en energía química.

También existe una clorofila *c*, la cual se puede hallar en algas pardas pero es una clorofilina a la cual le falta la cola de fitol y los átomos de hidrógeno en las posiciones 7 y 8 en el anillo IV. La clorofila *d* ha sido encontrada en las algas rojas mientras que la bacterioclorofila es el pigmento típico de los bacteriosfototrópicos (Campbell et al., 2007).

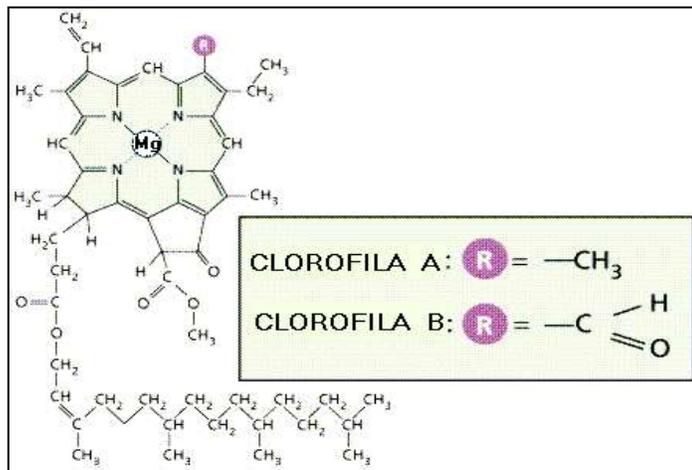


Figura 8. Estructura química de la clorofila a y b
Fuente: Alligener, 1996

2.4.2.1.2 Especies Vegetales

a. Rosa (*Rosae sp.*)

a.1 Taxonomía

Según Guzmán (1997), la clasificación botánica de las rosas es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Rosales.

Familia: Rosaceae.

Género: Rosa.

Especie: *Rosa híbrida*

a.2 Descripción botánica

Las rosas (Figura 9) son arbustos leñosos con hojas compuestas que brotan en disposición espiral sobre los tallos con respecto a la flor principal. Los brotes o tallos generalmente tienen algunas hojas labiales en la base (Guzmán, 2007).



Figura 9. Rosa (*Rosae sp.*)

Fuente: Guzmán, 2007

a.2.1 Raíz

El tipo de raíz del rosal es pivotante, proporcionalmente pequeño entre el 5 – 10% del peso total. El rosal absorbe el agua y las sales minerales en forma de iones por los pelos radicales y por los tejidos jóvenes de la raíz. Las sustancias solubles se introducen a través de las paredes celulares de la corteza por difusión. Los elementos esenciales para el rosal que las raíces absorben desde el suelo son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio; además de algunos microelementos nutritivos en cantidades mínimas como hierro, cobre, boro, manganeso, zinc, molibdeno, cloro, cobalto y sodio (Fainstein, 1999).

a.2.2 Tallo

Las rosas presentan tallos leñosos con entrenudos que van desde los 10 hasta los 20 cm y una altura que va desde los 0,60 hasta 1,10 m; un diámetro 0,6 – 0,7 cm y en basales superan estas medidas dependiendo de la variedad. El ápice vegetativo del tallo joven desarrolla un número de hojas y luego de forma repentina empieza a desarrollar los miembros de la flor y así termina su crecimiento. Hay casos en los que se puede encontrar tallos sin flor o ciegos, y tallos con espinas (Heitz y Heussler, 1997).

a.2.3 Hojas y yemas

Según Boffelli y Sirtoli (1995), las hojas son compuestas (imparipinadas), generalmente de color verde oscuro, brillante y con 3, 5 o 7 folios de forma ovalada, con el borde dentado y a veces con estipulas, es decir, pequeñas expansiones en la base de la misma hoja.

a.2.4 Flores

La flor es bisexual y está sostenida por un pedúnculo, consta de sépalos, pétalos, estambres con sus anteras y de carpelos con sus pistilos y estigmas; pueden ser de diversos colores: blanco, rojo, púrpura, rosa, amarillas y bicolors (Fainstein, 1999).

a.2.5 Fruto

Los frutos son pequeños aquenios óseos envueltos y recluidos en el abultamiento del receptáculo impropriamente llamado fruto (Larson, 1996).

b. Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)

b.1 Taxonomía

Reinoso (1998), menciona que al tomate riñón se lo clasifica de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Antofila

Clase: Dicotiledones

Subclase: Metaclamidea

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum Lycopersicum*

b.2 Descripción botánica

b.2.1 Raíz

La planta (Figura 10) originada de semilla presenta una raíz principal que crece unos 2,5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad. Simultáneamente se producen ramificaciones y raíces adventicias, todo lo cual conforma un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1,5 m de diámetro por 1,5 m de profundidad (FAO, 2002).

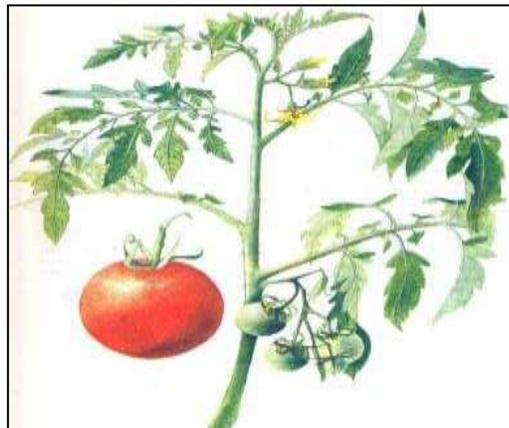


Figura 10. Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)

Fuente: Reinoso, 1998.

b.2.2 Tallo

El tomate está constituido por un tallo principal largo con ramificaciones. Posee hojas alternas de 15 a 45 cm de longitud. Los tallos son de color verde y áspero al tacto, expelen un olor característico. El tallo primero es erecto y después decumbente, con muchas ramificaciones y que puede alcanzar desde 0,50 m de altura hasta 1,50 m. Durante el primer período de desarrollo se mantiene erguido hasta que el propio peso lo recuesta sobre el suelo, y se vuelve decumbente. La longitud es de 50 cm en los cultivares enanos, y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento "indeterminado" (Guzmán, 1997).

b.2.3 Hojas

Las hojas son alternas, imparipinadas, de 15-45 cm de largo, desigualmente pinadopartidas en 5-9 segmentos acorazonados-aovados; de 5-7 cm de largo, hendido-dentados. Igualmente que el tallo las hojas de la tomatera son de color verde y ásperas al tacto, expelen un olor característico.

Las hojas del tomate son compuestas y están constituidas por muchos pares, su exterior presenta una superficie pubescente con pelos que al apretarse segregan un fuerte olor característico de la planta; los bordes son dentados y presentan por la parte posterior un buen señalamiento de su sistema meristemático, especialmente su nervadura central (Suquilanda, 1996).

b.2.4 Flores

Las flores son de color amarillo y se agrupan en racimos de tres a siete, insertadas en el tallo principal. Tienen pedúnculo corto, cáliz gamosépalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopétala, rotácea, amarilla, con cinco o más lóbulos. El androceo presenta cinco o más estambres adheridos a la corola, con anteras conniventes (formando un tubo). El gineceo, que presenta de dos a treinta carpelos que originan los lóbulos del fruto, está constituido por un pistilo de ovario súpero con

estilo liso y estigma achatado, que se desplaza a través del tubo formado por las anteras. Las inflorescencias pueden tener desde una hasta cincuenta flores. El pedúnculo de la flor tiene un abultamiento que hace posible su fácil desprendimiento en el momento en que es separado para la cosecha (Guzmán, 1997).

b.2.5 Fruto

Es una baya de color amarillo, rosado, rojo o violáceo de forma globular, achatada o periforme; de superficie lisa o con surcos longitudinales. El fruto tiene un diámetro de 3 a 16 cm. Es de constitución carnosa, su color exterior variará en función del que tenga su pulpa y piel, en muchas variedades la pulpa es roja y la piel es incolora y en otras amarillas. Su tamaño es variable, de forma redondeada, bastante deprimida en su base y con surcos meridianos espaciados desigualmente, de distinta profundidad y poco marcados en algunas de las variedades, está formada por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior. Es verde antes de la maduración, y se convierte en un rojo vivo al madurar. Interiormente está dividido en siete celdas desiguales llenas de sustancias pulposa, rojiza y acuosa, en la que se hallan las semillas. El olor es aromático, característico, y el sabor agridulce. El aumento de tamaño del fruto depende de la presencia de pigmentos carotenoides como licopeno y caroteno. Para obtener el máximo de carotenoides del fruto debe crecer en completa exposición de la luz y madurar en la planta (FAO, 2002).

b.2.6 Semilla

Tiene de 3 a 5 mm de diámetro y es discoidal y de color grisáceo. La superficie está cubierta de vellosidades, pequeñas escamas y restos de las células externas del tegumento parcialmente gelificadas al producirse la madurez del fruto. En un gramo hay entre 300 y 350 semillas. La parte interior de la semilla está formada principalmente por endospermo y embrión, este último por los cotiledones e hipocolito. Cuando la semilla del tomate es almacenada en buenas condiciones de temperatura, preferentemente a 22 °C y a una humedad del 35 al 50%, puede

fácilmente mantener su poder de germinación por espacio de tres a cuatro años, más si se le deposita en envases herméticos. Su germinación está determinada favorablemente por la temperatura diurna (Guzmán, 1997).

c. Fresa (*Fragaria vesca*)

c.1 Taxonomía

Proexant (1993), clasifica a la planta de fresa de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosácea

Género: *Fragaria*

Especie: *vesca*

Nombre Científico: *Fragaria vesca*

Nombre Vulgar: Fresa

c.2 Descripción Botánica

c.2.1 Raíz

El sistema radicular es fasciculado. Se compone de raíces y raicillas, las primeras presentan cambios vascular y suberoso mientras que las segundas carecen de estos, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas; en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico (influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc.), que rompen el equilibrio. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm (Alsina, 1984).

c.2.2 Tallo

El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares (Folquer, 1986).

c.2.3 Hojas

Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres foliolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas ($300-400/\text{mm}^2$), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración (Alsina, 1984).

c.2.4 Flores

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal, en el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. La flor tiene 5-6 pétalos de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso (Proexant, 1993).

c.2.5 Fruto

Los óvulos fecundados dan lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto (Figura 11). Lo que se consume de esta planta es un eterio de color rojo, dulce y aromático resultado de un engrosamiento del receptáculo floral (Folquer, 1986).



Figura 11. Fresa (*Fragaria vesca*)
Fuente: Proexant, 1993.

2.4.2.2 Macronutrientes y micronutrientes.

a. Macronutrientes

a.1 Nitrógeno

El nitrógeno es un constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes, la buena asimilación de este por parte de la planta incrementa los niveles de proteínas y del crecimiento en general, aumentando el índice foliar y consiguientemente las tasas fotosintéticas, es por eso que este macronutriente es considerado como el factor determinante en la productividad de la planta (Pizano, 1997).

a.2 Fósforo

Es considerado como el factor de crecimiento en la planta; la absorción de fósforo ocurre como ion fosfato inorgánico monovalente o divalente, gran parte del fosfato en la planta existe en forma orgánica pero es probable que se transporte principalmente en estado inorgánico. Este elemento es muy importante como parte estructural de

ácidos nucleicos y fosfolípidos, además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético de la planta. Cuando se presenta una deficiencia de este elemento el desarrollo de la planta es lento, afectando a todo el metabolismo vegetal (Bidwell, 1993).

a.3 Potasio

Es el elemento del equilibrio, vigor y por ende de calidad en la planta. La forma de absorción es la de catión monovalente, este elemento desempeña numerosos papeles catalíticos formando asociaciones con las proteínas y es precursor de muchas enzimas que requieren cationes monovalentes para su máxima actividad; puede ser reemplazado solo ocasional e ineficazmente por el sodio y favorece la síntesis y acumulación de glúcidos en las plantas (Pizano, 1997).

a.4 Azufre

Se presenta como sulfato en la fracción mineral de muchos suelos siendo esta la forma absorbible por la planta pero a menudo se encuentra también en forma de azufre elemental o sulfuros de hierros. En los vegetales se encuentra formando parte de aminoácidos como la cistina, cisteína y metionina; así como en algunas proteínas y en compuestos de actividad biológica como la biotina, tiamina y la coenzima A (Gil, 1995).

a.5 Magnesio

El magnesio se encuentra en la solución nutritiva del suelo en forma libre, en minerales como la magnesita, olivino y la dolomita, que pueden suministrar a las plantas cantidades suficientes para su crecimiento. Desempeña un papel primordial en la fotosíntesis de la planta al ser la molécula central de la clorofila, es muy importante en el metabolismo glucídico y en la activación de una multitud de enzimas, algunas de estas son involucradas en la síntesis de ADN y ARN. Una de las ventajas que presenta este elemento es que puede aplicarse a la mayoría de plantas por vía foliar, con muy buenos resultados (Pizano, 1997).

a.6 Calcio

Este elemento es importante en la síntesis de pectina de la lámina de la pared celular, además está involucrado en el metabolismo o formación del núcleo y las mitocondrias, es por esto que es de vital importancia para la mayoría de las plantas, por lo que una reducción severa determina el deterioro o muerte de la misma. Abunda en la mayoría de los suelos y las plantas raramente muestran su deficiencia en condiciones naturales (Bidwell, 1993).

b. Micronutrientes

b.1 Boro

Está presente en pequeñas cantidades en la mayoría de suelos y su disponibilidad es a menudo muy pobre debido a que se encuentra estrechamente ligado a complejos de la estructura del suelo. Su absorción es muy baja en suelos con altos contenidos de calcio, lo que sugiere que el calcio induce al boro a formar complejos o a precipitar en el suelo. El examen de los efectos del boro en muchos vegetales indica que es más un inhibidor que un activador y se ha sugerido que su función es regular el crecimiento y el metabolismo. También interfiere en la lignificación y diferenciación del xilema, es un elemento cuya función en el metabolismo vegetal no está comprendida con claridad, aunque es demostrable su papel esencial para el crecimiento de la planta (Gil, 1995).

b.2 Cobre

No es muy abundante en el suelo, esta normalmente presente en el complejo de intercambio donde está retenido firmemente pero disponible para las plantas, de manera que su deficiencia en la naturaleza es inusual. Sus principales funciones son catalíticas, siendo parte de varias enzimas importantes como la polifenol oxidasa y ácido ascórbico oxidasa; además está involucrado en componentes del sistema transportador de electrones de la fotosíntesis y también en la reducción de nitritos (Bidwell, 1993).

b.3 Hierro

La extraordinaria importancia del hierro se relaciona con dos hechos: es parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductoras y es esencial para la formación de la clorofila, aunque no forma parte de la molécula. Se requiere más hierro que cualquier otro microelemento en el desarrollo de la planta, esta alta demanda puede estar relacionada con la fuerte tendencia del hierro para formar compuestos insolubles de varias clases en el suelo y en la planta, que lo hacen inaprovechable o inútil (Bidwell, 1993).

b.4 Manganeseo

El manganeseo se presenta de diferentes formas en el suelo, sin embargo el ion divalente es el que generalmente se absorbe. Este elemento suele ser deficiente en suelos oxidantes o alcalinos, porque se convierte en formas inaprovechables; está involucrado en funciones catalíticas debido a que es el metal activador de algunas enzimas respiratorias y de reacciones del metabolismo del nitrógeno y la fotosíntesis (Gil, 1995).

b.5 Zinc

Este elemento tiene relación directa con la síntesis de ácido indol acético (IAA) y como tal su deficiencia puede causar cambios en la forma y hábito de crecimiento de ciertas especies, produciendo plantas atrofiadas y de baja altura. Está ampliamente distribuido en los suelos y se absorbe generalmente en su forma divalente. Al igual que muchos metales llega a ser menos aprovechable conforme aumenta el pH (Bidwell, 1993).

b.6 Molibdeno

Este se encuentra en muy pequeñas cantidades en el suelo y a diferencia de la mayoría de metales, se absorbe más fácilmente en suelos de pH elevado. Su función más

importante es la reducción de nitratos y la fijación de nitrógeno. Se conocen muy pocas enzimas que posean este elemento (Gil, 1995).

b.7 Cloro

Se encuentra en el suelo como anión monovalente y sus funciones no son tan claras aún. Sin embargo, existe un efecto del cloruro que indirectamente afecta la fotosíntesis en la regulación estomática, debido a que este acompaña en parte o en su totalidad al potasio en los intercambios celulares (Gil, 1995).

c. Aminoácidos

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica y son compuestos orgánicos, se dice que no puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos.

Las necesidades de aminoácidos por parte de la planta se extienden durante todo su ciclo de vida ya que cumplen una función muy importante en la germinación de la semilla; así como, en la síntesis de proteínas (enzimas, proteínas asociadas a las membranas celulares, etc.), y en la formación de fitohormonas como auxinas, etileno, citoquininas, giberelinas, poliaminas, etc. También interviene en la regulación del balance hídrico cuando la planta está bajo condiciones de estrés (Mendoza, 2004).

Frente a condiciones adversas la planta posee mecanismos naturales de defensa, en los que los aminoácidos intervienen, debido a que se produce una acumulación de los mismos en especial en los órganos de crecimiento como son yemas, brotes, hojas, etc. Incluso algunos aminoácidos han sido tomados como índices de tolerancia, resistencia y/o capacidad de recuperarse frente a este tipo de condiciones adversas. La acumulación de prolina, ácido glutámico, leucina, isoleucina, alanina, asparagina, arginina, ácido aspártico, valina, glicina, treonina, fenilalanina, y otros aminoácidos, es un fenómeno de resistencia natural que la planta dispone (Mendoza, 2004).

Entre las acciones específicas de los aminoácidos tenemos las siguientes:

- **Arginina:** Síntesis de clorofila, precursor de poliaminas, estimula el crecimiento de las raíces.
- **Metionina:** Precursor de nuevos aminoácidos, estimula procesos metabólicos en hojas jóvenes, favorece la asimilación de nitratos a la planta.
- **Prolina:** Actúa en el equilibrio hídrico de la planta, mantiene la actividad fotosintética en condiciones adversas, fortalece las paredes celulares aumentando la resistencia a heladas.
- **Alanina:** Síntesis de clorofila, incrementando la actividad fotosintética.
- **Glicina:** Primer eslabón en la ruta biosintética de la clorofila. Es el aminoácido con mayor acción quelatante, es un metabolito fundamental en la formación de tejido foliar.
- **Lisina:** Síntesis de clorofila, es un precursor de poliaminas, interviene en procesos fisiológicos fundamentales que van desde la germinación y senescencia floral, hasta la maduración del fruto.

d. Fitohormonas

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluyen el etileno, auxina, giberelinas, citoquininas, ácido salicílico u abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta (Rueda, 2002).

El estímulo de la hormona auxina es el crecimiento. El precursor de la forma activa de auxina es el ácido indolacético (IAA) que proviene del aminoácido L-triptófano; el grupo indol permanece constante, pero para alcanzar la forma de ácido indol-acético debe sufrir una descarboxilación y una desaminación. La mayor parte de las auxinas provienen del aminoácido triptofano; el zinc (Zn) es un elemento crítico para que

ocurra el proceso anterior, de tal forma que una sintomatología visual de falta de zinc (Zn) en realidad es una falta de auxina para estimular crecimiento. Entre las funciones principales tenemos el crecimiento de fruto. La aplicación de auxinas en la etapa de crecimiento por división celular de los frutos, puede estimular y aumentar el tamaño final del órgano (Pizano, 1997).

Las giberelinas representan un grupo de diterpenoides ácidos encontrados en angiospermas, helechos, algas y hongos, se dice que estas inducen la elongación de tallos y otras respuestas (incremento en el diámetro radial de tallos y la inducción del florecimiento) pero su papel preciso en las plantas se mantiene desconocido (Pizano, 1997).

El ácido salicílico se sintetiza a partir de fenilalanina, la cual es convertida a ácido trans-cinnámico por fenilalanina amonio liasa (PAL), este paso es clave en la ruta de fenilpropanoides que llevan a fitoalexinas, ligninas y ácidos hidroxibenzoicos. Se observó en plantas de tabaco infectadas con virus de mosaico de tabaco, que el ácido salicílico induce respuestas de defensa donde y cuando se le necesita (Rueda, 2002).

2.4.2.3 Nutrición vegetal

Los vegetales en su mayoría obtienen la totalidad de sus nutrientes minerales del suelo por medio de las raíces, pero existen ocasiones en las que las sales se incorporan a través de las hojas por medio de aplicaciones foliares. Un nutriente esencial es el nitrógeno, que no se encuentra en abundancia. En el suelo y en las aguas naturales está en forma de nitratos, nitritos y sales amoniacales, esto depende principalmente de la descomposición de los componentes orgánicos nitrogenados y en cierto grado de la fijación de nitrógeno atmosférico en forma tanto abiótica como biótica (Gil, 1995).

El N es esencial en el metabolismo de los vegetales, ya que es el material inicial para la síntesis de aminoácidos, y proteínas, fitohormonas, regulación del metabolismo, entre otras (Mendoza, 2004).

La planta requiere de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en grandes cantidades, por este motivo a estos elementos se los llama macronutrientes o elementos mayores. Otros como el hierro, manganeso, azufre, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro, se requieren en menores cantidades y se los llama micronutrientes, elementos menores o elementos traza. Otros elementos son benéficos en el sentido de que mejoran el crecimiento de ciertas plantas pero no son absolutamente necesarios (Bidwell, 1993).

2.4.2.4 Calidad del cultivo

Incrementar la productividad agrícola así como asegurar la inocuidad de los cultivos es un reto que requiere esfuerzos de colaboración, ciencia e innovación: prácticas agrícolas óptimas en el uso de protectores de cultivos así como efectividad en el control de plagas, con la menor huella ambiental posible. Tanto el manejo integrado de un cultivo como el seguimiento de buenas prácticas agrícolas, son elementos fundamentales para que un agricultor logre certificar su cultivo y colocarlo en la cadena de comercialización por ser inocuo para la salud humana (Mendoza, 2004).

2.5 Hipótesis

Ho: No existe incidencia significativa de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en los niveles de clorofila *a*, *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

Ha: Existe incidencia significativa de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en los niveles de clorofila *a*, *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

2.6 Señalamiento de variables

Variable Independiente: Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas.

Variable Dependiente: Nivel de clorofila *a* y *b* y calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La investigación que se llevó a cabo fue cualitativa y cuantitativa. Fue cualitativa ya que se identificaron las especies vegetales en estudio, además de que se observó el estado en el que se encontraban dichas especies.

Conjuntamente esta investigación fue cuantitativa ya que se midieron los niveles de clorofilas *a* y *b* en cada uno de los follajes de las plantas utilizadas, además se valoró la variación del tamaño, del color de la pigmentación y del número de defectos de las hojas y tallos.

3.2 Modalidad básica de la investigación

En la presente investigación las modalidades utilizadas fueron: investigación de campo, investigación bibliográfica e investigación experimental.

La investigación de campo conllevó la observación del tamaño, color de la pigmentación, análisis químico y número de defectos de las hojas y tallos, además de realizar la aplicación del biofertilizante foliar mediante aspersión.

Adicionalmente se utilizó la investigación experimental que permitió establecer la incidencia del biofertilizante en los niveles de las clorofilas *a* y *b* de las plantas, se realizó un análisis de este pigmento en muestras de las especies vegetales en estudio. Finalmente se complementó con una investigación bibliográfica ya que esto enriqueció la información ya existente sobre los biofertilizantes para aplicación foliar.

3.3 Nivel o tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue de tipo experimental, ya que al aplicar en las especies vegetales los distintos tratamientos, es decir tipos de biofertilizantes a base de residuos de frutas, se cuantificó la incidencia de estos en la cantidad de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de las plantas.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En la presente investigación se estableció como población o universo las especies vegetales cultivadas en mayor cantidad en la provincia de Tungurahua.

3.4.2 Muestra

Se manejaron tres muestras, una por cada uno de los sectores agrícolas más representativos, es decir especies que son cultivadas y comercializadas con frecuencia: tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*). El tipo de muestreo a emplearse fue un muestreo al azar.

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Operacionalización de la Variable Independiente: “Aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas.”

Tabla 9. Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
<p>La aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas contribuye a mejorar la calidad nutritiva de la planta. El término de aplicación foliar se refiere a la acción de asperjar el abono líquido en tallos, hojas, flores y frutos.</p>	<p>Descripción de las formulaciones.</p> <p>Delineación de las características específicas de los biofertilizantes.</p>	<p>Identificación de componentes de los biofertilizantes.</p> <p>Determinación de las cantidades exactas de los ingredientes.</p> <p>Establecimiento de los tiempos de fermentación.</p> <p>Determinación del pH y temperatura.</p>	<p>Masa (g) Volumen (mL)</p> <p>Tiempo (días)</p> <p>Escala 0-14 (pH) Temperatura (°C)</p>	<p>Método de elaboración de abonos orgánicos propuesto por Suquilanda (2003).</p> <p>Balanza pH metro Termómetro</p>

Elaborado por: Andrea Quinde

3.5.2 Operacionalización de la Variable Dependiente: "Nivel de clorofila *a* y *b* y calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)"

Tabla 10. Operacionalización de la Variable Dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
El nivel de clorofila <i>a</i> y <i>b</i> son los indicadores de la cantidad de nutrientes presentes en la planta, así como del déficit de los mismos.	Clorofila <i>a</i>	Absorbancia del extracto de la hoja y correlaciones con el modelo matemático propuesto por Val et al. (2011).	$\mu\text{g.ml}^{-1}$	Método de medición de clorofila propuesto por Val et al. (2011) Espectrofotómetro
	Clorofila <i>b</i>			
La calidad del follaje es un parámetro que indica el estado externo de una planta (color, tamaño, defectos).	Tamaño de las hojas y tallos	Dimensiones (escala graduada).	mm	Método de medición propuesto por el departamento de Agricultura de la FAO(2013)
	Color de la pigmentación de las hojas y tallos	Color (escala presentada por FAO 2013).	Escala del 1 al 6 (gamma del color verde)	Escala de color proporcionada el departamento de Agricultura de la FAO (2013)
	Número de defectos de las hojas y tallos.	Porcentaje de roturas, manchas, quemaduras de hojas y tallos.	Porcentaje de defectos (roturas, manchas, quemaduras)	Método propuesto por el departamento de Agricultura de la FAO (2013)

Elaborado por: Andrea Quinde

3.6. Recolección de información

3.6.1 Caracterización del área de estudio

3.6.1.1 Ubicación geográfica de la localidad

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la empresa BIOQUYFER (Figura 12), ubicada en la Parroquia urbana Huachi Loreto, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua; el sector posee las siguientes características climáticas: Altitud 2577 msnm, clima templado y su temperatura media es de 16°C.

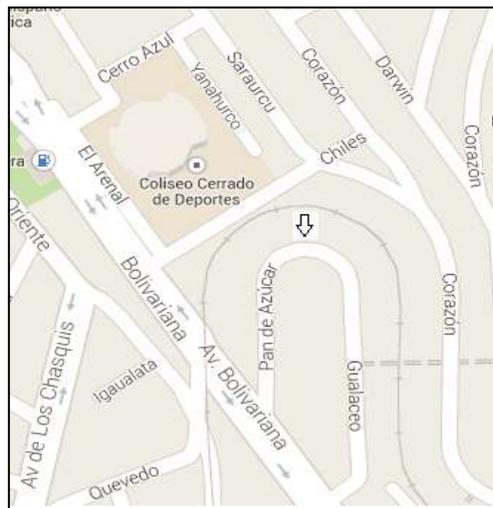


Figura 12. Ubicación del lugar donde se realizó la investigación
Fuente: Google Maps, 2013.

3.6.1.2 Condiciones Climáticas

Temperatura Media:	16°C
Humedad Relativa:	60%
Luminosidad:	3

3.6.1.3 Características Climáticas del Invernadero

Temperatura Mínima:	10°C
Temperatura Máxima	25°C

Humedad Relativa: 70%

Luminosidad: 2

3.6.2 Procedimientos

3.6.2.1 Elaboración del biofertilizante

a. Formulación 1

Las frutas utilizadas en el estudio se pesaron, lavaron, picaron en trozos pequeños y se pesó 1 kg de cada una utilizando una balanza CAMRY EK3252 (Tabla 13), luego fueron colocadas en proporciones iguales dentro de un recipiente de 20 L de capacidad formando una mezcla homogénea seguida de 1 L de melaza, proceso que se repitió hasta completar ocho capas de fruta picada y ocho capas de melaza.

Tras la última capa de melaza y fruta se colocó una tapa de madera y una pesa de 5 kg para que actúe como prensa, favoreciendo el proceso de fermentación. La temperatura y pH de los biofertilizantes fue determinada diariamente durante el proceso de fermentación (Tabla A1 y A2).

Una vez finalizado el proceso de fermentación (7, 14 y 21 días), se procedió a filtrar el fermentado empleando un colador y una malla fina. El biofertilizante obtenido se almacenó en envases oscuros y en un lugar fresco y seco.

Tabla 11. Ingredientes utilizados en la elaboración del biofertilizante 1

Ingrediente	Cantidad	Porcentaje
Banano	1.5 kg	10
Melón	1.5 kg	10
Papaya	1.5 kg	10
Babaco	1.5 kg	10
Naranja	1.5 kg	10
Melaza	8 L	50

Elaborado por: Andrea Quinde

b. Formulación 2

Las frutas y hierbas medicinales se lavaron, picaron en trozos pequeños y se pesaron utilizando una balanza CAMRY EK3252 (Tabla 14), luego fueron colocadas dentro de un recipiente de 20 L de capacidad y ser mezcladas homogéneamente. Se empleó una 1 kg de fruta y 0.2 kg de hierbas que fueron colocadas en el recipiente cilíndrico seguidas de 1 L de melaza, proceso que se repitió hasta completar ocho capas de fruta picada con hierbas y ocho capas de melaza.

Tras la última capa de melaza, fruta y hierbas se colocó una tapa de madera y una pesa de 5 kg para que actúe como prensa, para el inicio al proceso de fermentación. La temperatura y pH de los biofertilizantes fue determinada diariamente durante el proceso de fermentación (Tabla A1 y A2).

Una vez finalizado el proceso de fermentación (7, 14 y 21 días), se procedió a filtrar el fermentado empleando un colador y una malla fina. El biofertilizante obtenido se almacenó en envases oscuros y en un lugar fresco y seco.

Tabla 12. Ingredientes utilizados en la elaboración del biofertilizante 2

Ingrediente	Cantidad	Porcentaje
Banano	1.5 kg	9.5
Melón	1.5 kg	9.5
Papaya	1.5 kg	9.5
Babaco	1.5 kg	9.5
Naranja	1.5 kg	9.5
Manzanilla	0.2 kg	1.25
Toronjil	0.2 kg	1.25
Melaza	8 L	50

Elaborado por: Andrea Quinde

3.6.2.2 Medición de los parámetros físicos de los biofertilizantes

a. Temperatura

Empleando un termómetro PROMOLAB se determinó la temperatura de los biofertilizantes introduciendo el termómetro en el recipiente, las lecturas se hicieron diariamente durante el periodo de fermentación de cada formulación (7, 14 y 21 días) (Tabla A1).

b. pH

Mediante el empleo de un pH-metro HANNA HI98129, se determinó el pH en una muestra extraída de cada biofertilizante diariamente durante el periodo de fermentación de cada formulación (7, 14 y 21 días) (Tabla A2).

3.6.2.3 Aplicación de los biofertilizantes

Los biofertilizantes se aplicaron de manera foliar en las especies vegetales desde el día diez de haber sido plantadas hasta el día 36 de su desarrollo en una dosis de 4 mL/L de agua, cada planta recibió aproximadamente 110 mL de la solución de biofertilizante cada 7 días, utilizando un aspersor con capacidad para 2 L, tomando las precauciones debidas para que los diferentes biofertilizantes no se mezclen entre las unidades experimentales.

3.6.3 Medición de las variables

3.6.3.1 Cuantificación de las clorofilas *a* y *b*

a. Método de laboratorio

Se utilizó el método para la extracción de clorofila propuesto por Val, Heras y Mongue (2011). Se recolectó una hoja de cada especie vegetal en estudio, seguidamente se las colocó en una funda plástica para evitar su deterioro, cada hoja fue limpiada con una toalla húmeda y alcohol al 70% (Anexo D), se la colocó en

pequeños pedazos dentro de un mortero para triturlarla completamente con 10 mL de acetona al 90% (Anexo D), el material que se obtuvo fue pasado a través de un papel filtro. La determinación de la absorbancia del extracto obtenido se la hizo en un espectrofotómetro THERMO SCIENTIFIC GENESYS 20 a 662 nm y 642 nm. Con los datos obtenidos se calculó la cantidad de clorofila *a* y *b* aplicando la Ecuación 1 y 2.

Ecuación 1.

$$Cl_a(\mu g.ml^{-1}) = 10,81 Abs_{662} - 0,75 Abs_{645}$$

Ecuación 2.

$$Cl_b(\mu g.ml^{-1}) = 19,02 Abs_{645} - 3,98 Abs_{662}$$

3.6.3.2 Medición de hojas

Mediante una escala graduada y empleando el método propuesto por el departamento de agricultura de la FAO (2013) se determinó el ancho y largo de las hojas de las tres especies vegetales en estudio (Figura 13, 14, y 15), cada 7 días.

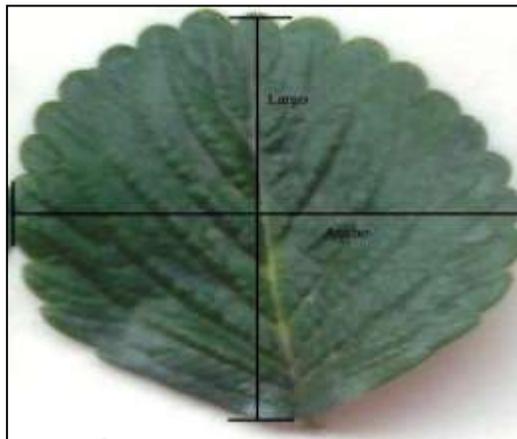


Figura 13. Medición largo y ancho hoja de fresa
Fuente: Andrea Quinde, 2013

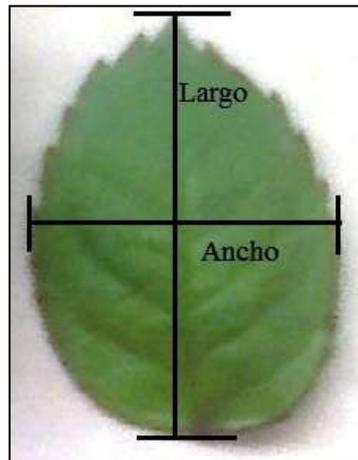


Figura 14. Medición largo y ancho hoja de rosa
Fuente: Andrea Quinde, 2013

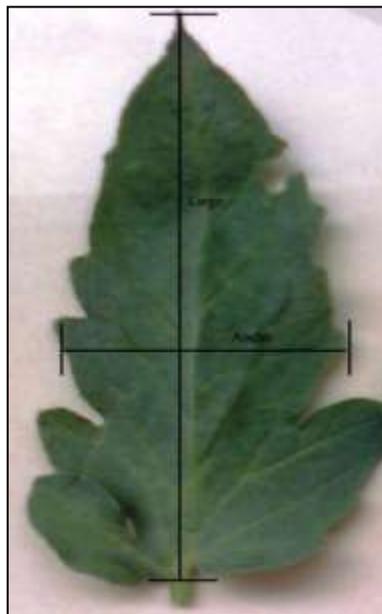


Figura 15. Medición largo y ancho hoja de tomate
Fuente: Andrea Quinde, 2013

3.6.3.3 Medición de tallos

Empleando el método propuesto por el departamento de agricultura de la FAO (2013) mediante una escala graduada se determinó el largo de los tallos (Figura 16) de cada una de las especies vegetales investigadas durante el periodo de aplicación de los biofertilizantes.



Figura 16. Largo del tallo de la Fresa
Fuente: Andrea Quinde, 2013



Figura 17. Largo del tallo de rosa
Fuente: Andrea Quinde, 2013



Figura 18. Largo del tallo de tomate
Fuente: Andrea Quinde, 2013

3.6.3.4 Identificación del color de hojas

Mediante el método propuesto por el departamento de Agricultura de la FAO (2013) se identificó el color de las hojas de las especies vegetales.

Se seleccionó una hoja de cada planta, utilizando la carta de colores para hojas (Anexo F). Se colocó la parte media de la hoja sobre la cartilla de color para compararla, la cartilla posee una escala de color del 1 al 6, cuando el color de la hoja estuvo entre dos tonalidades se tomó el valor promedio como lectura. La identificación del color se la realizó cada 7 días durante las aplicaciones de los biofertilizantes.

3.6.3.5 Determinación del número de defectos en las plantas.

Se determinó el número de defectos tomando en cuenta todo tipo de anomalía en las hojas y tallos (marchites, quemaduras, roturas, etc.) de acuerdo al método propuesto por el departamento de Agricultura de la FAO (2013).

3.6.3.6 Determinación y comparación de los costos de aplicación de un agroquímico y el biofertilizante foliar a base de frutas.

Se determinó el costo de elaboración y aplicación del biofertilizante a base de frutas y fue comparado con el costo de un agroquímico foliar comúnmente utilizado por el sector agrícola (Bizme).

3.6.4 Factores en estudio

Los factores en estudio fueron:

FACTOR A = Formulación del biofertilizante

a ₁	Frutas picadas+ melaza
a ₂	Frutas picadas+ hierbas medicinales + melaza

FACTOR B = Días de fermentación

b ₁	7 días
b ₂	14 días
b ₃	21 días

FACTOR C = Especies vegetales en estudio

c ₁	Tomate riñón
c ₂	Fresa
c ₃	Rosas

RESPUESTA EXPERIMENTAL = Cantidad de clorofila a y b ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)

3.6.5 Diseño experimental

3.6.5.1 Tipo de diseño

Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 18 tratamientos y tres repeticiones, utilizando un arreglo factorial A×B×C.

3.6.5.2 Análisis estadístico

Para calificar las diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza.

3.6.5.3 Análisis funcional

Se realizó la prueba de Tukey al 5% para grupos y tratamientos dentro de cada grupo.

3.6.6 Variables en estudio

Se evaluó los niveles de clorofila *a* y *b* en el follaje de las especies vegetales utilizadas cada 7 días después de la aplicación del biofertilizante.

3.7 Procesamiento y análisis

Los resultados obtenidos en la medición de la clorofila en las muestras vegetales utilizadas, con su respectivo tratamiento, fueron procesados y analizados con el empleo del paquete estadístico Statgraphics Plus. Mediante la prueba de Tukey (al 95%) se seleccionó la mejor formulación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de datos

4.1.1 Parámetros físico químicos en los biofertilizantes

4.1.1.1 Físicos

La temperatura y el pH medido durante el proceso de fermentación en los biofertilizantes elaborados se reportan en la Tabla A1 y A2; la temperatura se mantuvo entre 15 a 30 °C, mientras que el pH disminuyó con respecto al tiempo.

4.1.1.2 Químicos

Los análisis químicos de cada formulación del biofertilizante se reportan en el Anexo D. Se determinó la concentración de nitrógeno (N) elemento importante en un biofertilizante, y además la cantidad hierro (Fe) y magnesio (Mg), minerales que inciden en la formación de clorofila en las plantas.

4.1.2 Concentración de clorofila

Los promedios de las concentraciones de clorofila *a* y *b* en las especies vegetales para cada formulación de biofertilizante se presentan en las Tablas de la A3 a la A14, dichos promedios se obtuvieron de las tres réplicas con su respectiva desviación estándar. La concentración de la clorofila *a* y *b* es mayor en el tomate riñón con los distintos biofertilizantes; asimismo, se estableció el coeficiente de correlación entre la concentración de clorofila y el tiempo, obteniendo valores próximos a 1. Los porcentajes de aumento con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se

encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante establecido como mejor tratamiento. El aumento de clorofila *a* en las tres especies vegetales con respecto al testigo fueron de: 1164% para el tomate riñón, 1064% para la fresa y de 541% para las rosas, mientras que con respecto a la clorofila *b* el aumento en porcentaje en el tomate riñón fue de 640%, en la fresa de 425% y en las rosas de 325%.

El análisis de varianza correspondiente a la clorofila *a* se presenta en la Tabla B1, donde se establece que existe una diferencia significativa entre los tres factores en estudio al 95% de confianza; resultados similares se obtuvieron en el análisis de varianza correspondiente a la clorofila *b* los cuales se encuentran en la Tabla B2. Mediante la prueba de Tukey al 95% de confianza se establecieron las diferencias estadísticas entre los factores de estudio (plantas, formulación, días de fermentación), dicho análisis se reporta en las Tablas B8, B9 y B10.

En las Figuras C1 a la C6 se observa la evolución de la clorofila *a* frente al tiempo de exposición, mientras que en las Figuras C11 a la C16 se observa el progreso de la clorofila *b* con relación al tiempo de exposición de las especies vegetales a los biofertilizantes. Las tres especies vegetales muestran una tendencia ascendente, siendo más pronunciada en el tomate riñón. En las Figuras C7 y C17 se observa el aumento de la clorofila *a* y *b* en las tres especies vegetales frente al tipo de biofertilizante con el que fueron tratadas; el biofertilizante 3 (elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días) es el que presenta mejores resultados. En las Figuras C8, C9, C10, C18 y C19 se visualiza la interacción entre los factores (especie vegetal, formulación, días de fermentación) con respecto a la concentración de clorofila *a* y *b*; el tomate riñón es la especie vegetal que mayor aumento de clorofila *a* y *b* presenta, mientras que la formulación sin hierbas medicinales es la que produce una mayor concentración de clorofila *a* y *b* en las tres especies vegetales evaluadas.

4.1.3 Hojas

4.1.3.1 Largo

En las Tablas A15 a la A20 se indica la evolución del largo de las hojas de las tres especies vegetales tratadas con las diferentes formulaciones de biofertilizantes, en estas se observa que en todos los tratamientos el tomate riñón es la planta que posee un mayor crecimiento conforme al tiempo de estudio; en la fresa y rosa se observa la misma tendencia pero en menor magnitud. Los porcentajes de aumento con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante que se determinó como mejor tratamiento; el porcentaje de aumento con respecto al testigo en el tomate riñón fue de 269%, en la fresa fue de 156% y en las rosas fue del 7%.

El análisis estadístico mostrado en la Tabla B3, evidencia la diferencia significativa entre los tres factores en estudio (especie vegetal, formulación, días de fermentación) al 95% de confianza; el análisis individual de cada uno de los factores se evaluó mediante la prueba de Tukey al 95% de confianza, dichos resultados se muestran en las Tablas B8, B9 y B10.

En las Figuras C20 a la C25 se muestra el crecimiento del largo de las hojas de las tres especies vegetales durante el periodo de tratamiento con los biofertilizantes. La evaluación se realiza calculando la variación de tamaño desde el tiempo cero hasta finalizar la experimentación, de las tres especies el tomate riñón presenta un crecimiento progresivo mayor frente a las otras especies vegetales. La Figura C26 muestra el aumento en el largo de las hojas frente a los biofertilizantes con los que fueron tratadas, se observa que el biofertilizante 3 (elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días) produce un mejor efecto en el largo de las hojas en las tres especies vegetales; en cuanto al tiempo de fermentación las formulaciones mantenidas durante 14 días muestran mejores resultados, dicha tendencia se observa en las Figuras C27 y C28.

4.1.3.2 Ancho

Los datos tomados para el ancho de las hojas se reportan en las Tablas A21 a la A26, donde se observa que el crecimiento con respecto al tiempo es similar en el tomate riñón y la fresa, mientras que la rosa muestra un menor aumento. Los porcentajes de aumento con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante resultante como mejor tratamiento, el porcentaje de aumento con respecto al testigo en el tomate riñón fue de 492%, en la fresa fue de 171% y en las rosas fue del 67%. El análisis estadístico mostrado en la Tabla B4 detalla que los tres factores en estudio (especie vegetal, formulación, días de fermentación) presentan diferencia significativa entre sí al 95% de confianza; aplicando la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad se encontraron los resultados mostrados en las Tablas B8, B9 y B10.

En las Figuras C29 a la C34 se observa la evolución del ancho de las hojas en las tres especies vegetales durante el tiempo de tratamiento; la Figura C35 muestra el aumento del ancho de las hojas frente a las diferentes formulaciones, el biofertilizante sin hierbas medicinales fermentado durante 14 días interviene de mejor manera en el desarrollo del ancho de las hojas, resultados que también se evidencian en las Figuras C36 y C37.

4.1.4 Tamaño de tallos

Los datos de medición para los tallos se reportan en las Tablas A27 a la A32, la especie vegetal con mayor crecimiento es el tomate riñón, mientras que la fresa y la rosa presentan un aumento menos evidente. Los porcentajes de aumento con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante resultante como mejor tratamiento, el porcentaje de aumento con respecto al testigo en el tomate riñón fue de 192%, en la fresa fue de 84% y en las rosas fue del 58%. La Tabla B5 muestra el análisis estadístico evidenciando las diferencias significativas entre los factores de estudio (especie vegetal, formulación, días de fermentación) al 95% de confianza, los cuales se detallan en las Tablas B8, B9, y B10.

La evolución del tamaño del tallo frente a los días de tratamiento se muestra en las Figuras C38 a la C43, se observa que el tallo del tomate riñón muestra mayor crecimiento que el tallo de la fresa y la rosa. La Figura C44 detalla el crecimiento del tallo frente a las diferentes formulaciones, donde se observa que el biofertilizante 3 (elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días) es aquel que mejores resultados. La Figura C45 y C46 muestran la interacción entre las formulaciones y los días de fermentación de los biofertilizantes con respecto a las especies vegetales, se observa notoriamente que el biofertilizante fermentado durante 14 días promueve un mayor crecimiento del tallo en las plantas.

4.1.5 Color de hojas

Los valores de color de hoja evaluados de acuerdo a la escala de color propuesta (Anexo F) se reportan en las Tablas A33 a la A38, los porcentajes de aumento con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante resultante como mejor tratamiento, el porcentaje de aumento de color en las hojas con respecto al testigo en el tomate riñón fue de 300%, en la fresa fue de 265% y en las rosas fue del 50%. El análisis de varianza respectivo se detalla en la Tabla B6 donde se aprecia una diferencia significativa entre los tres factores en estudio (especie vegetal, formulación, días de fermentación) al 95% de confianza. Mediante la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad se evaluaron los tratamientos que difieren y se reportan en las Tablas B8, B9 y B10.

Las Figuras C47 a la C52 muestran la evolución del color en las hojas de las tres especies vegetales estudiadas mostrando un aumento similar durante el tratamiento. La Figura C53 indica el aumento de color de las especies vegetales frente al biofertilizante con el que fueron tratadas, se puede observar que el aumento de color de las hojas se da de manera similar tanto en el tomate como en la fresa, y en menor proporción en la rosa. En las Figuras C54 y C55 se observa que el mejor tratamiento para el color de las hojas es el biofertilizante elaborado a base de frutas sin hierbas medicinales fermentado durante 14 días.

4.1.6 Defectos en la planta

La cantidad de defectos evaluados en las tres especies vegetales se reportan en las Tablas A39 a la A44, se observa que los defectos se reducen en las tres plantas y con todos los tratamientos. Los porcentajes de disminución de defectos con respecto a los testigos en las tres especies vegetales se encuentran en las Tablas A47 a la A48, se tomó en cuenta los resultados reportados con el biofertilizante resultante como mejor tratamiento, el porcentaje de disminución de defectos para el tomate riñón fue de 133%, para la fresa fue de 520% y para las rosas fue de 58%. En la Tabla B7 se detalla el análisis estadístico donde se revela que no existe diferencia significativa en el número de defectos entre las diferentes formulaciones del biofertilizantes al 95% de confianza, lo que no ocurre entre las especies vegetales y los días de fermentación del biofertilizante.

La evolución del número de defectos se muestra en las Figuras C56 a la C61, se observa que los defectos se reducen en las tres especies vegetales. La Figura C62 detalla la disminución de los defectos con respecto a los biofertilizantes utilizados, los resultados son similares para todos los tratamientos. Mientras que en las Figuras C63 y C64 se detalla la interacción entre los factores en estudio donde se demuestra que el biofertilizante sin hierbas medicinales y fermentado durante 14 días exhibe mejores resultados, asimismo la fresa es la especie vegetal que presenta una mayor disminución de defectos seguida del tomate y finalmente la rosa.

4.1.7 Determinación de costos

Los costos de elaboración para la formulación que presenta mejores resultados en las especies vegetales se encuentran en la Tabla A45, mientras que la comparación de costos de aplicación entre el biofertilizante con mejores resultados en las especies vegetales y el agroquímico foliar (Biozyme) se encuentra en la Tabla A46.

4.2 Interpretación de datos

4.2.1 Parámetros físico químicos en los biofertilizantes

4.2.1.1 Físicos

Los biofertilizantes se obtuvieron por fermentación alcohólica, bioreacción donde se degradan azúcares como la melaza y la fructosa en alcohol y dióxido de carbono (Vázquez y Dacosta, 2007), en este proceso actúan levaduras propias de las frutas empleadas en la elaboración del biofertilizante. Las condiciones adecuadas para que las levaduras actúen son a un pH entre 3,5 a 6,5 y una temperatura no mayor a 30°C, al producirse la fermentación el azúcar va transformándose en alcohol etílico como producto principal, esto hace que la densidad del biofertilizante vaya disminuyendo a medida que avanza la fermentación, obteniéndose así un líquido macerado con varios nutrientes (Vargas, 2010).

4.2.1.2 Químicos

Los biofertilizantes elaborados poseen un porcentaje de nitrógeno entre 0,259% y 0,334% que comparados con el valor bibliográfico de 0,17% reportado por López (2000) es mayor. El nitrógeno es un componente esencial de los aminoácidos, de hecho estos son la fuente principal de obtención de nitrógeno en el biofertilizante elaborado a partir de frutas ricas en aminoácidos como: lisina, triptófano, alanina, arginina, serina, prolina, histidina, treonina, glicina, leucina, isoleucina, ácido aspártico, metionina, entre otros. El biofertilizante al contener nitrógeno actúa eficientemente en las plantas porque es uno de los elementos esenciales en el desarrollo de las especies vegetales; según Pilarte (2012), la principal función del nitrógeno es estimular el crecimiento de la planta, especialmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo generando un alto índice de área foliar y prolongando el período útil de las hojas a través del tiempo.

El magnesio es uno de los microelementos sumamente necesarios en la planta, ya que no solamente ocupa la posición central de las moléculas de clorofila, sino que también forma parte de varios procesos vitales como la síntesis de carbohidratos, proteínas, grasas y vitaminas (Summers, 2011). Los análisis muestran que las formulaciones poseen entre 80,16 mg/100mL a 94,62 mg/100mL de magnesio en su composición, valores que al compararlos con los 20 mg/100 mL reportados en el estudio realizado por León (2005), son sumamente altos; es decir, los biofertilizantes elaborados en esta investigación aportan a la planta el magnesio necesario para su desarrollo. El magnesio es absorbido como ion bivalente y una vez en el interior de la planta se une a varios compuestos para dar lugar a procesos fisiológicos y bioquímicos, además al formar parte de la clorofila intensifica la actividad fotosintética de las hojas e influye en el crecimiento y rendimiento de las plantas.

Los valores de hierro en los biofertilizantes elaborados oscilan entre 1597 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ a 2080 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ siendo superiores al reportado por López (2000) con 82 $\mu\text{g}/100\text{mL}$; es decir los biofertilizantes contienen altos niveles de este microelemento que según el estudio realizado por Sequi (2004), es absorbido por la planta a través de la epidermis foliar y por la superficie de las ramas, pasando a formar parte de las metalo – proteínas y asumiendo la función de catalizador de los procesos respiratorios y de la formación de la clorofila mediante la síntesis de las porfirinas.

4.2.2 Concentración de clorofila

La presencia de la clorofila *a* y *b* en las plantas es indispensable ya que estos pigmentos son los que hacen posible que la planta pueda absorber la luz necesaria para realizar la fotosíntesis, proceso fundamental para fabricar materia orgánica (Alligener, 1996). La función de la clorofila *a* y *b* es similar, ya que lo único que las diferencia es un radical en su estructura química que hace que el espectro visible que absorben sea mayor; es así, que de las especies vegetales en estudio se obtuvo que el tomate riñón es la hortaliza que mayor concentración de clorofilas presentó, seguido de la fresa y

finalmente de la rosa durante el tratamiento con los biofertilizantes, resultados que se verificaron al determinar los porcentajes de aumento con respecto al testigo en las tres especies vegetales. La razón por la que el tomate riñón produjo mayor cantidad de clorofila que las otras dos especies vegetales puede deberse a que el tomate riñón va desarrollando sus hojas más rápidamente y en mayor cantidad que las demás plantas, es decir las hojas poseen un área foliar extensa y joven, factor que incide en la absorción de los nutrientes contenidos en el biofertilizante, principalmente magnesio y hierro, los cuales actúan directamente en la formación de las clorofilas (Peat, 2010).

La clorofila *a* y *b* aumentó en menor magnitud en las hojas de fresas y rosas durante el tratamiento, para Dogliotti (2012) este efecto se produce por factores referentes al medio ambiente como la temperatura en el invernadero, o a su vez se debe a que la tasa de penetración de los nutrientes del biofertilizante en la superficie de la hoja es menor frente a la tasa que presenta el tomate riñón.

4.2.3 Hojas

Un aspecto importante en el desarrollo de la planta es la absorción de nutrientes en la fertilización foliar, la que interviene en el mejoramiento de la calidad de la planta. Esta absorción se da a través de la epidermis de las hojas por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis; una vez que el nutriente ha ingresado al citoplasma de las células epidermales la movilización de este ocurre en forma relativamente expedita hacia los diferentes órganos de la planta (Soria, 2008).

Mohammadian, et al. (2009), determinaron que las hojas poseen una estructura llamada cutícula que desempeña un papel importante en la absorción de nutrientes por parte de la planta, la cutícula varía de acuerdo a la especie vegetal, algunas poseen menor cantidad de cera y otras mayor cantidad lo que dificulta la absorción de nutrientes e influye en el desarrollo de los órganos de la planta. Las hojas se desarrollan gradualmente a medida que la planta crece, pero existen nutrientes que hacen que este desarrollo sea mayor y de mejor calidad. Las hojas del tomate riñón se

desarrollan en mayor magnitud debido a que la cutícula de sus hojas secreta menor cantidad de ceras en comparación a la fresa y a la rosa, esto hace que los nutrientes aplicados de manera foliar necesiten menos tiempo en contacto con la hoja para que puedan ser absorbidos y utilizados. El desarrollo de las hojas a partir de la aplicación de los biofertilizantes es mejor, presentando un crecimiento gradual en las tres especies vegetales evaluadas (tomate riñón, fresa y rosa). El biofertilizante que presenta mejores resultados posee mayor cantidad de nutrientes extraídos de las frutas utilizadas en su elaboración, los que son absorbidos por las plantas y utilizados en el crecimiento de sus hojas. El desarrollo de las hojas es más notorio longitudinalmente, el ancho aumenta de forma menos considerable.

4.2.4 Tamaño de tallos

Los tallos poseen una estructura similar a la de las hojas, pero con una cutícula un poco más rígida, además cuenta con cloroplastos en su estructura. Fernández y Eichert (2009), asevera que el tallo posee cierta cantidad de estomas y que a través de su estructura puede absorber algunos nutrientes. La temperatura e intensidad de luz son factores sumamente importantes en el desarrollo de los tallos de las plantas, estos poseen dos tipos de estructuras la primaria y la secundaria; la estructura primaria es la que poseen los tallos de las especies vegetales en estudio ya que conservan una epidermis de color verde y suelen ser más flexibles durante su existencia.

El desarrollo del tallo en el tomate riñón es mayor debido a la capacidad alta de absorción de nutrientes contenidos en el biofertilizante por la estructura de la epidermis del tallo, resultados que se asemejan a los del estudio “Influencia de algunos bioestimulantes en el crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). Variedad Lignón” realizado por Mineiro (2003).

La fresa posee tallos rastreros es decir que crecen hacia el suelo los cuales aumentaron de tamaño pero en pequeñas porciones durante el tiempo de tratamiento, al igual que la rosa ya que su tallo no demostró un aumento significativo porque sus células se forman lentamente durante su desarrollo.

4.2.5 Color de hojas

El color de las hojas depende de la presencia de clorofila *a* y *b* en la planta, ya que son los dos pigmentos que dotan de color verde a las hojas de las plantas. A medida que las plantas forman clorofila estas aumentan de tonalidad, a un color más verdoso y tendrán mejor aspecto y vigor. Esto se observó en las hojas de las tres especies vegetales ya que aumentaron la tonalidad debido a que las plantas asimilan los nutrientes esenciales en la formación de clorofila, como el hierro y el magnesio, produjeron mayor cantidad clorofila y por lo tanto el color de las hojas aumentó (Hess y Foy 2003). La FAO (2002), asevera que mientras se produzca clorofila *a* y *b* el aspecto y tonalidad de las hojas de las plantas mejorara con relación al tiempo.

4.2.6 Defectos en la planta

Los defectos en las plantas según Suquilanda (1996), se producen principalmente por la falta de macro y micronutrientes. La falta de ciertos nutrientes como el nitrógeno, hierro, magnesio, boro, zinc, entre otros, causa varios defectos en la planta como hojas pálidas, decoloración de las hojas y tallos, coloración marrón, y amarillamiento de los bordes. Las tres especies vegetales (tomate riñón, fresa y rosa) presentaron una disminución de defectos con la aplicación del biofertilizante foliar, pues absorbieron los nutrientes necesarios para disminuir sus deficiencias. El follaje de las fresas presentó un mayor número de defectos, los que fueron reduciendo con la aplicación de los biofertilizantes. Además de aportar nutrientes a las plantas, el biofertilizante fabricado posee características de un insecticida, alejando de este modo las posibles plagas de las plantas.

4.2.7 Determinación de costos

Según Gudynas, E. (2012) la utilización de biofertilizantes en la agricultura permite implementar una forma sostenible y sustentable de obtener una producción de calidad en cultivos orgánicos. El biofertilizante que reportó mejores resultados en las especies vegetales fue elaborado a base de frutas y fermentado durante 14 días, el costo de producción para 1 L de este fue de \$1,82 que al ser comparado con el precio comercial

del agroquímico Biozyme \$38,00 existe una diferencia significativa. El costo de aplicación para una hectárea tomando en cuenta que la dosis a ser utilizada es de 4 mL/L con el biofertilizante es de \$14,56 mientras que con el agroquímico Biozyme es de \$304, es decir el ahorro en aplicación al utilizar el biofertilizante elaborado a base de frutas es del 95%.

4.3 Verificación de hipótesis

Ho: No existe incidencia significativa de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en los niveles de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

Ha: Existe incidencia significativa de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en los niveles de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*).

Luego de analizar los resultados de la aplicación del biofertilizante elaborado a base de frutas, se acepta la hipótesis alternativa afirmando que existe una incidencia en los niveles de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*) al aplicar foliarmente el biofertilizante elaborado a base de frutas, esta incidencia se debe a que los biofertilizantes contaron con una gran cantidad de nutrientes importantes en la formación de clorofila *a* y *b* y en el desarrollo de los órganos de las especies vegetales los cuales fueron absorbidos y distribuidos en la planta para que puedan ser aprovechados. Se presento un aumento en la concentración de clorofila *a* y *b*, en el tamaño de las hojas y de los tallos, y en el color de las hojas, asimismo los especies vegetales disminuyeron sus defectos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los biofertilizantes elaborados contienen una cantidad sustancial de micronutrientes, como hierro (Fe) y magnesio (Mg), superior a valores reportados en estudios anteriores; asimismo el nitrógeno, macronutriente esencial para el desarrollo de las especies vegetales, presenta una alta concentración debido al aporte de los aminoácidos contenidos en las frutas utilizadas para su producción.
- La concentración de clorofila *a* y *b* aumentó en las tres especies vegetales estudiadas debido a que los biofertilizantes aportaron nutrientes en cantidades considerables; estos nutrientes fueron absorbidos a través de las hojas y actuaron significativamente en la formación de clorofilas.
- El tomate riñón es la especie vegetal que mayor cantidad de clorofila *a* y *b* presentó debido a que desarrolla sus órganos más rápidamente, además sus hojas poseen un área foliar extensa con tejido joven lo que acelera la absorción de nutrientes que intervienen en la formación de clorofila *a* y *b*; la fresa y la rosa mostraron una menor tasa de absorción de nutrientes.
- Se presentó un crecimiento gradual de las hojas en las tres especies vegetales, siendo más notorio longitudinalmente, este desarrollo dependió del metabolismo y estructura de las hojas de cada especie vegetal. Las hojas del tomate riñón se desarrollaron en mayor magnitud debido a que la cutícula de su epidermis posee menor cantidad de cera en comparación a la fresa y a la rosa, lo que hace que los nutrientes sean absorbidos y utilizados rápidamente.

- La estructura primaria de los tallos de las tres especies vegetales en estudio se conservó de color verde y con flexibilidad durante su existencia. El tallo del tomate riñón presentó mayor crecimiento debido a que su estructura permite mayor absorción de nutrientes y a que sus células se multiplican a mayor velocidad frente a las células de la fresa y la rosa.
- El aumento de color en las hojas de las tres especies vegetales fue casi similar, este aumento se da conforme a la producción de clorofila *a* y *b* ya que son los dos pigmentos que dotan de color verde a las hojas de las especies vegetales.
- Los defectos en las plantas se dan por deficiencia de ciertos macro y micronutrientes, por malas condiciones ambientales y por plagas, factores que hacen que la planta se vaya deteriorando a través del tiempo. Las tres especies vegetales (tomate riñón, fresa y rosa) presentaron una disminución de defectos, debido a que los biofertilizantes aportaron los nutrientes necesarios para disminuir sus deficiencias; además los biofertilizantes elaborados mostraron características insecticidas lo que protegió a la planta de posibles ataques de plagas.
- Se determinó que el biofertilizante elaborado a base de frutas y fermentado durante 14 días contribuye significativamente a la formación de clorofila *a* y *b*, así como al crecimiento de las hojas y los tallos, al aumento de tonalidad de las hojas y a la reducción de defectos. Este biofertilizante posee mayor cantidad de nutrientes comparado con las formulaciones restantes, dichos nutrientes fueron extraídos de las frutas maduras empleadas fermentadas durante un tiempo adecuado.
- Se estableció que el costo de elaboración del biofertilizante reportado como mejor tratamiento es de \$1,82 el litro siendo este valor mucho menor al valor comercial del agroquímico Biozyme, además existe un 95% de ahorro en la aplicación por hectárea del biofertilizante comparado con el agroquímico.

5.2 Recomendaciones

- Determinar íntegramente la composición química de los biofertilizantes para conocer las concentraciones de cada elemento y así emplear dosis adecuadas en las especies vegetales.
- Emplear acetona al 100% para obtener mayor calidad en los extractos de clorofila de las especies vegetales.
- Determinar variables asociadas con rendimiento del cultivo como altura de planta, diámetro del tallo a los 30, 60 días, otras como número de frutos, tamaño de fruto y peso del fruto.
- Establecer un único defecto a tomar en cuenta en las especies vegetales para un estudio mucho más específico.
- Las frutas elegidas para la elaboración de los biofertilizantes deben ser maduras, mas no en estado de putrefacción ya que los hongos afectan al proceso de fermentación.
- Al realizar el análisis de costos y aplicación tomar en cuenta no solamente el costo de elaboración del biofertilizante, sino el posible precio de comercialización.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

6.1.1 Título

Establecer los beneficios de la aplicación de un biofertilizante foliar elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días frente a la aplicación de un agroquímico en el desarrollo de los cultivos de durazno (*Prunus persica*) en el cantón Patate de la provincia de Tungurahua.

6.1.2 Instituciones Ejecutoras

Universidad Técnica de Ambato (UTA), Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL)

6.1.3 Beneficiarios

Investigadores y estudiantes de Universidades y Escuelas Técnicas del país.

Agricultores dedicados a la producción de cultivos de durazno (*Prunus persica*) en el cantón Patate de la provincia de Tungurahua.

Investigaciones Agrícolas y Biotecnología. Empresas privadas relacionadas a la Agrobiotecnología.

6.1.4 Ubicación

UTA. Campus Académico Huachi – Av. Los Chasquis y Río Payamino. Ambato

6.1.5 Tiempo estimado para la ejecución

Seis meses.

6.1.6 Equipo técnico responsable

Docentes, investigadores y estudiantes trabajando en experimentos para obtener biofertilizantes y conseguir una agricultura sostenible y sustentable en el país.

6.2 Antecedentes de la propuesta

Los biofertilizantes se obtienen de la degradación de materiales orgánicos y son utilizados para mejorar cultivos. Existe una gran variedad de biofertilizantes siendo los de aplicación foliar los que proporcionan inmediatamente nutrientes cuando la planta lo necesita, uno de los biofertilizantes líquidos de aplicación foliar es el elaborado a base de frutas, este contiene un sinnúmero de macro y micronutrientes. Los agricultores del cantón Patate muestran interés en implementar prácticas agrícolas orgánicas en los cultivos de durazno que representen beneficios tanto económicos como en la calidad de los cultivos y productos agrícolas que serán comercializados. La investigación “*Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila a y b y en la calidad del follaje de tomate riñón (Solanum lycopersicum L.), fresa (Fragaria vesca), y rosas (Rosae sp.)*.” demostró que el biofertilizante elaborado a base de frutas incide en varios aspectos dentro del metabolismo de las especies vegetales estudiadas. La formación de clorofila en las hojas de las tres especies vegetales aumento debido a que el biofertilizante posee gran cantidad de magnesio (Mg) y hierro (Fe) elementos esenciales en la formación de clorofila *a* y *b*, asimismo, la aplicación foliar del biofertilizante mejoró el crecimiento de las hojas y de los tallos, aumento la tonalidad del color de las hojas, y disminuyó la cantidad de defectos que se encontraban en las tres especies vegetales, es decir su acción hizo que la calidad del follaje de las tres especies vegetales mejore considerablemente, además de establecer un 95% de ahorro frente a la aplicación de un agroquímico utilizado comúnmente por los sectores agrícolas.

6.3 Justificación

El estudio investigación “*Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila a y b y en la calidad del follaje de tomate riñón (Solanum lycopersicum L.), fresa (Fragaria vesca), y rosas (Rosae sp.)*.” indicó que el biofertilizante interviene en varios aspectos dentro del metabolismo de las especies vegetales estudiadas, su acción hizo que la calidad del follaje mejore considerablemente y que los niveles de clorofila *a* y *b* aumenten. El análisis económico comparativo entre los costos y beneficios de la aplicación de un agroquímico y el biofertilizante en los cultivos de durazno (*Prunus persica*) es necesario para establecer si es conveniente tanto económicamente como técnicamente para los agricultores emplear el biofertilizante en toda esta clase de cultivo orgánico.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

Determinar los beneficios de la aplicación de un biofertilizante foliar elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días frente a la aplicación de un agroquímico en el desarrollo de los cultivos de durazno (*Prunus persica*) en el cantón Patate de la provincia de Tungurahua.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del biofertilizante de aplicación foliar y del agroquímico en la calidad del follaje del cultivo de durazno (*Prunus persica*).
- Realizar un análisis económico comparativo entre los costos de aplicación del agroquímico y el biofertilizante foliar a base de frutas en el cultivo de durazno (*Prunus persica*).
- Determinar la calidad del fruto tratado con el biofertilizante y con el agroquímico.

6.5 Análisis de factibilidad

La viabilidad de “Establecer los beneficios de la aplicación de un biofertilizante foliar elaborado a base de frutas fermentado durante 14 días frente a la aplicación de un agroquímico en el desarrollo de los cultivos de durazno (*Prunus persica*) en el cantón Patate de la provincia de Tungurahua” se asegura con los resultados obtenidos en la investigación “Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae* sp.)”, donde se determinó que el costo de producción y aplicación del biofertilizante elaborado a base de frutas es de \$1,82 el litro frente al agroquímico Biozyme utilizado normalmente por los agricultores del cantón Patate que tiene un costo de \$38,00 el Litro, es decir existe un ahorro del 95%, además que el cumplimiento adecuado de los objetivos específicos programados en ésta propuesta asegurarán el cumplimiento del objetivo general.

Los siguientes resultados de la investigación en la que se basa la propuesta, permiten que los resultados de la presente propuesta sean alcanzados sin ningún inconveniente.

- Los biofertilizantes a base de frutas contienen una cantidad sustancial de micronutrientes, como hierro (Fe) y magnesio (Mg), superior a valores reportados en estudios anteriores; asimismo el nitrógeno, macronutriente esencial para el desarrollo de las especies vegetales, presenta una alta concentración debido al aporte de los aminoácidos contenidos en las frutas utilizadas para su producción.
- La concentración de clorofila *a* y *b* aumentó en las tres especies vegetales estudiadas debido a que los biofertilizantes aportaron nutrientes en cantidades considerables; estos nutrientes fueron absorbidos a través de las hojas y actuaron significativamente en la formación de clorofilas.

- El biofertilizante elaborado a base de frutas y fermentado durante 14 días contribuye significativamente a la formación de clorofila *a* y *b*, así como al crecimiento de las hojas y los tallos, al aumento de tonalidad de las hojas y a la reducción de defectos. Este biofertilizante posee mayor cantidad de nutrientes comparado con las formulaciones restantes, dichos nutrientes fueron extraídos de las frutas maduras empleadas fermentadas durante un tiempo adecuado.
- El costo de elaboración del biofertilizante reportado como mejor tratamiento es de \$1,82 el litro siendo este valor mucho menor al valor comercial del agroquímico Biozyme, además existe un 95% de ahorro en la aplicación por hectárea del biofertilizante comparado con el agroquímico.

6.6 Fundamentación

La investigación “Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de un biofertilizante elaborado a base de frutas en el nivel de clorofila *a* y *b* y en la calidad del follaje de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), fresa (*Fragaria vesca*), y rosas (*Rosae sp.*)” es la base científica que permite la formulación de la presente propuesta.

6.7 Metodología – Modelo Operativo

6.7.1 Elaboración del biofertilizante

Pesar, lavar y picar en trozos pequeños las frutas (papaya, babaco, melón, naranja y banano) en la cantidad de 1.5kg por fruta, colocar en un recipiente y mezclarlas homogéneamente. Pesar 1 kg de fruta y colocarla en un recipiente cilíndrico seguida de 1L de melaza, repetir el proceso hasta completar ocho capas de fruta picada y ocho de melaza. Tras la última capa de melaza y fruta colocar una tapa de madera y una pesa de 5 kg para que actúe como prensa, poniendo inicio al proceso de fermentación. Fermentar durante 14 días, al finalizar el tiempo de fermentación filtrar la preparación

empleando un colador y una malla fina. El biofertilizante obtenido se debe almacenar en envases oscuros y en un lugar fresco y seco.

6.7.2 Elección del agroquímico

Elegir un agroquímico de aplicación foliar empleado de forma regular por los agricultores en cultivos orgánicos.

6.7.3 Análisis químico del biofertilizante y del agroquímico

Realizar un análisis químico integro del biofertilizante y del agroquímico en el que se incluya macro y micronutrientes.

6.7.4 Aplicación del biofertilizante y el agroquímico

Aplicar el biofertilizante y el agroquímico de manera foliar en una dosis de 4 mL/L cada 7 días, utilizando un aspersor, tomando las precauciones debidas para que no se mezclen los tratamientos.

6.7.5 Determinación de parámetros en el follaje de las especies vegetales

Determinar parámetros importantes relacionados directamente con el rendimiento del cultivo, en el desarrollo y calidad de las plantas: largo de tallo, área de la hoja, color de la hoja, floración, número de frutos por planta, tamaño de fruto y peso del fruto.

6.7.6 Determinación de costos

Elaborar un análisis de costos de elaboración y aplicación del biofertilizante frente al valor comercial del agroquímico en el cultivo de durazno (*Prunus persica*).

6.8 Administración

INDICADORES A MEJORAR	SITUACION ACTUAL	RESULTADOS ESPERADOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<p>Efecto del biofertilizante y del agroquímico en la calidad del follaje del durazno (<i>Prunus persica</i>).</p> <p>Determinación de los costos de aplicación del agroquímico y el biofertilizante foliar a base de frutas elaborado.</p>	<p>Los cultivos de durazno en el cantón poseen daños debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos que han incidido en la calidad del fruto disminuyendo la comercialización del mismo en el país</p>	<p>Mayor aumento de clorofila en las hojas con la aplicación del biofertilizante.</p> <p>Mejoramiento del tallo, flores y frutos en las especies vegetales tratadas con el biofertilizante.</p> <p>Los costos de utilización y aplicación del agroquímico son mucho más altos que los del biofertilizante</p>	<p>Aplicación del biofertilizante y del agroquímico en las especies vegetales.</p> <p>Determinación de la concentración de clorofila en las plantas.</p> <p>Determinación del largo de tallo, área de la hoja, color de la hoja, floración, tamaño de fruto.</p> <p>Establecimiento del análisis económico comparativo entre los costos de aplicación del biofertilizante y del agroquímico.</p>	<p>Docente</p> <p>Investigador</p> <p>Estudiante</p>

Elaborado por: Andrea Quinde

6.9 Previsión de la evaluación

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	Docentes Investigador
¿Por qué evaluar?	Proporciona información de los beneficios en la calidad y costo de la aplicación de un biofertilizante foliar a base de frutas comparado con un agroquímico.
¿Para qué evaluar?	Para determinar los beneficios en calidad y costo en cultivos orgánicos al aplicar un biofertilizante a base de frutas.
¿Qué evaluar?	Datos obtenidos a partir de la aplicación del biofertilizante y agroquímico en los cultivos orgánicos.
¿Quién evalúa?	Docente, Investigador
¿Cuándo evaluar?	Al finalizar el tiempo de aplicación.
¿Cómo evaluar?	Comparando los datos obtenidos durante el tiempo de aplicación
¿Con qué evaluar?	Análisis Costo/ Beneficio del biofertilizante y el agroquímico. Métodos para determinar la calidad del follaje propuestos por la FAO.

Elaborado por: Andrea Quinde

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. Cáceres, T, Pérez, J. (2001). Agricultura Orgánica - Fundamentos para la Región Andina, Lima – Perú.
- Acosta, L y Triana, J. (1990). La manzanilla, prodigio de la medicina verde. La Habana: Editorial Científico – Técnica.
- Aguirre, C. y Fernandez, N., (2010) Fertilización orgánica en maíz dulce (*Zea maysvar. Saccharata*) Cátedra de Horticultura y Floricultura - Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, Corrientes - Argentina.
- Alligener, N. (1996) Química Orgánica. Editorial Reverté, Madrid – España. 350 pp.
- Alsina, L. (1984). Cultivo de fresa y fresones. Barcelona, Sintesis. 163 p.
- Álvarez, E. (2011) Fertilizantes orgánicos foliares, 2da Edición, Machala-Ecuador.
- Armenta, A. (2010) Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. Ra Ximhai, enero abril, año/Vol. 6, Numero 1. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 51-56
- Arnau, J. (2004). Características de la melaza. Revista Nutrición, salud y alimentación. [En línea] Vol 1. Bogotá - Colombia
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). Constitución Nacional del Ecuador. Quito – Ecuador.
- Babu, S. Hallam, J. Fletcher,H (1991). Economic of biotechnology: The case of biofertilizers in South India Agriculture. Studies in Technology and Social Change Series, No 7, pp. 60.
- Bermúdez, R. (1995). Aprovechamiento Biotecnológica de Residuos de Fermentación Anaeróbica en la obtención de Biogás y otros metabolitos, Universidad de Oriente (Santiago de Cuba).
- Bidwell, R. (1993). Fisiología vegetal. Editor Libresa. México D.F. México. p 265-375
- Bofelli, G y Sirtoli, M (1995). Aplicación de Biofertilizantes. Facultad de Agronomía de la Universidad de la Republica de Uruguay. Uruguay.
- Broyce, J. et al., (2009) Café y desarrollo sostenible del Cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica. Instituto Internacional de la Potasa. Costa Rica.

Campbell, J Neil, T y Reece, J. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. Séptima edición. 1523 pp.

Carrera, D y Canacuán, A. (2011). “Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus Vulgaris L.*) en Cotacachi-Imbabura”. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra – Ecuador. 88p.

Chávez, A. (2002). Extracción industrial de esencia de cascaras de naranja y preparación de derivados del limoneno. Tesis para optar el grado de bachiller en Farmacia y Bioquímica. UNMSM. Lima.

Dogliotti, S. (2012). Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Universidad de la República de Chile – Facultad de Agronomía. Ciclo de Formación Central Agronómica. Curso de Fisiología de los Cultivos. Chile.

Donoso, T y Torres, J. (2007). Respuesta del cultivo de proteas (*Leucadendron hibrido*) var. Safari sunset a la aplicación de tres tipos de abonos de frutas en tres dosis. Tabacundo, Pichincha. Tesis de grado Ing. Agr. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolgui. Ecuador.

Echeverri, L. y García, R. (1997). Influencia de la clase de material de siembra sobre la producción de plátano. Guatemala, CENICAFE 8 p. (Avances Técnicos N° 73)

Eibner, R. (1996). Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3 13. In: A. Alexander (Ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlín.

Fainstein, R. (1999). Manual para el cultivo de Rosas en Latinoamerica. Ecuador. Ecuapffset. Cia Ltda. Pág 8, 44 – 63.

Fernández, V. y Eichert, T. (2009). Absorción de solutos hidrofílicos a través de las hojas de las plantas: Estado actual del conocimiento y perspectivas de la fertilización foliar. *Critical Reviews in Plant Science*, 28, 36-68.

Folquer, F. (1986). La frutilla o fresa. Buenos Aires (Argentina), Hemisferio Sur. 150 p.

Fregoni, M. (1986). Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Edición Alexander. Alemania – Berlín. 205-211 p.

- Gil, F. (1995). Elementos de fisiología vegetal. Editorial Mundi Prensa. Madrid. España. p 249-281
- Gómez, F. (2000) Comunicación Personal, Florícola SunsetvalleyFlowersCía.ltda. Cayambe, Ecuador.
- Gudynas, E. (2012). Producción Orgánica en América Latina. Crecimiento sostenido con énfasis exportador. Centro Latino Americano de Ecología Social.
- Guzmán, D. (1998). Guía para el cultivo de la papaya. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. p. 62.
- Guzmán, J. (1997) El cultivo del Tomate. 2da ed. Caracas, Espansade.
- Guzmán, M. (2007). Aplicación de biol en el cultivo establecido de rosas. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Heitz, T y Heussler, P. (1997). Estudio de la produccion de flor para corte Divulgstivos Quito, Mag. Pág. 22 – 28.
- Hess, F. y Foy, C. (2003). Interacción de agentes tensoactivos con las cutículas de las plantas. *Weed Technology*, 14, 807-812.
- Jarma O, y Tirado, G. (2004). Descripción original de la especie Cucumis melo. *Species Plantarum*, Volumen 2, Número71
- Kikushima, Y. (2004). Estudio químico – bromatológico de las semillas de *Citrus sinensis L.* tesis para optar al Tirulo profesional de Químico Farmaceutico. UNMSM. Lima.
- Kovacs, G. (1986). The importance of enviromental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. Edición Alexander. Alemania- Berlín. 26-43 p.
- Larson, R. (1996). Introducción a la floricultura. Traduccion del ingles por Linda Sthella Westrop. México. Pág. 43 – 55.
- Leece, D. (1996). Composition and ultrastructure of leaf cuticles from fruit trees, relative to diferencial foliar absorption. Australia. 833-847 p.
- León, F. (2005). Estudio de la Fertilización Foliar Complementaria a base de Abonos de Frutas en Lechuga (*Lactuca sativa L*) var. Green Salad Bowl. Tumbaco, Pichincha,

Ecuador. Tesis de Grado Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 87 p

López, R. (2000). Determinación de las características de biofertilizantes líquidos aplicados en agricultura, *Agronomía Costarricense (C. R.)* 4 (2): 2

Maareg, E. y Sohir, T. (2011). Impact of three soil biofertilizers applied separately and in combinations with a nematicide on *Meloidogyne incognita* infecting sugar beet. *Egyptian J. of Agronomy*, 4(1-2): 1-9.

Mendoza, T. (2004). Aminoácidos. [En línea] Argentina, disponible en: www.uvademesa.d./AminoacidosHMDJASA.abril04.pdf

Mineiro, L (2003), Influencia de algunos bioestimulantes en el crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Variedad Lignón. Quito – Ecuador.

Mohammadian, M., Watling, J. y Hill, R. (2009). Tapones estomáticos y su impacto en la invasión de hongos. *Agathis robusta*. *Australian Journal of Botany*, 57, 389-395.

Morillo, D. (2011). Respuesta del cultivo de Mora *Rubus Glaucus*. A la aplicación de dos tipos de bioles de frutas en dos dosis. Tumbaco, Pichincha. Escuela Politécnica del Ejército. Quito, Ecuador. 101p.

Muñoz, C y Valenzuela, J. (2005). El Babaco: Investigación y Progreso agropecuario. *La Platina* 31: 3 – 6.

Naranjo, G. (2010). Principios de la Investigación Científica. Editorial Norma. Ecuador

Navarro, M y Hernández, B. (2004). Las manzanillas en los autores andalusíes: algunos apuntes para la interpretación de los textos. In *Ciencias de la Naturaleza en Al-Andalus 3. Textos y Estudios*, E. García. Editorial Granada: Centro de estudios árabes. Pp. 143 – 157.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2013). Métodos de Análisis en plantas. Roma- Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2002). Tomate Riñón. [En línea]. Disponible en:

<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/TOMATE.HTM#a3>

Peat, J. (2010). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

Pérez I. (1988). Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. CEDAF-CP. Montecillo, México. 15p.

Pilarte, F. (2012). Función de los elementos esenciales en los cultivos. IPNI Cono Sur International Plant Nutrition Institute. Av Santa Fe 910, Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

Pizano, M. (1997). Floricultura y medio ambiente. Ediciones Hortitecnia. Bogotá. Colombia. P 77-87

Proexant, D. (1993). Manual de la frutilla. Quito (Ecuador) ,119p

Ramírez A. (1999). Manejo Integrado de Insectos Plaga de Cucurbitáceas en la Costa de Hermosillo. Folleto Número 17. INIFAP-SAGAR, Hermosillo, Sonora, México.

Ramírez, F. (2000). Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas. Corporación Misti S.A. Lima – Perú.

Reed, D. Tukey, H. (1978). Effect of pH on foliar absorption of phosphorus compounds by *chrysanthemum*. Ediciones Amer.103: 337-340p.

Reinoso, M y Cárdenas, F. (1998) Curso sobre cultivo de tomate de mesa bajo invernadero. Quito.

Restrepo J. (1998). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica. 114 p.

Restrepo, J. (1996). Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en centro América y Brasil. Aportes para la educación, San José, Costa Rica.

Restrepo, J. (2009). Abonos Orgánicos Fermentados Experiencias de Agricultores en CentroAmérica y Brasil. Sao Paulo – Brasil.

Rodríguez, V y Camacho, S. (1992). Babaco: un cultivo tradicional ecuatoriano. Carta de Frutales N°22. INIAP. Quito – Ecuador.

- Rottenberg, O. Gallardo, A. (2010). El arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción. Publicaciones Científicas de Haifa Chemicals LDT. México DF.
- Rueda, D. (2002). Botánica Sistemática. Tercera Edición. Grupo Compunor. Quito – Ecuador. Pp 41 – 112.s/tomate.pdf
- Sánchez, et al. (2001). La fertilización foliar de los cultivos. Universidad de Alicante. Alicante. España. P 14-16. [En línea]. Disponible en: www.fertiberia.com/informacion_fertilizacion/articulos/abonado_cultivos.pdf
- Sánchez, M. (2007). Manejo de la fertilización foliar. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá – Colombia.
- Sequi, P. (2004). Instituto experimental para la nutrición de las plantas. Valagro. Italia.
- Soria, T. (2008). Atlas de histología Vegetal. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo.
- Sprenat, J. (1990). Organismos fijadores de nitrógeno P.S. Chapman & Hall, Londres.
- Storey, B. (1976). Papaya, *Carica papaya*, pp. 21-24. In: N.W. Simmonds (ed). Evolution of Crop Plants. Longman,, Londres, Inglaterra.
- Summers, P. (2011). Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada. Clase de nutrición de plantas en cultivos protegidos. Salto. Curso horticultura, Facultad de Agronomía. Uruguay.
- Suquilanda, M. (1996) Producción Orgánica de Hortalizas en sierra, norte y centro del Ecuador.
- Suquilanda, V. (1996). Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Fundagro. Quito, Ecuador.
- Suquilanda, V. (2003). Elaboración de abonos Orgánicos para la producción de hortalizas. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Fundagro. Quito, Ecuador.
- Suslow, T. et al, T (2010). Beneficial bacteria enhance plant growth. California Agric., 33(11-12): 15-17.
- Swietlik, J. y Faust, T. (1984). Foliar nutrition of fruit crops. Ediciones Horticultural reviews. USA. 287-355p.

- Toalombo, R. (2012). Evaluación de Microorganismos Eficientes Autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.
- Tourat, A. (2000). Time for compost tea in the northwest. *Revista BioCycle* 41: 74-77.
- Trinidad, C y Aguilar, F. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. México DF. México. p 1-8. [En línea]. Disponible en: www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf
- Trinidad, S. (2011). Abonos Orgánicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Instituto de Recursos Naturales. Texcoco – México.
- Val, J. Heras, L. Mongue E. (2011). Nuevas Ecuaciones para la determinación de pigmentos fotosintéticos en acetona. Zaragoza - España.
- Vargas, E. (2010). Elaboración y caracterización de fertilizantes orgánicos fermentados con estiércol de vaca fresco (bioles). Departamento de Botánica Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Ocampo Velázquez, R. V. Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Querétaro
- Vargas, S. (2008). Estudio del comportamiento de tres fertilizantes foliares en la producción de duraznero (*prunus pérsica l*) variedad florida en la granja experimental la pradera. Facultad de ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 95 pp.
- Vázquez, H y Dacosta, O. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México y Oficina de Consejo, Desarrollo y Transferencia Tecnológica, Dijon, Francia.
- Venegas C. (2008). Fertilización foliar complementaria. Ediciones Agrys. Lima – Perú. 15-16 p.
- Venegas, T. (2011). Biofertilización Foliar Complementaria para Nutrición y Sanidad en Producción de papas. La Paz, Bolivia.

ANEXO A
DATOS
EXPERIMENTALES

Tabla A1. pH de los biofertilizantes

Días	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	6,4	6,5				
2	6,4	6,5				
3	6,3	6,4				
4	6,2	6,3				
5	5,9	5,8				
6	5,6	5,6				
7	5,4	5,4				
8	5,1	5,2	6,6	6,5		
9	4,8	4,9	6,5	6,5		
10	4,8	4,8	6,3	6,4		
11	4,5	4,6	6,2	6,3		
12	4,4	4,5	5,9	5,8		
13	4,2	4,3	5,6	5,7		
14	3,9	3,9	5,4	5,4		
15	3,8	3,9	5,2	5,2	6,5	6,4
16	3,8	3,7	4,9	4,9	6,3	6,2
17	3,6	3,6	4,7	4,6	6,1	6,1
18	3,5	3,5	4,4	4,3	5,8	5,9
19	3,5	3,5	4,2	4,1	5,7	5,7
20	3,5	3,5	3,9	3,8	5,4	5,5
21	3,5	3,5	3,7	3,6	5,1	5,1

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A2. Temperatura de los biofertilizantes (°C)

Días	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	28	29				
2	29	28				
3	30	31				
4	24	23				
5	18	19				
6	22	23				
7	28	28				
8	27	27	27	27		
9	24	24	24	24		
10	24	24	24	24		
11	28	27	28	27		
12	26	25	26	25		
13	27	27	27	27		
14	22	22	22	22		
15	19	19	19	19	19	19
16	18	18	18	18	18	18
17	20	19	20	19	20	19
18	22	22	22	22	22	22
19	34	33	34	33	34	33
20	27	26	27	26	27	26
21	34	34	34	34	34	34

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A3. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	4,832 ± 1,160	4,674 ± 1,150	5,877 ± 1,293
8	6,479 ± 1,425	6,518 ± 1,075	7,357 ± 1,058
14	10,898 ± 2,227	7,462 ± 1,057	8,121 ± 0,898
21	23,269 ± 5,419	9,533 ± 1,346	9,075 ± 1,562
28	26,707 ± 1,725	12,084 ± 0,609	13,150 ± 4,743
36	31,242 ± 2,796	13,179 ± 0,822	14,032 ± 4,851
*R ²	0,9240	0,9681	0,9342

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A4. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	3,222 ± 0,876	5,966 ± 1,22	4,969 ± 0,865
8	6,939 ± 2,180	7,169 ± 1,342	7,015 ± 2,376
14	11,730 ± 2,559	10,000 ± 0,973	8,608 ± 2,497
21	24,312 ± 4,139	11,830 ± 2,922	9,055 ± 1,882
28	28,211 ± 2,496	11,948 ± 0,846	10,678 ± 1,288
36	29,057 ± 1,525	13,441 ± 1,516	11,404 ± 1,265
*R ²	0,9262	0,9351	0,9652

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A5. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	4,215 ± 0,274	6,480 ± 1,150	4,822 ± 1,137
8	8,917 ± 1,632	8,010 ± 0,998	6,710 ± 0,890
14	19,485 ± 2,252	10,476 ± 0,637	8,053 ± 0,566
21	26,373 ± 0,662	13,235 ± 0,910	11,308 ± 1,120
28	28,948 ± 0,517	14,262 ± 0,823	14,426 ± 1,918
36	33,058 ± 1,446	16,255 ± 0,591	16,028 ± 1,005
*R ²	0,9479	0,9810	0,9811

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A6. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	4,024 ± 1,058	5,621 ± 1,328	5,090 ± 1,144
8	6,053 ± 2,720	7,539 ± 0,824	5,716 ± 1,096
14	10,877 ± 3,91	8,654 ± 1,274	7,475 ± 1,444
21	12,678 ± 1,588	10,313 ± 2,374	8,707 ± 1,487
28	21,445 ± 1,613	12,430 ± 1,944	9,698 ± 0,054
36	25,254 ± 1,031	12,774 ± 2,727	11,795 ± 1,935
*R²	0,9577	0,9757	0,9815

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A7. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	4,377 ± 1,471	5,081 ± 0,631	4,151 ± 1,051
8	8,886 ± 0,987	6,249 ± 0,652	6,479 ± 1,490
14	11,909 ± 1,626	7,039 ± 0,655	6,540 ± 1,782
21	17,083 ± 1,078	8,300 ± 0,279	8,146 ± 1,817
28	21,861 ± 2,188	11,864 ± 2,621	11,153 ± 1,306
36	28,103 ± 2,189	12,925 ± 2,505	11,225 ± 1,067
*R²	0,9942	0,9450	0,9403

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A8. Concentración de clorofila *a* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	3,343 ± 1,768	6,557 ± 1,385	5,928 ± 0,306
8	4,625 ± 0,915	9,133 ± 0,783	6,702 ± 1,548
14	8,161 ± 0,912	10,435 ± 1,254	7,952 ± 0,367
21	15,887 ± 1,272	11,282 ± 0,806	8,478 ± 1,013
28	22,917 ± 1,518	12,170 ± 0,672	9,885 ± 0,221
36	26,648 ± 1,893	14,712 ± 1,118	12,020 ± 1,589
*R²	0,9551	0,9694	0,9660

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A9. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	1,832 ± 0,352	1,972 ± 0,537	2,622 ± 0,318
8	3,066 ± 0,132	3,904 ± 1,283	3,795 ± 0,757
14	4,772 ± 1,451	4,365 ± 1,084	4,110 ± 0,608
21	9,033 ± 1,615	5,466 ± 0,353	4,702 ± 0,601
28	12,681 ± 0,662	6,269 ± 0,572	6,823 ± 1,679
36	16,317 ± 2,016	9,238 ± 1,305	7,032 ± 1,221
*R²	0,9651	0,9504	0,9421

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A10. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	1,869 ± 0,791	2,062 ± 0,448	1,963 ± 0,698
8	3,710 ± 0,401	3,113 ± 0,875	3,371 ± 0,707
14	5,145 ± 0,547	5,384 ± 0,593	4,439 ± 0,746
21	13,929 ± 1,058	6,195 ± 0,471	5,132 ± 1,189
28	15,834 ± 1,205	7,118 ± 0,990	6,001 ± 0,923
36	17,511 ± 0,380	7,379 ± 0,667	7,111 ± 0,520
*R²	0,9190	0,9213	0,9905

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A11. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2,168 ± 0,449	2,638 ± 1,237	2,517 ± 0,934
8	4,619 ± 2,169	4,615 ± 0,584	5,132 ± 1,052
14	9,043 ± 2,647	6,863 ± 0,220	5,270 ± 0,492
21	11,332 ± 0,882	7,999 ± 0,777	6,782 ± 0,763
28	15,555 ± 0,670	8,961 ± 0,254	6,929 ± 0,456
36	20,934 ± 1,472	10,143 ± 1,097	8,574 ± 0,769
*R²	0,9860	0,9639	0,9341

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A12. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	1,793 ± 0,588	2,442 ± 0,710	2,212 ± 0,821
8	3,370 ± 1,705	3,054 ± 0,305	3,152 ± 0,988
14	6,204 ± 1,224	4,236 ± 0,836	4,233 ± 0,891
21	7,974 ± 0,797	5,025 ± 0,563	4,786 ± 0,891
28	11,446 ± 0,666	5,901 ± 0,528	5,320 ± 0,537
36	13,064 ± 0,302	7,549 ± 0,908	6,015 ± 0,799
*R²	0,9852	0,9836	0,9763

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A13. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	1,844 ± 0,915	2,634 ± 0,659	1,627 ± 0,557
8	5,369 ± 0,433	3,018 ± 0,742	4,450 ± 0,440
14	7,672 ± 1,024	4,594 ± 0,180	5,013 ± 0,754
21	9,807 ± 0,668	5,354 ± 0,370	6,036 ± 0,502
28	11,587 ± 0,890	6,223 ± 0,733	6,836 ± 0,718
36	12,783 ± 0,480	6,976 ± 0,483	7,657 ± 0,445
*R²	0,9679	0,9715	0,9279

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A14. Concentración de clorofila *b* en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2,024 ± 0,924	3,115 ± 0,518	2,853 ± 0,397
8	2,383 ± 0,313	5,768 ± 0,801	3,031 ± 0,101
14	5,028 ± 0,767	6,676 ± 0,767	4,826 ± 0,651
21	8,309 ± 0,611	7,313 ± 0,819	5,282 ± 0,538
28	12,187 ± 0,579	8,238 ± 0,705	6,274 ± 0,579
36	15,925 ± 0,844	8,823 ± 0,512	7,040 ± 0,727
*R²	0,9571	0,9144	0,9557

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A15. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	39±8	60±8	65±13
8	44±7	64±5	68±13
14	47±7	66±4	69±11
21	53±6	67±4	70±9
28	59±2	67±4	71±7
36	76±4	73±5	72±4
*R²	0,9201	0,9130	0,9351

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A16. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	35±4	61±1	67±6
8	40±1	63±1	68±10
14	42±1	63±1	69±10
21	49±1	64±1	69±8
28	57±3	64±1	69±7
36	72±3	69±1	70±6
*R²	0,8791	0,8355	0,8438

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A17. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	41±5	53±2	68±3
8	48±3	58±6	72±5
14	52±3	60±6	72±5
21	60±2	68±2	72±5
28	67±1	70±2	76±4
36	83±3	75±2	77±3
*R²	0,9672	0,9763	0,9148

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A18. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	37±11	55±11	56±4
8	39±11	55±9	57±4
14	41±11	55±9	57±4
21	45±10	57±9	59±3
28	47±10	57±9	59±3
36	70±4	65±5	63±4
*R²	0,7387	0,6601	0,8355

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A19. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	35±2	48±4	55±12
8	37±1	49±4	56±11
14	38±1	50±4	56±12
21	45±2	54±3	58±10
28	50±2	56±2	59±10
36	70±3	65±2	60±10
*R²	0,8244	0,8603	0,9683

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A20. Largo de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	32±4	47±9	59±2
8	35±4	48±8	61±2
14	37±3	49±7	62±3
21	41±4	51±7	63±3
28	47±5	53±7	64±2
36	69±1	64±1	65±2
*R²	0,7541	0,7607	0,9918

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A21. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	27±1	52±5	33±1
8	28±1	57±5	34±3
14	30±3	60±4	36±1
21	32±4	62±4	37±1
28	34±3	66±4	37±1
36	38±2	70±4	38±2
*R²	0,9816	0,9928	0,9150

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A22. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	17±1	56±3	38±5
8	20±2	58±1	39±5
14	21±1	58±1	40±7
21	24±1	61±1	41±7
28	27±1	64±1	41±7
36	39±2	69±2	42±7
*R²	0,8648	0,9074	0,9556

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A23. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	20±5	48±1	36±1
8	24±5	53±1	37±1
14	27±3	57±1	39±1
21	33±3	60±1	41±1
28	39±2	66±1	45±2
36	46±1	75±2	47±2
*R²	0,9867	0,9779	0,9785

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A24. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	14±4	49±2	34±5
8	15±3	50±2	34±5
14	17±3	51±2	36±5
21	22±5	54±6	37±5
28	25±4	58±8	37±4
36	36±2	66±7	38±4
*R²	0,8802	0,8565	0,9732

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A25. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	12±3	45±4	30±6
8	13±3	46±3	31±6
14	13±3	46±3	31±6
21	21±2	51±2	32±6
28	26±0	55±2	32±5
36	37±2	61±2	34±5
*R²	0,8829	0,9089	0,8912

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A26. Ancho de la hoja (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	12±4	49±8	31±5
8	13±4	49±7	32±5
14	13±4	51±7	32±5
21	18±5	52±6	33±5
28	23±4	56±6	33±2
36	36±3	63±4	36±2
*R²	0,8177	0,8433	0,8216

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A27. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	137±40	103±21	588±38
8	210±36	107±15	588±38
14	287±25	110±15	593±35
21	417±6	117±12	600±30
28	520±10	127±12	603±25
36	693±15	153±6	617±21
*R²	0,9816	0,8495	0,9129

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A28. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	150±17	87±15	627±103
8	217±31	92±18	633±97
14	317±15	97±18	642±98
21	417±12	100±15	642±98
28	535±9	113±13	650±98
36	670±26	140±17	658±96
*R²	0,9897	0,8596	0,9704

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A29. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	150±36	83±23	633±57
8	230±36	87±20	633±57
14	340±26	92±20	640±54
21	428±13	103±10	650±54
28	556±16	125±4	658±13
36	720±5	164±4	669±13
*R²	0,9878	0,8545	0,9466

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A30. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	147±42	90±0	560±10
8	237±45	90±0	560±10
14	330±40	93±3	562±13
21	425±31	95±0	565±9
28	557±20	110±5	573±6
36	697±20	140±10	590±10
*R²	0,9925	0,7440	0,7835

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A31. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	157±21	77±15	630±46
8	263±6	78±13	630±46
14	373±12	83±13	630±46
21	470±10	90±10	633±45
28	581±4	105±11	642±43
36	710±13	133±6	647±45
*R²	0,9989	0,8511	0,8289

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A32. Largo del tallo (mm) en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	153±31	87±12	593±51
8	237±23	85±5	593±51
14	367±12	90±0	593±51
21	467±23	95±0	602±52
28	573±15	112±3	607±47
36	678±21	138±6	614±46
*R²	0,9942	0,8058	0,8821

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A33. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±0	2±1	2±0
8	2±0	2±0	2±0
14	2±0	3±0	2±0
21	3±0	3±0	3±0
28	4±0	4±0	3±0
36	4±0	4±0	3±0
*R²	0,9405	0,9594	0,9333

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A34. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±0	2±1	2±0
8	2±0	2±1	2±0
14	3±0	3±0	2±1
21	3±0	3±0	3±1
28	4±0	4±0	3±0
36	4±0	5±0	3±0
*R²	0,9519	0,9452	0,9843

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A35. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±0	2±1	2±0
8	3±0	3±1	2±0
14	3±0	3±1	3±1
21	4±0	4±1	3±0
28	5±0	5±1	3±0
36	5±0	5±0	4±0
*R²	0,9957	0,9443	0,9534

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A36. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±0	2±0	2±1
8	2±0	2±0	3±1
14	2±0	3±0	3±0
21	3±0	3±0	4±0
28	4±0	4±0	4±0
36	4±0	5±0	5±0
*R ²	0,9644	0,9804	0,9144

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A37. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±1	2±0	2±1
8	2±0	2±0	2±1
14	3±0	3±0	3±1
21	4±1	3±0	4±1
28	5±1	4±0	4±0
36	5±0	5±1	5±1
*R ²	0,9644	0,9804	0,9144

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A38. Color de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	2±0	3±1	2±0
8	2±0	3±0	2±0
14	3±0	3±0	3±1
21	4±0	3±0	3±0
28	4±0	4±0	3±0
36	4±0	5±0	4±1
*R ²	0,9493	0,9373	0,8999

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A39. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	5±1	8±2	7±1
8	5±1	7±2	7±1
14	5±1	7±2	6±2
21	4±0	6±1	6±2
28	3±0	5±1	5±1
36	3±1	4±1	5±1
*R²	0,8450	0,9568	0,8973

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A40. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 21 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	5±1	9±3	7±1
8	5±1	7±2	7±1
14	4±1	7±2	6±1
21	4±0	6±2	6±1
28	3±1	5±1	5±1
36	3±0	4±2	5±0
*R²	0,9351	0,9889	0,9270

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A41. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	7±3	12±1	7±3
8	6±2	10±1	6±2
14	6±1	8±0	6±1
21	4±1	6±1	5±1
28	2±1	5±1	5±1
36	2±1	3±1	4±1
*R²	0,9237	0,9867	0,9841

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A42. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 14 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	9±2	11±2	7±4
8	7±2	9±2	6±1
14	6±1	8±1	6±1
21	5±1	7±1	6±2
28	4±1	6±1	5±1
36	3±1	5±1	5±0
*R²	0,9771	0,9670	0,8385

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A43. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante sin hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	10±1	8±3	7±3
8	8±1	8±3	7±2
14	7±1	7±2	7±1
21	6±1	6±2	6±1
28	4±1	6±1	5±1
36	3±1	5±0	5±1
*R²	0,9758	0,9746	0,9793

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A44. Defectos en las plantas tratadas con biofertilizante con hierbas medicinales de 7 días de fermentación

Días	Tomate	Fresa	Rosa
0	6±2	12±2	10±2
8	6±1	11±2	9±2
14	5±2	10±2	9±2
21	5±1	8±3	8±2
28	4±1	7±2	6±2
36	3±1	5±1	5±2
*R²	0,9318	0,9802	0,9905

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

R² = coeficiente de correlación

Tabla A45. Costos de elaboración para 10 L de biofertilizante a base de frutas

Material	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Naranja	1,5 kg	0,75	1,13
Papaya	1,5 kg	0,50	0,75
Melon	1,5 kg	0,60	0,90
Banano	1,5 kg	0,30	0,45
Babaco	1,5 kg	0,45	0,68
Melaza	8 L	0,50	4,00
Recipiente 20 L	1	5,00	5,00
Recipiente ambar 1 L	10	0,45	4,50
Tapa de Madera	1	0,80	0,80
TOTAL			18,21

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A46. Comparación de costos de aplicación entre el biofertilizante y el agroquímico.

	Agroquímico (Biozyme)	Biofertilizante
Costo de 1L	\$38,00	\$1,82
Costo de aplicación por hectárea	\$304	\$14,56

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A47. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en el tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) tratado con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.

	Testigo	Biofertilizante 3 (mejor tratamiento)
Clorofila a	100%	1164%
Clorofila b	100%	640%
Hojas Ancho	100%	492%
Hojas Largo	100%	269%
Tamaño de Tallo	100%	192%
Color de la hoja	100%	300%
Defectos	100%	133%

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A48. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en la fresa (*Fragaria vesca*) tratada con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.

	Testigo	Biofertilizante 3 (mejor tratamiento)
Clorofila a	100%	1014%
Clorofila b	100%	425%
Hojas Ancho	100%	171%
Hojas Largo	100%	156%
Tamaño de Tallo	100%	84%
Color de la hoja	100%	265%
Defectos	100%	520%

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Tabla A49. Porcentajes de aumento en los parámetros medidos en las rosas (*Rosae sp.*) tratada con el biofertilizante reportado como mejor tratamiento con respecto al testigo.

	Testigo	Biofertilizante 3 (mejor tratamiento)
Clorofila a	100%	541%
Clorofila b	100%	325%
Hojas Ancho	100%	67%
Hojas Largo	100%	7%
Tamaño de Tallo	100%	58%
Color de la hoja	100%	50%
Defectos	100%	58%

Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

ANEXO B
ANÁLISIS
ESTADÍSTICOS

Tabla B1. Análisis de varianza de la concentración de clorofila *a* en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	70,2445	1	70,2445	67,92	0,0000
B:Días de Fermentación	20,462	2	10,231	9,89	0,0004
C:Planta	3407,83	2	1703,92	1647,63	0,0000
INTERACCIONES					
AB	51,9483	2	25,9742	25,12	0,0000
AC	10,3459	2	5,17295	5,00	0,0121
BC	14,3399	4	3,58497	3,47	0,0170
ABC	10,1263	4	2,53157	2,45	0,0638
RESIDUOS	37,2298	36	1,03416		
TOTAL (CORREGIDO)	3622,53	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B2. Análisis de varianza de la concentración de clorofila *b* en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	11,0225	1	11,0225	10,84	0,0022
B:Días de Fermentación	14,4303	2	7,21515	7,09	0,0025
C:Planta	878,399	2	439,199	431,77	0,0000
INTERACCIONES					
AB	49,8737	2	24,9369	24,52	0,0000
AC	0,572186	2	0,286093	0,28	0,7565
BC	13,6255	4	3,40637	3,35	0,0198
ABC	41,3096	4	10,3274	10,15	0,0000
RESIDUOS	36,6195	36	1,01721		
TOTAL (CORREGIDO)	1045,85	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B3. Análisis de varianza del largo de las hojas en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	143,407	1	143,407	26,52	0,0000
B:Días de Fermentación	86,1111	2	43,0556	7,96	0,0014
C:Planta	9200,44	2	4600,22	850,73	0,0000
INTERACCIONES					
AB	169,148	2	84,5741	15,64	0,0000
AC	44,5926	2	22,2963	4,12	0,0244
BC	101,111	4	25,2778	4,67	0,0038
ABC	65,8519	4	16,463	3,04	0,0293
RESIDUOS	194,667	36	5,40741		
TOTAL (CORREGIDO)	10005,3	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B4. Análisis de varianza del ancho de las hojas en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	50,0741	1	50,0741	10,48	0,0026
B:Días de Fermentación	283,815	2	141,907	29,70	0,0000
C:Plantas	2493,81	2	1246,91	260,98	0,0000
INTERACCIONES					
AB	156,926	2	78,463	16,42	0,0000
AC	128,481	2	64,2407	13,45	0,0000
BC	175,63	4	43,9074	9,19	0,0000
ABC	99,1852	4	24,7963	5,19	0,0021
RESIDUOS	172,0	36	4,77778		
TOTAL (CORREGIDO)	3559,93	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B5. Análisis de varianza del largo del tallo en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	2216,96	1	2216,96	10,77	0,0023
B:Días de Fermentación	2420,7	2	1210,35	5,88	0,0062
C:Planta	3,0535E6	2	1,52675E6	7419,40	0,0000
INTERACCIONES					
AB	224,704	2	112,352	0,55	0,5840
AC	1876,26	2	938,13	4,56	0,0172
BC	667,519	4	166,88	0,81	0,5265
ABC	965,074	4	241,269	1,17	0,3392
RESIDUOS	7408,0	36	205,778		
TOTAL (CORREGIDO)	3,06928E6	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B6. Análisis de varianza del color de las hojas en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	1,18519	1	1,18519	12,80	0,0010
B:Días de Fermentación	3,17593	2	1,58796	17,15	0,0000
C:Planta	5,81481	2	2,90741	31,40	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,23148	2	0,615741	6,65	0,0035
AC	0,148148	2	0,0740741	0,80	0,4572
BC	0,935185	4	0,233796	2,53	0,0577
ABC	0,768519	4	0,19213	2,08	0,1044
RESIDUOS	3,33333	36	0,0925926		
TOTAL (CORREGIDO)	16,5926	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B7. Análisis de varianza de los defectos en las especies vegetales.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad
EFEKTOS PRINCIPALES					
A:Formulación	0,166667	1	0,166667	0,19	0,6643
B:Días de Fermentación	57,8148	2	28,9074	33,21	0,0000
C:Planta	69,4815	2	34,7407	39,91	0,0000
INTERACCIONES					
AB	9,0	2	4,5	5,17	0,0106
AC	12,0	2	6,0	6,89	0,0029
BC	24,6296	4	6,15741	7,07	0,0003
ABC	48,3333	4	12,0833	13,88	0,0000
RESIDUOS	31,3333	36	0,87037		
TOTAL (CORREGIDO)	252,759	53			

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

Tabla B8. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a las especies vegetales.

	Tomate	Fresa	Rosa
Clorofila a	b	a	a
Clorofila b	c	b	a
Largo de hoja	c	b	a
Ancho de Hoja	c	b	a
Largo de Tallo	c	b	a
Color de Hojas	b	b	a
Defectos	b	c	a

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

*Letras diferentes entre muestras indican que hay diferencias significativas a $p < 0.05$

Tabla B9. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a los días de fermentación de los biofertilizantes.

	7	14	21
Clorofila a	a	b	b
Clorofila b	a	b	b
Largo de hoja	b	b	a
Ancho de Hoja	b	c	a
Largo de Tallo	a	b	a
Color de Hojas	b	b	a
Defectos	b	c	a

Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

*Letras diferentes entre muestras indican que hay diferencias significativas a $p < 0.05$

Tabla B10. Diferencias estadísticas entre los parámetros determinados con respecto a la formulación de los biofertilizantes.

	Con hierbas	Sin hierbas
Clorofila a	a	b
Clorofila b	a	b
Largo de hoja	a	b
Ancho de Hoja	a	b
Largo de Tallo	a	b
Color de Hojas	a	b
Defectos	a	a

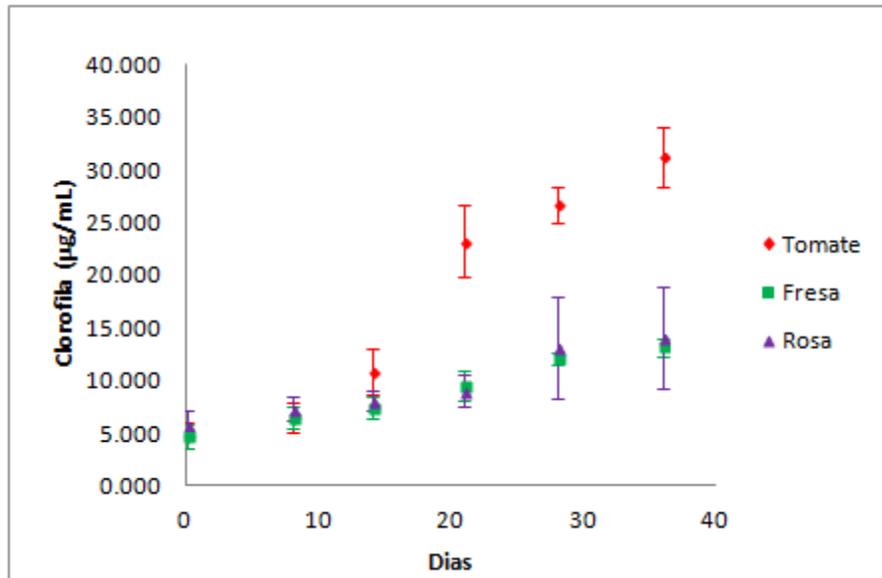
Elaborado por: Andrea Quinde, 2014

*Letras diferentes entre muestras indican que hay diferencias significativas a $p < 0.05$

ANEXO C

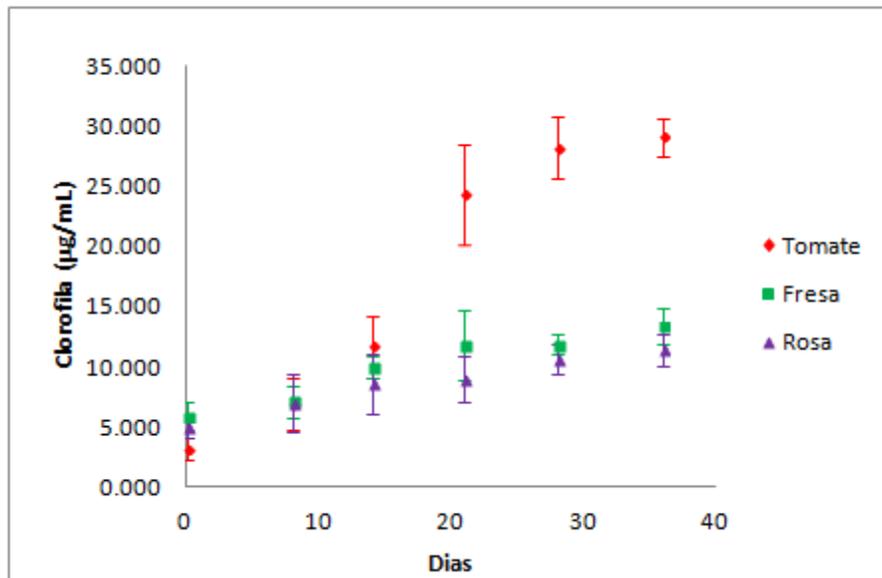
GRÁFICOS

Figura C1. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



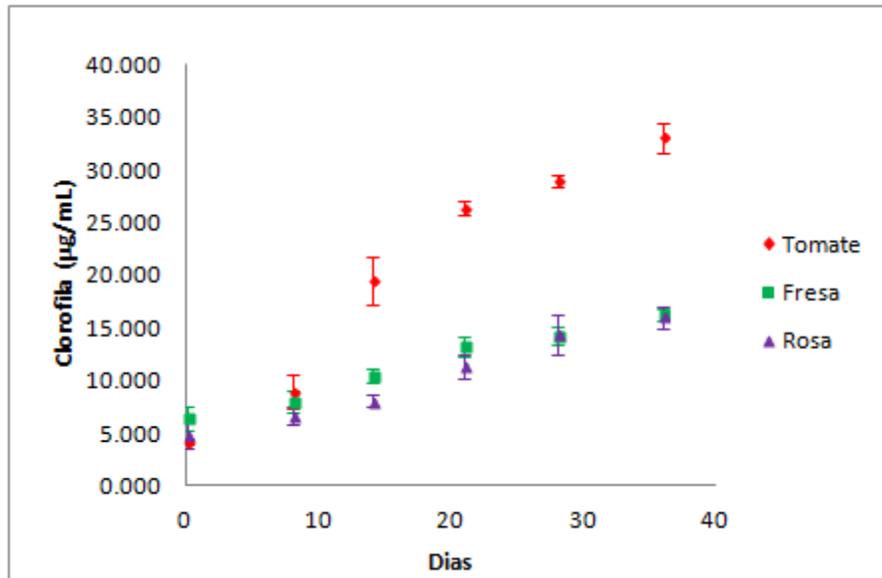
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C2. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



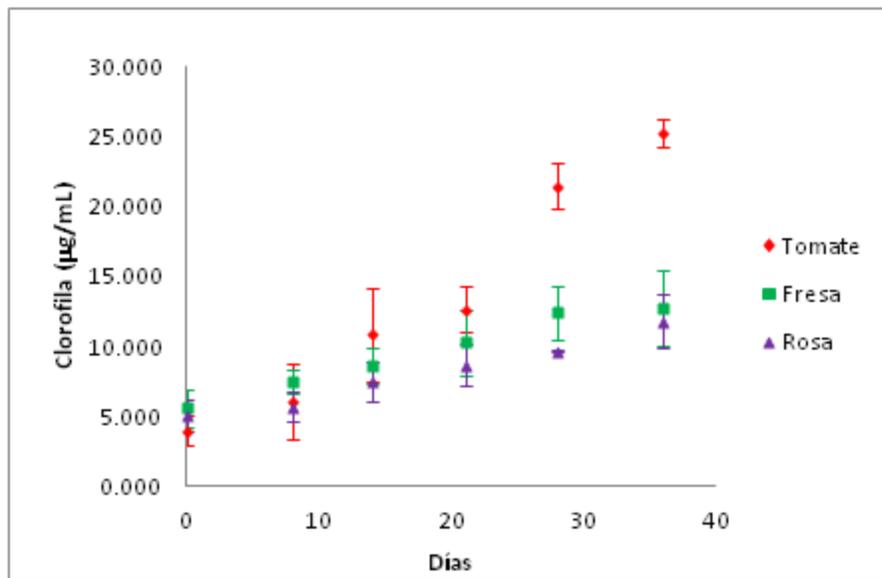
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C3. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



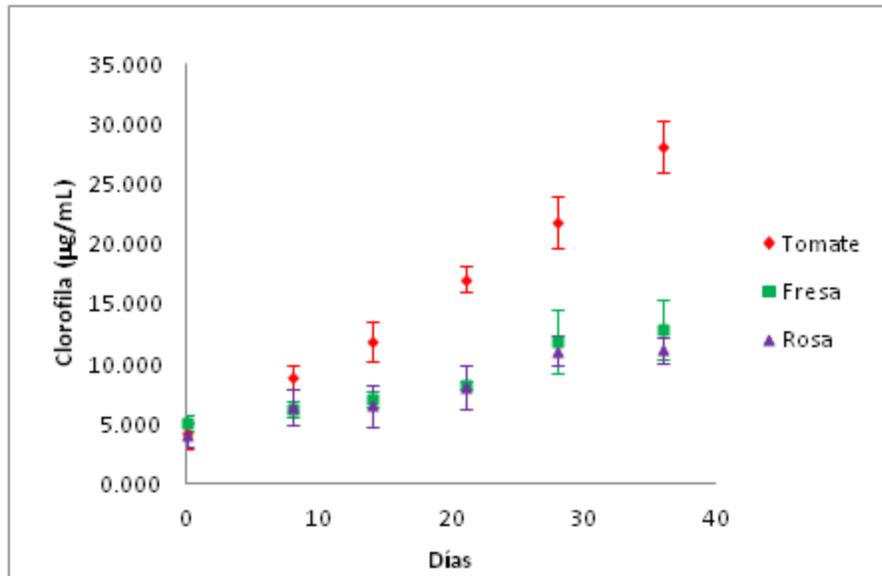
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C4. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



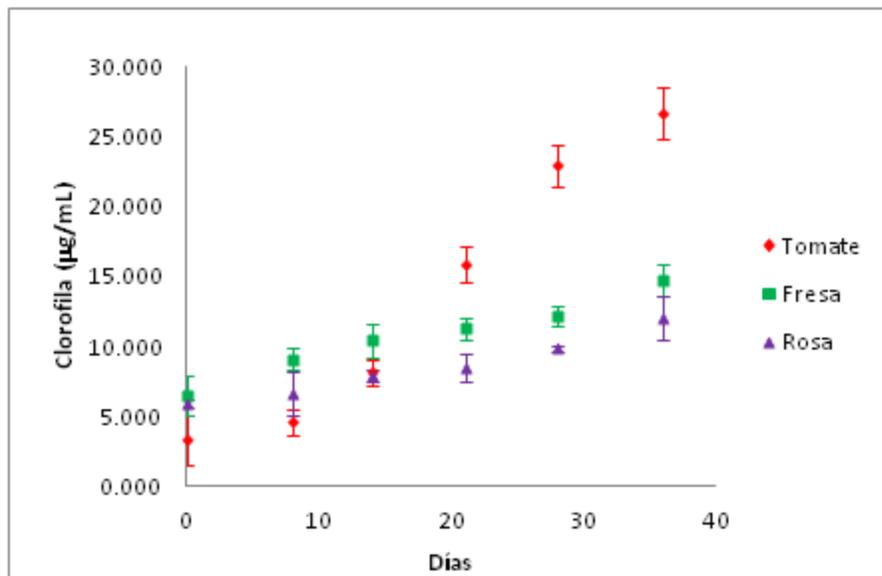
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C5. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



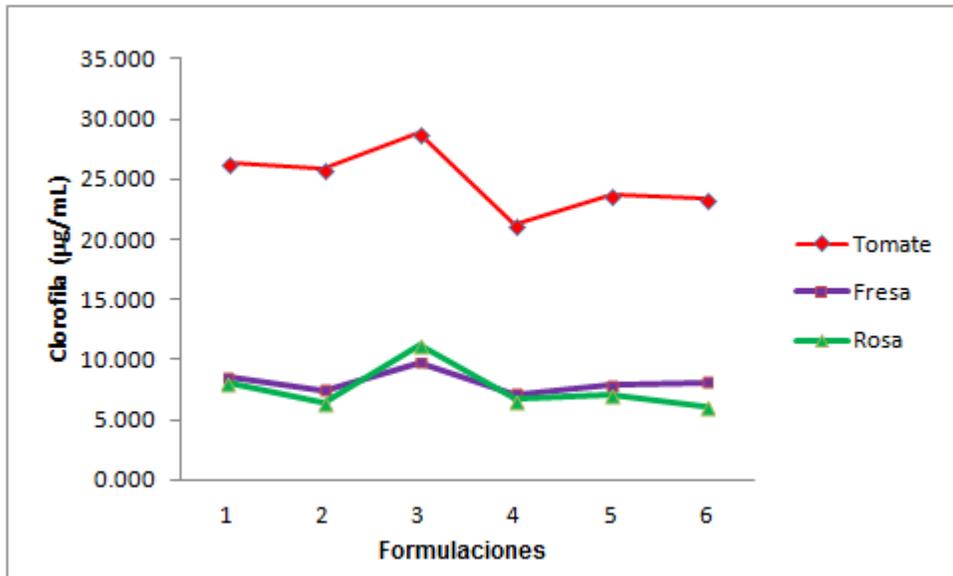
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C6. Evolución de la clorofila *a* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



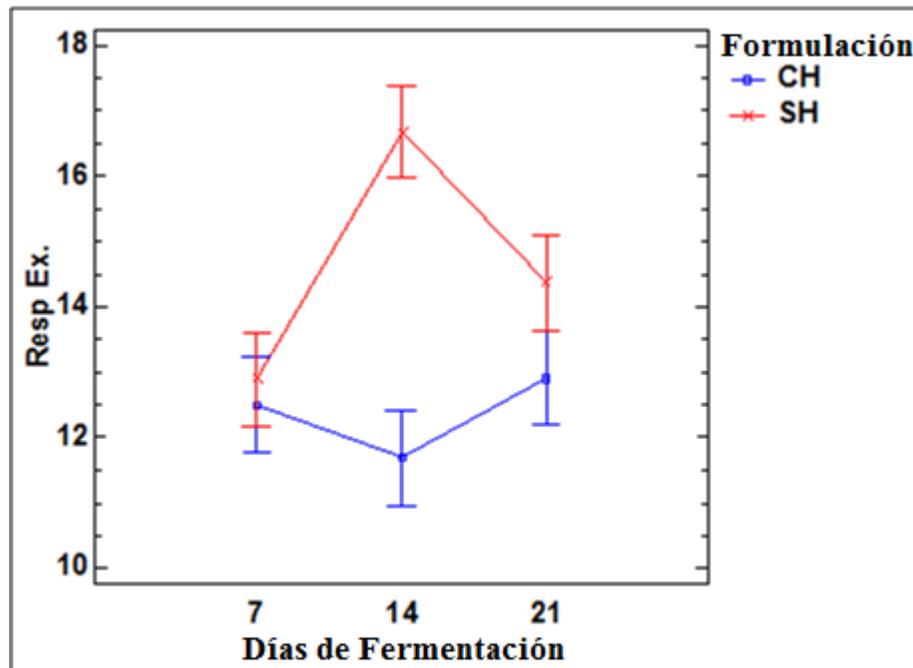
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C7. Aumento de la clorofila *a* en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



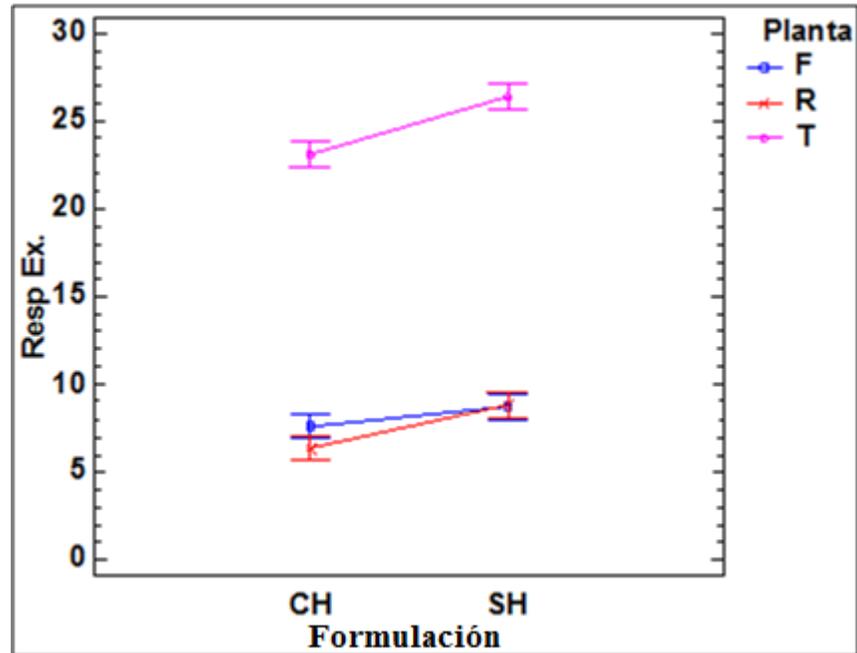
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C8. Interacción entre la formulación y los días de fermentación de los biofertilizantes con respecto a la concentración de clorofila *a*.



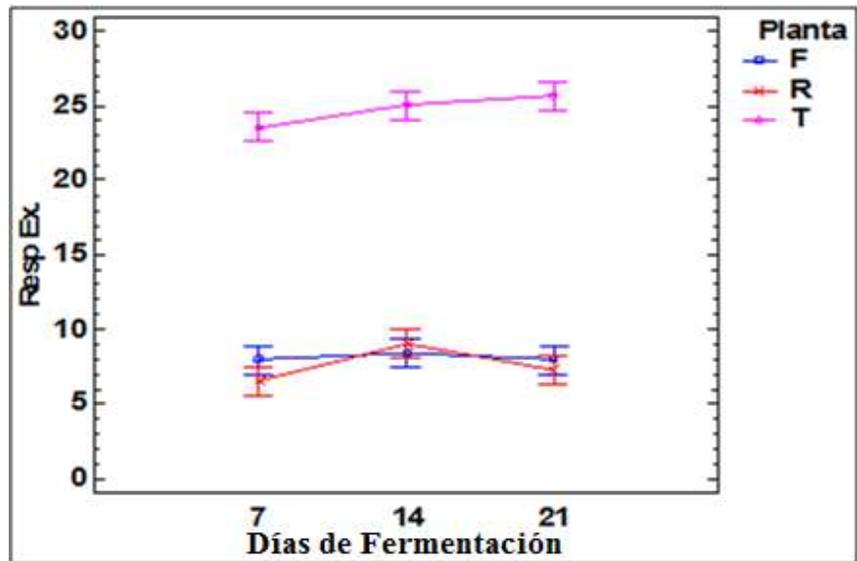
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C9. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila *a*.



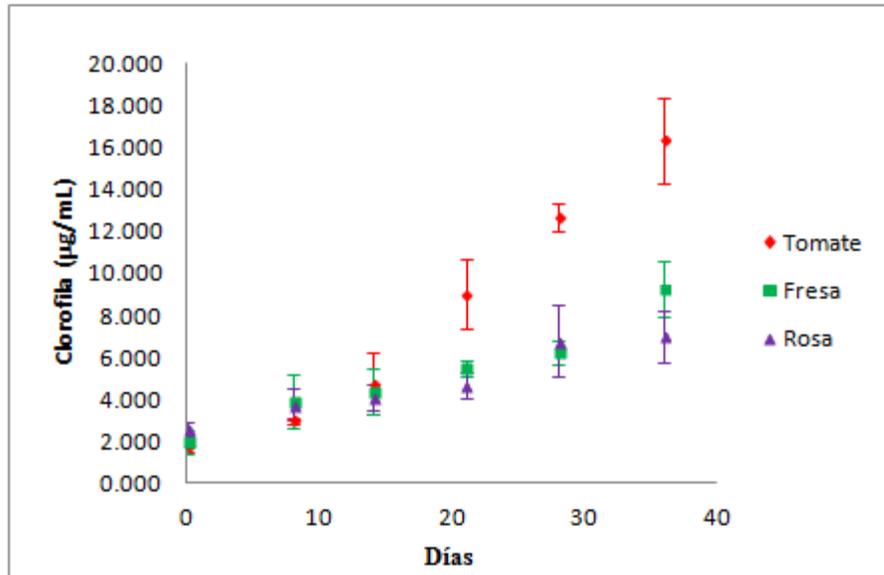
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C10. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila *a*.



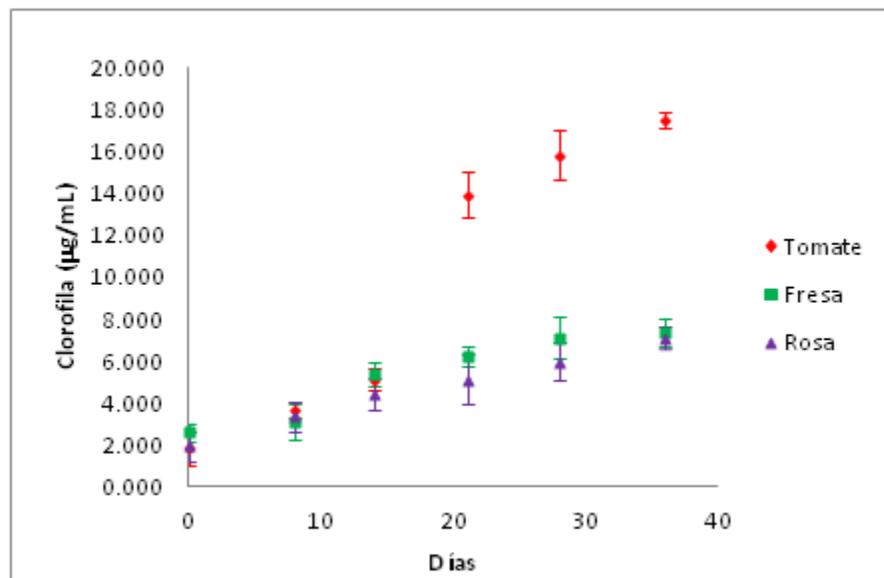
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C11. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



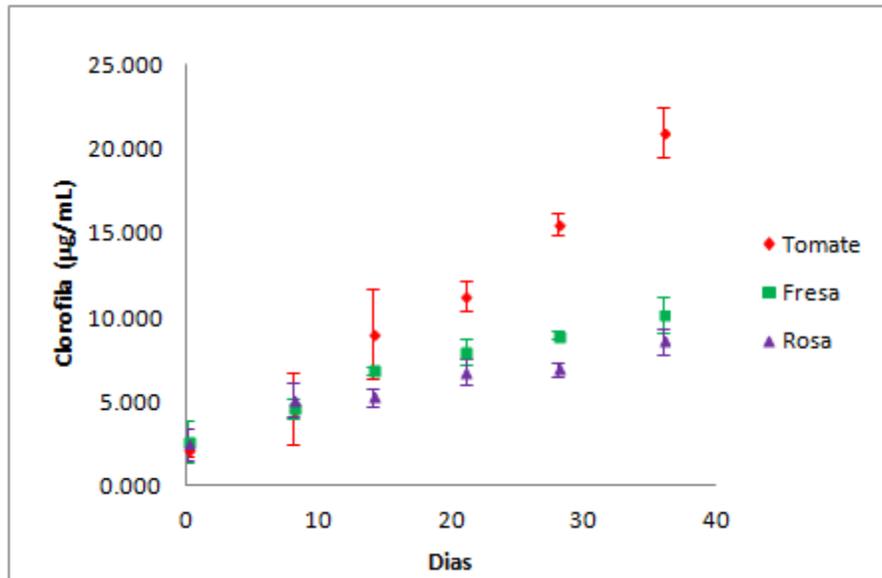
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C12. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



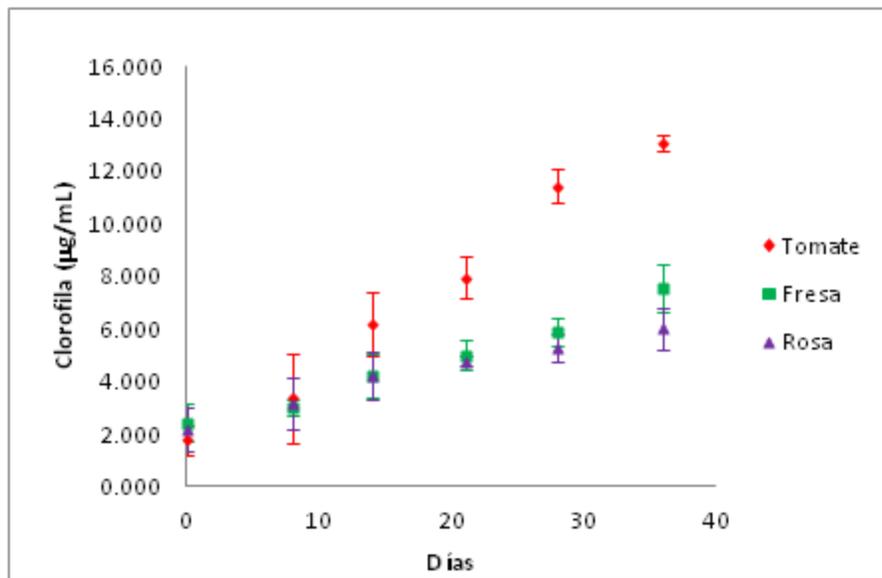
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C13. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



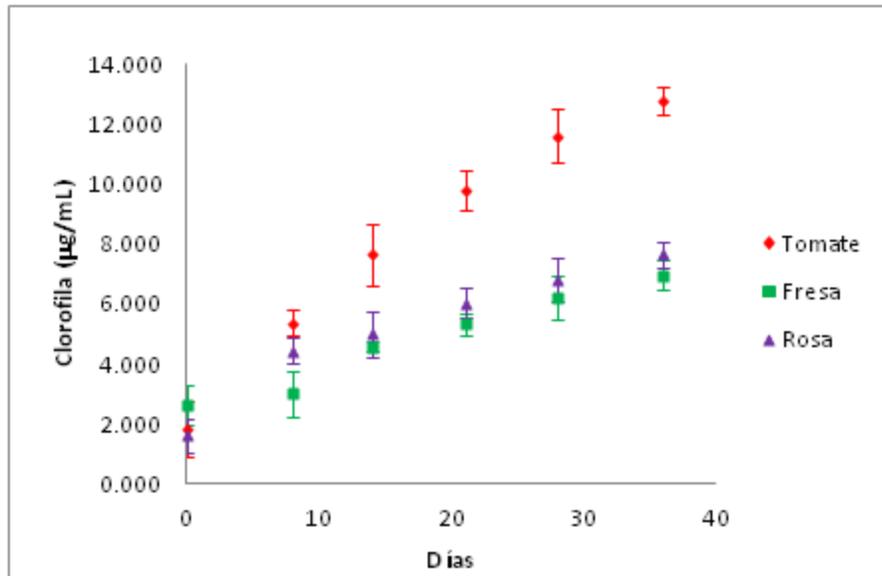
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C14. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



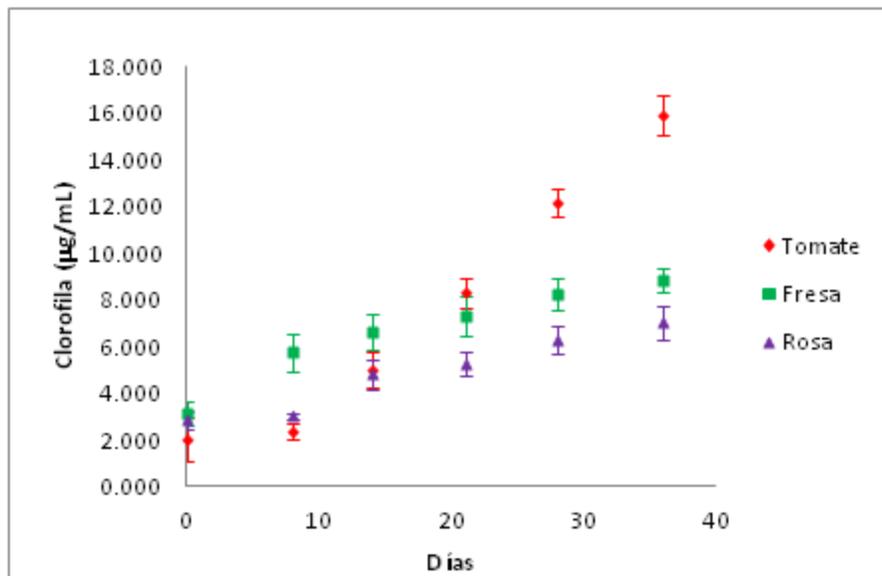
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C15. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



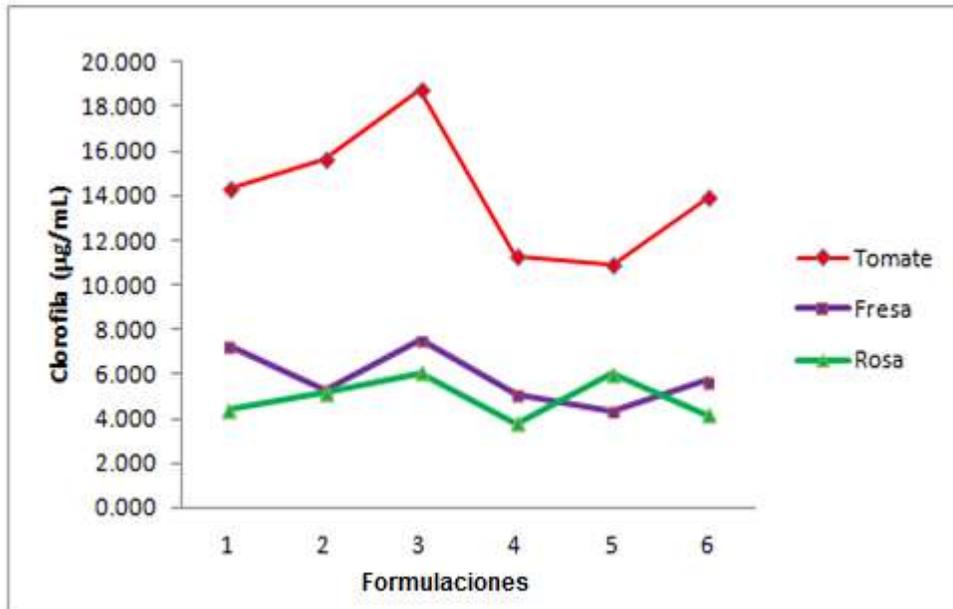
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C16. Evolución de la clorofila *b* en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



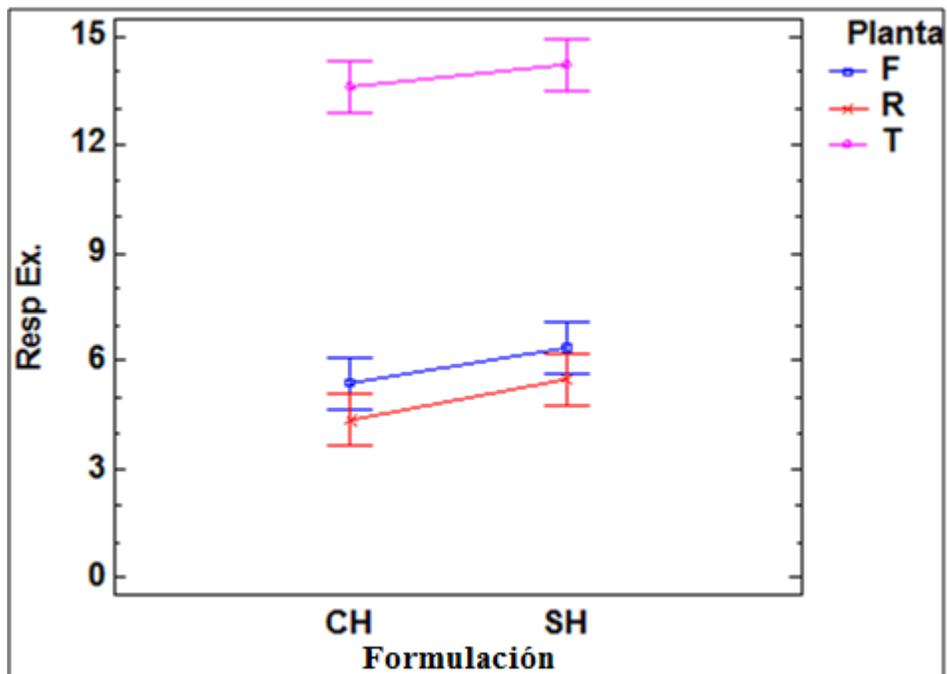
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C17. Aumento de la clorofila *b* en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



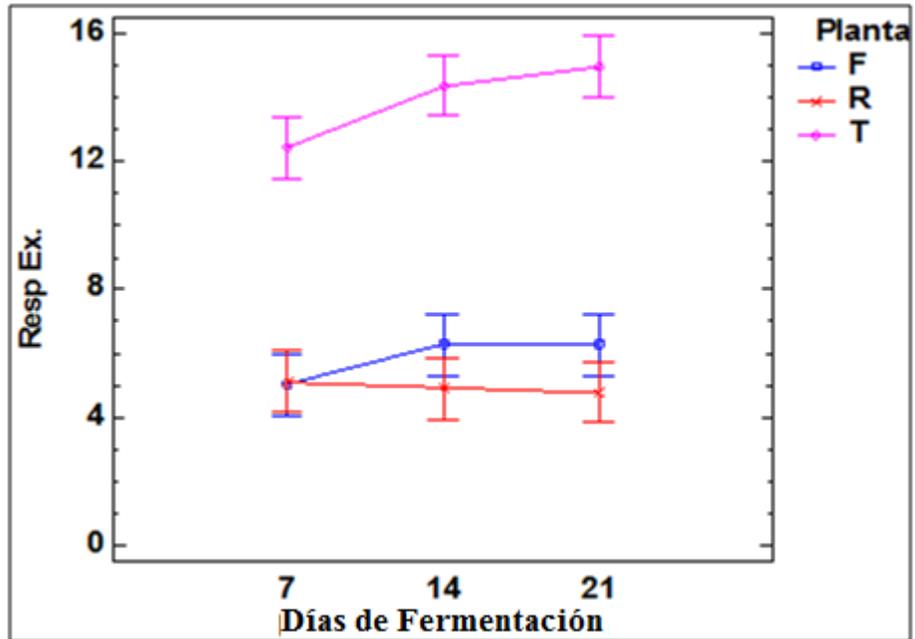
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C18. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila *b*.



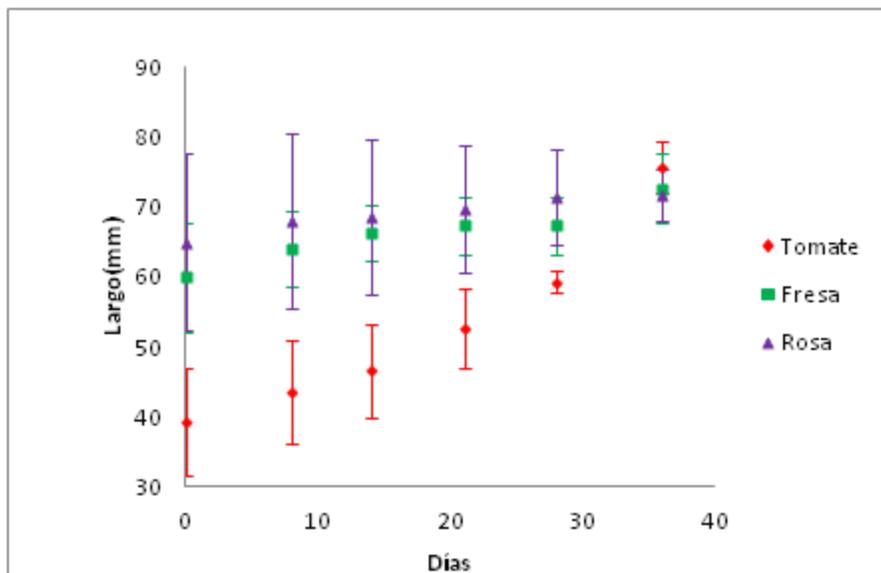
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C19. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la concentración de clorofila *b*.



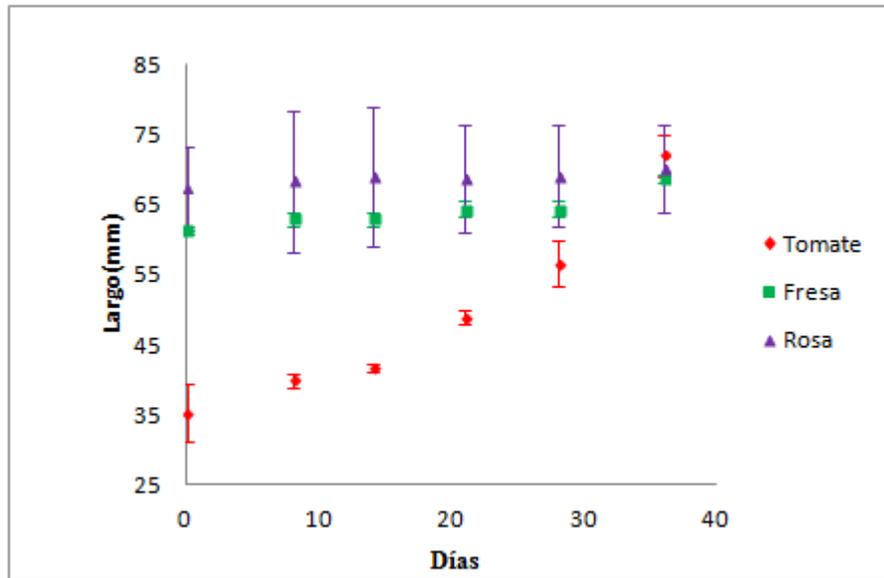
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C20. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



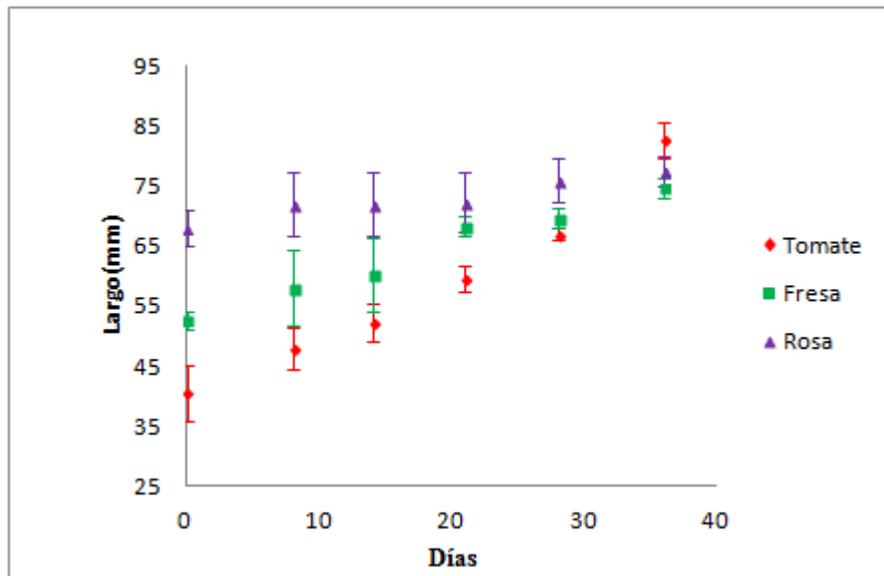
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C21. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



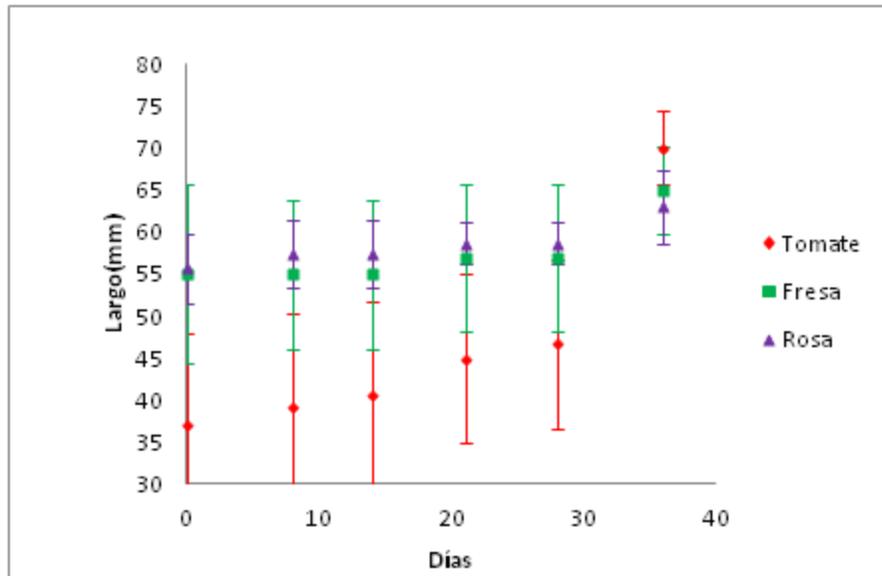
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C22. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



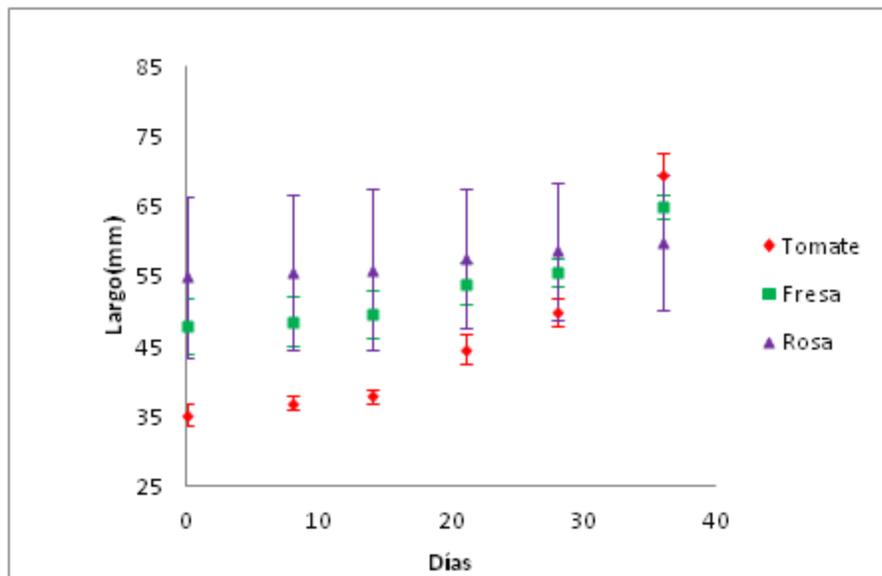
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C23. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



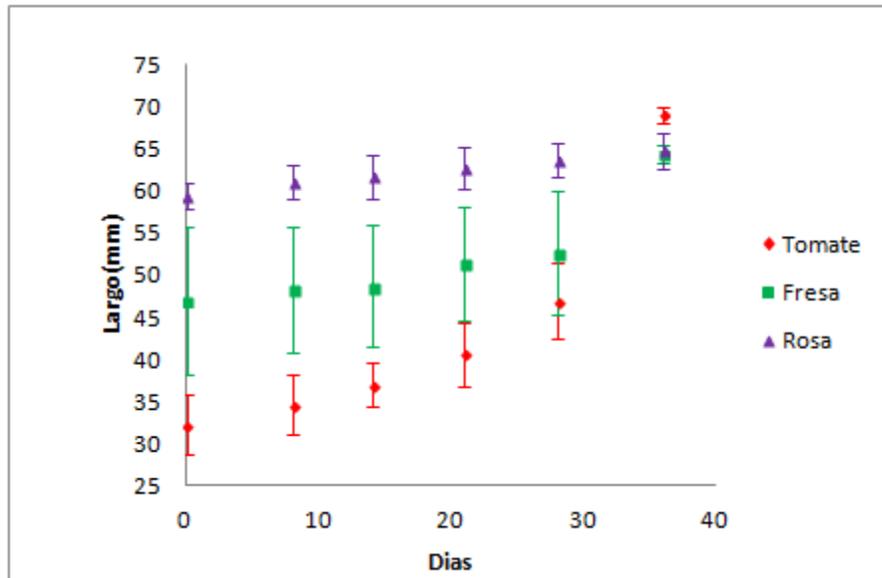
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C24. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



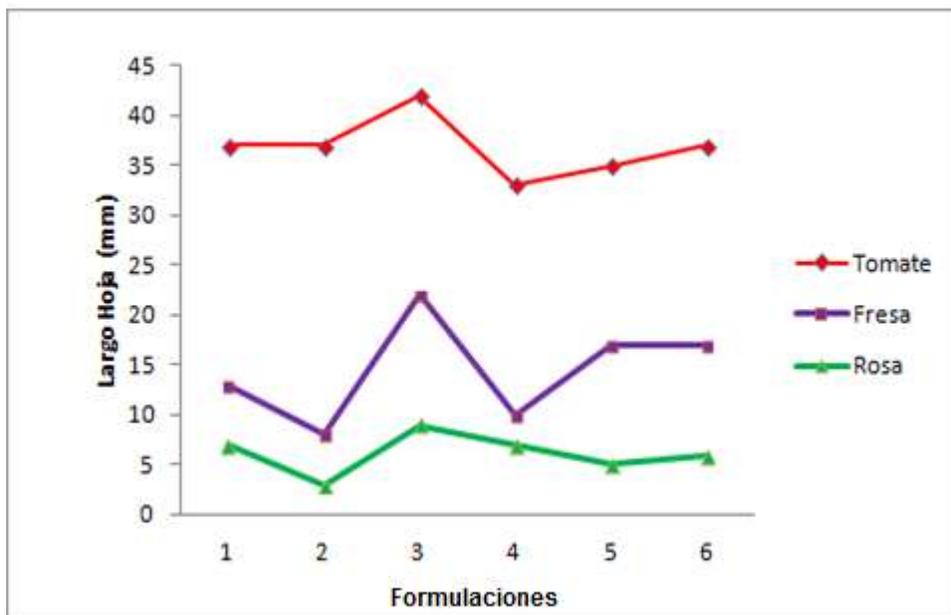
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C25. Evolución del largo de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



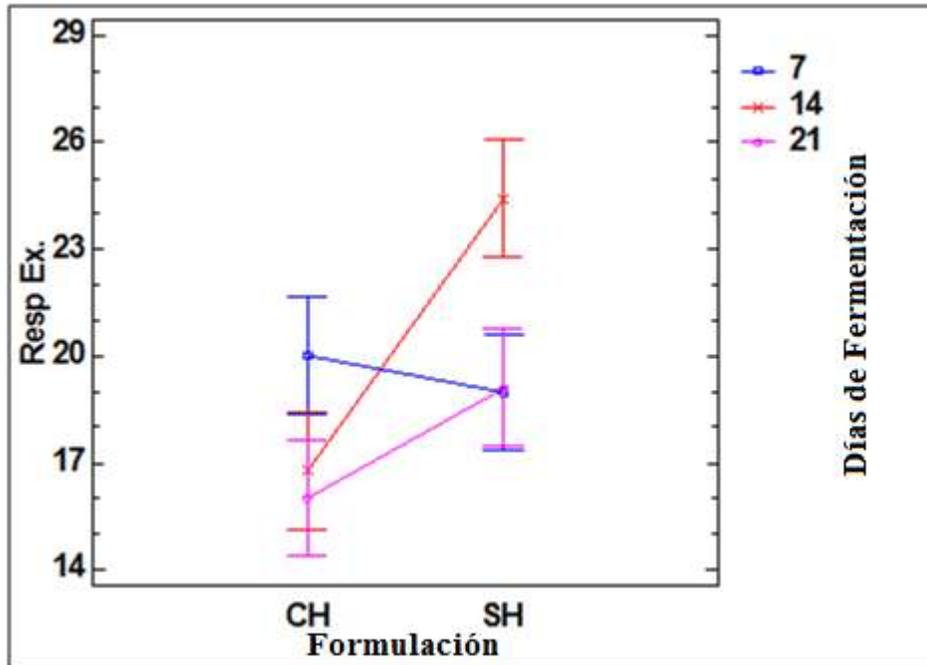
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C26. Aumento de tamaño en el largo de las hojas en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



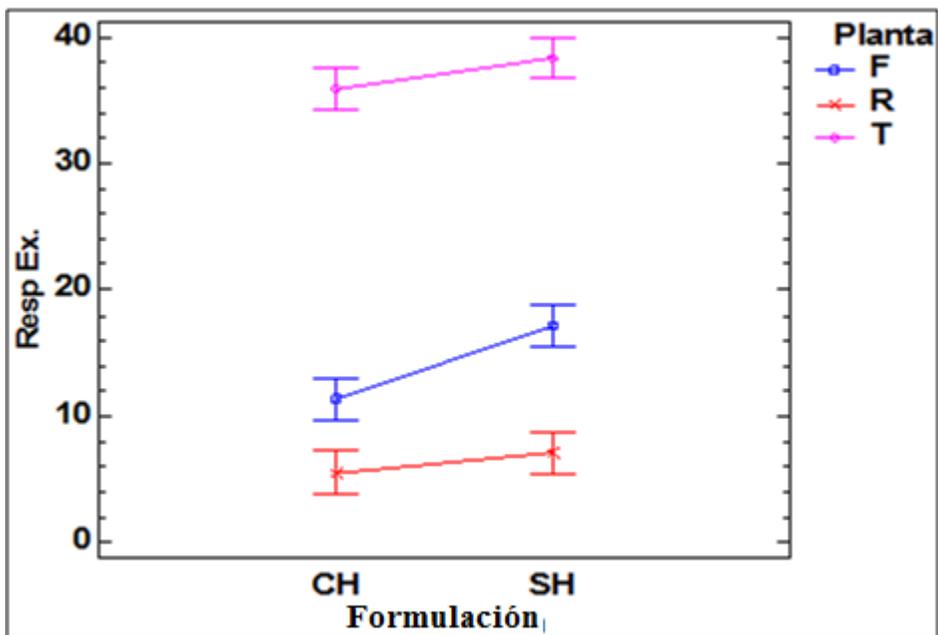
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C27. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al largo de las hojas en las plantas.



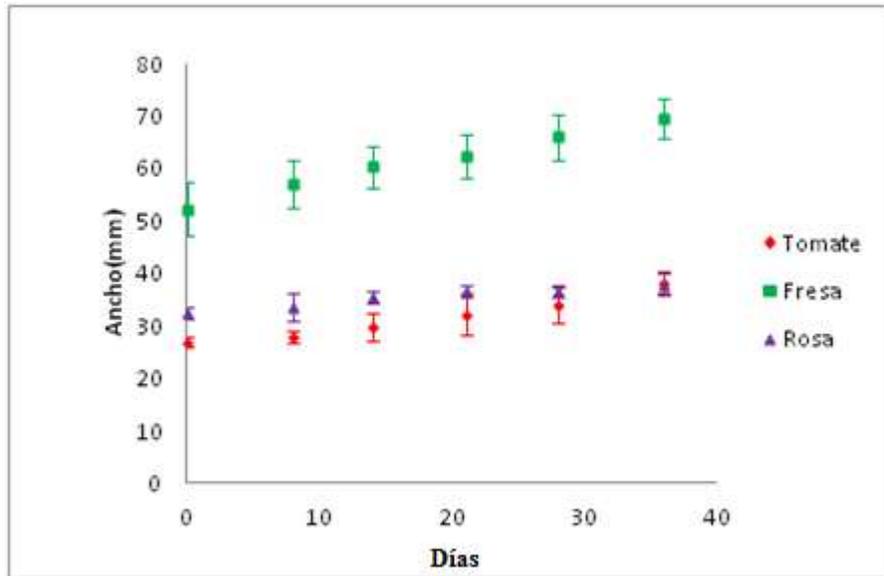
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C28. Interacción entre la formulación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al largo de las hojas.



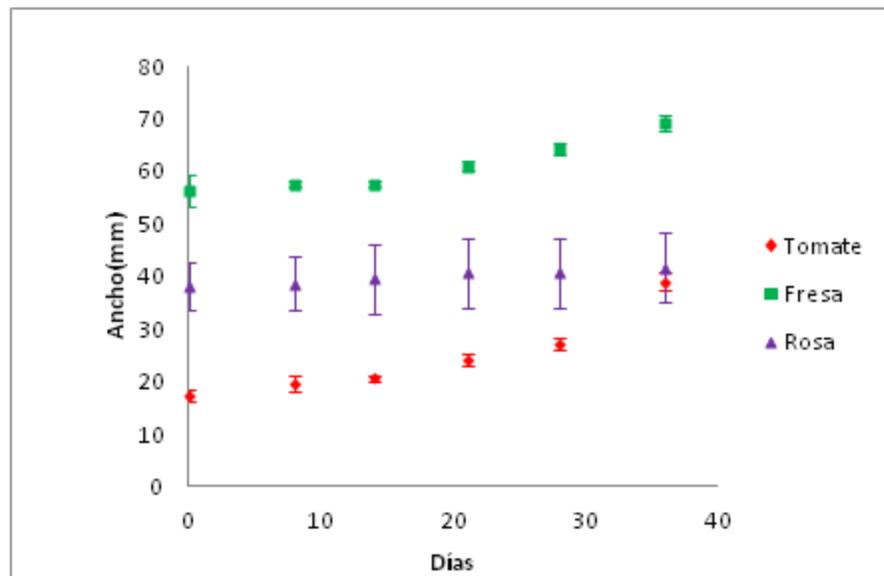
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C29. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



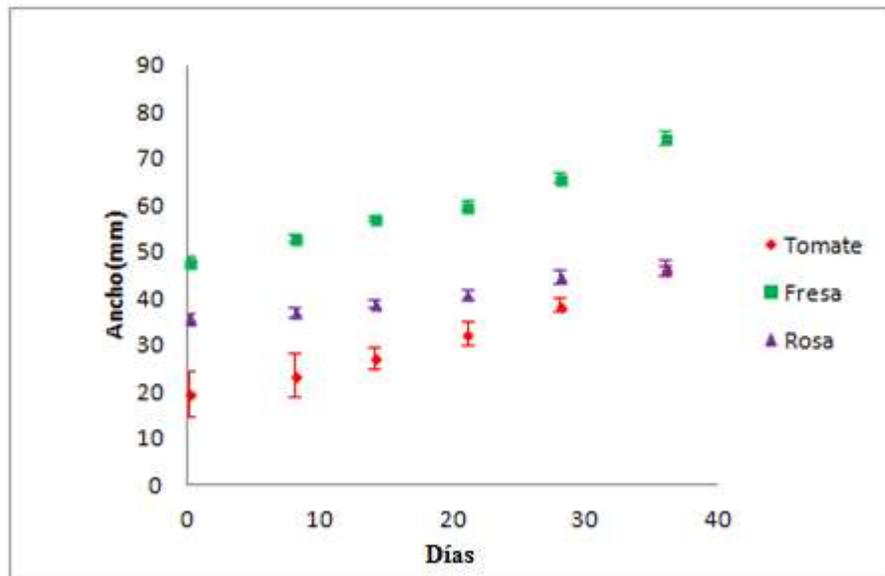
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C30. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



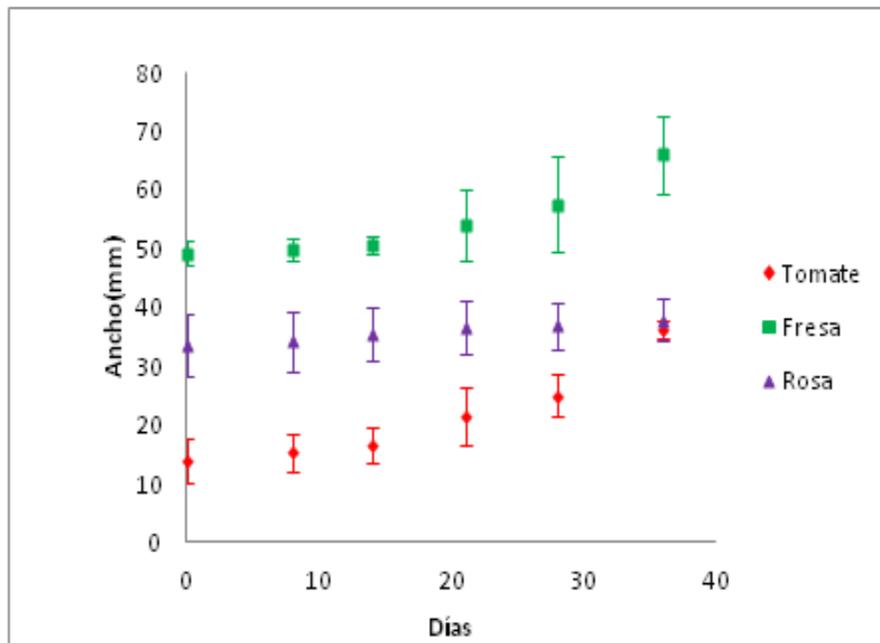
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C31. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



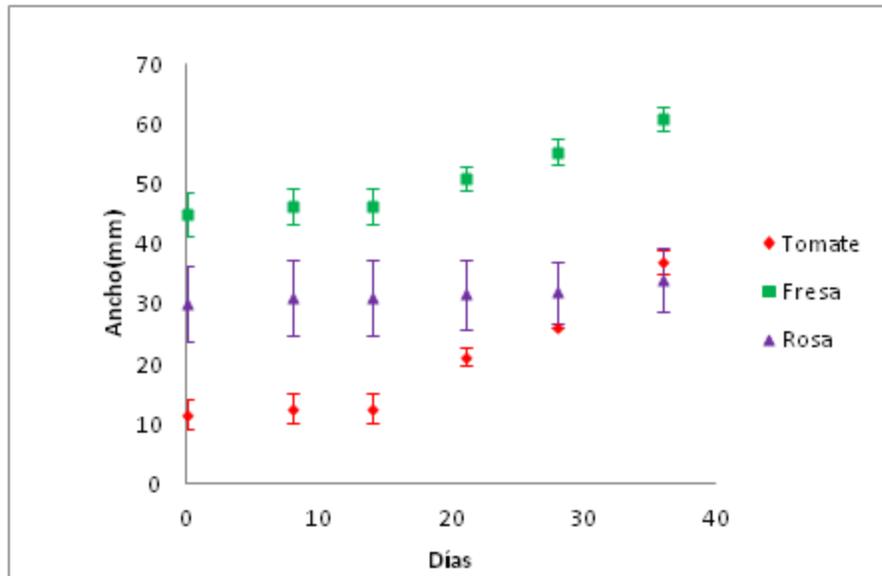
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C32. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



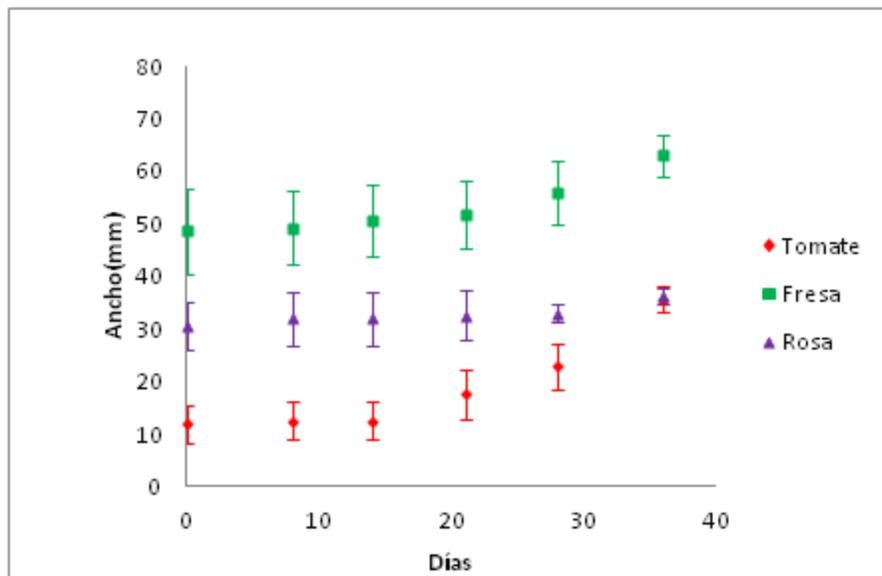
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C33. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



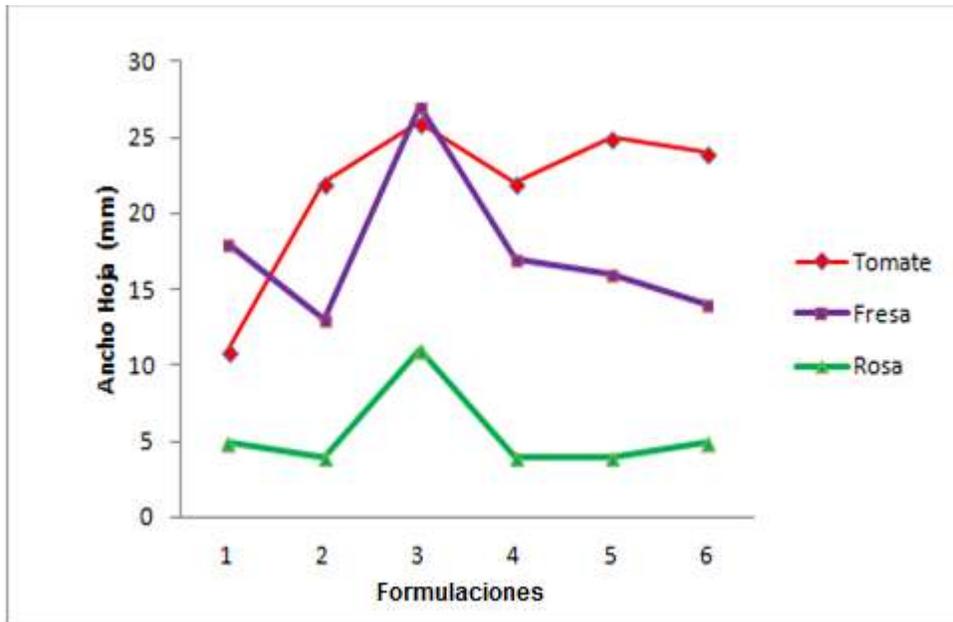
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C34. Evolución del ancho de la hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



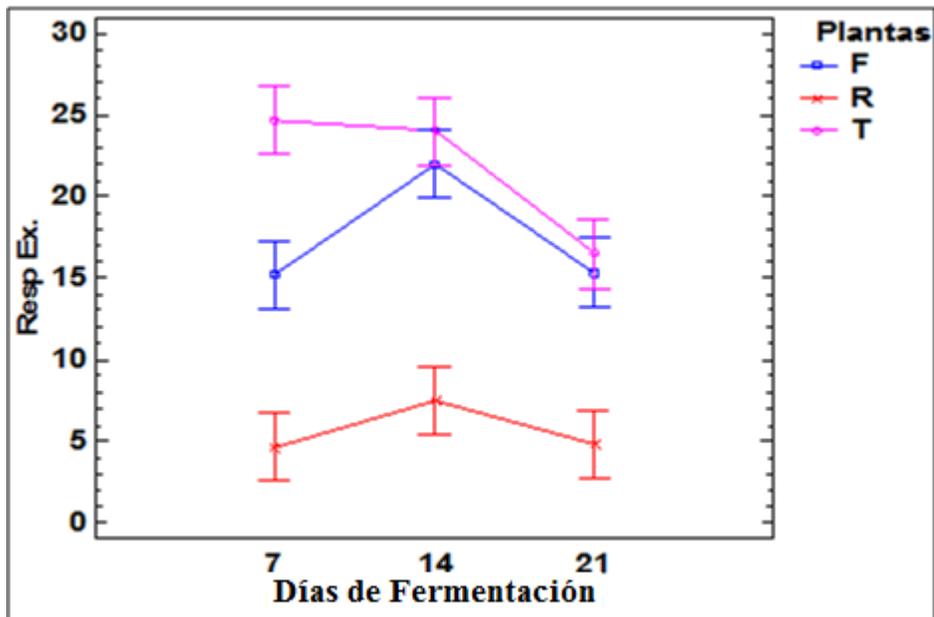
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C35. Aumento de tamaño en el ancho de las hojas en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



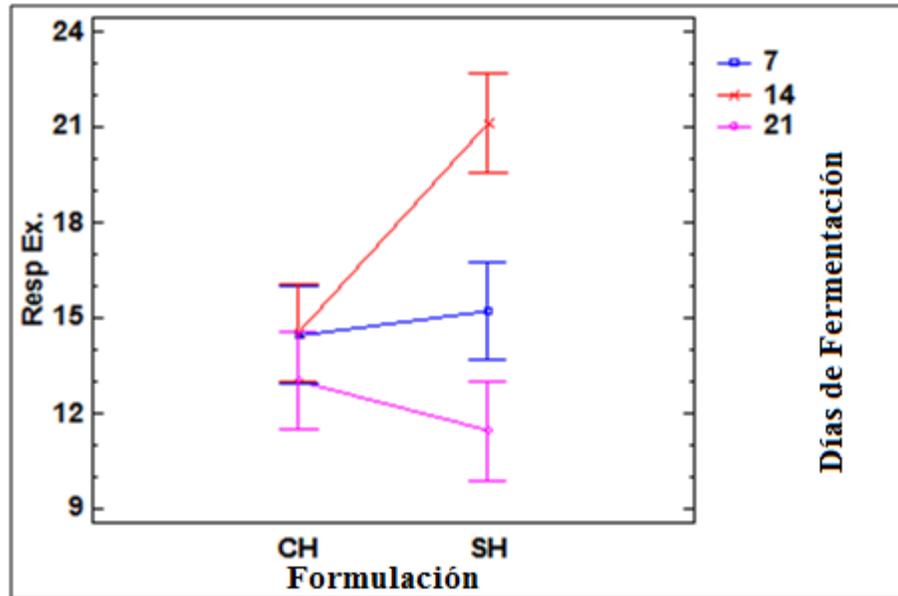
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C36. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al ancho de las hojas.



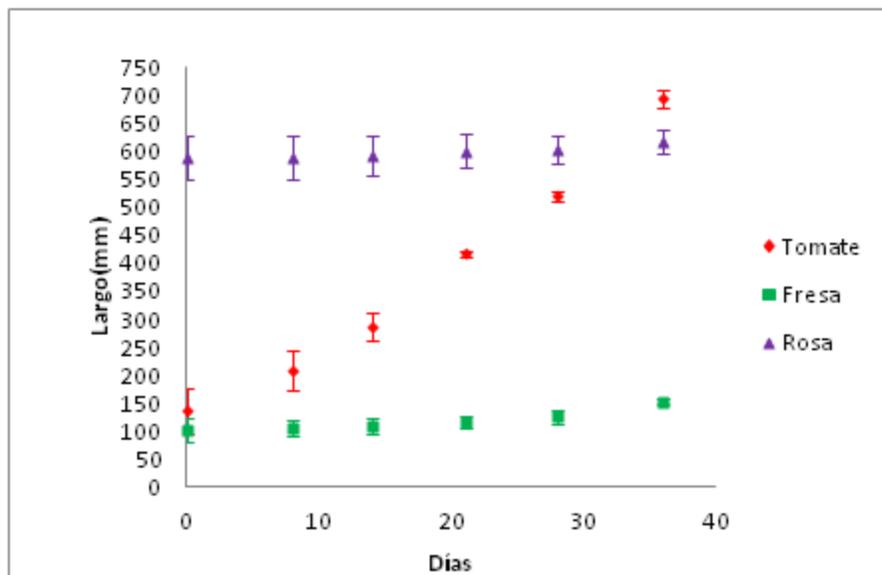
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C37. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al ancho de las hojas de las plantas.



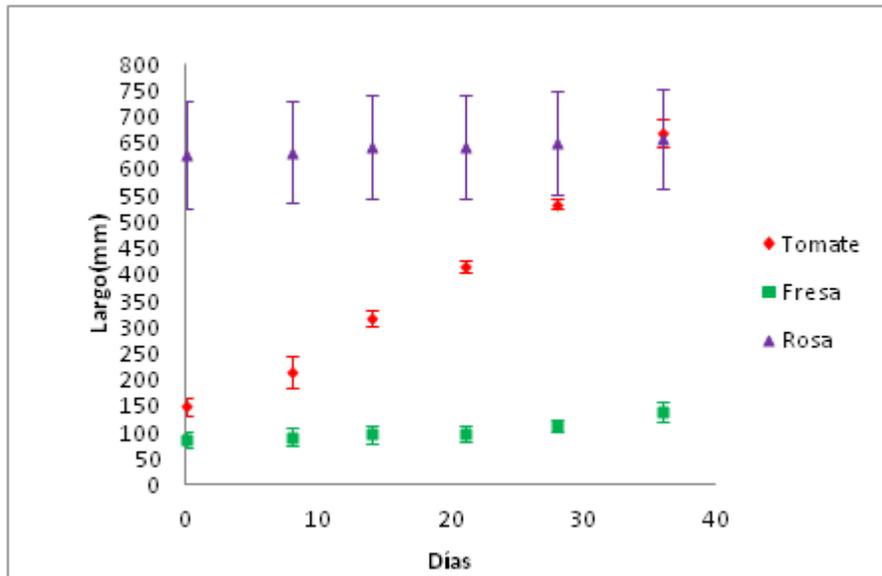
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C38. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



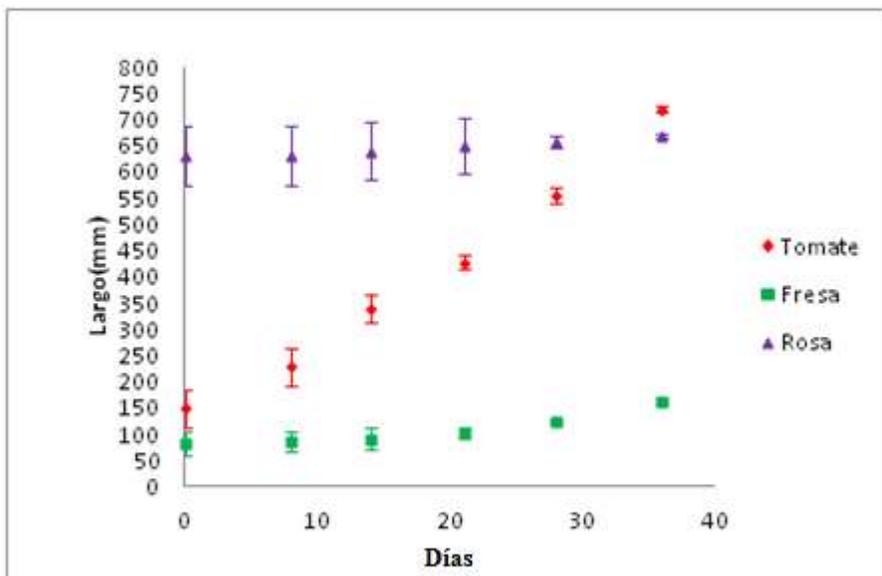
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C39. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



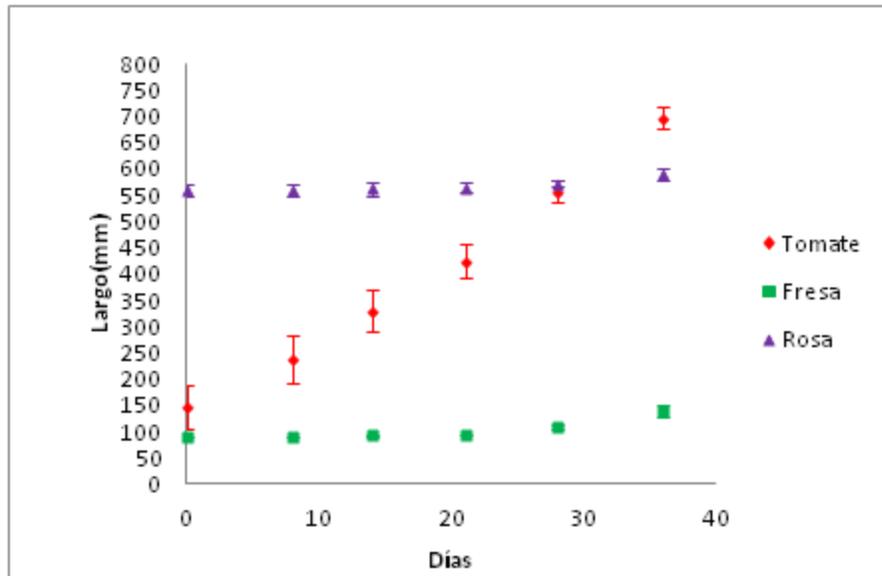
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C40. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



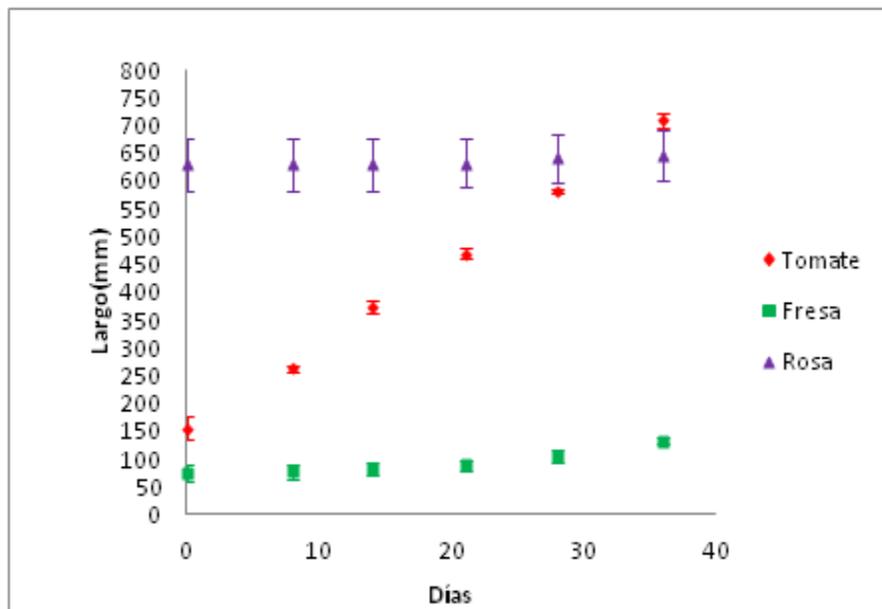
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C41. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



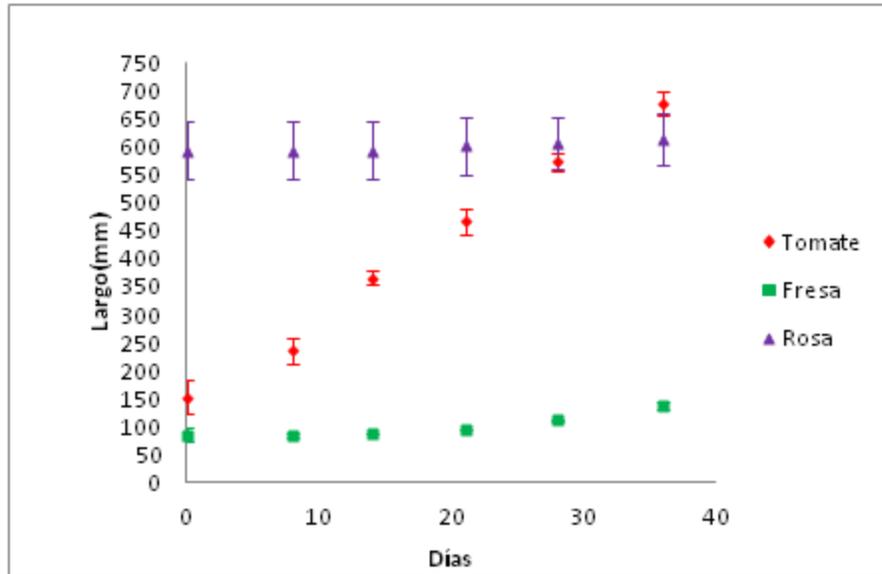
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C42. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



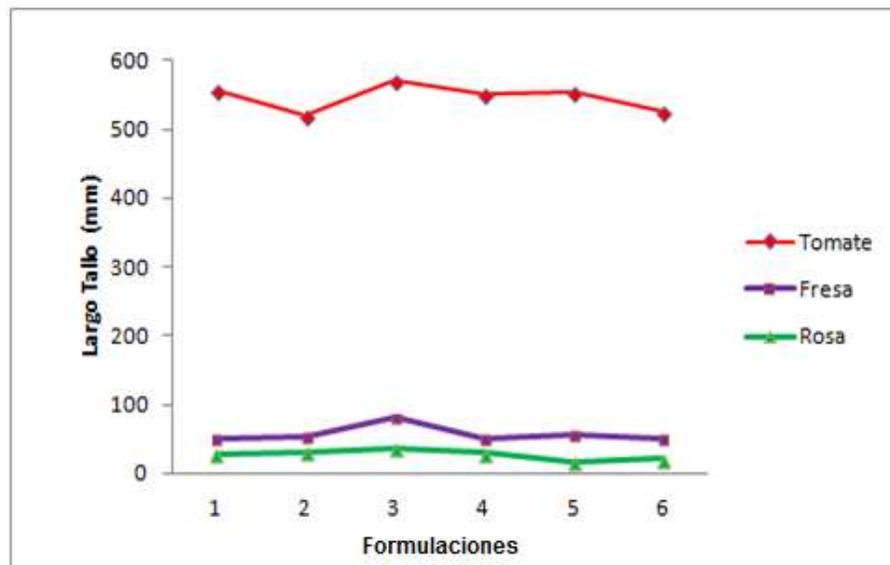
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C43. Evolución del largo del tallo en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



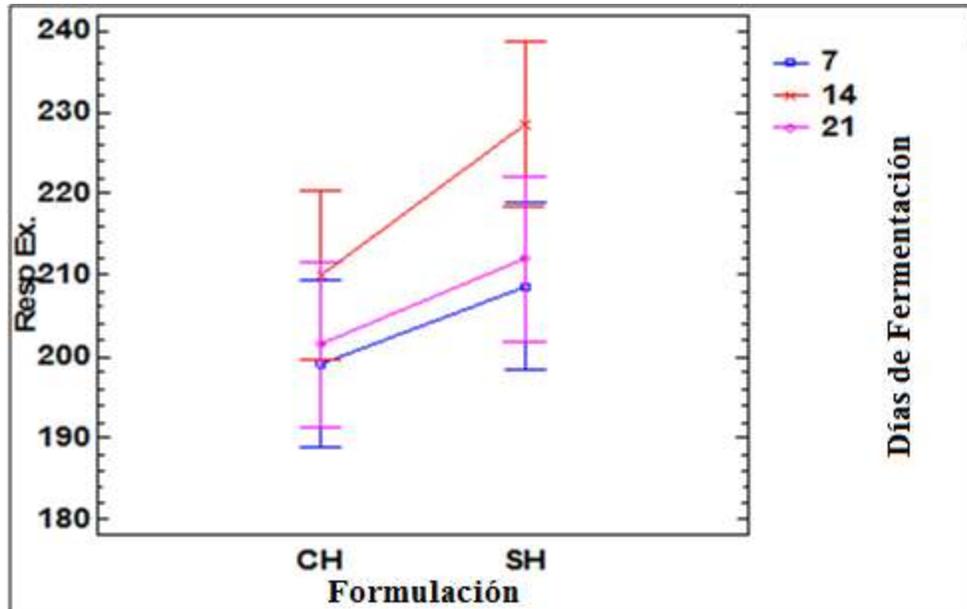
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C44. Aumento de tamaño en largo del tallo en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



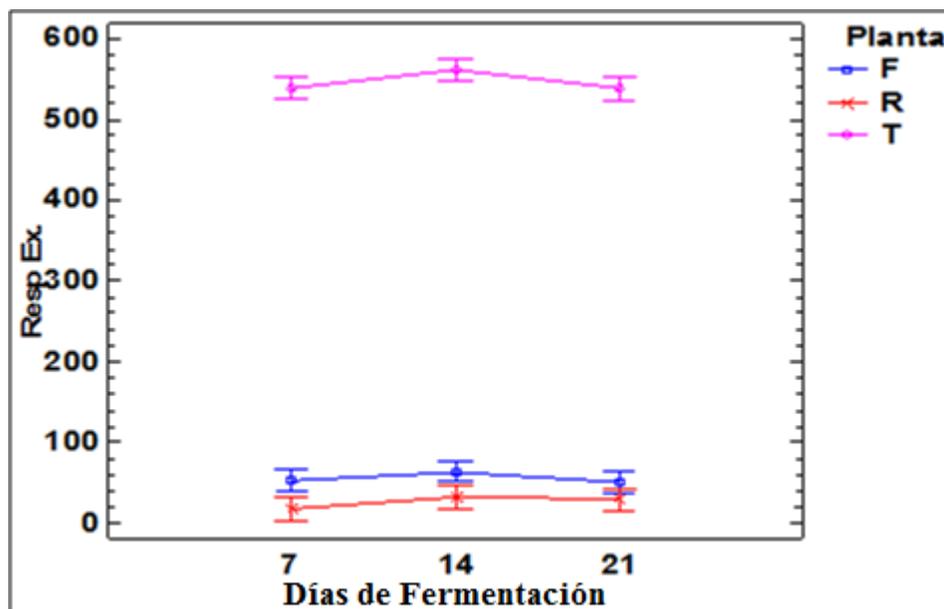
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C45. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto al tamaño del tallo de las plantas.



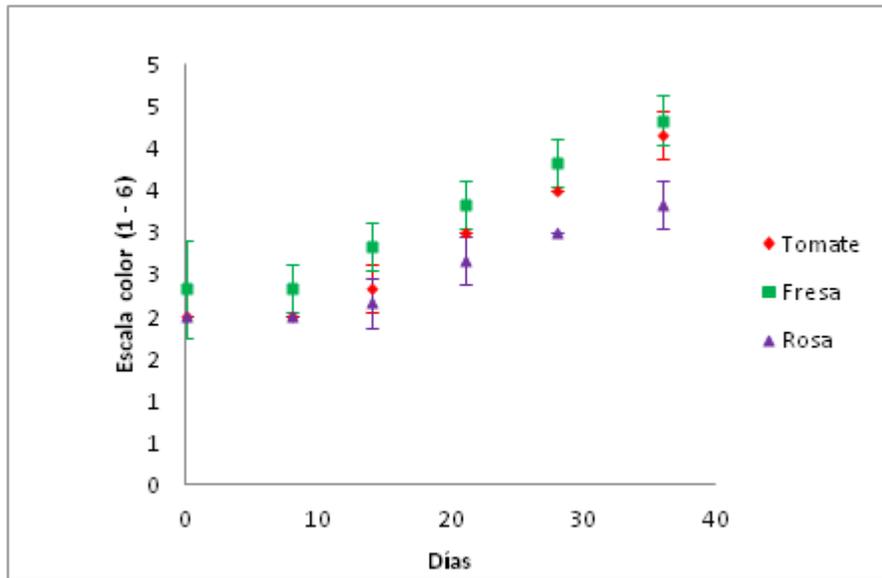
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C46. Interacción entre los días de fermentación y las especies vegetales con respecto al tamaño del tallo de las plantas.



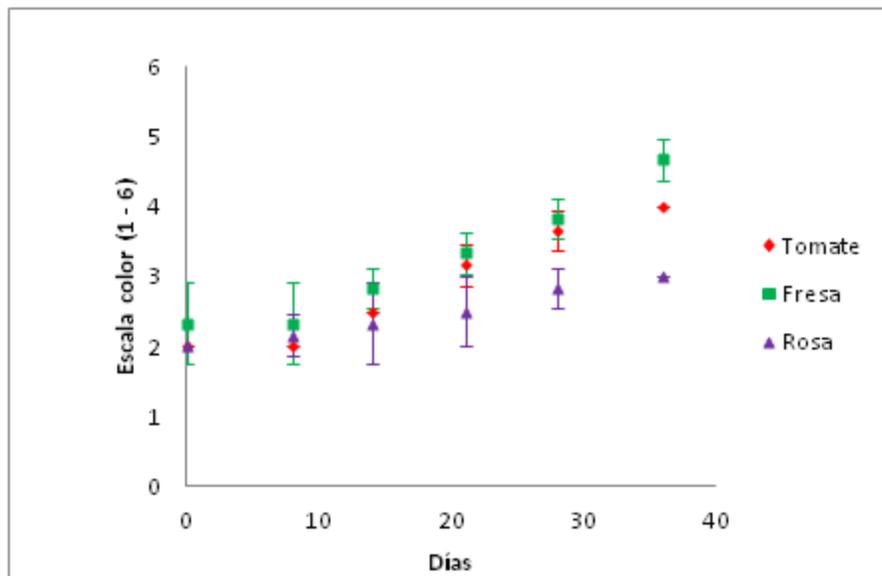
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C47. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



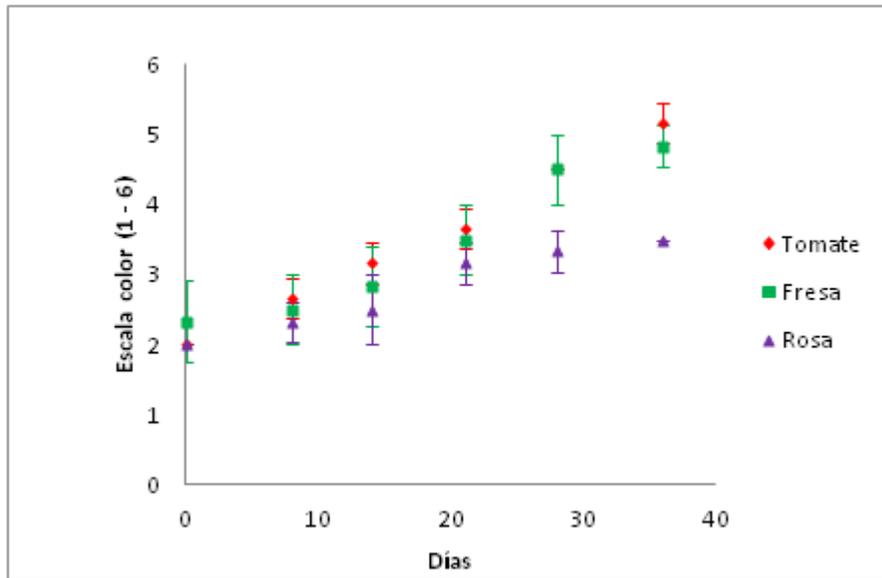
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C48. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



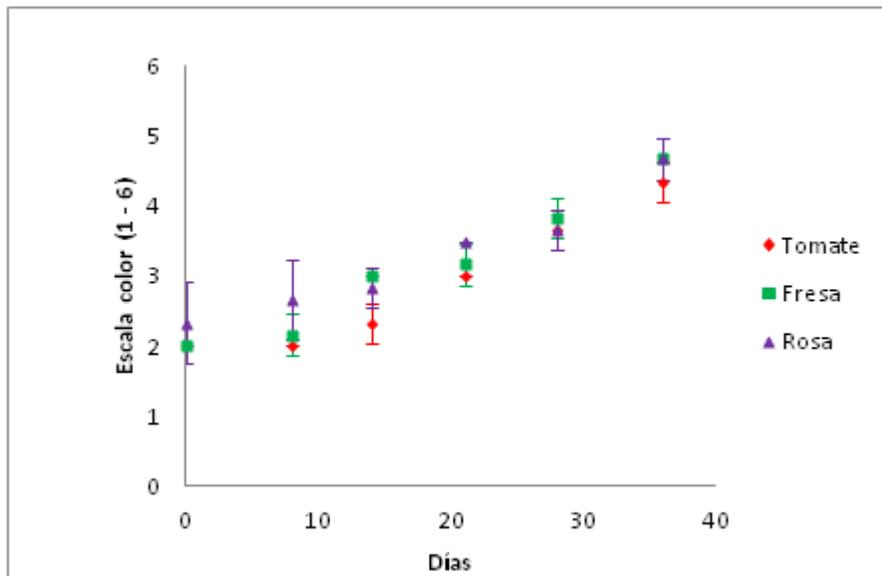
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C49. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



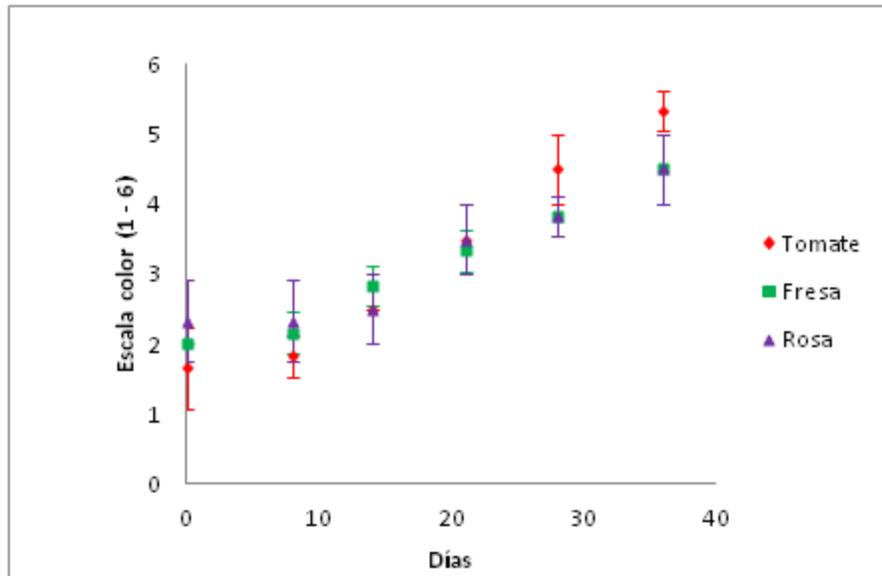
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C50. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



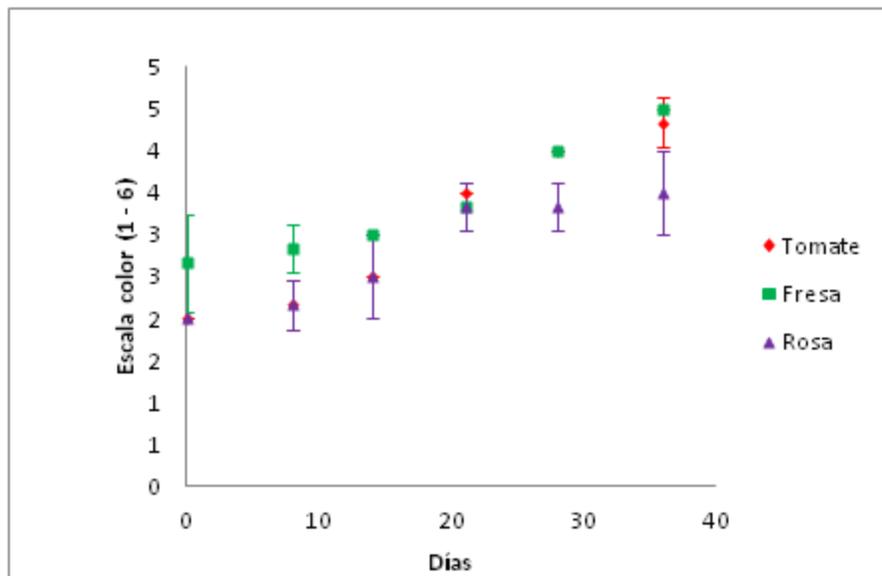
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C51. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



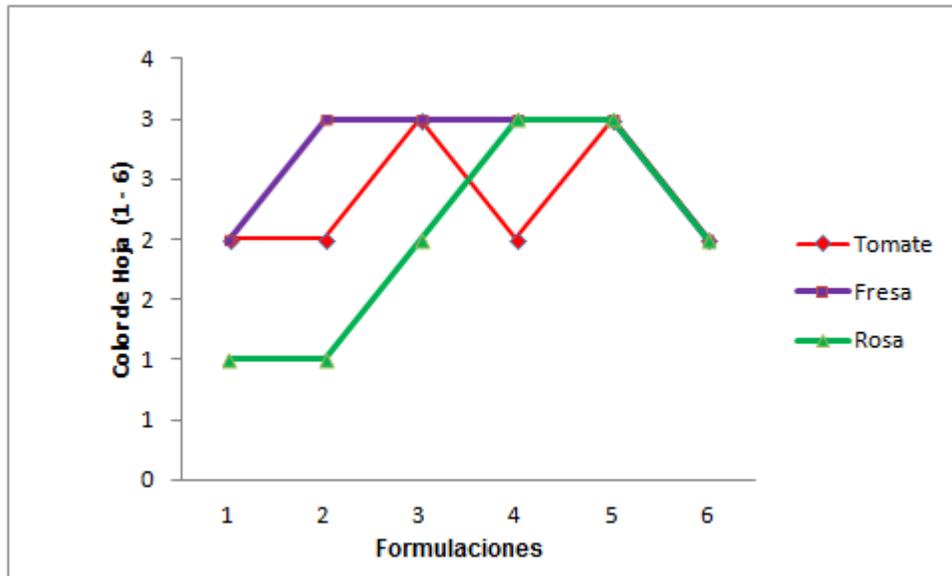
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C52. Evolución del color de hoja en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



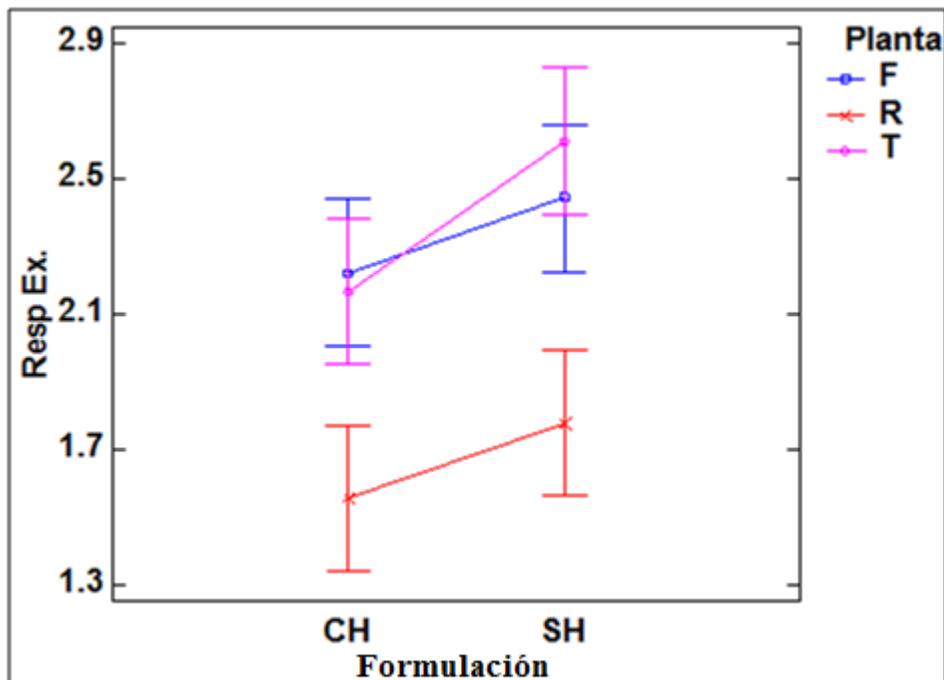
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C53. Aumento del color de hoja en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



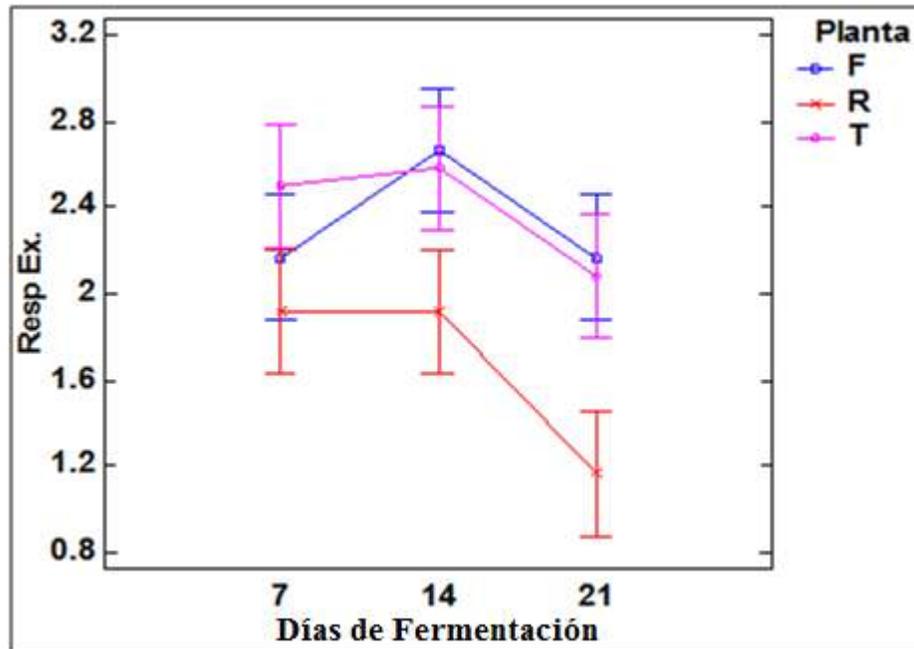
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C54. Interacción entre las formulaciones de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al color de las hojas.



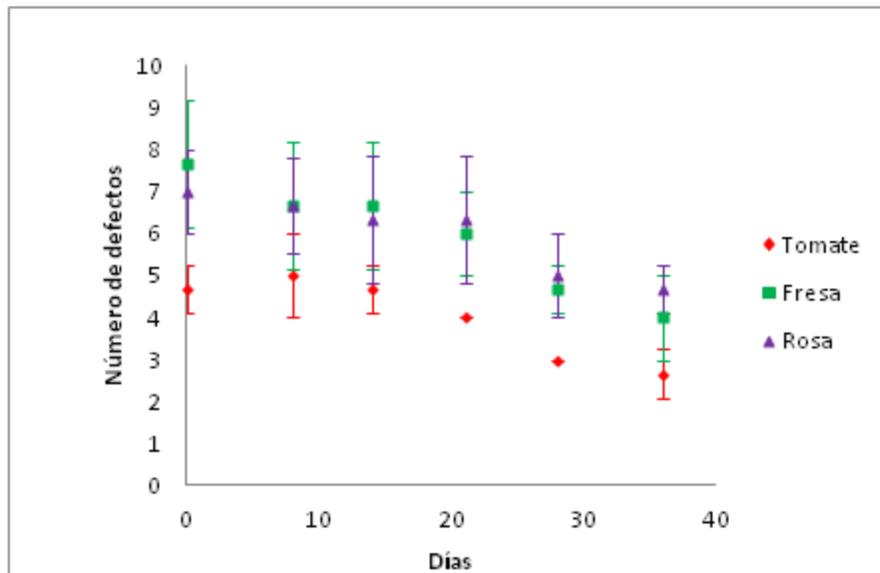
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C55. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto al color de las hojas.



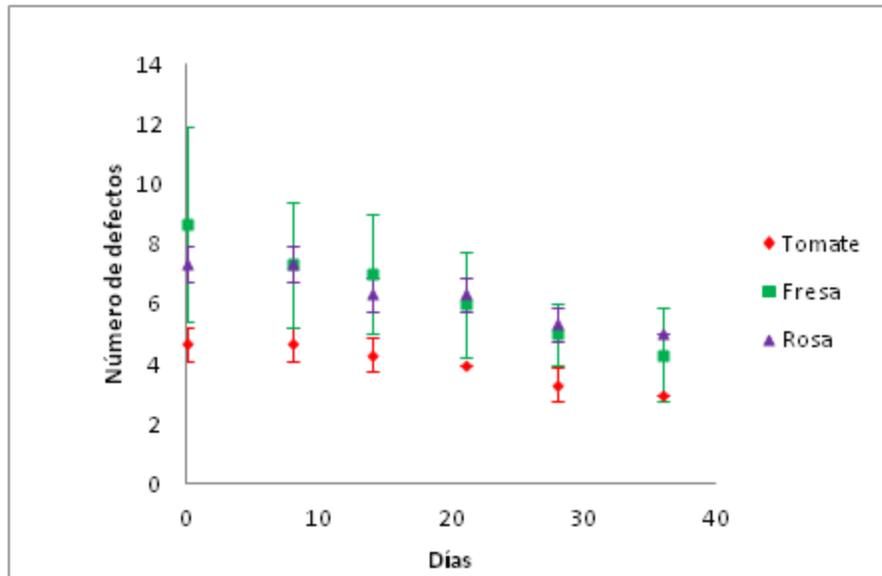
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C56. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 21 días.



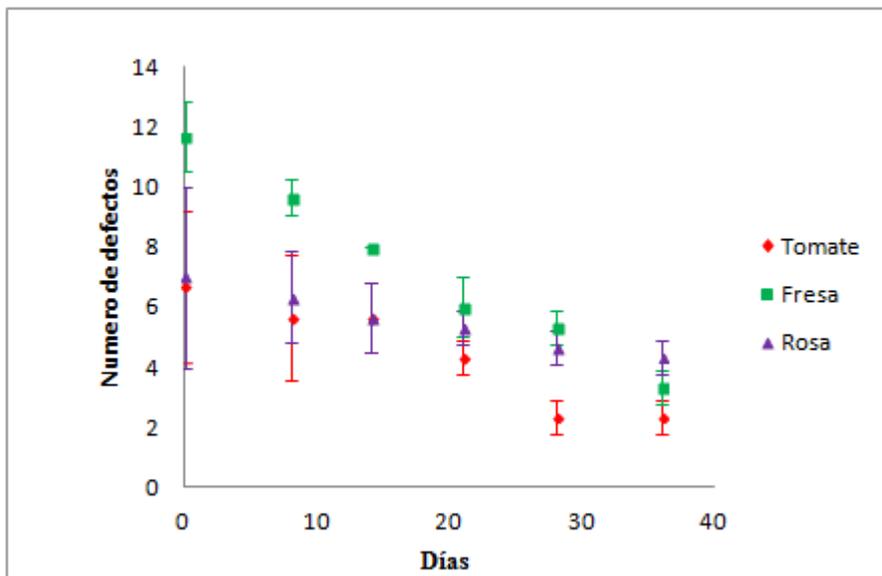
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C57. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 21 días.



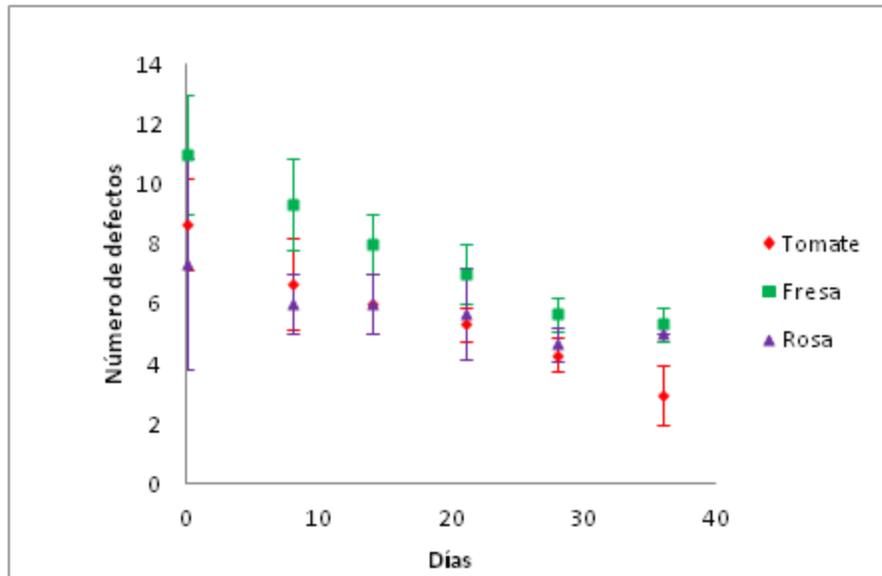
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C58. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 14 días.



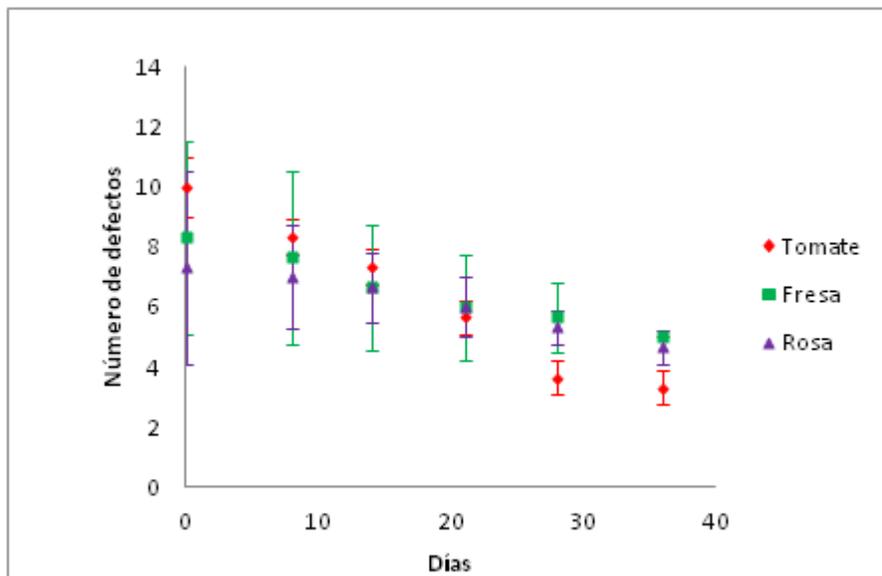
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C59. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 14 días.



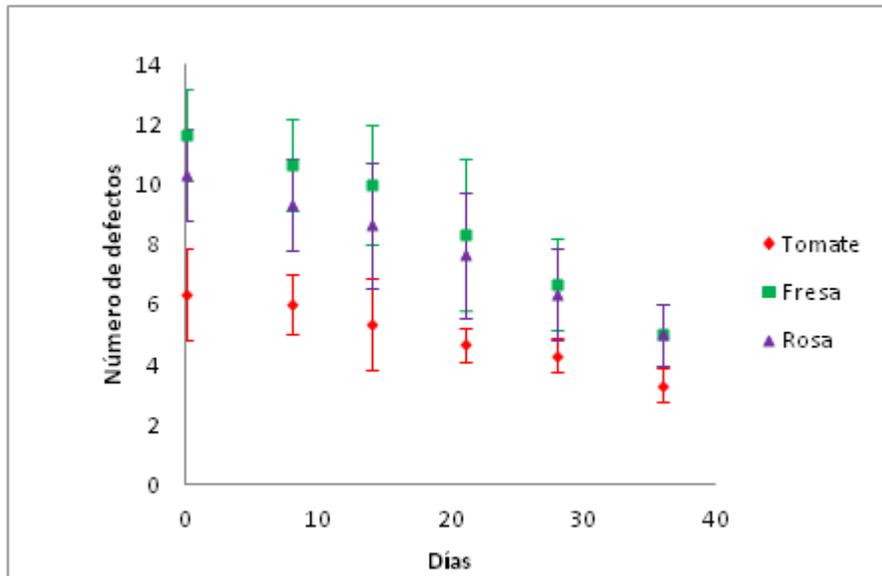
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C60. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas fermentado durante 7 días.



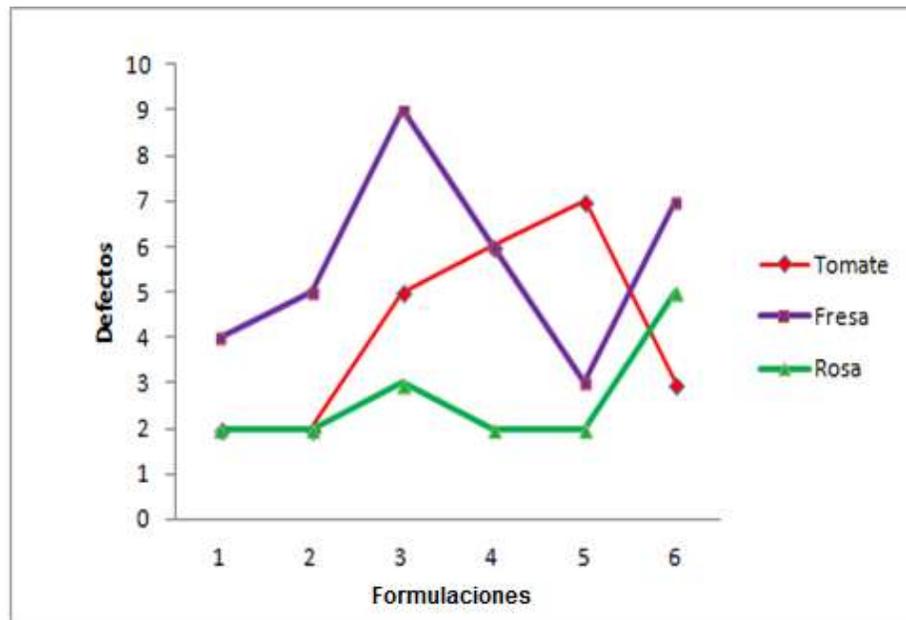
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C61. Evolución de los defectos en las tres especies vegetales tratadas con el biofertilizante a base de frutas y hierbas medicinales fermentado durante 7 días.



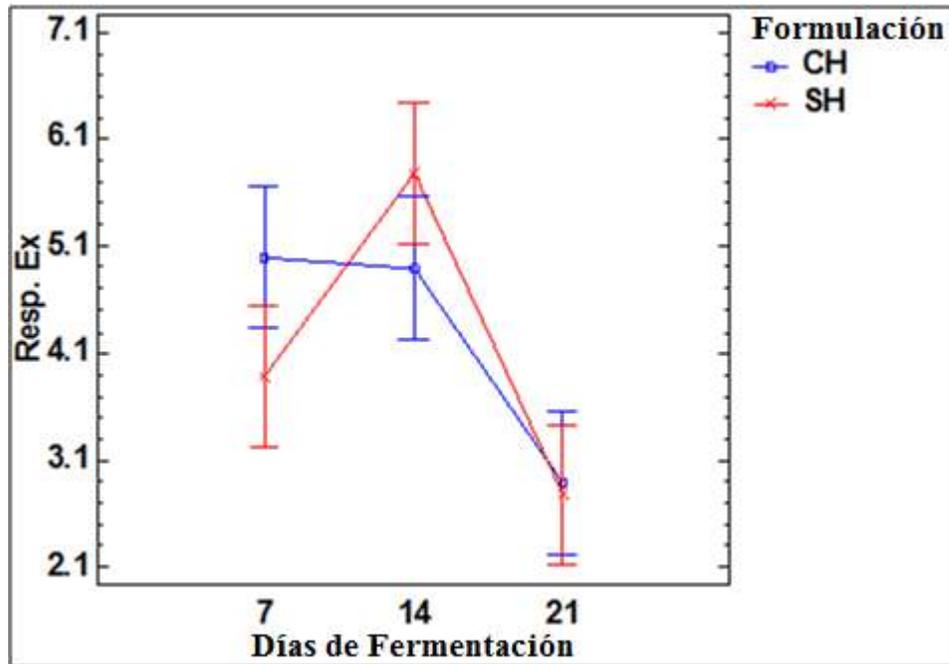
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C62. Disminución de los defectos en las especies vegetales con respecto a los biofertilizantes.



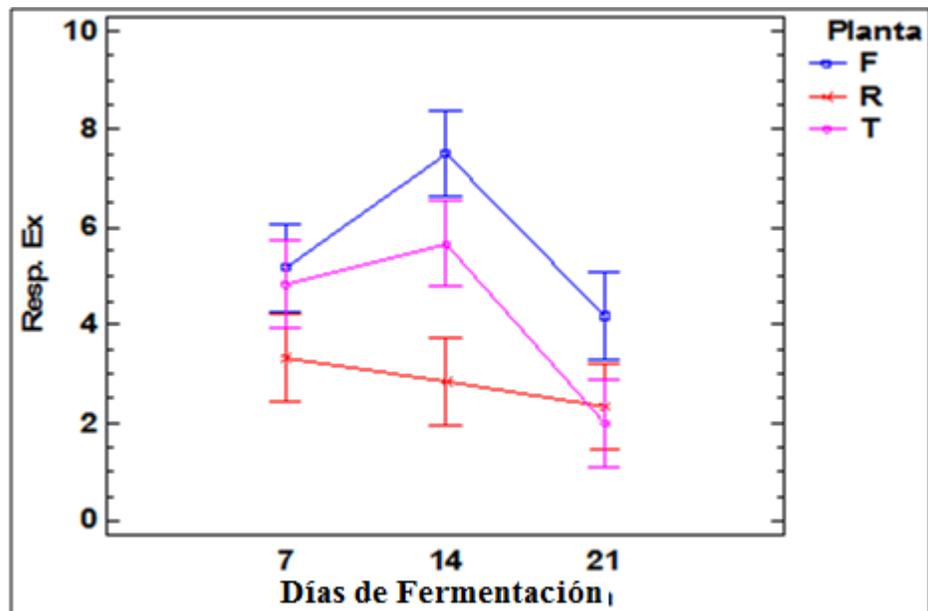
Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C63. Interacción entre los días de fermentación y la formulación de los biofertilizantes con respecto a la disminución de defectos en las plantas.



Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

Figura C64. Interacción entre los días de fermentación de los biofertilizantes y las especies vegetales con respecto a la disminución de los defectos en las plantas.



Elaborado por: Andrea Quinde, 2013

ANEXO D
SOLUCIONES
Y
ANÁLISIS DE
LABORATORIO

SOLUCIONES

Solución de Alcohol 70%

Reactivo	mL
Alcohol industrial	70
Agua destilada	30

Solución de Acetona 90%

Reactivo	mL
Acetona GR	90
Agua destilada	10



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dír: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 13-295		B01-5.09.06
Solicitud N°: 13- 295		Pag. 1 de 1
Fecha recepción: 03 diciembre 2013		Fecha de ejecución de ensayos: 04 diciembre 2013
Información del cliente:		
Empresa: n/a	C.I/RUC: 1804633988	
Representante: Andrea Fernanda Quinde Ortiz	Tlf: 032410273	
Dirección: Av Bolivariana y Calle Pan de Azucar	Celular: 0998999331	
Ciudad: Ambato	E mail: andy3432@hotmail.com	
Descripción de las muestras:		
Productos: Biofertilizantes	Peso: 100 ml	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: botella de plastico	
Lote: n/a	No de muestras: Seis	
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días	
Cierres seguridad: Ninguno: X Intacto: Rotos:	Muestreo por el cliente: 03dic2013	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Biofertilizante	29513753	1	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.259
Biofertilizante	29513754	2	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.301
Biofertilizante	29513755	3	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.329
Biofertilizante	29513756	4	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.334
Biofertilizante	29513757	5	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.309
Biofertilizante	29513758	6	Nitrogeno total	PERO-5.4-FQ, AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%	0.319

Condi. Ambientales: 20.2° C, 50%HR



DIRECTOR DE CALIDAD
Ing. Marcelo Sorja V.
Director de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Note: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. No se permite su reproducción de fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos alertarlo inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.

ANEXO E

FOTOGRAFÍAS

Figura E1. Ingredientes utilizados para el biofertilizante

BANANA



MELON



BABACO



PAPAYA



NARANJAS



MANZANILLA



TORONJIL



MELAZA



Figura E2. Procedimiento

1) Lavar las frutas



2) Picar las frutas



3) Pesar las frutas



4) Mezclar las frutas



Figura E3. Biofertilizante con y sin hierbas



Adición de melaza



Tapa y prensa



Figura E4. Biofertilizantes en proceso de fermentación



Filtración del biofertilizante



Almacenamiento



Figura E5. Especies vegetales en el invernadero

Tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*)



Fresa (*Fragaria vesca*)



Rosa (*Rosae sp*)



Invernadero



Figura E6. Aplicación de los biofertilizantes



Figura E7. Determinación de clorofila *a* y *b*

Clorofila extraída en acetona



Medición de absorbancia en el espectrofotómetro



Figura E8. Defectos en las especies vegetales



Figura E9. Evolución de las especies vegetales durante el tratamiento

Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)



Tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.)



Fresa (*Fragaria vesca*)



Rosa (Rosae sp)



Rosa (*Rosae* sp)



ANEXO F

CARTA DE COLORES

Carta de Colores (FAO, 2013)

