



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos mediante sistema de riego por goteo para la producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*) en el sector del barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

Ingeniero Agropecuario

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 4: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

Sub. Línea 4.1: Desarrollo y sostenibilidad.

AUTOR: Jorge Luis Andrade Pinto

ASESOR: Mgs. Diego Miguel Puerres Vera

IBARRA, DICIEMBRE 2021

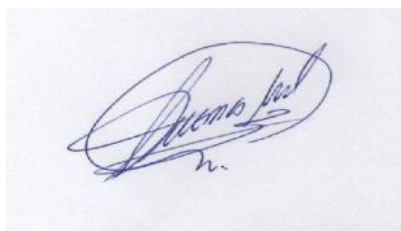
Ibarra, 15 de diciembre del 2021

Mgs. Diego Miguel Puerres Vera

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Miguel Puerres Vera', enclosed within a blue oval scribble.

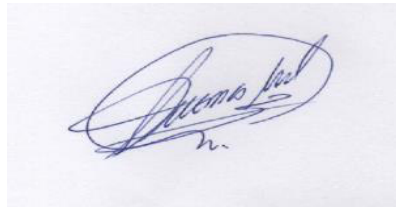
(f).....

Mgs. Diego Miguel Puerres Vera

C.C.: 10001778982

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI):



(f).....

Mgs. Diego Miguel Puerres Vera

C.C.: 10001778982

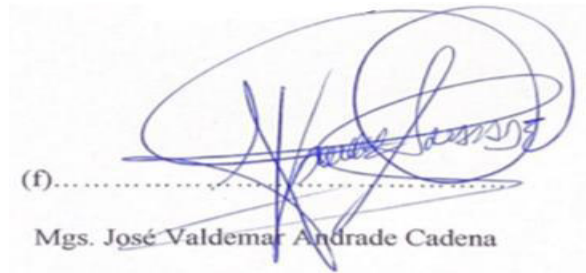
Jhenny
Cayambe

Firmado digitalmente
por Jhenny Cayambe
Fecha: 2022.01.24
17:39:17 -05'00'

(f).....

PhD. Jhenny Marlene Cayambe Terán

C.C.: 1721122370



(f).....

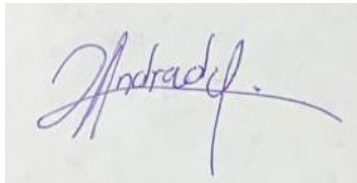
Mgs. José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jorge Luis Andrade Pinto, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 15 de diciembre del 2021

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Andrade P.' followed by a long horizontal stroke.

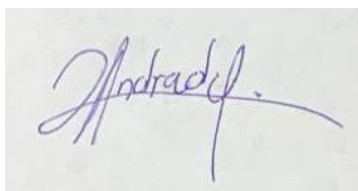
f):

Jorge Luis Andrade Pinto

C.C.: 1003227111

AUTORÍA

Yo, Jorge Luis Andrade Pinto, portador de la cédula de ciudadanía N°1003227111, declaró que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Andrade P.' with a long horizontal flourish extending to the right.

f):

Jorge Luis Andrade Pinto

C.C.: 1003227111

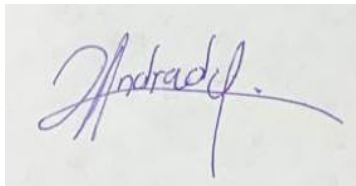
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Jorge Luis Andrade Pinto, con C.C.: 1003227111, autor del trabajo de grado intitulado: “Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos mediante sistema de riego por goteo para producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*) en el sector del barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE-SI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, 15 de diciembre del 2021



f):

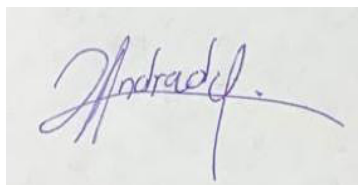
Jorge Luis Andrade Pinto

C.C.: 1003227111

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del proyecto de titulación: “Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos mediante sistema de riego por goteo para producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*) en el sector del barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de diciembre del 2021.

Para constancia firma:



f):

Jorge Luis Andrade Pinto

C.C.: 1003227111

Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 15 de diciembre del 2021

DEDICATORIA

A mis padres, Dr. Luis Andrade Galindo y Tatiana Pinto Acosta, por el apoyo incondicional durante toda mi vida y etapa estudiantil. A mi madre por sus palabras de aliento que me llenaron de fortaleza para seguir adelante en cada etapa de mi carrera y sobre este trabajo que es un paso importante en mi vida profesional. A mi padre, quien, con su gran sabiduría, inteligencia, valores y forma de ser carismática, siempre tenía las palabras correctas de apoyo ante cualquier situación, y especialmente, porque, uno de sus deseos era verme culminar mi carrera profesional como Ingeniero Agropecuario, pero a pesar de que se apagó su luz y no se encuentra conmigo físicamente, su espíritu y alma desde el cielo siempre estarán en mi vida y en mi corazón.

A mis hermanas Nadia Andrade y Doris Andrade, quienes han estado pendientes de mí, incentivándome, fortaleciéndome y apoyándome para seguir adelante y culminar con esta etapa universitaria.

A mis sobrinos Nicolás Alejandro y Luis Fernando, quienes con su alegría y entusiasmo supieron motivarme durante toda la carrera.

Jorge Luis Andrade Pinto

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María, por ser un pilar fundamental en mi vida, la creencia, y fe en ellos me han llenado de fortaleza, entusiasmo, inteligencia, capacidad y sabiduría, para culminar esta etapa universitaria, y afrontar obstáculos, tropiezos, problemas que se presentado en mi camino.

A mis padres Dr. Luis Andrade Galindo y Tatiana Pinto Acosta, quienes son mi ejemplo a seguir personal y profesionalmente, por su apoyo, amor, comprensión en todo momento, por inculcarme con sus grandes valores y darme la oportunidad de tener una excelente educación.

A mis docentes universitarios, por su apoyo, amistad y por compartirme sus conocimientos y enseñanzas para permitirme aprender sobre esta hermosa profesión.

A mis compañeros de carrera, con quienes tuve la oportunidad de compartir varios momentos, conocimientos y hacer amistades, durante esta etapa universitaria.

Jorge Luis Andrade Pinto

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general:.....	3
2.2. Objetivos específicos:.....	3
2.3. Hipótesis	3
CAPITULO III.....	4
3. ESTADO DEL ARTE.....	4
3.1. El efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la agricultura.....	4
3.1.1. Contaminación del suelo.....	4
3.1.2. Salinización del suelo.....	4
3.2. Fertilizantes orgánicos líquidos	5
3.2.1. Microorganismos.....	5
3.2.2. Fermentación para los fertilizantes orgánicos líquidos	5
3.2.4. Tipos de fertilizantes orgánicos líquidos	5
3.2.4.1. Fertilizante orgánico líquido tipo 1:	6
3.2.4.2. Fertilizante orgánico líquido tipo 2:	6
3.2.4.3. Fertilizante orgánico líquido tipo 3:	7
3.3. Costo de producción de fertilizantes orgánicos y fertilizante agroquímico	7
3.4. Rendimientos de los fertilizantes orgánicos	8
3.5. Fertirrigación.....	9
3.5.1. Riego por goteo	9
3.6. Cultivo de frutilla en el Ecuador	9

3.6.1. Variedades de frutilla (<i>Fragaria ananassa</i>)	10
3.6.2. Frutilla albión (<i>Fragaria ananassa</i> var. <i>albión</i>).....	10
3.7. Condiciones agroclimatólogicas del cultivo de frutilla.....	11
CAPÍTULO IV	12
4. MATERIALES Y METODOLOGÍA	12
4.1. Materiales	12
4.2. Metodología.....	15
4.2.1. Localización del área de estudio	15
4.2.2. Diseño experimental.....	15
4.2.3. Factores de estudio	15
4.2.4. Descripción de los tratamientos	16
4.2.5. Unidades experimentales	16
4.2.5.1. Distribución de las unidades experimentales	17
4.2.5.2. Diseño del área útil de la unidad experimental	18
4.2.6. Esquema del análisis de varianza	18
4.2.7. Variables dependientes evaluadas en campo	18
4.2.8. Variables dependientes evaluadas en laboratorio	20
4.2.9. Manejo del experimento	20
4.2.9.1. Preparación del suelo.....	20
4.2.9.2. Delimitación y diseño del área de investigación.....	20
4.2.9.3. Implementación del sistema de riego	20
4.2.9.4. Parámetros del diseño agronómico del riego del cultivo de frutilla orgánica (<i>Fragaria ananassa</i> var. <i>albión</i>).	21
4.2.9.5. Cobertura del plástico en las camas de producción.....	22
4.2.9.6. Trasplante.....	22
4.2.9.7. Riego.....	22
4.2.9.8. Elaboración de los biofermentadores	23
4.2.9.9. Elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos	24
4.2.9.10. Elaboración del fertilizante químico.....	24
4.2.9.10.1. Fertilizante químico (Crecimiento)	24
4.2.9.10.2. Fertilizante químico (Engrose – Finalizador).....	25
4.2.9.11. Fertilización.....	27
4.2.9.12. Control de malezas	29

4.2.9.13. Poda	30
4.2.9.14. Cosecha	30
4.2.10. Análisis del costo/beneficio de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos.....	30
CAPÍTULO V.....	31
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. Análisis estadístico.....	31
5.2. Pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza.....	31
5.3. Evaluación de las variables dependientes agronómicas en campo	32
5.3.1. Altura de planta a los 30 días.....	32
5.3.2. Altura de planta a los 60 días.....	35
5.3.3. Altura de planta a los 90 días.....	37
5.3.4. Porcentaje de mortalidad de las plantas.....	39
5.3.5. Días a la floración	39
5.3.6. Número de frutos por planta a los 90 días	41
5.3.7. Número de frutos por planta a los 120 días	43
5.3.8. Rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 90 días	45
5.3.9. Rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 120 días	47
5.4. Evaluación de las variables dependientes agronómicas en laboratorio.....	49
5.4.1. Grados Brix del fruto.....	49
5.4.2. pH del fruto	50
5.5. Análisis del costo/beneficio de la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos.....	52
5.6. Discusión: Análisis de las muestras de suelo con los resultados ya aplicados los fertilizantes orgánicos líquidos y el testigo (fertilizante químico).	56
CAPÍTULO VI	59
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1. Conclusiones	59
6.2. Recomendaciones.....	61
CAPÍTULO VII.....	62
7. BIBLIOGRAFÍAS:.....	62
CAPÍTULO VIII.....	71
8. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fertilizante orgánico líquido tipo 1 (Para 160 litros)	6
Tabla 2 Fertilizante orgánico líquido tipo 2 (Para 160 litros)	6
Tabla 3 Fertilizante orgánico líquido tipo 3 (Para 160 litros)	7
Tabla 4 Costo de producción de compost, bocashi, té de estiércol y el agroquímico	8
Tabla 5 Rendimiento de los fertilizantes orgánicos.....	9
Tabla 6 Tratamientos en estudio.....	16
Tabla 7 Descripción del área de investigación	17
Tabla 8 Esquema del análisis de varianza.....	18
Tabla 9 Parámetros para el diseño agronómico de riego del cultivo	21
Tabla 10 Coeficiente del desarrollo estacional Kc del cultivo de frutilla (<i>Fragaria ananassa</i> var. <i>albión</i>)	23
Tabla 11 Composición del fertilizante químico (Crecimiento).....	25
Tabla 12 Composición del fertilizante químico (Engrose – Finalizador).....	26
Tabla 13 Resultado del análisis de suelo.....	27
Tabla 14 Resultados del análisis de suelo después de la enmienda orgánica a los 22 días.....	28
Tabla 15 Resultados del análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (concentrado) .	28
Tabla 16 Requerimientos de nutrientes del cultivo.....	29
Tabla 17 Prueba de normalidad Shapiro – Wilk y homogeneidad de la varianza.....	31
Tabla 18 Análisis de varianza de la variable dependiente altura de planta (cm) a los 30 días	33
Tabla 19 Análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta (cm) a los 60 días	35
Tabla 20 Análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta (cm) a los 90 días	37
Tabla 21 Análisis de varianza para la variable dependiente días a la floración	40
Tabla 22 Análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 90 días.....	42
Tabla 23 Análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 120 días...	44
Tabla 24 Análisis de varianza para la variable dependiente rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 90 días (kg).....	46
Tabla 25 Análisis de varianza para la variable dependiente rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 120 días (kg).....	47
Tabla 26 Análisis de varianza para la variable dependiente Grados Brix del fruto (°Brix).....	49

Tabla 27 Análisis de varianza para la variable dependiente pH del fruto.....	51
Tabla 28 Inversión total del proyecto de investigación	52
Tabla 29 Análisis del uso de fertilizante orgánico líquido.....	53
Tabla 30 Costo de aplicación del fertilizante orgánico líquido por tratamiento	54
Tabla 31 Costo de aplicación del fertilizante orgánico líquido en la investigación por hectárea	54
Tabla 32 Rendimiento kg de fruto a los 90 días (área 33,6 m ²)	54
Tabla 33 Rendimiento kg de fruto a los 90 días (área 33,6 m ²)	55
Tabla 34 Resumen del costo de los fertilizantes utilizados en la investigación por litro preparado	55
Tabla 35 Análisis costo/beneficio de la investigación	55
Tabla 36 Resultados de los análisis de suelo despues de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.	15
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.	17
Figura 3. Diseño del área útil de la unidad experimental.	18
Figura 4. Diseño del sistema de riego de las unidades experimentales.	21
Figura 5. Prueba Tukey al 5% para la altura de planta (cm) a los 30 días.	34
Figura 6. Prueba Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 60 días.	36
Figura 7. Prueba Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 90 días.	38
Figura 8. Prueba Tukey al 5% para los días a la floración.	40
Figura 9. Prueba Tukey al 5% para el número de frutos por planta a los 90 días.	42
Figura 10. Prueba Tukey al 5% para el número de frutos por planta a los 120 días.	44
Figura 11. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total del fruto extraído a los 90 días (kg).	46
Figura 12. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total del fruto extraído a los 120 días (kg).	48
Figura 13. Prueba Tukey al 5% para los Grados Brix.	50
Figura 14. Prueba Tukey al 5% para el pH del fruto.	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Actividades de preparación del terreno.....	71
Anexo 2. Delimitación del área de trabajo para realizar el proyecto de investigación.....	71
Anexo 3. Cerramiento del área de trabajo para la realización del proyecto de investigación.	72
Anexo 4. Delimitación del área para elaborar las camas.	72
Anexo 5. Elaboración de las camas.	73
Anexo 6. Abonado de las camas (abono de gallina y abono de ovino).	73
Anexo 7. Elaboración de la barrera biológica.	74
Anexo 8. Desinfección de las camas (cal agrícola) primera desinfección.....	74
Anexo 9. Desinfección de las camas (Terraclor 75) segunda desinfección.....	75
Anexo 10. Construcción de la torre para los fertilizantes orgánicos líquidos.....	75
Anexo 11. Preparación de los tanques para los fertilizantes orgánicos líquidos.....	76
Anexo 12. Instalación del sistema de riego por goteo para los fertilizantes orgánicos líquidos y el testigo (fertilizante químico).....	76
Anexo 13. Elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos (solución concentrada).	78
Anexo 14. Preparación de los fertilizantes orgánicos líquidos y también el fertilizante químico que es el testigo.	79
Anexo 15. Colocación del plástico negro en las camas.	80
Anexo 16. Elaboración de agujeros en el plástico para proceder al trasplante.	80
Anexo 17. Trasplante de la planta de frutilla (<i>Fragaria ananassa</i> var. <i>albión</i>).	81
Anexo 18. Podas de mantenimiento.	82
Anexo 19. Limpieza del área del proyecto de investigación.....	82
Anexo 20. Toma de datos de la variable dependiente (altura de planta).	83
Anexo 21. Toma de datos de la variable dependiente (porcentaje de mortalidad de las plantas).	83
Anexo 22. Toma de datos de la variable dependiente (días a la floración).	84
Anexo 23. Toma de datos de la variable dependiente (número de frutos por planta).	84
Anexo 24. Toma de datos de la variable dependiente (kilogramos (kg) totales del fruto extraído por unidad experimental.	85
Anexo 25. Toma de datos de la variable dependiente (Grados Brix del fruto).	85
Anexo 26. Toma de datos de la variable dependiente (pH del fruto).	86

Anexo 27. Análisis físico – químico del suelo (sin abono).....	87
Anexo 28. Análisis físico – químico del suelo (con abono).	88
Anexo 29. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T1 = fertilizante tipo 1).	89
Anexo 30. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T2 = fertilizante tipo 2).	90
Anexo 31. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T3 = fertilizante tipo 3).	91
Anexo 32. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T1 = tratamiento 1).....	92
Anexo 33. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T2 = tratamiento 2).....	93
Anexo 34. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T3 = tratamiento 3).....	94
Anexo 35. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T4 = tratamiento 4).....	95
Anexo 36. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 1 (30 días).	96
Anexo 37. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 2 (35 días).	96
Anexo 38. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 3 (30 días).	97
Anexo 39. Costo del fertilizante químico.	97
Anexo 40. Promedios de altura de planta (cm) a los 30 días.	97
Anexo 41. Promedios de altura de planta (cm) a los 60 días.	98
Anexo 42. Promedio de altura de planta (cm) a los 90 días.	98
Anexo 43. Promedios de días a la floración (Nº de días).	98
Anexo 44. Promedios del número de frutos por planta (Nº de frutos) a los 90 días.	99
Anexo 45. Promedios del número de frutos por planta (Nº de frutos) a los 120 días.	99
Anexo 46. Promedios del rendimiento total extraído por unidad experimental (kg) a los 90 días.	99
Anexo 47. Promedios del rendimiento total extraído por unidad experimental (kg) a los 120 días.	100
Anexo 48. Promedios de los valores de Grados Brix del fruto (°Brix).	100
Anexo 49. Promedios de los valores de pH del fruto (pH).	100
Anexo 50. Costos unitarios del sistema de riego de la investigación.	101
Anexo 51. Cálculo de la lámina de riego de la investigación.	102
Anexo 52. Cálculo de la cantidad de agua utilizada.	104

RESUMEN

Los productores frutícolas de la provincia de Imbabura presentan el problema del aumento en el uso de la fertilización química en los últimos años, debido a este problema tiene como consecuencias el desconocimiento de los agricultores al realizar una fertilización sin ninguna guía técnica, la contaminación del suelo y de las fuentes de agua, contaminación ambiental, aumento de los costos de producción en sus cultivos y entre otros. Por este motivo la presente investigación tuvo como objetivo principal comparar el efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos en la producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*) en el barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones dando un total de doce unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1: Fertilizante orgánico líquido tipo 1 (semicompleto), T2: Fertilizante orgánico líquido tipo 2 (completo), T3: Fertilizante orgánico líquido tipo 3 (simple) y T4: Testigo (fertilizante químico). Las variables en estudio fueron: altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cm), porcentaje de mortalidad de las plantas (% de plantas muertas), días a la floración (días), número de frutos por planta (Nº de frutos/planta), rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental (kg), Grados Brix del fruto (°Brix) y pH del fruto. Los resultados mostraron que el mejor tratamiento por cada variable fue: altura de planta a los 30, 60 y 90 días fue el T2 que alcanzó un promedio a los 90 días de (21,53 cm), porcentaje de mortalidad de las plantas de (0,74 %), días a la floración fue el T2 el más precoz con (55 días), el número de frutos por planta fue el T2 que alcanzó un promedio a los 120 días con (6,70 frutos/planta), rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental fue el T2 que alcanzó un promedio a los 120 días con (6,10 kg), Grados Brix del fruto fue el T2 con (12,23°Brix) y el pH del fruto fue el T2 con (3,40). Por lo tanto, el T2 donde se aplicó el fertilizante orgánico líquido tipo 2 (completo) tuvo mayor desarrollo y rendimiento en el área de estudio.

Palabras clave: Desarrollo agronómico, frutilla, fertilizante, fertirriego, riego.

ABSTRACT

The fruit producers of the province of Imbabura present the problem of the increase in the use of chemical fertilization in recent years, due to this problem the consequences are the lack of knowledge of the farmers when carrying out a fertilization without any technical guide, the contamination of the soil and water sources, environmental pollution, increased production costs in their crops and among others. For this reason, the main objective of this research was to compare the effect of three liquid organic fertilizers on the production of organic strawberry crops (*Fragaria ananassa* var. albión) in the 10 de august neighborhood of the city of Ibarra. A completely randomized block design (DBCA) with four treatments and three replications was applied, giving a total of twelve experimental units. The treatments were: T1: Liquid organic fertilizer type 1 (semi-complete), T2: Liquid organic fertilizer type 2 (complete), T3: Liquid organic fertilizer type 3 (simple) and T4: Control (chemical fertilizer). The variables under study were: plant height at 30, 60 and 90 days (cm), percentage of plant mortality (% of dead plants), days to flowering (days), number of fruits per plant (No. fruits/plant), total fruit yield extracted per experimental unit (kg), Brix degrees of the fruit (°Brix) and pH of the fruit. The results showed that the best treatment for each variable was: plant height at 30, 60 and 90 days was the T2 that reached an average at 90 days of (21.53 cm), percentage of mortality of the plants of (0.74%), days to flowering was the earliest T2 with (55 days), the number of fruits per plant was T2 that reached an average at 120 days with (6.70 fruits/plants), yield total fruit extracted per experimental unit was T2, which reached an average at 120 days with (6.10 kg), Brix degrees of the fruit was T2 with (12.23°Brix) and the pH of the fruit was T2 with (3 ,40). Therefore, the T2 where the liquid organic fertilizer type 2 (complete) was applied had higher development and yield in the study area.

Keywords: Agronomic development, strawberry, fertilizer, fertigation, irrigation.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación de la “Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos mediante sistema de riego por goteo para la producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*) en el sector del barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura”, en base al uso de fertilizantes orgánicos líquidos, como una alternativa tecnológica para mejorar los suelos en donde desarrollan el cultivo de frutilla.

Según la FAO (2015), las proyecciones de los cultivos para el año 2030, se pronostica un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados, se ha observado que los suelos han incrementado el pH tornándose alcalinos lo cual incide en la disminución de absorción de nutrientes por la planta dando como resultado bajo rendimiento en los cultivos. Actualmente se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos líquidos e insecticidas orgánicos que bien aplicados ayudan al desarrollo y rendimiento de los cultivos, como también a disminuir los costos de producción en relación del valor de los fertilizantes químicos.

Los productores tanto de hortalizas y frutales de la provincia se encuentran preocupados por el uso de fertilización química que sin una guía adecuada, utilizan esta fertilización con el desconocimiento de los requerimientos que necesitan cada cultivo, esto se ve reflejado en los excesivos gastos económicos de los productos de este tipo de fertilización, especialmente en los productores de frutilla en la provincia de Imbabura, en las parroquias de Gonzáles Suárez y San Pablo del Lago (Méndez, 2017).

Los fertilizantes orgánicos líquidos son insumos formulados con uno o varios microorganismos benéficos los cuales mejoran la disponibilidad de nutrientes a los cultivos sin ser causantes de contaminación en el recurso suelo y agua. Buscando siempre reducir el impacto de la actividad agrícola al efecto del cambio climático como también a mantener la seguridad alimentaria con la producción de alimentos sanos (Acuña, 2015).

La producción limpia con la utilización de diferentes materiales orgánicos permite reducir los costos de producción, obtener materias primas que están libres de residuos de agroquímicos que pueden alterar la salud de los consumidores (Cabrera et al., 2012).

La presente investigación evaluó como alternativa el uso de fertilizantes orgánicos líquidos, que permite conservar un equilibrio entre la relación agua, suelo y planta con los resultados se pudo mantener, la salud de los consumidores y productores.

CAPÍTULO II

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

- Comparar el efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos en la producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*), en el barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra.

2.2. Objetivos específicos:

- Evaluar tres tipos de fertilizantes orgánicos líquidos por el sistema de riego por goteo en el desarrollo agronómico del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*), mediante fertirrigación.
- Analizar el costo/beneficio de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos por el riego por goteo para la producción de la frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*).

2.3. Hipótesis

Hipótesis alternativa (Ha): Al menos un tipo de fertilizante orgánico líquido aplicado con el sistema de fertirriego por riego por goteo tiene efecto en el desarrollo agronómico del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*).

Hipótesis nula (Ho): Los tipos de fertilizante orgánicos líquidos aplicados con el sistema de fertirriego por riego por goteo no tiene efecto en el desarrollo agronómico del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa var. albión*).

CAPITULO III

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. El efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la agricultura

El efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la agricultura moderna es por el uso excesivo de fertilizantes en esta agricultura, ya que es necesario para obtener altos rendimientos en los cultivos: pero se presentan desventajas como alterar las propiedades químicas y biológicas en el suelo, los fertilizantes nitrogenados propician una lixiviación de nitratos que contaminan las fuentes de agua para el riego (Medina, 2021, citado por Rodríguez, et al., 2015).

La calidad del suelo está afectada por el uso excesivo de agroquímicos, los mismos que son aplicados por los agricultores sin medida, que se ven reflejados en los daños al medio ambiente, ecosistemas naturales, pérdida de cultivos, contaminación de las fuentes de agua para el riego y la fertilidad del suelo (Hernández, 2011, citado por Izquierdo, 2017).

3.1.1. Contaminación del suelo

La contaminación del suelo se debe a varios factores y uno de esos es el uso indiscriminado de agroquímicos. Con estas prácticas modernas (con productos químicos) por un tiempo puede ser beneficioso, pero si se usa de manera excesiva, puede ocasionar varios daños como: la degradación del suelo por exceso de nitrógeno que puede causar la acidificación y salinización, con el tiempo va ir disminuyendo su productividad agrícola, al medio ambiente ya que puede suceder la erosión del suelo y así nuestros suelos se van deteriorando de manera significativa y por último el riesgo a la salud humana por consumir alimentos contaminados provenientes de suelos con alta concentración química (FAO, 2019).

3.1.2. Salinización del suelo

La salinización del suelo es un problema muy antiguo de la agricultura, que corresponde a la acumulación de niveles muy altos de concentración de sales solubles que incrementan el potencial osmótico del suelo, causándole un estrés fisiológico, provocando un

crecimiento deficiente en las plantas, baja producción, decaimiento del rendimiento en el cultivo y deterioro de la vida del suelo (Rueda, 2019).

3.2. Fertilizantes orgánicos líquidos

Los fertilizantes orgánicos líquidos es una preparación que contiene células vivas o latentes provenientes de cepas eficientes de microorganismos benéficos, con esta preparación ayuda acelerar los procesos biológicos del suelo y las plantas van a tener mejor asimilación de nutrientes. El uso de estos fertilizantes es muy conveniente, porque puede suplir y complementar el aporte de los fertilizantes químicos (Silva et al., 2014).

El término fertilizante orgánico líquido se refiere a un producto que contiene microorganismos benéficos del suelo para ser aplicados a las plantas y que promuevan su crecimiento fisiológico (Somers et al., 2012, citado por Barajas, 2017).

3.2.1. Microorganismos

Los microorganismos benéficos están conformados por la microflora del suelo que está compuesta por bacterias, hongos, algas, virus y protozoarios. Ya que esta microflora son los componentes importantes de los microorganismos, que constituyen la parte viva y dinámica del suelo (Higuera, 2019).

Estos microorganismos realizan diferentes funciones en interacciones con los dos componentes vivos que son el suelo y la planta como el crecimiento, la nutrición y la salud de estos componentes ya que con esto da un beneficio directo al medio ambiente (Rojas et al., 2016).

3.2.2. Fermentación para los fertilizantes orgánicos líquidos

Para realizar la fermentación de un fertilizante orgánico líquido se debe realizar por medio de una fermentación anaeróbica es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no se necesita oxígeno, para obtener un producto orgánico. Esta fermentación es la más común para elaborar estos tipos de productos orgánicos (Barrera, 2015).

3.2.4. Tipos de fertilizantes orgánicos líquidos

Los tipos de fertilizantes orgánicos líquidos son los siguientes:

3.2.4.1. Fertilizante orgánico líquido tipo 1: Agua (sin cloro), estiércol de bovino (fresco), melaza, leche, ceniza de leña, detallando las cantidades por cada ingrediente en la tabla 1.

Tabla 1

Fertilizante orgánico líquido tipo 1 (Para 160 litros)

Ingredientes	Cantidades
Agua (sin cloro)	160 litros
Estiércol de bovino (fresco)	40 kilos
Melaza	2 litros
Leche	2 litros
Ceniza de leña	3 kilos

Fuente: Restrepo, 2007

Para realizar la mezcla del fertilizante orgánico líquido se debe mezclar 10 litros en 100 litros de agua.

3.2.4.2. Fertilizante orgánico líquido tipo 2: Agua (sin cloro), estiércol de bovino (fresco), melaza, leche, roca fosfatada, ceniza de leña, sulfato de zinc, cloruro de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de cobalto, molibdato de sodio, bórax, sulfato ferroso, sulfato de cobre, detallado las cantidades por cada ingrediente en la tabla 2.

Tabla 2

Fertilizante orgánico líquido tipo 2 (Para 160 litros)

Ingredientes	Cantidades
Agua (sin cloro)	160 litros
Estiércol de bovino (fresco)	40 kilos
Melaza	15 litros
Leche	20 litros
Roca fosfatada	2 kilos
Ceniza de leña	1 kilo
Sulfato de zinc	1,6 kilos
Cloruro de calcio	1,6 kilos

Continuación de la tabla 2

Sulfato de magnesio	1,6 kilos
Sulfato de manganeso	300 gramos
Cloruro de Cobalto	40 gramos
Molibdato de sodio	90 gramos
Bórax	1 kilo
Sulfato ferroso	250 gramos
Sulfato de cobre	250 gramos

Fuente: Restrepo, 2007

Para realizar la mezcla del fertilizante orgánico líquido se debe mezclar 10 litros en 100 litros de agua.

Lo que nos dice Restrepo (2007), en la información de su manual sobre el cultivo de fresa la dosis es de 2% al 4%, el número de aplicaciones o la frecuencia es de 6 a 10 veces y el momento de la aplicación nos dice que es durante todo el ciclo del cultivo.

3.2.4.3. Fertilizante orgánico líquido tipo 3: Hojas descompuestas de restos de cosechas (de hortalizas), agua (sin cloro), melaza, sémola de maíz, detallado las cantidades por cada ingrediente en la tabla 3.

Tabla 3

Fertilizante orgánico líquido tipo 3 (Para 160 litros)

Ingredientes	Cantidad
Hojas descompuestas de desechos de cosechas (de hortalizas)	8 kilos
Sémola de maíz	8 kilos
Agua (sin cloro)	160 litros
Melaza	16 litros

Fuente: INTA, 2010

3.3. Costo de producción de fertilizantes orgánicos y fertilizante agroquímico

Según Orozco (2009), evaluó cuatro fertilizantes en la producción de una mezcla forrajera en la Hacienda El Chaparral ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha y de estos

fertilizantes dos son abonos orgánicos sólidos, uno es fertilizante orgánico líquido y el último fertilizante es un agroquímico. De estos fertilizantes se evaluó los costos de producción para una hectárea y para un año de producción, al obtener estos costos que indica la tabla 4 se tomaron en cuenta varios factores como: materiales directos, materiales indirectos y mano de obra (salarios), con estos factores analizados los abonos orgánicos sólidos (compost y el bocashi) los costos son relativamente asequibles producirlos, el fertilizante orgánico líquido (té de estiércol) el costo producirlo es muy aceptable al elaborarlo y aplicarlo en cualquier cultivo, así se puede obtener rendimientos en los cultivos y por último el fertilizante agroquímico el costo de este es elevado adquirirlo y aplicarlo a cualquier cultivo a comparación con algunos abonos orgánicos sólidos y fertilizante orgánico líquido los costos de estos son muy prudentes para su elaboración y producción.

Tabla 4

Costos de producción de compost, bocashi, té de estiércol y el agroquímico

Fertilizante	Costo de producción para (Una hectárea \$)	Costo de producción para (El año \$)
Compost	356,41	1825,23
Bocashi	280,28	1521,13
Té de estiércol	185,93	1143,20
Agroquímico	388,80	1955,20

Fuente: Orozco, 2009

3.4. Rendimientos de los fertilizantes orgánicos

El rendimiento de los fertilizantes orgánicos en una investigación sobre el efecto de fertilizantes orgánicos tanto líquido como sólido en el rendimiento del cultivo de chile ancho (*Capsicum annuum L*), y sobre las características químicas del suelo de la parcela experimental en la Universidad Autónoma de Aguascalientes-México, en los resultados de esta investigación se vieron cual es el más efectivo de los tratamientos que se plantearon con el estiércol de bovino y vermicompost con sus variables de estudio la longitud de raíz (cm) y volumen de agua aplicado (m³), pero en el cuadro del rendimiento

total nos da a saber que estiércol de bovino tiene mejor rendimiento con los fertilizantes orgánicos sólidos (Gourcy et al., 2011).

Tabla 5

Rendimiento de los fertilizantes orgánicos

Rendimiento total (kg/ha ⁻¹)	Tratamientos
18,69 kg/ha ⁻¹	Estiércol de bovino
15,83 kg/ha ⁻¹	Vermicompost

Fuente: Gourcy et al., 2011

3.5. Fertirrigación

“La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego tecnificado a la planta para que aproveche los nutrientes que se les implementa” (Agricultureros, 2014).

3.5.1. Riego por goteo

“El riego por goteo permite conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicarla a los cultivos a través de emisores que entregan pequeños volúmenes de agua de forma periódica” (INTA, 2015).

3.6. Cultivo de frutilla en el Ecuador

En el Ecuador la frutilla ha tomado firmeza y ahora forma parte de la canasta familiar los pequeños productores son los que cubren esta demanda interna. Hay estudios realizados que nos dicen que solamente el 12% de los productores se dedican a la exportación, esto quiere decir que el mercado internacional o de exportación tiene un gran campo (Vizcaíno, 2011, citado por Parra, 2018).

La importancia económica de la frutilla se da por el abastecimiento local, se destaca más en las provincias de Imbabura, Tungurahua y Pichincha. En Pichincha es donde se concentra más su producción superando las 400 ha destinadas a este cultivo (Zambrano, 2015, citado por Parra, 2018).

3.6.1. Variedades de frutilla (*Fragaria ananassa*)

La frutilla o fresa como se la conoce existen 160 especies del género *Fragaria* se puede mencionar a un híbrido resultante de *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*, dando como resultado a *Fragaria ananassa*. La especie *virginiana*, se cultiva especialmente en el Ecuador, Bolivia y Perú, es una planta que produce muchos estolones, con flores de un solo sexo y también con flores perfectas, son resistentes a la falta de agua y a las altas temperaturas. La especie *chiloensis* se cultiva en Chile, Argentina y California (Estados Unidos), en este género se produce con mucha facilidad es muy buena con su compatibilidad con otras especies de fresas o frutillas y tiene un fruto más grande. La especie híbrida se adapta muy bien a diferentes climas (Carmona, 2009).

3.6.2. Frutilla albión (*Fragaria ananassa* var. *albión*)

Chacón (2012), menciona que esta variedad de frutilla tiene sus factores importantes como excelente sabor, buena calidad y es muy aceptable para los comercializadores y consumidores por sus características organolépticas. La frutilla albión como fruta también presenta sus características que le han hecho posicionarse como las mejores variedades en el Ecuador que son las siguientes:

- Variedad de día neutro.
- Planta rústica con hojas gruesas.
- Tiene frutas grandes de forma cónica, es alargada y tiene un color rojo intenso.
- Es una planta mediana de fácil recolección de la fruta.
- Tiene un buen comportamiento la planta para la poscosecha del fruto.
- Es resistente a *Phytophthora*, *Verticillium* y *Anthracnosis*.
- Tiene buenas producciones que son constantes durante las cosechas.

3.7. Condiciones agroclimatológicas del cultivo de frutilla

Lo que menciona Carmona (2009), de estas condiciones agroclimatológicas del cultivo de frutilla que son las siguientes:

Altura: 1200 – 2500 msnm.

Temperaturas: Para iniciar la vegetación 8 – 15 °C y para la floración y maduración 18 – 23 °C.

Precipitación: La mínima requerida es de 600 mm.

Humedad relativa: 60 – 75%.

pH: 6 – 7 y su valor óptimo es 6,5.

Materia orgánica: Los niveles deseables son de 2 al 3%.

En la investigación de Chiqui y Lema (2010) menciona que:

Luminosidad: 8 a 10 horas.

Suelos: Prefiere suelos sueltos, como franco – arcilloso o franco – arenosos para evitar encharcamientos y pudriciones en las raíces.

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales

Materiales de campo

- ✓ Guaduas.
- ✓ Tela sintética verde de 109 m de largo.
- ✓ Tiras de madera 2 x 2 m.
- ✓ Clavos de 3 pulgadas para madera.
- ✓ Cinta métrica de 50 m.
- ✓ Estacas de madera.
- ✓ Rollo de piola plástica N.º 6.
- ✓ Manguera polietileno negra ½ pulgada.
- ✓ Manguera ciega de 16 mm negra.
- ✓ Manguera flexible negro/azul ½ pulgada.
- ✓ Manguera multiuso 1 pulgada Negra.
- ✓ Cinta de goteo dripline 16 mm.
- ✓ Neplós plásticos de ½ pulgada.
- ✓ Válvulas blancas mango rojo de ½ pulgada.
- ✓ Bushing para manguera de 1 ½ pulgada.
- ✓ Codos plásticos de ½ pulgada.
- ✓ Conectores iniciales de 16 mm (para manguera de riego).
- ✓ Conector secundario de 16 mm anillo (cinta de manguera para goteo).
- ✓ Adaptadores de conector de ½ pulgada macho para manguera.
- ✓ Conectores en T para mangueras de ½ pulgada.
- ✓ Monturas para manguera de ½ pulgada.
- ✓ Abrazaderas metálicas.
- ✓ Alambre galvanizado suave N.º 18.
- ✓ Tablones de madera.
- ✓ Tiras de madera 5 x 5 m.
- ✓ Rollitos de madera gruesos de 3 m de largo.

- ✓ Escalera de 3 m de largo.
- ✓ Clavos de 5 pulgadas para madera.
- ✓ Clavos de 4 pulgadas para madera.
- ✓ Adaptadores para tanques de ½ pulgada.
- ✓ Codos roscables de ½ pulgada.
- ✓ Plástico negro 32 m de largo.
- ✓ Tornillos para madera.
- ✓ Bisagras.
- ✓ Letreros de madera.
- ✓ Cuadernos.
- ✓ Pizarrón de tiza líquida.
- ✓ Marcadores.
- ✓ Estiletes.
- ✓ Esferos.
- ✓ Lápices.
- ✓ Borradores.
- ✓ Reglas.
- ✓ Tijeras.

Materiales de oficina:

- ✓ Hojas de papel bond.
- ✓ Laptop.
- ✓ Impresora.

Herramientas:

- ✓ Equipo de protección personal (Campo).
- ✓ Equipo de protección de bioseguridad (Mandil, guantes de látex, mascarilla quirúrgica, alcohol desinfectante).
- ✓ Herramientas de labranza (Azadones, palas, palancones, tijeras de poda, palas hoyadoras, rastrillos, barras, tractor, carretillas).

- ✓ Equipos de laboratorio (pH metro o potenciómetro, refractómetro de 0-32° Brix, calibrador, balanza digital o manual).
- ✓ Herramientas de construcción (destornilladores de estrella y plano, martillos, teflones, flexómetro, guantes de nitrilo, playos, alicates).
- ✓ Softwares.

Insumos:

- ✓ Espacio de terreno 200 m².
- ✓ Análisis del suelo.
- ✓ Análisis de los fertilizantes orgánicos líquidos.
- ✓ Abonos de gallina.
- ✓ Abonos de borrego.
- ✓ Ingredientes para los fertilizantes orgánicos líquidos.
- ✓ Fertilizante Químico (Nitrofoska).
- ✓ Plantas de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*) de la empresa agrícola LLAHUEN.
- ✓ Cal agrícola.
- ✓ Pintura blanca de esmalte.
- ✓ Pintura verde de esmalte.
- ✓ Tiñer.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Tanques de 160 litros.
- ✓ Tanques de 200 litros.
- ✓ Botellas plásticas de 1.25 litros.
- ✓ Bomba de mochila de 20 litros.
- ✓ Baldes de 1 galón.
- ✓ Baldes de 20 litros.
- ✓ Canastas plásticas.
- ✓ Exprimidor de limones.
- ✓ Sacos de liencillos.

4.2. Metodología

4.2.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en un predio ubicado en el barrio 10 de agosto del cantón Ibarra de la provincia de Imbabura, el área de estudio se encuentra a una latitud de 2220 msnm, sus coordenadas geográficas son: Latitud: 00° 19' 52.392" Norte y Longitud: 78° 8' 8.872" Oeste, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Localización del área de estudio.

4.2.2. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo un total de 12 unidades experimentales (figura 2), además, se realizó la prueba de significancia Tukey al 5%.

4.2.3. Factores de estudio

Los factores de estudio son los siguientes:

Factor 1: Aplicación de tres tipos de fertilizantes orgánicos líquidos por fertirrigación y un testigo con fertilizante químico.

Factor 2: Cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*).

4.2.4. Descripción de los tratamientos

Según Restrepo (2007) e INTA (2010), en la presente investigación se realizó tres fertilizantes orgánicos líquidos aplicados en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), con el método de fertirrigación; por medio del riego por goteo a cada unidad experimental, y un testigo de fertilizante químico, cada tratamiento se detalla a continuación:

Tratamiento 1: Aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 1: Agua (de riego), estiércol de bovino (fresco), melaza, leche y ceniza de leña.

Tratamiento 2: Aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2: Agua (de riego), estiércol de bovino (fresco), melaza, leche, roca fosfatada, ceniza de leña, sulfato de zinc, cloruro de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de cobalto, molibdato de sodio, bórax, sulfato ferroso y sulfato de cobre.

Tratamiento 3: Aplicación de un fertilizante orgánico líquido tipo 3: Hojas descompuestas (de hortalizas), agua (de riego), melaza y sémola de maíz.

Tratamiento 4: Testigo (fertilizante químico).

Tabla 6

Tratamientos en estudio

Símbolo	Aplicación de 3 tipos de fertilizantes orgánicos líquidos
T1	Fertilizante orgánico líquido tipo 1
T2	Fertilizante orgánico líquido tipo 2
T3	Fertilizante orgánico líquido tipo 3
T4	Testigo (Fertilizante químico)

4.2.5. Unidades experimentales

Las unidades experimentales midieron 3, 5 m x 0,80 m, y fueron establecidas en campo en un lote de un predio ubicado en el barrio 10 de agosto del cantón de Ibarra de la provincia de Imbabura, en cada una de las unidades experimentales se instaló un sistema

de riego por goteo y la lámina de riego para cada etapa de desarrollo después del trasplante, en la etapa inicial fue de 1,78 mm por día, en la etapa media fue de 3,33 mm por día y en la etapa final fue de 3,78 mm por día.

En cada unidad experimental se plantaron 34 plantas de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*). La textura del suelo del lugar donde se implementó el proyecto de investigación es franco arenoso, la siembra se realizó a una distancia de 19 cm entre planta y 40 cm entre hileras. El total de plantas sembradas es de 408 plantas en toda la investigación.

Tabla 7

Descripción del área de investigación

Descripción	Medidas
Área total	107,16 m ²
Área útil	33,6 m ²
Forma	Rectangular
Largo de la UE	3,5 m
Ancho de la UE	0,80 m
Tamaño de la UE	2,8 m ²
Número de plantas por UE	34 plantas
Número total de plantas	408 plantas

4.2.5.1. Distribución de las unidades experimentales

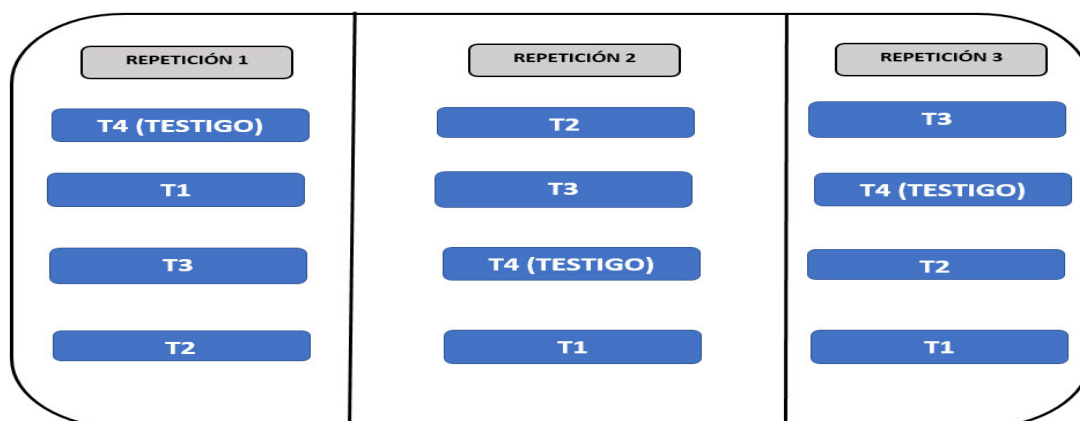


Figura 2. Distribución de las unidades experimentales.

4.2.5.2. Diseño del área útil de la unidad experimental

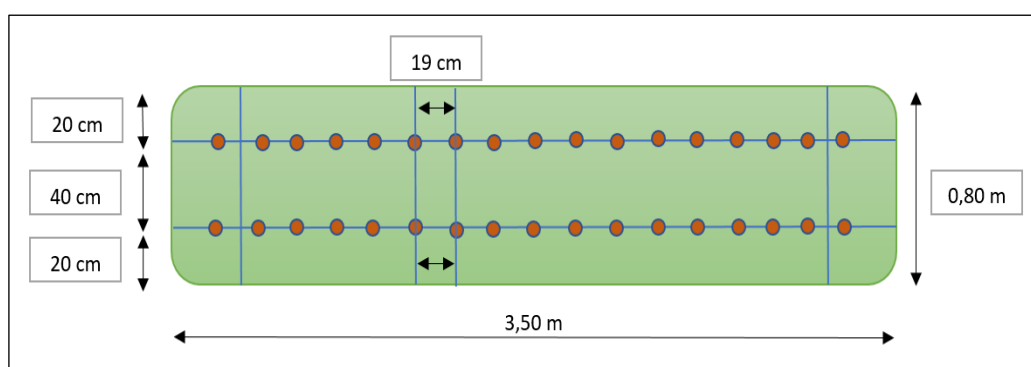


Figura 3. Diseño del área útil de la unidad experimental.

4.2.6. Esquema del análisis de varianza

Tabla 8

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	GL (Grados de libertad)
Total	11
Bloques	2
Tratamientos	3
Error experimental	6

4.2.7. Variables dependientes evaluadas en campo

El comportamiento del desarrollo agronómico del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*) evaluados son los siguientes:

- **Altura de la planta**

La altura de la planta se midió a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, con la ayuda de un calibrador manual o un flexómetro, se tomó la altura desde la base del tallo hasta la altura de la hoja más alta o también del bulbo de hojas más altas (Sánchez, 2017).

- **Porcentaje de mortalidad de las plantas**

Según la investigación de Córdova (2019), menciona que mediante el uso de registros se realizó el conteo de plantas muertas para determinar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ plantas muertas}}{\text{N}^{\circ} \text{ plantas establecidas}} \times 100$$

Las plantas muertas en campo son las que sufrieron daños por las siguientes causas: baja calidad genética, deficiencias en su manejo, selección inadecuada de especies y procedencias, baja calidad de la planta, inadecuada época de plantación, insuficiente preparación del suelo, deficientes técnicas de plantación y mínimo seguimiento en la plantación (Ruiz, 2004).

- **Días a la floración**

El monitoreo de esta variable fue semanalmente, cuando las plantas alcanzaron el 50% de flores abiertas en la unidad experimental se consideró como número de días a la floración (Medina, 2015).

- **Número de frutos por planta**

Se contabilizaron los números de frutos totales en la planta, con una muestra escogida al azar de 10 plantas dentro de la unidad experimental por cada tratamiento y repetición de la cama útil, a los 90 y 120 días después del trasplante (Torres, 2019).

- **Rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental**

Se realizó el pesaje de todos los frutos por parcela útil, a los 90 y 120 días después del trasplante, tomando datos en cada cosecha realizada, desde el inicio de cosecha (Álvarez, 2018).

La parcela útil se refiere a la eliminación del efecto orilla, bordes y competencia entre tratamientos. Lo que nos garantiza menos variabilidad de los datos, ya que los resultados son más confiables entre tratamientos (Flores, 2016).

4.2.8. Variables dependientes evaluadas en laboratorio

- **Grados Brix del fruto**

Para medir los Grados Brix se utilizó un refractómetro de 0 – 32° Brix, extrayendo el zumo del fruto exprimiéndole hasta que salga el líquido en un vaso de vidrio pequeño y de ahí le extraemos el zumo con una pipeta o gotero y le ponemos una gota en el refractómetro para poder observar la medición que se necesita (NMX F, 1965, citado por Ecured, 2019).

- **pH del fruto**

Para medir el pH del fruto se utilizó el potenciómetro, extrayendo el zumo del fruto exprimiéndole hasta que salga el líquido en un vaso de vidrio pequeño y de ahí introducimos los electrodos del aparato potenciómetro en cada muestra para que lea y así obtenemos la medición que necesitamos (Suh y Rodríguez, 2017).

4.2.9. Manejo del experimento

4.2.9.1. Preparación del suelo

Se seleccionó un terreno de topografía plana que cuenta con acceso de agua de riego, se tomó muestras de suelo para su análisis físico – químico correspondiente; la preparación del suelo se realizó con un tractor agrícola y constó de un pase de arado y dos de rastra, para finalmente ser nivelado.

4.2.9.2. Delimitación y diseño del área de investigación

Se implementó el diseño con la ayuda de estacas de madera y piola, delimitando las unidades experimentales a fin de identificar los tratamientos y bloques, una vez establecido se procedió a colocar una cerca de protección con postes de 2 m de altura con tela malla verde plástica para el cerramiento.

4.2.9.3. Implementación del sistema de riego

Se implementó un sistema de riego por goteo con cita de goteo, con goteros cada 19 cm, con un cabezal de riego y dos líneas madres de conducción de agua, cuatro filtros

pequeños y un filtro grande para las impurezas del agua de riego y la mezcla de los fertilizantes orgánicos líquidos.

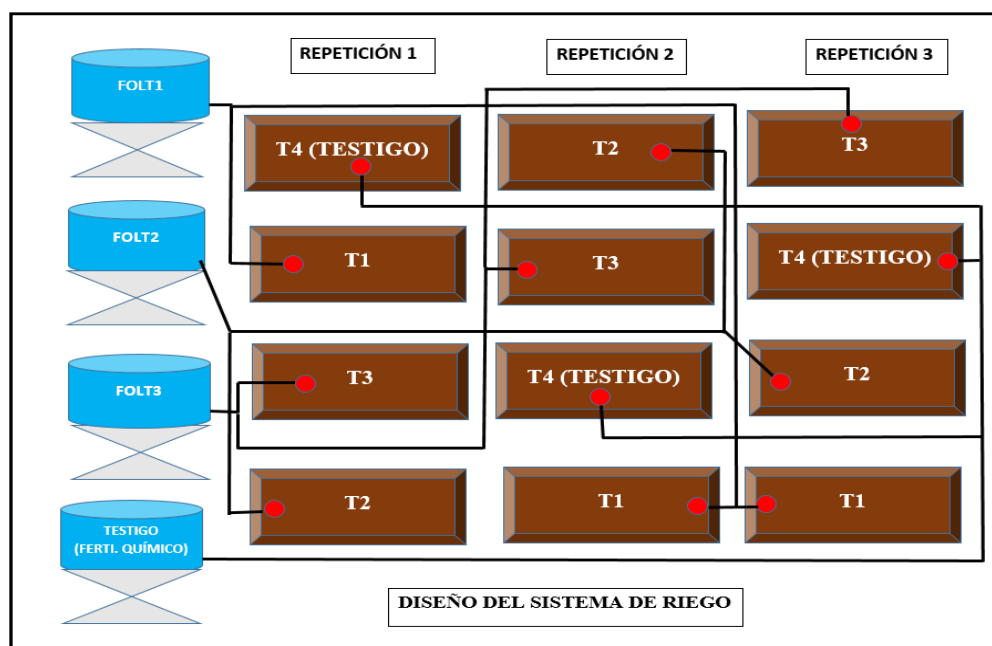


Figura 4. Diseño del sistema de riego de las unidades experimentales.

Nota: Las siguientes abreviaciones significan lo siguiente:

FOLT1: Fertilizante orgánico líquido tipo 1.

FOLT2: Fertilizante orgánico líquido tipo 2.

FOLT3: Fertilizante orgánico líquido tipo 3.

4.2.9.4. Parámetros del diseño agronómico del riego del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*).

Tabla 9

Parámetros para el diseño agronómico de riego del cultivo

Parámetros para el sistema de riego	
Riego recomendado	Goteo
Dimensiones del terreno	107,16 m ²
Pendiente del terreno	1%
Tipo de suelo	Franco arenoso
Profundidad de la raíz	25 cm

Continuación de la tabla 9

Eficiencia del riego	90%
Evapotranspiración	5 mm
Kc del cultivo	0,40 – 0,75 – 0,85
Factor evaporímetro	0,8 mm
Distancia entre hileras	0,40 cm
Distancia de plantas	0,19 cm

4.2.9.5. Cobertura del plástico en las camas de producción

Para el acolchado se utilizó plástico negro sin perforaciones de 100 micras, esta cobertura permitió proteger al cultivo, reduciendo la pérdida de humedad por evaporación, reduce el crecimiento de malezas y reduce los problemas fitosanitarios (Estrella, 2015).

4.2.9.6. Trasplante

Se realizó el trasplante de las plantas a raíz desnuda, procediendo en primera instancia con el hoyado en la cobertura plástica y se ubicaron 34 plantas de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), por bloque a una distancia de 19 cm entre planta y 40 cm entre hileras, teniendo un total de 408 plantas en esta investigación (Quishpe, 2013).

4.2.9.7. Riego

La aplicación del riego en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), se realizó bajo el sistema de fertirriego con el sistema de riego por goteo a una frecuencia de riego de 3 veces por semana, la lámina de riego calculada depende del Kc y de la fenología del cultivo (tabla 10), en su fase inicial fue de 1,78 mm por día lo que equivale a (1,78 l/m²), la eficiencia del riego por goteo fue de 90%; el tiempo de riego fue de 8 minutos, en la fase media fue 3,33 mm por día o (3,33 l/m²), con un tiempo de riego de 17 minutos y en su fase final que fue de 3,78 mm por día o (3,78 l/m²), con un tiempo de 15 minutos; el riego se suministraba en las tardes a partir de las 16:30 hasta las 17:30, para evitar la evapotranspiración por los rayos solares (Álvarez, 2019).

Tabla 10

Coefficiente del desarrollo estacional Kc del cultivo de frutilla (Fragaria ananassa var. albión)

Etapa de desarrollo después del trasplante (ddt)	Kc del cultivo	Lámina de riego (mm)	Volumen de agua m ³ /ha ⁻¹	Tiempo de riego en minutos
Inicial 1 – 50 días	0,40	1,78	17,78	8
Medio 51 – 90 días	0,75	3,33	33,33	17
Final 91 – 120 días	0,85	3,78	37,80	15

Fuente: Kc=Coeficiente de cultivo extraído de (Álvarez, 2019), adaptado por el autor.

Nota: El cálculo de la lámina de riego se puede identificar en el Anexo 51.

4.2.9.8. Elaboración de los biofermentadores

Para la elaboración de los biofermentadores fue del manual de Restrepo (2007), que está detallado en los siguientes pasos:

- a) Tanques de 160 o 200 litros de capacidad con aro metálico o tapas rascadas, con la finalidad de quedar herméticamente cerradas para que se dé una buena fermentación de los fertilizantes orgánicos líquidos, la fermentación de estos fertilizantes es anaeróbica, sin la presencia de oxígeno.
- b) Adaptadores para tanques de ½ pulgada con empaques de caucho y adaptadores de conector de ½ pulgada macho para manguera, adaptado a la tapa del tanque, para permitir la salida de los gases (principalmente metano y sulfhídrico) que se forma en el tanque durante la fermentación del estiércol de bovino.
- c) Un pedazo de manguera flexible negro/azul ½ pulgada por lo menos 1 metro de largo con una abrazadera metálica acoplada al adaptador de conector de ½ pulgada macho para manguera, la cual está encargada de evacuar los gases que se forman durante el proceso de la fermentación, en el tanque de plástico.

- d) Una botella de plástico desechable de 1 o 2 litros de capacidad, donde irá un extremo de la manguera a la botella con agua y esta manguera estará colgada con un gancho de alambre a un lado del tanque para evacuar los gases.
- e) Una tira de madera de 2m de largo para mezclar los ingredientes o un bastón de madera.

4.2.9.9. Elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos

Para la elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos para esta investigación se basó en lo propuesto por Restrepo (2007) e INTA (2010), según sus manuales de elaboración de estos tipos de fertilizantes que se lo detalla de la siguiente manera:

Los ingredientes y cantidades de los fertilizantes orgánicos líquidos elaborados en los biofermentadores de 160 litros para cada tipo de fertilizante:

Fertilizante orgánico líquido tipo 1: 160 litros de agua, 40 kilos de estiércol de bovino (fresco), 2 litros de melaza, 2 litros de leche y 3 kilos de ceniza de leña.

Fertilizante orgánico líquido tipo 2: 160 litros de agua, 40 kilos de estiércol de bovino (fresco), 15 litros de melaza, 20 litros de leche, 2 kilos de roca fosfatada, 1 kilo de ceniza de leña, 1,6 kilos de sulfato de zinc, 1,6 kilos de cloruro de calcio, 1,6 kilos de sulfato de magnesio, 40 gramos de cloruro de cobalto, 80 gramos de molibdato de sodio, 1 kilo de bórax, 250 gramos de sulfato ferroso, 240 gramos de sulfato de cobre.

Fertilizante orgánico líquido tipo 3: 8 kilos de hojas descompuestas (de hortalizas), 160 litros de agua, 16 litros de melaza y 8 kilos de sémola de maíz.

4.2.9.10. Elaboración del fertilizante químico

Para la elaboración de dos tipos de fertilizantes químicos según la etapa fenológica del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*) están detallados en los siguientes puntos:

4.2.9.10.1. Fertilizante químico (Crecimiento)

La composición de este fertilizante es el siguiente:

Tabla 11

Composición del fertilizante químico (Crecimiento)

Fórmula		30-10-10-0,6 (MgO)	
Ingredientes			
Elementos	Simbología	Valor	
Nitrógeno	N	30%	
Fósforo	P ₂ O ₅	10,0%	
Potasio	K ₂ O	10,0%	
Magnesio	MgO	0,6%	
Azufre	S	4,0%	
Manganeso	Mn	200 ppm	
Hierro	Fe	200 ppm	
Cobre	Cu	100 ppm	
Zinc	Zn	60 ppm	
Boro	B	150 ppm	
Molibdeno	Mo	10 ppm	

Para la preparación del fertilizante químico en base de Agrizon (2019), que propone:

- Tanque de 160 litros.
- Funda de 1 kg de fertilizante químico (crecimiento).
- La dosis para frutales de este fertilizante químico es de 750 cc por cada 100 litros de agua.
- Llenamos el tanque de 160 litros con agua (de riego).
- Ponemos la cantidad del fertilizante en el tanque con agua (de riego) según la cantidad que vamos a utilizar que es 1200cc por cada 160 litros de agua (de riego).
- Y cuando ya están los dos insumos procedemos a mezclar bien para poder aplicar al cultivo.

4.2.9.10.2. Fertilizante químico (Engrose – Finalizador)

La composición de este fertilizante es el siguiente:

Tabla 12

Composición del fertilizante químico (Engrose – Finalizador)

Fórmula		8-12-24-4 (MgO)	
Ingredientes			
Elementos	Simbología	Valor	
Nitrógeno	N	8,0%	
Fósforo	P2O5	12,0%	
Potasio	K2O	24,0%	
Magnesio	MgO	4,0%	
Azufre	S	13,0%	
Manganeso	Mn	500 ppm	
Hierro	Fe	500 ppm	
Cobre	Cu	200 ppm	
Zinc	Zn	50 ppm	
Boro	B	100 ppm	
Molibdeno	Mo	20 ppm	

Para la preparación del fertilizante químico en base de Agrizon (2019), que propone:

- Tanque de 160 litros.
- Funda de 1kg de fertilizante químico (engrose – finalizador).
- La dosis para frutales de este fertilizante químico es de 100 a 250 g por cada 100 litros de agua.
- Llenamos el tanque de 160 litros de agua (de riego).
- Ponemos la cantidad del fertilizante en el tanque con agua (de riego) según la cantidad que vamos a utilizar que es 160 a 400 g por cada 160 litros de agua (de riego).
- Y cuando ya están los dos insumos procedemos a mezclar bien para poder aplicar al cultivo.

4.2.9.11. Fertilización

Antes de proceder al trasplante se recolectó muestras de suelo tomadas con la técnica de zigzag para enviar al laboratorio para el correspondiente análisis de suelo de macronutrientes, así como del pH y textura del suelo.

Tabla 13

Resultado del análisis de suelo

Nutriente	Valor	Unidad
N	17,50	ppm
P	154,68	ppm
K	2,23	meq /100ml
Ca	8,23	meq /100ml
Mg	3,26	meq /100ml
pH	7,70	
Ce	1,78	mS/cm ⁻¹
Textura		Franco arenoso

Fuente: LABONORT, (2020), adaptado por el autor.

Los fertilizantes pueden ser aplicados también antes de la siembra, ya que este método se le llama fertilización base porque permite incorporar nutrientes al suelo cuando los suelos no son trabajados constantemente, esta fertilización también permite aumentar la disponibilidad para el cultivo que se implementó en la investigación (Sela, 2021).

Esta fertilización base se aplicó para cumplir con los requerimientos nutricionales del cultivo de frutilla, se aportó una sola vez como fertilización inicial para mantener el sistema de camellones con plástico.

Para contribuir a la fertilización base o inicial del suelo se aplicó abono orgánico en cada unidad experimental en las siguientes cantidades; 96 kg de gallinaza y 48 kg de abono ovino.

Tabla 14

Resultados del análisis de suelo después de la enmienda orgánica a los 22 días

Nutriente	Valor	Unidad
N	32,50	ppm
P	108,12	ppm
K	0,62	meq /100ml
Ca	10,27	meq /100ml
Mg	3,13	meq /100ml
pH	7,16	
Ce	0,58	mS/cm ⁻¹
Textura		Franco arenoso

Fuente: LABONORT, (2020), adaptado por el autor.

Al momento que se realizó los fertilizantes orgánicos líquidos al pasar el tiempo de fermentación para que estén listos, se recolectó unas muestras de los tres fertilizantes que se elaboró y él envió al laboratorio para el respectivo análisis físico – químico de los fertilizantes.

Tabla 15

Resultados del análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (concentrado)

Nutriente	Valor			Unidad
	FOLT 1	FOLT 2	FOLT 3	
N	250,0	660,0	25,0	ppm
P	12,94	67,31	10,87	ppm
S	367,5	559,5	297,50	meq /100ml
K	28,96	114,24	72,16	meq /100ml
Ca	20,75	97,92	39,18	meq /100ml
Mg	102,24	56,94	25,74	meq /100ml
Zn	7221,9	21,93	12995,2	ppm
Cu	1533,4	4,06	3179,0	ppm
Fe	34,85	990,9	715,5	ppm

Continuación de la tabla 15

Mn	256,9	368,3	65,43	ppm
B	5,04	2,10	0,50	ppm
pH	6,04	5,91	4,89	
Ce	10,68	16,28	8,75	mS/cm ⁻¹

Fuente: LABONORT, (2020), adaptado por el autor.
 FOLT: Fertilizante orgánico líquido tipo
 Ce: Conductividad eléctrica

Tabla 16

Requerimiento de nutrientes del cultivo

Nutrientes en el cultivo de frutilla	
Nutriente	Dosis (kg/ha ⁻¹)
N	200 - 300
P	200 - 300
K	300 - 400
Mg	40 - 60
Ca	100 - 150
S	40 - 60

Fuente: Molina, (2018), adaptado por el autor.

Según Corral (2016), la utilización de fertilizantes orgánicos contribuye a solucionar problemas de fertilidad y estructura en los suelos empobrecidos, demasiado elaborados, que son sometidos anualmente a cultivos de maíz y cucurbitáceos, y que presentan, además, un grado variable de erosión hídrica y encostramiento superficial.

4.2.9.12. Control de malezas

Los controles fueron manuales en las camas y en los caminos con azadilla realizándose por tres ocasiones durante el desarrollo de esta investigación (Guerrero, 2018).

4.2.9.13. Poda

La poda se realizó cada 3 semanas, consistió en eliminar los estolones en los tres primeros meses y a partir del cuarto mes se retira las hojas maduras y material vegetativo que ya cumplió su ciclo (Cruz, 2017).

4.2.9.14. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual una vez que el fruto tiene un color rojizo en más de sus tres cuartas partes, se procedió a colocarlas en recipientes limpios (Verdugo, 2011).

4.2.10. Análisis del costo/beneficio de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos

Lo que nos dice Restrepo (2019), sobre el análisis costo/beneficio es más bien una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión o al lanzamiento de un nuevo producto, con el fin de conocer su rentabilidad. Lo que mide principalmente este análisis es la relación costo – beneficio (C/B).

Fórmula del Costo/Beneficio:

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en la investigación fueron tabulados y procesados, mediante el programa Microsoft Excel 16.0, además, para el análisis de los datos se empleó la herramienta estadística Infostat Estudiantil, versión 2020e, número de licencia: EPAE-F0DT-1X3F-P5P5. Los datos de cada variable evaluada fueron examinados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ADEVA), bajo el nivel de significancia de la prueba de Tukey 5%.

5.2. Pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza

Luego de obtener los resultados se realizó las pruebas de normalidad de Shapiro – Wilk, obteniendo los valores estadísticos mayores a ($p\text{-valor} > 0,05$) de las variables dependientes de campo y laboratorio, observándose que los datos obtenidos se encuentran distribuidos normalmente. Conjuntamente se realizó evaluaciones de homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Leven, obteniendo valores estadísticos F calculado, mayores a 0,05, que demuestran la homogeneidad entre los valores (tabla 17).

Tabla 17

Prueba de normalidad Shapiro – Wilk y homogeneidad de la varianza

Variables	N	\bar{X}	Desviación		$p\text{-valor}$	Homogeneidad de la Var. (Valor F)
			Estándar	W*		
Altura de la Planta a los 30 Días	12	9,52	0,81	0,89	0,1932	0,3737
Altura de la Planta a los 60 Días	12	15,53	0,83	0,92	0,4873	0,3001
Altura de la Planta a los 90 Días	12	20,48	0,85	0,88	0,1560	0,1438
Días a la Floración	12	66,83	8,60	0,87	0,1266	0,7051
Número de Frutos por Planta a los 90 Días	12	4,45	0,88	0,91	0,3601	0,4872
Número de Frutos por Planta a los 120 Días	12	5,41	1,07	0,90	0,3020	0,2979

Continuación de la tabla 17

Rendimiento Totales de Fruto	12	3,32	0,70	0,85	0,0598	0,2137
Extraído por U.E a los 90 Días						
Rendimiento Totales de Fruto	12	4,84	1,02	0,90	0,2477	0,0547
Extraído por U.E a los 120 Días						
Grados Brix del Fruto	12	10,65	1,20	0,92	0,4551	0,4540
pH del Fruto	12	3,21	0,17	0,90	0,2420	0,2371

Fuente: Infostat, 2020

N=Número de Muestras

\bar{X} =Promedio

W*=Prueba de Normalidad

5.3. Evaluación de las variables dependientes agronómicas en campo

5.3.1. Altura de planta a los 30 días

En la tabla 18, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta a los 30 días después del trasplante, en la cual existió diferencia significativa entre bloques ($p < 0,05$); mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); con un coeficiente de variación de 1,38 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 18

Análisis de varianza de la variable dependiente altura de planta (cm) a los 30 días

FV	GL	SC	CM	F. cal	p - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,21	0,11	6,13	0,0354	*
Tratamientos	3,00	6,824	2,27	132,09	< 0,0001	**
Error	6,00	0,10	0,02	1,00		
Total	11,00	7,14				
CV	1,38 %					
\bar{X} =	9,52 cm					

* Diferencia significativa (p < 0,05)

** Diferencia altamente significativa (p < 0,01)

ns No existe diferencia significativa (p > 0,05)

FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, GL= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, F. cal= Valor F, CV= Coeficiente de variación, \bar{X} =Promedio de altura de planta (cm).

En la figura 5, se muestra los valores para la variable dependiente altura de planta a los 30 días después del trasplante en los diferentes tratamientos; mediante la prueba de Tukey al 5 % se formó cuatro rangos de significancia (A), (B), (C) y (D). El tratamiento con mayor altura fue el T2 (tratamiento 2), con una altura de 10,60 cm; ubicándose en el rango A y seguido el T4 (tratamiento 4) que corresponde al testigo (fertilizante químico); el tratamiento con menor altura fue el T3 (tratamiento 3) con una altura de 8,64 cm.

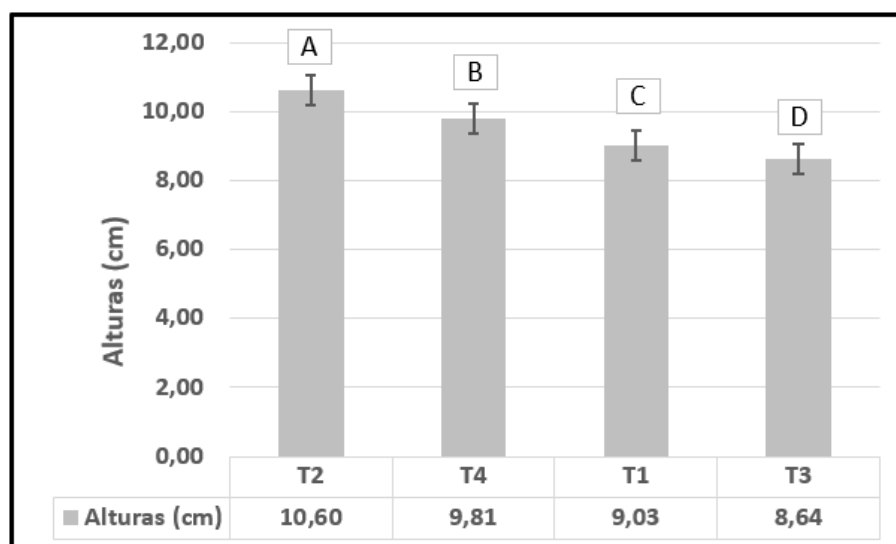


Figura 5. Prueba Tukey al 5% para la altura de planta (cm) a los 30 días.

Los datos obtenidos de la investigación expuestas en la figura 5, se demuestra el tratamiento que alcanzó mayor altura de planta a los 30 días después del trasplante al realizar el fertirriego por el riego por goteo con el uso del fertilizante orgánico líquido tipo 2 que es el T2 (tratamiento 2) con una altura de planta de 10,60 cm y quedando en el último rango el fertilizante orgánico líquido tipo 3 que es el T3 (tratamiento 3) con una altura de 8,64 cm.

Según Colmenero – Flores (2019), los micronutrientes esenciales como el cloruro de calcio que ejerce una serie de funciones entre ellas está el desarrollo y estimulación del crecimiento y el boro (B) en cambio necesita para el crecimiento de las plantas.

Según Martín (2014), este elemento desempeña un papel crítico en el crecimiento de los tejidos y, por tanto, la deficiencia en boro disminuye o inhibe el crecimiento de órganos vegetativos y reproductivos de las plantas.

Comparando la variable altura de planta con el estudio que realizó Medina (2015), de la evaluación de cuatro abonos orgánicos en la producción de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), que reportó alturas similares con un promedio de 12,3 cm a los 45 días después del trasplante; determinando que la aplicación de fertilizantes orgánicos influye significativamente en el crecimiento de la planta de fresa debido a que estos fertilizantes

como es un producto de residuos orgánicos su proceso de incorporación al suelo es más rápido.

Del análisis se puede deducir que el T2 (tratamiento 2) al ser este fertilizante orgánico líquido que cuenta con mayor cantidad de nutrientes favoreció para el desarrollo y crecimiento de las plantas ya que el calcio, el boro, el cobre y otros micro nutrientes son indispensables para que la planta desarrolle más la mezcla con el estiércol de bovino que cuenta con porcentajes de macro nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio favorece a este desarrollo; en comparación con los otros tratamientos que no cuentan en su formulación con una mezcla completa de macro y micro nutrientes.

5.3.2. Altura de planta a los 60 días

En la tabla 19, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta a los 60 días después del trasplante, en la cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 1,67 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta (cm) a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p</i> - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,25	0,13	1,88	0,2319	ns
Tratamientos	3,00	6,94	2,31	34,54	0,0004	**
Error	6,00	0,40	0,07	1,00		
Total	11,00	7,60				
CV	1,67 %					
\bar{X} =	15,53 cm					

En la figura 6, se muestran los valores para altura de planta a los 60 días después del trasplante; mediante la prueba de Tukey al 5 % se formó tres rangos de significancia (A); (B) y (C). El T2 (tratamiento 2) tuvo una altura de planta con 16,69 cm, ubicado en el

rango A y los tratamientos con menor altura fueron el T1 (tratamiento 1) y T3 (tratamiento 3) con 14,97 cm y 14,74 cm respectivamente ubicándose en el rango C.

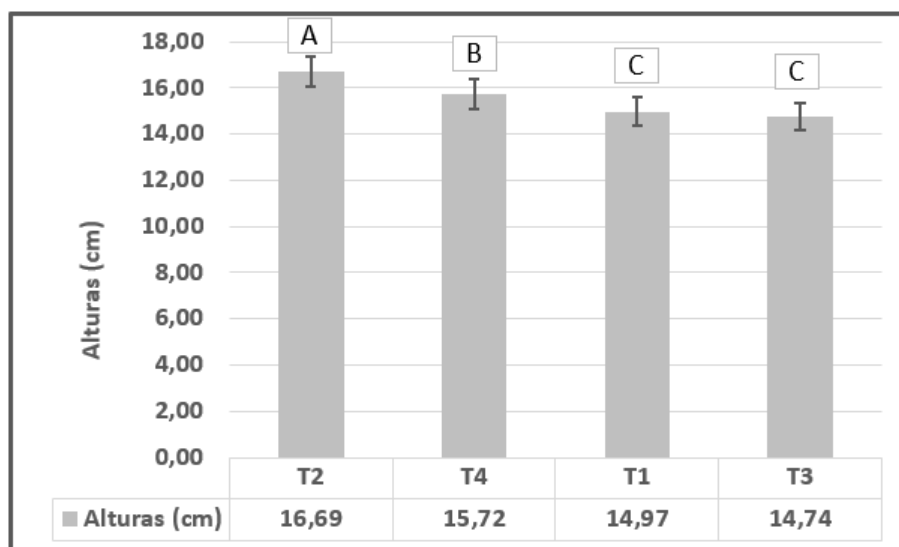


Figura 6. Prueba Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 60 días.

De los datos obtenidos en la investigación, en la figura 6, se confirma que el T2 (tratamiento 2) continúa siendo el mayor promedio de altura de planta a los 60 días con 16,69 cm seguido del T4 (tratamiento 4) que es en el que se utilizó el fertilizante químico quien alcanzó un promedio de 15,72 cm; mientras que los tratamientos T1 (tratamiento 1) y T3 (tratamiento 3) sacaron los menores promedio de altura de planta.

Estos valores concuerdan con Riofrío (2013), quien reportó altura de planta a los 60 días con un promedio de 16,00 cm; y las menores alturas reportadas fueron de 14,00 cm en su evaluación de la determinación de la acción de fungicidas químicos para el manejo de *Botrytis cinerea* en el cultivo de frutilla (*Fragaria chiloensis*), en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura.

La diferencia expuesta en la investigación en la variable altura de planta a los 60 días se debe a varios factores que inciden como la variedad de la planta, suelo, condiciones climáticas, riego, fertirriego y el manejo que se le dé al cultivo.

5.3.3. Altura de planta a los 90 días

En la tabla 20, se presenta los valores del análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta a los 90 días después del trasplante, mismo que se observa que no existe diferencia significativa entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$), con un coeficiente de variación de 0,82 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable dependiente altura de planta (cm) a los 90 días

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p - valor</i>	Significancia
Bloques	2,00	0,01	0,00	0,12	0,8882	ns
Tratamientos	3,00	7,816	2,61	91,77	< 0,0001	**
Error	6,00	0,17	0,03	1,00		
Total	11,00	7,99				
CV	0,82 %					
$\bar{X} =$	20,48 cm					

Al realizar la prueba Tukey al 5 % (figura 7), se observa la existencia de cuatro rangos de significancia (A), (B), (C), y (D); en el cual se puede apreciar que existen diferencias significativas entre tratamientos. Demostrando que el tratamiento que alcanzó mayor altura de planta fue el T2 (tratamiento 2) con 21,53 cm. Mientras que el tratamiento con menor altura nuevamente recayó en el T3 (tratamiento 3) con una altura de 19,46 cm.

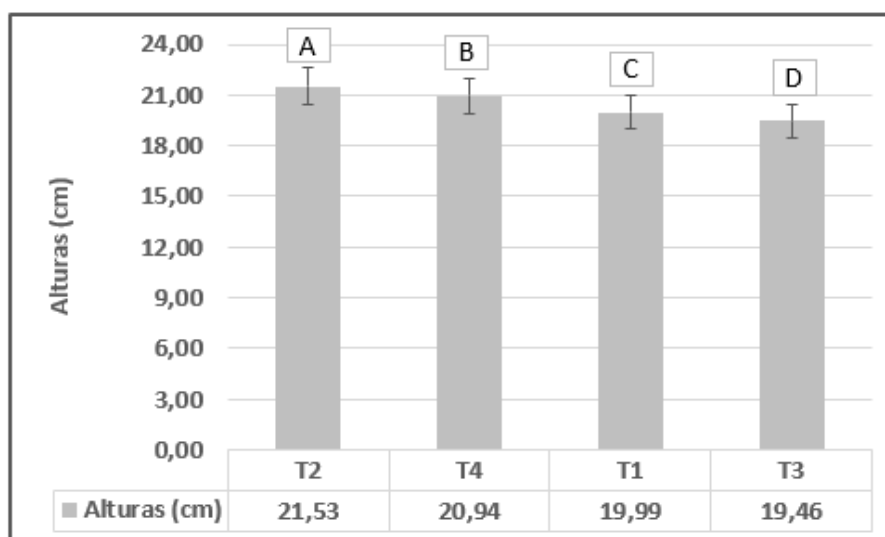


Figura 7. Prueba Tukey al 5% para altura de planta (cm) a los 90 días.

Evaluando los resultados del crecimiento en altura de planta a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, permiten deducir que la fertirrigación por riego por goteo con los fertilizantes orgánicos líquidos aplicados al cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), provocaron diferencias en el crecimiento de las plantas, por cuanto, el tratamiento que recibió la aplicación del fertilizante orgánico líquido con una mezcla de macro y micro nutrientes que reportó mejores resultados.

En esta investigación, el mejor tratamiento que resultó se obtuvo con la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2, con el cual el crecimiento en altura de planta fue notorio desde un inicio.

En esta investigación concuerda con lo reportado por Verdugo (2011), que al realizar un estudio similar del sistema de fertirriego al cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*), reportó los mayores resultados obtenidos al utilizar un fertilizante orgánico líquido, el cual se prepara de manera artesanal, con insumos que se encuentran en la naturaleza y en la propia finca. Este fertilizante equilibra el contenido de nutrientes en el suelo, lo cual trae como resultado mejores condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, por tanto, mejora la producción de los cultivos, tener plantas mejor desarrolladas, más sanas, más resistentes a las condiciones ambientales y mejor productoras en cosechas tanto en calidad y cantidad.

Es importante indicar que en el segundo rango ocupó el T4 (tratamiento 4), donde se utilizó fertilizante químico, que, a pesar que obtuvo un buen promedio en altura de planta en los tres procesos de medición, se evidencia que el uso de un fertilizante orgánico líquido que contengan los nutrientes necesarios puede ser efectivo para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

5.3.4. Porcentaje de mortalidad de las plantas

Para esta variable no se aplicó el diseño estadístico debido a que no existió valores de mortalidad por las unidades experimentales; del total de plantas trasplantadas que corresponde a 408 plantas existió una mortalidad de 0,74 % que no es ni el uno por ciento; del seguimiento en campo solo se tuvo la mortalidad de 3 plantas en todo el ensayo de campo realizado, dando un prendimiento de 99,26 % de plantas.

Para Quishpe (2013), en su investigación con la variedad de frutilla albión en dos sistemas de producción reportó una mortalidad del 10 % en el suelo mientras que esta misma variedad en sistema hidropónico tuvo una mortalidad del 12 %.

De acuerdo con los datos reportados en el estudio realizado por Medina (2015), en la evaluación de cuatro abonos orgánicos en la producción de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*), se obtuvo un prendimiento del 90,04 % y una mortalidad de 9,96 %.

Con esto se comprueba que es necesario la aplicación de los fertilizantes orgánicos, lo cual se demostró claramente que el T4 (tratamiento 4) el testigo con fertilizante químico, con su aplicación se vio afectado en las características del suelo y en el desarrollo radicular de las plantas, además es importante destacar la cantidad excesiva de este fertilizante puede ser perjudicial para el cultivo de frutilla ya que no facilita el prendimiento y posible desarrollo de las plantas, por esta razón la fertilización se debe aplicar de acuerdo a las necesidades nutritivas del suelo y del cultivo.

5.3.5. Días a la floración

En la tabla 21, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente días a la floración, en el cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$); mientras que para los tratamientos se evidencia una diferencia altamente significativa

($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 2,63 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable dependiente días a la floración

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p</i> - valor	Significancia
Bloques	2,00	8,17	4,08	1,32	0,3339	ns
Tratamientos	3,00	787,000	262,33	85,08	< 0,0001	**
Error	6,00	18,50	3,08	1,00		
Total	11,00	813,67				

CV	2,63 %
\bar{X} =	63,83 días

En la figura 8, se muestra el número de días a la floración y los diferentes tratamientos; mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó tres rangos de significancia (A); (B) y (C). El tratamiento con mayor número de días fue el T3 (tratamiento 3) con 76 días, ubicado en el rango A y el tratamiento con menor número de días fue el T2 (tratamiento 2) con 55 días ubicándose en el rango C.

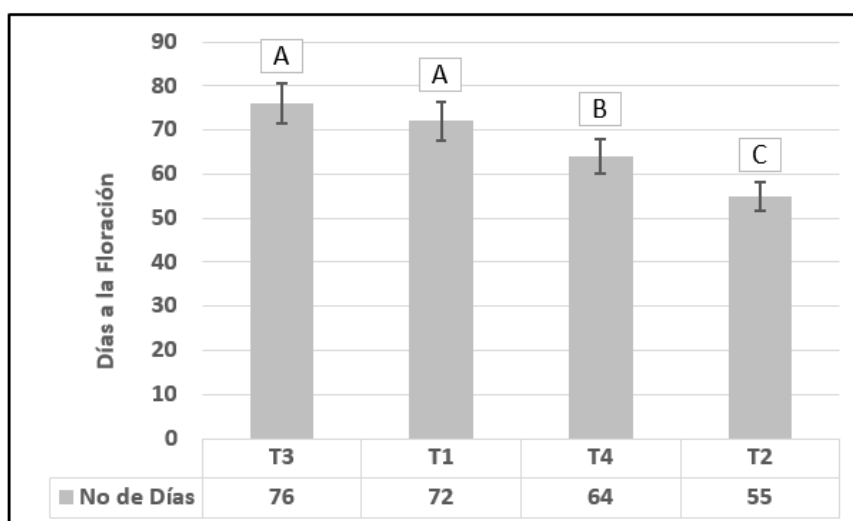


Figura 8. Prueba Tukey al 5% para los días a la floración.

Los datos obtenidos de la investigación expuestos en la figura 8, confirman que el T2 (tratamiento 2) reportó el menor número de días a la floración con 55 días, en comparación con los otros tratamientos T1 (tratamiento 1), T3 (tratamiento 2) y T4 (tratamiento 4), siendo más precoz para entrar a la fase fenológica de floración.

En la investigación de Lema (2010), de la evaluación del cultivo de fresa mediante dos tipos de fertilización química y orgánica reportó un promedio de 63 días a la floración, estos valores son superiores a los analizados en esta investigación en el que se evidencio un menor número de días a la floración de 55 días con el T2 (tratamiento 2) que se aplicó por medio del sistema de fertirriego por riego por goteo el fertilizante orgánico líquido tipo 2 con los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

Tapia (2014), indica que en su investigación el periodo de floración de la frutilla está entre los 90 – 100 días dentro del proceso fenológico, que evaluó la respuesta del cultivo de frutilla con la aplicación de fertilizantes foliares.

Con estos resultados se deduce que el sistema de fertirriego por riego por goteo con la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos acelera los procesos fenológicos de las plantas debido al aporte de nutrientes necesarios para el cultivo de frutilla, lo cual disminuye el tiempo a la cosecha; claro está que también depende de la variedad, las condiciones climáticas que necesita el cultivo como la temperatura y las horas luz.

5.3.6. Número de frutos por planta a los 90 días

En la tabla 22, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 90 días, en la cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 4,90 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 22

Análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 90 días

FV	GL	SC	CM	F. cal	p - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,03	0,02	0,37	0,7065	ns
Tratamientos	3,00	8,250	2,75	57,89	0,0001	**
Error	6,00	0,28	0,05	1,00		
Total	11,00	8,57				

CV 4,90 %
 \bar{X} = 4,45 frutos

En la figura 9, se detalla la variable dependiente número de frutos por planta a los 90 días después del trasplante en los diferentes tratamientos; mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó tres rangos de significancia (A), (B) y (C). El tratamiento con mayor número de frutos fue el T2 (tratamiento 2) con 5,50 frutos, ubicado en el rango A y seguido del tratamiento T4 (tratamiento 4) el testigo que se comportó estadísticamente igual entre sí, el tratamiento con menor número de frutos fue el T3 (tratamiento 3) con 3,30, ubicándose en el rango C.

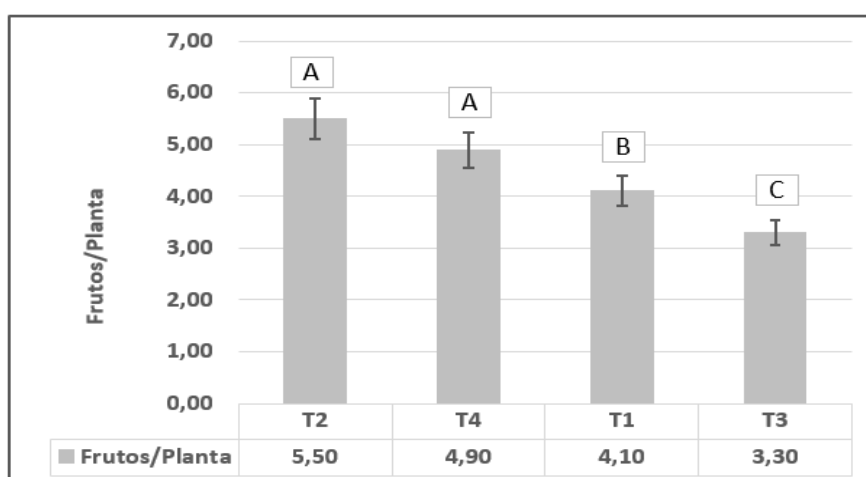


Figura 9. Prueba Tukey al 5% para el número de frutos por planta a los 90 días.

Los datos obtenidos de la investigación expuesta en la figura 9, confirman que el tratamiento T2 (tratamiento 2) obtuvo mayor número de frutos por planta con 5,50 frutos con respecto al resto de tratamientos.

Los valores de esta investigación son similares a los obtenidos por el estudio realizado por Anrango (2015), de la eficacia de acaricidas botánico y químico en el control (*Tetranychus sp*), en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*), en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura, que reportó un número de frutos por planta de 5,13 frutos.

Mientras que Rivadeneira (2016), registra unos valores de 3,31 frutos por planta, a los 91 días este valor es inferior al obtenido en la investigación, por lo que argumenta que la zeolita desarrolla su mayor potencial a los cuatro meses de aplicación al cultivo, teniendo baja influencia en el número de frutos por planta a la fecha evaluada.

En este sentido se evidencia lo imprescindible de hacer un buen uso del sistema fertirriego por riego por goteo con el uso de fertilizantes orgánicos líquidos que van a influir en el número de frutos que produzca una planta y a su vez en el rendimiento de esta.

5.3.7. Número de frutos por planta a los 120 días

En la tabla 23, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 120 días, en la cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 5,55 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 23

Análisis de varianza para la variable dependiente número de frutos por planta a los 120 días

FV	GL	SC	CM	F. cal	p - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,03	0,01	0,15	0,8654	ns
Tratamientos	3,00	12,042	4,01	44,60	0,0002	**
Error	6,00	0,54	0,09	1,00		
Total	11,00	12,61				

CV	5,55 %
\bar{X} =	5,41 frutos

En la figura 10, se muestra el número de frutos por planta a los 120 días después del trasplante en los diferentes tratamientos; mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó dos rangos de significancia (A) y (B). El tratamiento con mayor número de frutos fue el T2 (tratamiento 2) con 6,70 frutos por planta seguido del T4 (tratamiento 4) el testigo con 6 frutos por planta que estadísticamente se comportaron igual, pero aritméticamente diferentes, ubicándose en el rango A, los tratamientos T1 (tratamiento 1) y T3 (tratamiento 3) se ubicó en el rango B.

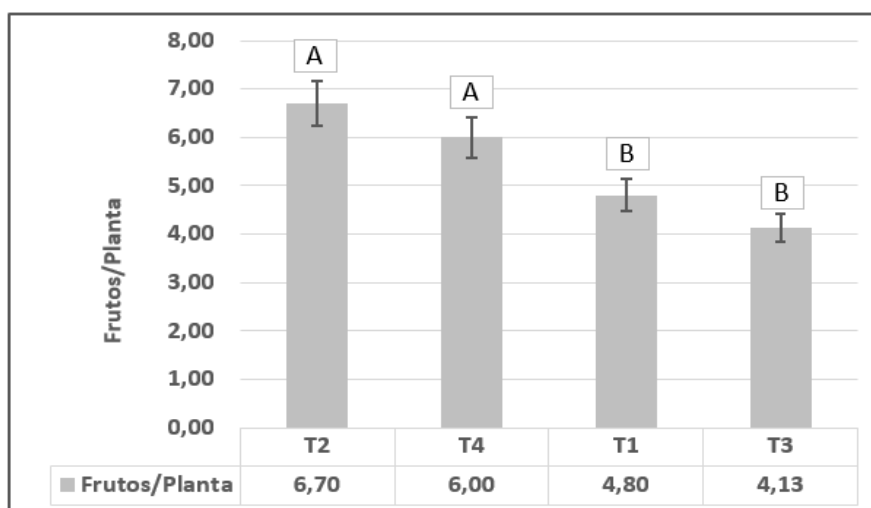


Figura 10. Prueba Tukey al 5% para el número de frutos por planta a los 120 días.

El número de frutos a los 120 días después del trasplante con la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos por el sistema de fertirriego por riego por goteo sí influyó de manera significativa con el T2 (tratamiento 2) que está compuesto por el fertilizante orgánico líquido tipo 2 y este fertilizante tiene un mayor contenido de nutrientes y alcanzo un mayor número de frutos por planta con un promedio de 6,70 frutos; mientras que en los tratamientos donde su contenido de nutrientes solo está compuesta de restos orgánicos si influye pero no de manera significativa.

En el estudio realizado por Palchisaca (2018), reporta 13,7 frutos por planta a los 170 días y 17,85 a los 185 días al evaluar soluciones nutritivas con diferentes dosis de calcio mediante el sistema de fertirriego en el cultivo de frutilla.

La investigación que realizó Galarraga (2015), evaluó niveles de fertilización orgánica en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa*) en Puembo – Pichincha, tuvo un valor promedio de 12 frutos por planta, estos resultados fueron obtenidos a los 11 meses después del trasplante; estos resultados fueron superiores a los obtenidos en esta investigación.

Por lo que se confirma que entre más días después del trasplante se obtiene un mayor número de frutos por planta hasta que el cultivo llegue a su curva máxima de producción. Se evidencia al hacer un buen uso del fertirriego por riego por goteo con la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos van influir en el mayor número de frutos que produzcan las plantas y a su vez en el rendimiento.

5.3.8. Rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 90 días

Del análisis de varianza tabla 24, para la variable dependiente rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 90 días, se observa que no existe diferencia significativa entre bloques ($p > 0,05$), en cambio se presenta una diferencia altamente significativa al ($p < 0,01$) para los tratamientos, teniendo un coeficiente de variación de 5,04 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 24

Análisis de varianza para la variable dependiente rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 90 días (kg)

FV	GL	SC	CM	F. cal	p - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,01	0,01	0,20	0,8210	ns
Tratamientos	3,00	5,236	1,75	62,41	0,0001	**
Error	6,00	0,17	0,03	1,00		
Total	11,00	5,42				

CV	5,04 %
\bar{X} =	3,32 kg

En la figura 11, se muestra el rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 90 días después del trasplante en los diferentes tratamientos, mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó dos rangos de significancia (A) y (B). El tratamiento con mayor rendimiento fue el T2 (tratamiento 2) con 4,12 kg ubicado en el rango A, mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el T3 (tratamiento 3) con 2,46 kg ubicándose en el rango B.

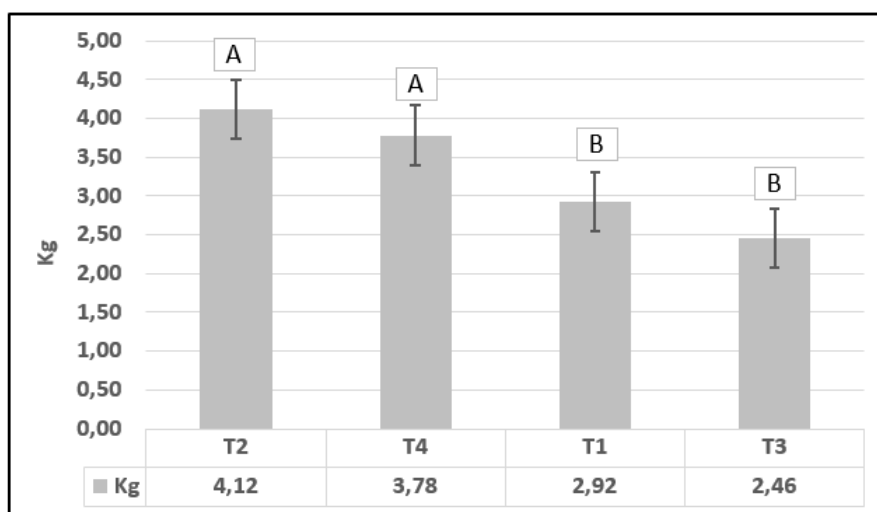


Figura 11. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total del fruto extraído a los 90 días (kg).

5.3.9. Rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 120 días

En la tabla 25, para la variable dependiente rendimiento total de fruto extraído por unidad experimental a los 120 días, se observa que no existe diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$); mientras que para los tratamientos presenta diferencias altamente significativas al ($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 4,03 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 25

Análisis de varianza para la variable dependiente rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 120 días (kg)

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p</i> - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,03	0,01	0,37	0,7074	ns
Tratamientos	3,00	11,081	3,69	97,08	< 0,0001	**
Error	6,00	0,23	0,04	1,00		
Total	11,00	11,34				
CV	4,03 %					
\bar{X} =	4,48 kg					

En la figura 12, se muestra el rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental a los 120 días después del trasplante en los diferentes tratamientos, mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó cuatro rangos de significancia (A), (B), (C) y (D). El tratamiento con mayor rendimiento fue el T2 (tratamiento 2) con 6,10 kg ubicado en el rango A, mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el T3 (tratamiento 3) con 3,52 kg ubicándose en el rango D.

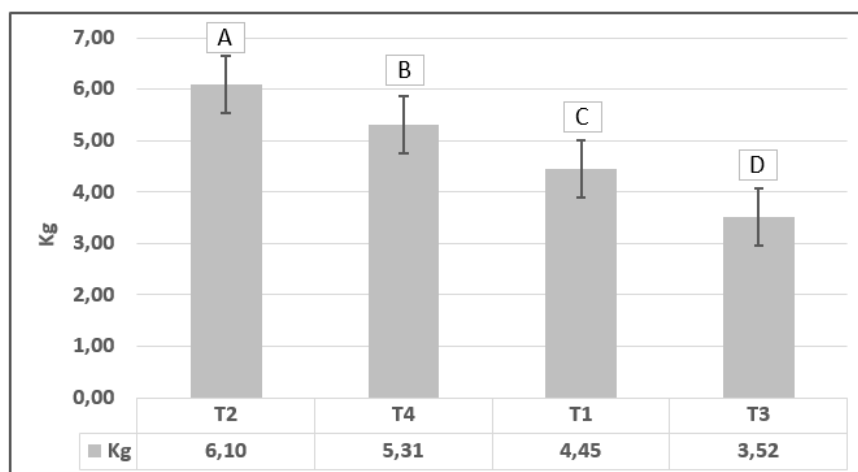


Figura 12. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento total del fruto extraído a los 120 días (kg).

Los datos obtenidos en la investigación están expuestos en la figura 11 y la figura 12 confirma que el mejor tratamiento en la variable dependiente de rendimiento total del fruto extraído por unidad experimental fue el T2 (tratamiento 2) con promedios de 4,12 kg a los 90 días y 6,10 kg a los 120 días, seguido del T4 (tratamiento 4) el testigo con promedios de 3,78 kg a los 90 días y 5,31 kg a los 120 días; mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el T3 (tratamiento 3) con promedios de 2,46 kg a los 90 días y 3,52 kg a los 120 días.

En la investigación realizada por Mora (2019), la evaluación de tres variedades de frutilla bajo dos sistemas de producción al aire libre y micro túnel; específicamente en la variedad albión que es objeto de estudio, reportó rendimientos de 151,1 gramos/planta al aire libre en la primera temporada de cosecha y de 270,5 gramos/planta en micro túnel en la segunda temporada de cosecha.

Estos datos concuerdan con los investigados que al obtener el promedio más alto en el T2 (tratamiento 2) con 6,10 kg por unidad experimental que al transformarlos en gramos por planta nos da un promedio de 179,41 gramos; estando en un rango similar a la investigación realizada por Mora.

5.4. Evaluación de las variables dependientes agronómicas en laboratorio

5.4.1. Grados Brix del fruto

En la tabla 26, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente Grados Brix, en la cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$), teniendo un coeficiente de variación de 4,26 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 26

Análisis de varianza para la variable dependiente Grados Brix del fruto (°Brix)

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p</i> - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,24	0,12	0,60	0,5811	ns
Tratamientos	3,00	14,430	4,81	23,37	0,0010	**
Error	6,00	1,24	0,21	1,00		
Total	11,00	15,91				
CV	4,26%					
\bar{X} =	10,65°Brix					

Al realizar la prueba Tukey al 5 % (figura 13), se formó cuatro rangos de significancia (A), (AB), (BC) y (C), en el cual se puede apreciar que existen diferencias significativas entre tratamientos. Demostrando que el tratamiento con mayor valor de Grados Brix es el T2 (tratamiento 2) con 12,23°Brix ubicado en el rango A; mientras que el tratamiento con menor valor de Grados Brix fue el T3 (tratamiento 3) con 9,33°Brix ubicándose en el último rango C.

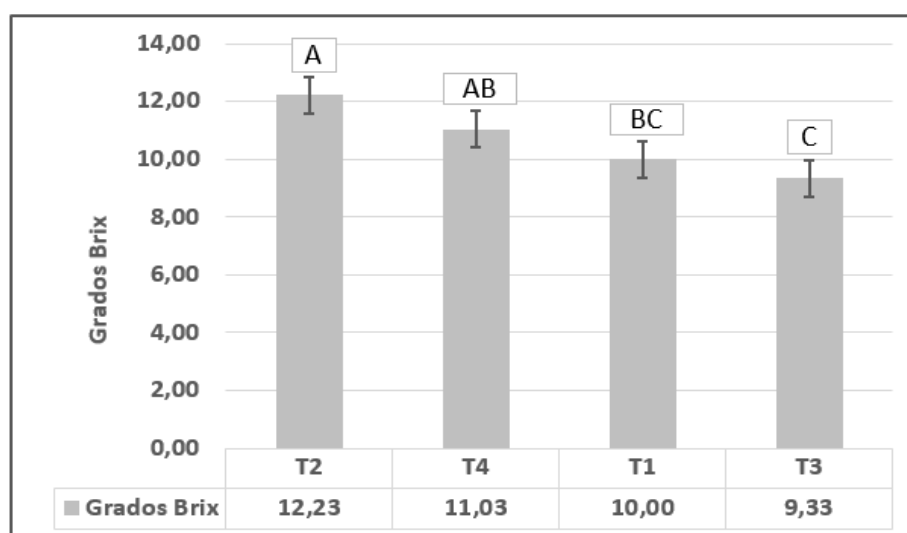


Figura 13. Prueba Tukey al 5% para los Grados Brix.

Los datos obtenidos en la investigación expuestos en la figura 13, confirman que el mejor valor de Grados Brix es el T2 (tratamiento 2) con 12,32°Brix, el tratamiento que se utilizó la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2.

Con la investigación realizada de Palchisaca (2018), de la evaluación de soluciones nutritivas a base de calcio en el cultivo de frutilla mediante el sistema de fertirriego obtuvo valores con promedios entre 9 y 13°Brix, que son similares a los de esta investigación.

Lo que se evidencia el efecto al realizar un sistema de fertirriego con riego por goteo con soluciones nutritivas equilibradas y que contengan los elementos necesarios para el normal desarrollo de la planta.

La fruta tiene un 10 % de azúcar, aunque esta cifra varía en función de la especie y variedad, condiciones climáticas y tratamientos fitosanitarios durante el cultivo, también en condiciones de almacenamiento y estado de maduración (Sunzest, 2017).

5.4.2. pH del fruto

En la tabla 27, se detalla el análisis de varianza para la variable dependiente pH del fruto, en la cual no existió diferencia significativa entre los bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); teniendo un coeficiente de variación de 2,84 %, relativamente bajo, demostrando que los datos obtenidos de la investigación no presentan mucha variabilidad.

Tabla 27

Análisis de varianza para la variable dependiente pH del fruto

FV	GL	SC	CM	F. cal	<i>p</i> - valor	Significancia
Bloques	2,00	0,03	0,01	1,77	0,2495	ns
Tratamientos	3,00	0,254	0,08	10,22	0,0090	**
Error	6,00	0,05	0,01	1,00		
Total	11,00	0,33				
CV	2,84 %					
\bar{X} =	3,21 pH					

En la figura 14, se muestra el pH del fruto en los diferentes tratamientos; mediante la prueba Tukey al 5 %, se formó tres rangos de significancia (A), (AB) y (B). El tratamiento con mayor valor de pH en el fruto el T2 (tratamiento 2) con 3,40 ubicado en el rango A; aunque estadísticamente son iguales entre tratamientos con el T4 (tratamiento 4) el testigo con un pH de 3,27, pero aritméticamente son diferentes, el tratamiento con menor pH fue el T3 (tratamiento 3) con 3,01 ubicándose en el rango B.

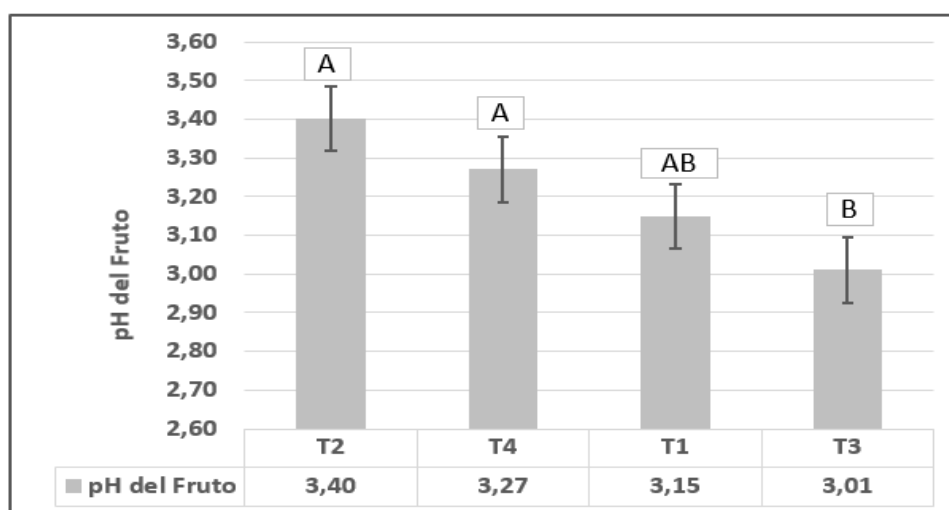


Figura 14. Prueba Tukey al 5% para el pH del fruto.

El pH del fruto en esta investigación reportó el valor más alto del T2 (tratamiento 2) con 3,40, este dato se asemeja a lo evaluado por la investigación de Aguagallo (2015), que

evaluó la determinación del índice de madurez para el empacado de frutilla (*Fragaria vesca*) variedad albión en dos tipos de ambiente en el agro centro Guaslán – Riobamba que reportó un valor promedio a la cosecha de un pH de 3,7.

El pH de la frutilla puede variar en función de su temperatura, y otras condiciones que se le dé al fruto oscilando entre 3,0 y 3,5; los valores del pH de los frutos, varían en función de la variedad y grado de madurez, un fruto maduro es menos ácido que el mismo fruto tierno (Mora, 2019).

5.5. Análisis del costo/beneficio de la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos

Tabla 28

Inversión total del proyecto de investigación

Costos de producción para parcela investigación m ²					
Cultivo frutilla			Tipo de cultivo semi – tecnificado		
Costos variables (CV) costos de implementación					
Detalle	Actividades productos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
1.Preparación del suelo					
	Rastra	Hora	1	\$ 15,00	\$ 15,00
	Análisis de suelo	Unidad	5	\$ 31,00	\$ 155,00
2. Terreno	Arriendo	Mes	6	\$ 20,00	\$ 120,00
	Cerramiento	Lote	1	\$ 80,00	\$ 80,00
3. Sistema de Riego	Sistema de riego por goteo	Lote	1	\$ 372,72	\$ 372,72
4. Siembra	Siembra	Jornal	1	\$ 15,00	\$ 15,00
	Plántulas	Unidad	408	\$ 0,15	\$ 59,16
	Armado de camas	Jornal	2	\$ 15,00	\$ 30,00
	Instalación del sistema de riego	Jornal	2	\$ 15,00	\$ 30,00
	Plástico negro	Metro	24	\$ 1,30	\$ 31,20
	Instalación de plástico	Jornal	1	\$ 7,00	\$ 7,00
	Huecos en el plástico	Jornal	1	\$ 7,00	\$ 7,00
5. Fertilizantes	Riego	Jornal	48	\$ 3,50	\$ 168,00
	Gallinaza	Saco	7	\$ 2,50	\$ 17,50
	Abono de ovino	Saco	16	\$ 3,00	\$ 48,00
	Insumos fertilizantes	Global	1	\$ 96,52	\$ 96,52
6. Desinfectantes	Cal	Unidad	1	\$ 5,00	\$ 5,00
7. Transporte cosecha	Transporte	Unidad	1	\$ 35,00	\$ 35,00
	Cosecha	Jornal	6	\$ 15,00	\$ 90,00

Continuación de la tabla 28

Baldes de 1 galón	Unidad	1	\$ 1,89	\$ 1,89
Baldes de 20 litros	Unidad	2	\$ 3,80	\$ 7,60
Canasta plástica	Unidad	2	\$ 3,00	\$ 6,00
Vendedor	Jornal	6	\$ 7,00	\$ 42,00
Costos directos (CD)				
Total de CD				\$ 1.456,87
% de CD (7%)				\$ 101,98
Costos indirectos				
Total de CI %				\$ 35,00
% de CI				\$ 2,45
Total (cd + ci)				\$ 1.491,87

El costo total de la implementación del proyecto de investigación fue de \$ 1491,87 dólares para los 33,6 m² del área que se utilizó, tomando en cuenta que cada tratamiento tiene una superficie de 8,4 m² por las tres repeticiones realizadas; el costo de la instalación por m² es de \$ 44,40 dólares.

Para el análisis del cálculo del costo de los fertilizantes orgánicos líquidos se tomó en cuenta los litros de consumo empleados en el sistema de fertirriego por riego por goteo según la fenología aplicada al cultivo que fueron 120 días como se detalla en la tabla 29.

Tabla 29

Análisis del uso de fertilizante orgánico líquido

Fertilizante orgánico líquido	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Metros cuadrados por tratamiento	Ciclo fenológico del cultivo		
					Inicial	Medio	Final
					1 – 50 días	51 – 90 días	91 -120 días
					T=8 min	T=17m in	T=15 min
Fertilizante tipo 1	1	litro	0,29	8,4	392	663	435
Fertilizante tipo 2	1	litro	0,52	8,4	392	663	435
Fertilizante tipo 3	1	litro	0,34	8,4	392	663	435
Fertilizante químico	1	litro	0,26	8,4	392	663	435
Total				33,6	49	39	29

Tabla 30

Costo de aplicación del fertilizante orgánico líquido por tratamiento

Fertilizante orgánico líquido	Metros cuadrados por tratamiento	Litros aplicados por fertilizante	Costo unitario \$	Costo total \$
Fertilizante tipo 1	8,4	35,5	0,29	10,29
Fertilizante tipo 2	8,4	35,5	0,52	18,46
Fertilizante tipo 3	8,4	35,5	0,34	12,07
Fertilizante químico	8,4	35,5	0,26	9,23
Total	33,6	142		50,05

Tabla 31

Costo de aplicación del fertilizante orgánico líquido en la investigación por hectárea

Fertilizante orgánico líquido	Hectárea (m ²)	Costo por l/m ² (fertilizante)	Costo por fertilizante/ha ⁻¹ (en dólares)
Fertilizante tipo 1	10.000	0,29	2.900,00
Fertilizante tipo 2	10.000	0,52	5.200,00
Fertilizante tipo 3	10.000	0,34	3.400,00
Fertilizante químico	10.000	0,26	2.600,00

Tabla 32

Rendimiento kg de fruto a los 90 días (área 33,6 m²)

Rendimiento Bloque/tratamiento	T1	T2	T3	T4
Bloque 1	3,00	4,02	2,46	3,93
Bloque 2	2,99	4,21	2,57	3,52
Bloque 3	2,76	4,12	2,35	3,88
TOTAL	8,75	12,35	7,38	11,33

Tabla 33

Rendimiento kg de fruto a los 120 días (área 33,6 m²)

Rendimiento Bloque/tratamiento	T1	T2	T3	T4
Bloque 1	4,56	6,12	3,46	5,32
Bloque 2	6,00	6,15	3,23	5,27
Bloque 3	4,32	6,03	3,88	5,33
TOTAL	14,88	18,30	10,57	15,92

Para el cálculo de costo/beneficio se calcula la producción de kilogramos cosechados a los 90 y 120 días con dos cosechas a la semana.

Tabla 34

Resumen del costo de los fertilizantes utilizados en la investigación por litro preparado

Fertilizante orgánico líquido	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$
Fertilizante tipo 1	1	1	0,29
Fertilizante tipo 2	1	1	0,52
Fertilizante tipo 3	1	1	0,34
Fertilizante químico	1	1	0,26

Tabla 35

Análisis costo/beneficio de la investigación

Fertilizantes	Kilos totales por tratamiento hasta los 120 días	Inversión por metro cuadrado	Fertilizante por U.E.	Inversión total	Precio kilo de Frutilla Orgánica	Ingresos	Relación C/B por U.E.
Fertilizante tipo 1	47,26	44,40	10,29	54,69	1,90	89,79	1,64
Fertilizante tipo 2	61,30	44,40	18,46	62,86	1,90	116,47	1,85
Fertilizante tipo 3	35,90	44,40	12,07	56,47	1,90	68,21	1,21
Fertilizante químico	54,50	44,40	9,23	53,63	1,90	103,55	1,93

Analizando los ingresos con un precio del kilo de frutilla de \$ 1,90 dólares se obtienen para cada tratamiento, los gastos realizados de instalación del proyecto, más la elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos y la aplicación de estos fertilizantes por cada tratamiento. En la relación costo/beneficio de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos para cada tratamiento es: T1 (tratamiento 1) es de 1,64, T2 (tratamiento 2) es de 1,85, T3 (tratamiento 3) es de 1,21 y el T4 (tratamiento 4) el testigo es de 1,93; resultando el mejor tratamiento en la relación costo/beneficio el T4 (tratamiento 4) el testigo, en donde se expresa que por cada dólar invertido se tendrá de utilidad 0,93 centavos de dólar, mientras en la parte orgánica tuvo el segundo lugar el T2 (tratamiento 2) con un ingreso de 0,85 centavos de dólar por cada dólar invertido.

Al analizar los costos de producción por hectárea del cultivo de frutilla semi – tecnificado se tiene una inversión de \$ 20106,70 dólares con un ingreso promedio de \$ 23660,00 dólares con un precio por kilo de \$ 1,60 dólares, (GAD PI, 2018).

El empleo de fertilizantes químicos tiene un costo por hectárea de \$ 3982 dólares, al implementar con los valores de fertilizantes orgánicos líquidos por hectárea del mejor tratamiento que es el T2 (tratamiento 2) con el fertilizante orgánico líquido tipo 2 en el análisis del desarrollo agronómico tiene un costo de \$ 5287,5 dólares por hectárea y se estima un ingreso de 0,9 kg/planta, también 40000 plantas/ha⁻¹ dando un total de 36000 kg de producción con el precio del mercado por kilo de \$ 1,80 dólares con esto se tiene los ingresos de \$ 64800 dólares por hectárea con la inversión del T2 (tratamiento 2) que es el más favorable en la investigación.

5.6. Discusión: Análisis físico – químico de las muestras de suelo con los resultados ya aplicados los fertilizantes orgánicos líquidos y el testigo (fertilizante químico).

De acuerdo con la tabla 36, se realizó el análisis del suelo después de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos, para observar sus efectos en el suelo al realizar la aplicación de estos mediante un sistema de fertirriego por riego por goteo y se pudo determinar variaciones entre cada tratamiento.

Con respecto a la aplicación de los fertilizantes:

El T2 (tratamiento 2) tuvo los siguientes niveles: los macronutrientes como el nitrógeno N se encuentra en un nivel medio, el fósforo P y el potasio K se encuentran en un nivel alto, como también están los micronutrientes igual nivel que los dos macronutrientes del fósforo P y el potasio K a excepto de los nutrientes manganeso Mn que se encuentra en un nivel medio y el boro B se encuentra en un nivel bajo, el pH del suelo está en el nivel ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica (Ce) se encuentra en un nivel bajo y la materia orgánica (M.O) se encuentra en un nivel bajo, como lo está explicado en el análisis físico – químico del suelo en el anexo 33.

El T1 (tratamiento 1) tuvo los siguientes niveles: los macronutrientes como el nitrógeno N se encuentra en un nivel medio, el fósforo P y el potasio K se encuentran en un nivel alto con el resto de micronutrientes excepto al boro B que está en un nivel bajo, el pH del suelo se encuentra en el nivel neutro, la conductividad eléctrica está en un nivel bajo al igual que la materia orgánica (M.O), como lo está explicado en el análisis físico – químico del suelo en el anexo 32.

El T3 (tratamiento 3) y el T4 (tratamiento 4) tuvieron los mismos niveles que son los siguientes: los macronutrientes como el nitrógeno N se encuentran en un nivel medio, el fósforo P y el potasio K se encuentran en un nivel alto como algunos micronutrientes a excepto del manganeso Mn que tiene un nivel medio y el boro B que está en un nivel bajo, el pH del suelo está en un nivel neutro, la conductividad eléctrica (Ce) está en un nivel bajo y la materia orgánica (M.O) está en un nivel medio, como lo está explicado en el análisis físico - químico del suelo en los anexos 34 y 35.

Con los resultados que están en la tabla 36, se pudo determinar que, si hay variaciones y efectos en el suelo entre tratamientos, en el T2 (tratamiento 2) con la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2 se tuvo mayor proceso en la nutrición de las plantas de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*) y en los procesos físicos – químicos en el suelo con respecto a los demás tratamientos, los T3 (tratamiento 3) con la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 3 y el T4 (tratamiento 4) con la aplicación del fertilizante químico (testigo) fueron diferentes con un nivel medio en los procesos indicados anteriormente en el T2 (tratamiento 2), por lo que varía en los resultados del pH del suelo y de la materia orgánica (M.O), en cambio con el T1 (tratamiento 1) con la aplicación de

los fertilizantes orgánicos líquidos tipo 1 se tuvo un menor proceso indicado en el T2 (tratamiento 2), también con el T3 (tratamiento 3) y el T4 (tratamiento 4) como esta evidenciada tanto en los niveles de los nutrientes y los valores que refleja en la tabla.

Tabla 36

Resultados de los análisis de suelo después de la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos

Nutrientes		Valor						Unidades	
Tratamientos	T1	Niveles de nutrientes	T2	Niveles de nutrientes	T3	Niveles de nutrientes	T4	Niveles de nutrientes	
Fertilizantes	FOLT1		FOLT2		FOLT3		FTQ		
N	42,50	Medio	32,50	Medio	30,00	Medio	38,75	Medio	ppm
P	154,44	Alto	126,02	Alto	127,22	Alto	183,31	Alto	ppm
S	46,25	Alto	58,50	Alto	27,00	Alto	37,00	Alto	meq /100 ml
K	1,82	Alto	2,14	Alto	1,86	Alto	1,91	Alto	meq /100 ml
Ca	12,75	Alto	10,97	Alto	10,95	Alto	9,93	Alto	meq /100 ml
Mg	2,72	Alto	2,44	Alto	2,38	Alto	2,60	Alto	meq /100 ml
Zn	8,87	Alto	9,12	Alto	7,71	Alto	9,83	Alto	ppm
Cu	7,28	Alto	4,16	Alto	5,45	Alto	5,25	Alto	ppm
Fe	210,72	Alto	91,02	Alto	91,37	Alto	58,58	Alto	ppm
Mn	29,89	Alto	11,86	Medio	7,25	Medio	7,20	Medio	ppm
B	0,62	Bajo	0,50	Bajo	0,56	Bajo	0,17	Bajo	ppm
pH	7,45	Neutro	7,68	Ligeramente alcalino	7,38	Neutro	7,47	Neutro	
Ce	1,01	Bajo	1,42	Bajo	1,33	Bajo	1,49	Bajo	mS/cm ⁻¹
MO	2,56	Bajo	2,91	Bajo	3,22	Medio	3,15	Medio	%

Fuente: LABONORT, (2021), adaptado por el autor

T1 = Tratamiento N.º 1

T2 = Tratamiento N.º 2

T3 = Tratamiento N.º 3

T4 = Tratamiento N.º 4

Ce= Conductividad Eléctrica

MO= Materia Orgánica

FOLT1: Fertilizante orgánico líquido tipo 1

FOLT2: Fertilizante orgánico líquido tipo 2

FOLT3: Fertilizante orgánico líquido tipo 3

FTQ: Fertilizante testigo químico

Ce= Conductividad Eléctrica

MO= Materia Orgánica

Nota: Los análisis del suelo después de la aplicación de los fertilizantes orgánicos están en los Anexos 32, 33, 34, 35.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Luego de analizar los resultados de la presente investigación se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- Con la utilización del sistema de fertirriego por riego por goteo con el T2 (tratamiento 2) que está compuesto del fertilizante orgánico líquido tipo 2, se obtuvo los mejores resultados en el desarrollo agronómico de las plantas al reportar que tiene la mayor altura de planta después del trasplante con 21,53 cm, los días a la floración se aceleró a 55 días, el mejor número de frutos por planta fue de 6,70 frutos.
- El rendimiento por kilogramos totales extraídos por unidad experimental fue de 4,12 kg incrementándose a los 120 días a 6,10 kg por lo que el fertilizante orgánico líquido tipo 2 aplicado al sistema de fertirriego por riego por goteo es apropiada para el desarrollo fenológico del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*).
- Al comparar el fertilizante orgánico líquido tipo 2 con el testigo el fertilizante químico, se puede evidenciar que el tipo 2 fue el mejor, ya que, el fertilizante químico ocupó el segundo lugar en los resultados de la investigación, tomando en cuenta que esta formulación que contiene un buen porcentaje de macro y micro nutrientes favorecieron para los resultados obtenidos. A comparación de los fertilizantes orgánicos líquidos tipo 1 y tipo 3 que no representaron buenos resultados debido a su formulación nutritiva no contaba con los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.
- El T4 (tratamiento 4) el testigo que está compuesto por el fertilizante químico es el mejor tratamiento en la relación costo/beneficio de 1,93, mientras que el T2 (tratamiento 2) que está compuesto por el fertilizante orgánico líquido tipo 2 tiene

una relación costo/beneficio de 1,85, donde se expresa que por cada dólar invertido se tendrá de utilidad un porcentaje de esta relación económica.

- Con la investigación se afirma la hipótesis alternativa que al menos un tipo de fertilizante orgánico líquido aplicado por el sistema de fertirriego por riego por goteo tiene efecto en el desarrollo agronómico del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *albión*), siendo el T2 (tratamiento 2) que tiene los mejores resultados en sus variables dependientes e influye con mayor eficacia en el desarrollo del cultivo.

6.2. Recomendaciones

- Realizar estudios basados a esta investigación en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*), con la implementación de otras variables de control, para comprender mejor el efecto que tiene el sistema de fertirriego por riego por goteo con la aplicación de los fertilizantes orgánicos líquidos.
- Realizar futuras investigaciones en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*), para determinar una dosis ideal con el sistema de fertirriego por riego por goteo para el desarrollo y producción del cultivo.
- Sería importante evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2 con otro tipo de variedades de frutilla, para poder analizar los rendimientos y el análisis económico que representa para el agricultor.
- Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que la aplicación del fertilizante orgánico líquido tipo 2 generó un buen efecto en la relación costo/beneficio, por lo cual se recomienda aplicar este tipo de fertilizantes para obtener ganancias.
- Finalmente se recomienda, hacer un buen uso y manejo del sistema de fertirriego por riego por goteo para lograr calidad de frutos, incrementos en los rendimientos, optimización del uso del agua y los fertilizantes orgánicos líquidos, así como la reducción de los impactos ambientales, que pueden presentarse en el manejo del cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*).

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍAS:

- Acuña, O. (2015). *El Uso de Biofertilizantes en la Agricultura*. Recuperado de: <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/cenat/biofertilizantes.pdf>
- Aguagallo, W. (2015). *Determinación del índice de madurez para el empaqueo de frutilla (Fragaria vesca) variedad Albión en dos tipos de ambiente en el agro centro Guaslán del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)*. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/448/1/UNACH-EC-IAGRO-2015-0014.pdf>
- Agriculturers. (2014). *¿Qué es la fertirrigación?* Recuperado de: <http://agriculturers.com/que-es-la-fertirrigacion/>
- Álvarez, M. (2018). *Niveles de “Bocashi” y “Microorganismos Eficaces” en el Rendimiento de Fresa (Fragaria x ananassa Duch) CV. Selva en Condiciones de Zonas Áridas-Irrigación Majes*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Base de datos de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6141/AGamalma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvares, W. (2019). *Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica de la frutilla (Fragaria sp.) En el cantón Cayambe*. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17768>
- Azucena, C., y Leonor, L. (2010). *Evaluación del rendimiento en cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavia Cordero Palacios, Cantón Cuenca*. (Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca).

- Barajas, L. (2017). *Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. Ingeciencia*, 2(1), 6569. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/331454557> –
Biofertilizantes_conceptos_beneficios_y_aplicacion_en_Colombia.
- Barrera, R. (2015). *Optimización de los Parámetros del Proceso de Fermentación del Jugo de Caña para Obtener Bioetanol en la Planta Piloto de Alcohol de la Facultad de Ingeniería Química-UNAP*. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana).
- Burgo, O., Fernández, R., Vera, R., Maldonado, F., Saltos, M., y Benítez, L. (2017). *Estudio Experimental en el Uso del Fertilizante Orgánico y el Químico. Revista Espacios*, 9, (9), 9. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n09/a18v39n09p09.pdf>
- Cabrera, O., Franco, A., Cabriales, J., y Nuñez, J. (2012). *Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 3, Núm. 6, 1261-1274. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n6/v3n6a15.pdf>
- Carmona, R. (2009). *Cartilla de la Fresa (Fragaria ananassa)*. Recuperado de: https://www.cropscience.bayer.co/~media/BayerCropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx
- Colmenero, F.M., Franco-Navarro J.D., Cubero-Font P., Peinado-Torrubia P., y Rosales M.A. (2019). *Chloride as a beneficial macronutrient in higher plants: new roles and regulation. International Journal of Molecular Sciences*. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/311031-Beneficios-fertilizacion-rica-cloruro-para-agricultura>.
- Córdova, H. (2019). *“Efecto de la inducción magnética del agua de riego, en el desarrollo, producción y rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativus L), variedad jaguar en la Granja Experimental ECAA”* (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra).

- Corral, A. (2016). *Abonado con guano de cabra. Argentina*. Fundación para el desarrollo socio económico y restauración ambiental. FUNDESYRAM. Recuperado de: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1230/tesis%20efecto%20de%20los%20abonos%20org%C3%A1nicos.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Cruz, R. (2017). *Evaluación del Rendimiento en el Cultivo de Fresa *Fragaria vesca* con la Mezcla de Guano de Isla y en El Distrito de Marcará Provincia de Carhuaz*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”. Base de datos de: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2661/T033_46295965_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Devine, G., Eza, D., Oigusuku, E., y Furlong, M. (2008). *Uso de Insecticidas: contexto y consecuencias*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25, (1), 74-100. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100011
- Ecured. (2019). *Brix*. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Brix>
- Estrella, I. (2015). *Evaluación de Niveles de Fertilización en el Cultivo de Frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Puenbo-Pichincha*. Tesis de Pregrado. Universidad San Francisco de Quito. Base de datos de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5639/1/122859.pdf>
- FAO. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- FAO. (2015). *El uso de fertilizantes sobrepasará los 200 millones de toneladas en 2018*. Recuperado de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/277654/icode/>
- FAO. (2016). *Perspectivas para el Medio Ambiente (Agricultura y Medio Ambiente)*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- FAO. (2019a). *La Contaminación del Suelo: Una Realidad Oculta*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

- FAO. (2019b). *Agricultura de Conservación*. Recuperado de: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/impact/benefits-of-ca/es/>
- Flores, M. (2016). Generalidades de la Experimentación Agrícola. Recuperado de: <https://metodologiainvest.files.wordpress.com/2015/03/folleto-de-disec3b1o-experimental-2016.pdf>
- Galarraga, I. (2015). *Evaluación de niveles de fertilización orgánica en el cultivo de frutilla (Fragaria x ananassa) en Puenbo – Pichincha*. Recuperado de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5639/1/122859.pdf>
- Gobierno Provincial de Imbabura, (GAD PI). (2018). Plan de Riego y Drenaje de la Provincia de Imbabura 2017- 2037
- Gómez, N. (2010). *Biofertilizantes vs Fertilización Comercial en la Agricultura*. Recuperado de: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Biofertilizantes-vs-fertilizacion-comercial-en-la-agricultura-20101006-0005.html>
- Gourcy, F., Rubalcava, J., Gutiérrez, M., Fuentes, Y., y Martínez, O. (2011). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de chile ancho (Capsicum annum L), y sobre las características químicas del suelo de la parcela experimental. Revista de Investigación y Ciencia*, 19, (51), 3-9. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67418397001.pdf>
- Guerrero, L. (2018). *Inducción de la Floración en Fresa (Fragaria x ananassa) Variedad Albión, Mediante la Aplicación de Extracto de Sauce (Salix humboldtiana) y Agua de Coco (Cocos nucifera L)*. Tesis de Pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Base de datos de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28651/1/Tesis-212%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20605.pdf>
- Guzmán, J. (2018). *Fertilizantes Químicos y Biofertilizantes en México*. Cámara de Diputados LXIII Legislatura. México. Recuperado de: http://www.cedrssa.gob.mx/files/10/64_Fertilizantes_químicos_y_biofertilizantes_en_México.pdf

- Higuera, M. (2019). *Los Microorganismos del Suelo en la Nutrición Vegetal*. Recuperado de: https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici3n_vegetal.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y Agencia de Cooperación Internacional del Jap3n (JICA). (2010). *Pasos para Elaboraci3n de Abono Org3nico L3quido "Biofertilizante"*. Recuperado de: https://www.jica.go.jp/Nicaragua/espa3nol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/44_instrucciones_01.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2015). *Riego por Goteo*. Recuperado de: http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf
- Izquierdo, J. (2017). *Contaminaci3n de los Suelos Agr3colas Provocados por el Uso de los Agroqu3micos en la Parroquia San Joaqu3n*. (Tesis de Pregrado, Universidad Polit3cnica Salesiana Sede Cuenca).
- Mart3n, E. (2014). *Efectos del boro sobre el crecimiento de las plantas*. Recuperado de: <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/1510/tesis-esperanza-martin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, J. (2015). *Evaluaci3n de Cuatro Abonos Org3nicos en la Producci3n de la Fresa (Fragaria chiloensis) Variedad Alb3n en la Granja Educativa del Colegio Bachillerato San Vicente Ferrer de la Parroquia Chuquiribamba Cant3n Loja-Provincia de Loja*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Loja. Base de datos <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13965/1/TESIS%20JUAN%20MEDINA%20definitiva.pdf>
- M3ndez, D. (2017). *Evaluaci3n del Impacto Ambiental por el Proceso de Producci3n de Frutilla (Fragaria dioica) en la Comunidad de Huaycapungo, Parroquia Gonz3lez Su3rez (Provincia de Imbabura)*. (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Cat3lica del Ecuador).

- Molina, E. (2018). Fertilización de Fresa Centro de Investigaciones Agronómicas de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20DE%20FRESAS%202018.pdf>
- Mora, J. (2019). *Evaluación de tres variedades de frutilla (Fragaria x ananassa Dutch.) bajo dos sistemas, aire libre y micro túnel, como cultivo intercalar en Los Antiguos, Santa Cruz.* Recuperado de: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_tres_variedades_de_frutilla_bajo_dos_sistemas_aire_libre_y_microtunel_como_cultivo_intercalar_en_los_antiguos.pdf
- Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa bajo invernadero, mediante dos tipos de fertilización orgánica y química en la parroquia Octavio Cordero – Cuenca.* Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/UPS-CT001855>
- Orozco, M. (2009). *Evaluación de Cinco Alternativas de Fertilización para la Producción de una Mezcla Forrajera en la Hacienda El Chaparral Ubicada en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha. (Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional).*
- Palchisaca, M. (2018). *Evaluación de soluciones nutritivas con cinco dosis de calcio en el cultivo de fresa (fragaria ananassa) cultivar Albión mediante fertirriego en la parroquia San Luis cantón Riobamba (Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).*
- Parra, J. (2018). *Producción y Comercialización de Frutilla (Fragaria sp) en la Parroquia Yaruquí, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte).*
- Pazos, M. (2018). *Conceptos Integrales de Fertirriego.* Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/conceptos-integrales-de-fertirriego>

- Quishpe, J. (2013). *Evaluación de la respuesta de frutilla (fragaria dioica) al sistema de cultivo hidropónico Conceptos*. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/UPS-YT00157>
- Quishpe, P. (2013). *Evaluación de la Respuesta de la Frutilla (Fragaria dioica) al Sistema de Cultivo Semihidropónico en el Quinche-Pichincha*. Tesis de Pregrado. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Base de datos de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5066/6/UPS-YT00157.pdf>
- Restrepo, A. (2019). ¿Qué es el análisis costo-beneficio? Recuperado de: <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/>
- Restrepo, J. (2007). *Manual Práctico de Biofertilizantes Preparados y Fermentados a Base de Mierda de Vaca*. Recuperado de: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Riofrio, M. (2013). *Determinación de la acción de fungicidas químicos para el manejo de Botrytis cinerea en el cultivo de frutilla (Fragaria chiloensis), en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura*. Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/284/T-UTB-FACIAG-AGR000069.03.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Rivadeneira, D. (2016). *Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa), en el cantón Tulcán provincia del Carchi*. Recuperado de: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/511/1/304%20Evaluacion%20de%20tres%20dosis%20de%20zeolita%20para%20optimizar%20el%20rendimiento%20del%20cultivo.pdf>
- Rodríguez, M., Rodríguez, J., y Viramontes, U. (2015). *Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales al Disminuir Riesgos de Contaminación en Actividades Agropecuarias*. CULCyT, (20), 4-14. Recuperado de: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/viewFile/443/422>

- Rodríguez, F., Cueva, M., y Monzón, A. (2014). *Programa para el diseño de mezclas de residuos agrícolas para el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus*. *Revista Tecnología Química*, 34, (2), 158-169. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000200005
- Rojas, L., Cevada, V., García, Y., Báez, A., López, M., Santos, M., y Rojas, J. (2016). Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3, (7), 72-85. Recuperado de: <http://www.reibci.org/publicados/2016/dic/2000114.pdf>
- Rueda, J. (2019). *Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos*. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica*, 5, (1), 1539-1563. Recuperado de: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/apt/v5n1/v5n1_a16.pdf
- Ruiz, J. (2004). *Factores que influyen en la producción de planta de Pinus spp. En vivero y en su establecimiento en campo*. Tesis de Pregrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Base de Datos de: <http://eprints.uanl.mx/5805/1/1020150010.PDF>
- Sánchez, E. (2017). *Caracterización Morfológica, Física y Fenológica de cuatro variedades de amaranto (Amaranthus sp.) para las condiciones meteorológicas del cantón Cevallos*. (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato).
- Sela, G. (2021). *Guía para una correcta fertilización antes de la siembra*. Smart. <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/pre-plant/>
- Silva, L., Bermúdez, A., Castiblanco, D., Almario, M., Mojica, P., Cuellar, S., Medina, C. y Tamayo, A. (2014). *Boletín Tecnológico de Tecnologías Relacionadas con Biofertilizantes*. Recuperado de: https://www.sic.gov.co/recursos_user/biofertilizantes.pdf
- Suh, H., y Rodríguez, E. (2017). *Determinación del pH y contenido total de azúcares de varias bebidas no alcohólicas: su relación con erosión y caries dental*. Recuperado de: https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/odontoinvestigacion/Documents/odontoinvestigacion_n005/oi_005_002.pdf

- Sunzest, F. (2017). *Grados brix: sobre el azúcar de las frutas*. Recuperado de:
<https://www.sunzestfruits.com/grados-brix-sobre-el-azucar-de-las-frutas/>
- Tapia, A. (2014). *Respuesta del cultivo de fresa a la aplicación de abono foliar de Stevia y determinación de la fenología*. Mantaro – Perú. Recuperado de:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/848/TTVAF-847.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, Y. (2019). *Efecto de Tres Abonos Foliare y Soluciones Nutritivas en la Producción de Variedades de Fresa (Fragaria sp.) con un Sistema de Acolchado Plástico en Fitotoldo en Saylla Cusco*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Base de Datos de:
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5114/253T20190839_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Verdugo, W. (2011). *Introducción de dos variedades de fresa (fragaria vesca) y técnica de fertirrigación empleando cuatro biofertilizantes líquidos en Pablo Sexto - Morona Santiago*. Recuperado de:
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1677>

CAPÍTULO VIII

8. ANEXOS

Anexo 1. Actividades de preparación del terreno.



Fuente: El autor.

Anexo 2. Delimitación del área de trabajo para realizar el proyecto de investigación.



Fuente: El autor.

Anexo 3. Cerramiento del área de trabajo para la realización del proyecto de investigación.



Fuente: El autor.

Anexo 4. Delimitación del área para elaborar las camas.



Fuente: El autor.

Anexo 5. Elaboración de las camas.



Fuente: El autor.

Anexo 6. Abonado de las camas (abono de gallina y abono de ovino).



Fuente: El autor.

Anexo 7. Elaboración de la barrera biológica.



Fuente: El autor.

Anexo 8. Desinfección de las camas (cal agrícola) primera desinfección.



Fuente: El autor.

Anexo 9. Desinfección de las camas (Terraclor 75) segunda desinfección.



Fuente: El autor.

Anexo 10. Construcción de la torre para los fertilizantes orgánicos líquidos.



Fuente: El autor.

Anexo 11. Preparación de los tanques para los fertilizantes orgánicos líquidos.



Fuente: El autor.

Anexo 12. Instalación del sistema de riego por goteo para los fertilizantes orgánicos líquidos y el testigo (fertilizante químico).



Continuación del anexo 12.



Fuente: El autor.

Anexo 13. Elaboración de los fertilizantes orgánicos líquidos (solución concentrada).



Fuente: El autor.

Anexo 14. Preparación de los fertilizantes orgánicos líquidos y también el fertilizante químico que es el testigo.



Fuente: El autor.

Anexo 15. Colocación del plástico negro en las camas.



Fuente: El autor.

Anexo 16. Elaboración de agujeros en el plástico para proceder al trasplante.



Fuente: El autor.

Anexo 17. Trasplante de la planta de frutilla (*Fragaria ananassa* var. *albión*).



Fuente: El autor.

Anexo 18. Podas de mantenimiento.



Fuente: El autor.

Anexo 19. Limpieza del área del proyecto de investigación.



Fuente: El autor.

Anexo 20. Toma de datos de la variable dependiente (altura de planta).



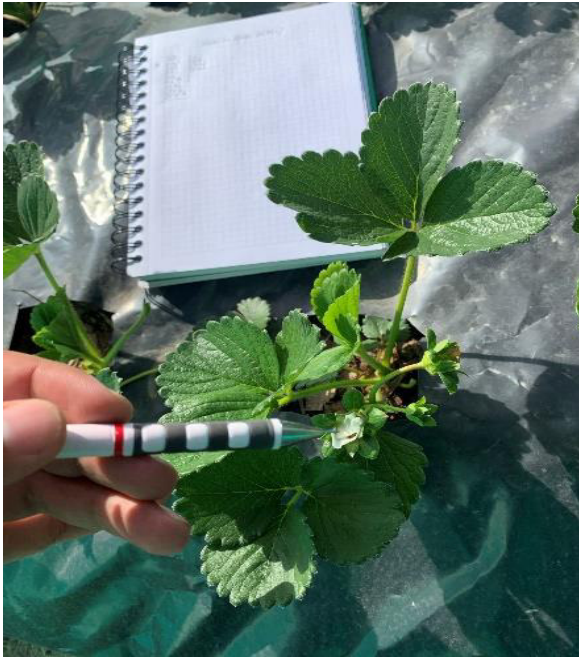
Fuente: El autor.

Anexo 21. Toma de datos de la variable dependiente (porcentaje de mortalidad de las plantas).



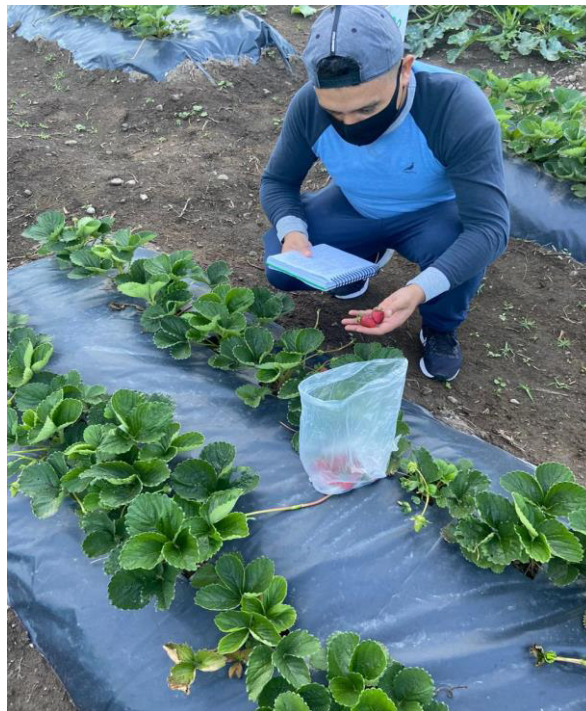
Fuente: El autor.

Anexo 22. Toma de datos de la variable dependiente (días a la floración).



Fuente: El autor.

Anexo 23. Toma de datos de la variable dependiente (número de frutos por planta).



Fuente: El autor.

Anexo 24. Toma de datos de la variable dependiente (kilogramos (kg) totales del fruto extraído por unidad experimental).



Fuente: El autor.

Anexo 25. Toma de datos de la variable dependiente (Grados Brix del fruto).

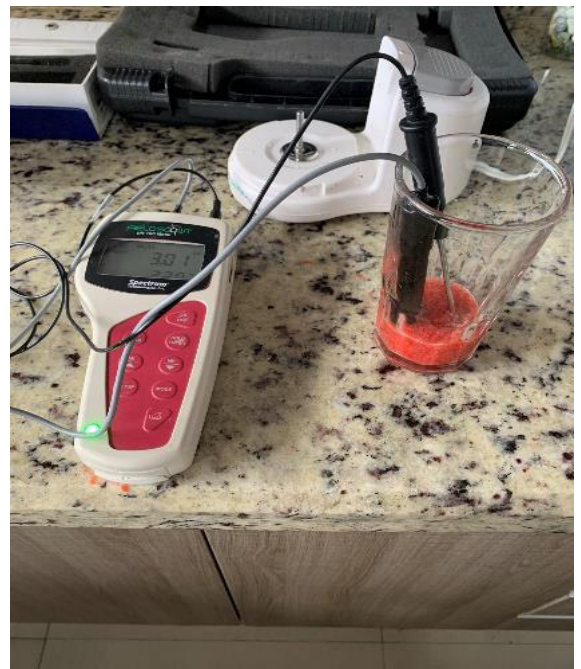


Continuación del anexo 25




Fuente: El autor.

Anexo 26. Toma de datos de la variable dependiente (pH del fruto).




Fuente: El autor.

Anexo 27. Análisis físico – químico del suelo (sin abono).



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD							
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE PINTO		Provincia: Imbabura							
Ciudad:		Cantón: Ibarra							
Teléfono: 0992346829		Parroquia: Caranqui							
Fax:		Sitio: 10 de Agosto							
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO							
Sitio: 10 de Agosto		Nro Reporte.: 9637							
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental							
Número de Campo: M1		Muestra: Suelo, muestra 1							
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2020-10-08							
A Cultivar: Fresa		Fecha de Reporte: 2020-10-14							
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	17.50	ppm							
P	154.68	ppm							
S		ppm							
K	2.23	meq/100 ml							
Ca	8.23	meq/100 ml							
Mg	3.26	meq/100 ml							
			BAJO MEDIO ALTO						
Zn		ppm							
Cu		ppm							
Fe		ppm							
Mn		ppm							
			BAJO MEDIO ALTO						
B		ppm							
			BAJO MEDIO ALTO TOXICO						
pH	7.70								
			0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0						
			Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
			BAJO MEDIO ALTO						
Ce	1.780	mS/cm							
			No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino						
MO		%							
			BAJO MEDIO ALTO						
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)		Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.52	1.46	5.15	13.72						
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio									



LABONORT
IBARRA - ECUADOR

Fuente: LABONORT, (2020).

Anexo 28. Análisis físico – químico del suelo (con abono).

L A B O N O R T


LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE PINTO		Provincia: Imbabura	
Ciudad:		Cantón: Ibarra	
Teléfono: 0992346829		Parroquia: Caranqui	
Fax:		Sitio: 10 de Agosto	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: 10 de Agosto		Nro Reporte.: 9638	
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental	
Número de Campo: M2		Muestra: Suelo, muestra 2	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2020-10-08	
A Cultivar: Fresa		Fecha de Reporte: 2020-10-14	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	32.50	ppm	
P	108.12	ppm	
S		ppm	
K	0.62	meq/100 ml	
Ca	10.27	meq/100 ml	
Mg	3.13	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	7.16		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.580	mS/cm	
MO		%	
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%
Mg	K	K	Sum Bases
3.28	5.05	21.61	14.02
			NTot
			Cl
			Arena
			Limo
			Arcilla
			Clase Textural

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



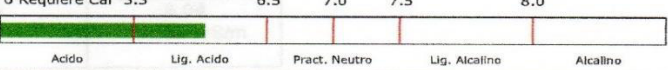
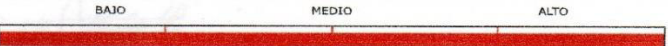
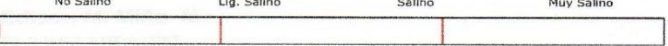
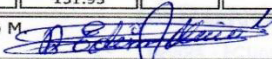
Fuente: LABONORT, (2020).


Anexo 29. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T1 = fertilizante tipo 1).



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: JORGE LUIS ANDRADE PINTO Ciudad: Teléfono: 0992346829 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Caranqui Sitio: 10 de Agosto	
DATOS DEL LOTE Sitio: 10 de Agosto Superficie: Número de Campo: T1-BIOL Cultivo Actual: A Cultivar:		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 9639 Tipo de Análisis: Completo Muestra: ORGANICA: T1-BIOL Fecha de Ingreso: 2020-10-08 Fecha de Reporte: 2020-10-14	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	250	ppm	
P	12.94	ppm	
S	367.5	ppm	
K	28.96	meq/100 ml	
Ca	20.75	meq/100 ml	
Mg	102.24	meq/100 ml	
Zn	7221.9	ppm	
Cu	1533.4	ppm	
Fe	34.85	ppm	
Mn	256.9	ppm	
B	5.04	ppm	
pH	6.04		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 
Acidez Int. (AI+H)	meq/100 ml		
Al	meq/100 ml		
Na	meq/100 ml		
Ce	10.680	mS/cm	
MO	%		
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)
0.20	3.53	4.25	151.95
Mg	K	Sum Bases	% NTot
ppm	(%)	(%)	Clase Textural
Cl	Arena	Limo	Arcilla
Dr. Quim. Edison M. Mifio M. Responsable Laboratorio 			



Fuente: LABONORT, (2020).


Anexo 30. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T2 = fertilizante tipo 2).

LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS					
DATOS DE PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD		
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE PINTO			Provincia: Imbabura		
Ciudad:			Cantón: Ibarra		
Teléfono: 0992346829			Parroquia: Caranqui		
Fax:			Sitio: 10 de Agosto		
DATOS DEL LOTE			DATOS DE LABORATORIO		
Sitio: 10 de Agosto			Nro Reporte.: 9640		
Superficie:			Tipo de Análisis: Completo		
Número de Campo: T2-BIOL			Muestra: ORGANICA: T2-BIOL		
Cultivo Actual:			Fecha de Ingreso: 2020-10-08		
A Cultivar:			Fecha de Reporte: 2020-10-14		
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION		
N	660.0	ppm			
P	67.31	ppm			
S	569.5	ppm			
K	114.24	meq/100 ml			
Ca	97.92	meq/100 ml			
Mg	56.94	meq/100 ml			
Zn	21.93	ppm			
Cu	4.06	ppm			
Fe	990.9	ppm			
Mn	368.3	ppm			
B	2.10	ppm			
pH	5.91				
Acidez Int. (Al+H)	meq/100 ml				
Al	meq/100 ml				
Na	meq/100 ml				
Ce	16.280	mS/cm			
MO	%				
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl
1.72	0.50	1.36	269.10		
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio					

Fuente: LABONORT, (2020).

Anexo 31. Análisis físico – químico de los fertilizantes orgánicos líquidos (T3 = fertilizante tipo 3).




LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

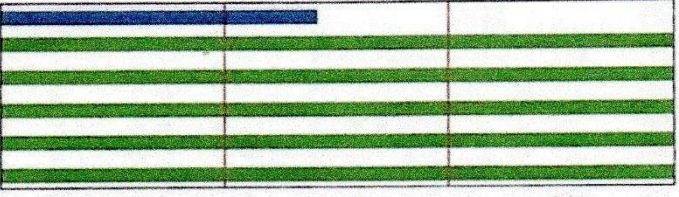
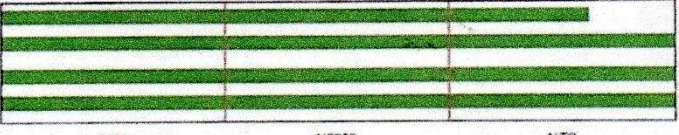

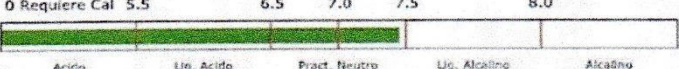

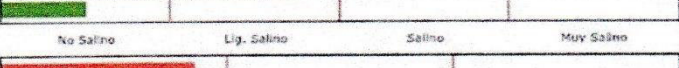
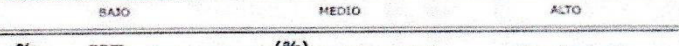

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																											
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD																						
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE PINTO					Provincia: Imbabura																						
Ciudad:					Cantón: Ibarra																						
Teléfono: 0992346829					Parroquia: Caranqui																						
Fax:					Sitio: 10 de Agosto																						
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO																						
Sitio: 10 de Agosto					Nro Reporte.: 9641																						
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo																						
Número de Campo: T3-BIOL					Muestra: ORGANICA: T3-BIOL																						
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2020-10-08																						
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2020-10-14																						
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																								
N	25.0	ppm																									
P	10.87	ppm																									
S	297.50	ppm																									
K	72.16	meq/100 ml																									
Ca	39.18	meq/100 ml																									
Mg	25.74	meq/100 ml																									
Zn	12995.2	ppm																									
Cu	3179.0	ppm																									
Fe	715.5	ppm																									
Mn	65.43	ppm																									
B	0.50	ppm																									
pH	4.89		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td> <td>5.5</td> <td>6.5</td> <td>7.0</td> <td>7.5</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Requiere Cal</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acido</td> <td>Lig. Acido</td> <td>Pract. Neutro</td> <td>Lig. Alcalino</td> <td colspan="2">Alcalino</td> </tr> </table>							0	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0	Requiere Cal						Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino	
0	5.5	6.5	7.0	7.5	8.0																						
Requiere Cal																											
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalino	Alcalino																							
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																									
Al		meq/100 ml																									
Na		meq/100 ml																									
Ce	8.750	mS/cm																									
MO		%																									
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)																						
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural																		
1.52	0.36	0.90	137.08																								
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																											

Fuente: LABONORT, (2020).

Anexo 32. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T1 = tratamiento 1).



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD				
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE					Provincia: Imbabura				
Ciudad:					Cantón: Ibarra				
Teléfono: 0992346829					Parroquia: Caranquí				
Fax:					Sitio: 10 de Agosto				
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO				
Sitio: 10 de Agosto					Nro Reporte.: 10185				
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T				
Número de Campo: T1					Muestra: Suelo T1				
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2021-04-16				
A Cultivar: Frutilla					Fecha de Reporte: 2021-04-21				
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	42.50	ppm							
P	154.44	ppm							
S	46.25	ppm							
K	1.82	meq/100 ml							
Ca	12.75	meq/100 ml							
Mg	2.72	meq/100 ml							
Zn	8.87	ppm							
Cu	7.28	ppm							
Fe	210.72	ppm							
Mn	29.89	ppm							
B	0.62	ppm							
pH	7.45								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
Ce	1.010	mS/cm							
MO	2.56	%							
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.69	1.49	8.50	17.29			56.20	36.20	7.60	Franco Arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio									

Fuente: LABONORT, (2021).

Anexo 33. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T2 = tratamiento 2).

LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO Nombre: JORGE LUIS ANDRADE Ciudad: Teléfono: 0992346829 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: Caranqui Sitio: 10 de Agosto	
DATOS DEL LOTE Sitio: 10 de Agosto Superficie: Número de Campo: T2 Cultivo Actual: A Cultivar: Frutilla		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 10186 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo T2 Fecha de Ingreso: 2021-04-16 Fecha de Reporte: 2021-04-21	


Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	32.50	ppm	
P	126.02	ppm	
S	58.50	ppm	
K	2.14	meq/100 ml	
Ca	10.97	meq/100 ml	
Mg	2.44	meq/100 ml	
Zn	9.12	ppm	
Cu	4.16	ppm	
Fe	91.02	ppm	
Mn	11.86	ppm	
B	0.50	ppm	
pH	7.68		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	1.420	mS/cm	
MO	2.91	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.50	1.14	6.27	15.55			55.20	38.00	6.80	Franco Arenoso


Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

Fuente: LABONORT, (2021).

Anexo 34. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T3 = tratamiento 3).




LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS										
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE					Provincia: Imbabura					
Ciudad:					Cantón: Ibarra					
Teléfono: 0992346829					Parroquia: Caranqui					
Fax:					Sitio: 10 de Agosto					
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO					
Sitio: 10 de Agosto					Nro Reporte.: 10187					
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo					
Número de Campo: T3					Muestra: Suelo T3					
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2021-04-16					
A Cultivar: Frutilla					Fecha de Reporte: 2021-04-21					
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION							
N	30.00	ppm								
P	127.22	ppm								
S	27.00	ppm								
K	1.86	meq/100 ml								
Ca	10.95	meq/100 ml								
Mg	2.38	meq/100 ml								
Zn	7.71	ppm								
Cu	5.45	ppm								
Fe	91.37	ppm								
Mn	7.25	ppm								
B	0.56	ppm								
pH	7.38		<p>0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</p> <p>Acido Lig. Acido Fract. Neutro Lig. Alcalino Alcalina</p>							
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml								
Al		meq/100 ml								
Na		meq/100 ml								
Ce	1.330	mS/cm	<p>No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino</p>							
MO	3.22	%								
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	%				Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla		
4.60	1.28	7.17	15.19			56.40	35.00	8.60		Franco Arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio										


Fuente: LABONORT, (2021).

Anexo 35. Resultado del análisis físico – químico del suelo después del fertirriego por riego por goteo (T4 = tratamiento 4).



LABONORT
LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: JORGE LUIS ANDRADE		Provincia: Imbabura	
Ciudad:		Cantón: Ibarra	
Teléfono: 0992346829		Parroquia: Caranquí	
Fax:		Sitio: 10 de Agosto	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: 10 de Agosto		Nro Reporte.: 10188	
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo + T	
Número de Campo: T4		Muestra: Suelo T4	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2021-04-16	
A Cultivar: Frutilla		Fecha de Reporte: 2021-04-21	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	38.75	ppm	
P	183.31	ppm	
S	37.00	ppm	
K	1.91	meq/100 ml	
Ca	9.93	meq/100 ml	
Mg	2.60	meq/100 ml	
Zn	9.83	ppm	
Cu	5.25	ppm	
Fe	58.58	ppm	
Mn	7.20	ppm	
B	0.17	ppm	
pH	7.47		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	1.490	mS/cm	
MO	3.15	%	
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%
Mg	K	K	Sum Bases
3.82	1.36	6.56	14.44
ppm	NTot	ppm	(%)
Cl	Arena	Limo	Arcilla
	58.40	33.00	8.60
			Clase Textural
			Franco Arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M. 			
Responsable Laboratorio			



LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Fuente: LABONORT, (2021).

Anexo 36. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 1 (30 días).

Fertilizante orgánico líquido tipo 1	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Agua	l	160	0,02	2,4
Estiércol de bovino (fresco)	kg	40	0,12	4,8
Melaza	l	2	0,70	1,4
Leche	l	2	0,60	1,2
Ceniza de leña	kg	3	0,60	1,8
Preparación	Jornal	1	15	15
Adquisición de materiales	Transporte	1	20,00	20,00
Total				46,60

Anexo 37. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 2 (35 días).

Fertilizante orgánico líquido tipo 2	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Agua	l	160	0,02	2,4
Estiércol de bovino (fresco)	kg	40	0,12	4,8
Melaza	l	15	0,7	10,5
Leche	l	20	0,6	12
Roca fosfatada	kg	2	0,55	1,1
Ceniza de leña	kg	1	0,6	0,6
Sulfato de zinc	kg	1,6	1,5	2,4
Cloruro de calcio	kg	1,6	0,9	1,44
Sulfato de magnesio	kg	1,6	0,85	1,36
Cloruro de cobalto	g	40	0,1	4
Molibdato de sodio	g	80	0,03	2,4
Bórax	kg	1	0,5	0,5
Sulfato ferroso	G	250	0,01	2,5
Sulfato de cobre	G	240	0,02	3,6
Preparación	Jornal	1	15	15
Adquisición de materiales	Transporte	1	20	20
Total				84,60

Anexo 38. Costo del fertilizante orgánico líquido tipo 3 (30 días).

Fertilizante orgánico líquido tipo 3	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Hojas descompuestas (de hortalizas)	kg	8	0,3	2,4
Agua	l	160	0,015	2,4
Melaza	l	16	0,55	8,8
Sémola de maíz	kg	8	0,8	6,4
Adquisición de materiales	Transporte	1	20	20
Preparación	Jornal	1	15	15
Total				55,00

Anexo 39. Costo del fertilizante químico.

Fertilizante químico (testigo)	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
Fertilizante químico (Nitrofoska)	Kilo	2	4,46	8,92
Agua	l	160	0,015	2,4
Adquisición de materiales	Transporte	1	15	15
Preparación	Jornal	1	15	15
Total				41,32

Anexo 40. Promedios de altura de planta (cm) a los 30 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	9,26	8,94	8,90	27,10	9,03
T2	10,72	10,69	10,40	31,81	10,60
T3	8,94	8,52	8,45	25,91	8,64
T4	9,81	9,94	9,68	29,43	9,81
SUMA R	38,73	38,09	37,43	114,25	38,08
MEDIA R	9,68	9,52	9,36	28,56	9,52

Anexo 41. Promedios de altura de planta (cm) a los 60 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	15,30	14,90	14,70	44,90	14,97
T2	16,89	16,42	16,75	50,06	16,69
T3	15,10	14,82	14,30	44,22	14,74
T4	15,60	15,80	15,75	47,15	15,72
SUMA R	62,89	61,94	61,50	186,33	62,11
MEDIA R	15,72	15,49	15,38	46,58	15,63

Anexo 42. Promedio de altura de planta (cm) a los 90 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	20,05	19,97	19,95	59,97	19,99
T2	21,46	21,63	21,51	64,60	21,53
T3	19,73	19,22	19,42	58,37	19,46
T4	20,81	21,01	20,99	62,81	20,94
SUMA R	82,05	81,83	81,87	245,75	81,92
MEDIA R	20,51	20,46	20,47	61,44	20,48

Anexo 43. Promedios de días a la floración (Nº de días).

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	70,00	74,00	73,00	217,00	72,33
T2	55,00	53,00	57,00	165,00	55,00
T3	76,00	77,00	75,00	228,00	76,00
T4	62,00	64,00	66,00	192,00	64,00
SUMA R	263,00	268,00	271,00	802,00	267,33
MEDIA R	65,75	67,00	67,75	200,50	66,83

Anexo 44. Promedios del número de frutos por planta (Nº de frutos) a los 90 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	4,20	3,90	4,20	12,30	4,10
T2	5,30	5,60	5,60	16,50	5,50
T3	3,30	3,60	3,00	9,90	3,30
T4	4,90	5,00	4,80	14,70	4,90
SUMA R	17,70	18,10	17,60	53,40	17,80
MEDIA R	4,43	4,53	4,40	13,35	4,45

Anexo 45. Promedios del número de frutos por planta (Nº de frutos) a los 120 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	5,00	4,50	4,90	14,40	4,80
T2	6,90	6,70	6,50	20,10	6,70
T3	3,70	4,40	4,30	12,40	4,13
T4	5,90	5,90	6,20	18,00	6,00
SUMA R	21,50	21,50	21,90	64,90	21,63
MEDIA R	5,38	5,38	5,48	16,23	5,41

Anexo 46. Promedios del rendimiento total extraído por unidad experimental (kg) a los 90 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	3,00	2,99	2,76	8,75	2,92
T2	4,02	4,21	4,12	12,35	4,12
T3	2,46	2,57	2,35	7,38	2,46
T4	3,93	3,52	3,88	11,33	3,78
SUMA R	13,41	13,29	13,11	39,81	13,27
MEDIA R	3,35	3,32	3,28	9,95	3,32

Anexo 47. Promedios del rendimiento total extraído por unidad experimental (kg) a los 120 días.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	4,56	4,46	4,32	13,34	4,45
T2	6,12	6,15	6,03	18,30	6,10
T3	3,46	3,23	3,88	10,57	3,52
T4	5,32	5,27	5,33	15,92	5,31
SUMA R	19,46	19,11	19,56	58,13	19,38
MEDIA R	4,87	4,78	4,89	14,53	4,84

Anexo 48. Promedios de los valores de Grados Brix del fruto (°Brix).

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	10,00	9,60	10,40	30,00	10,00
T2	12,00	12,40	12,30	36,70	12,23
T3	10,00	9,20	8,80	28,00	9,33
T4	11,10	10,60	11,40	33,10	11,03
SUMA R	43,10	41,80	42,90	127,80	42,60
MEDIA R	10,78	10,45	10,73	31,95	10,65

Anexo 49. Promedios de los valores de pH del fruto (pH).

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	SUMA T	MEDIA T
T1	3,09	3,13	3,23	9,45	3,15
T2	3,35	3,43	3,42	10,20	3,40
T3	3,03	3,08	2,91	9,02	3,01
T4	3,10	3,41	3,30	9,81	3,27
SUMA R	12,57	13,05	12,86	38,48	12,83
MEDIA R	3,14	3,26	3,22	9,62	3,21

Nota: Las tablas que están en anexos de los promedios de las variables dependientes de la investigación.

Y las abreviaturas que están en las tablas significan lo siguiente:

SUMA T= Suma total de los tratamientos.

MEDIA T= Es los promedios totales de los tratamientos.

SUMA R= Sumatoria total de las repeticiones o bloques.

MEDIA R= Es los promedios totales de las repeticiones o bloques.

Anexo 50. Costos unitarios del sistema de riego de la investigación.

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Manguera polietileno negra 1/2 pulgada	metros	150	0,21	31,5
Manguera ciega de 16 mm negra	metros	16	0,18	2,8
Manguera flexible negro/azul 1/2	metros	3	0,56	1,68
Manguera multiuso 1 pulgada negra	metros	100	0,29	28,99
Cinta de goteo	metros	190	0,10	18,43
Neplos plásticos de 1/2	unidad	8	0,43	3,44
Válvulas blancas mango rojo de 1/2	unidad	15	0,83	12,5
Bushing para manguera 1 1/2	unidad	1	0,55	0,55
Codos plásticos de 1/2	unidad	14	0,35	4,83
Conectores iniciales de 16 mm	unidad	39	0,80	31,23
Conectores secundarios de 16 mm para M.C	unidad	39	0,13	4,93
Adaptadores de conector de 1/2	unidad	29	0,25	7,18
Conectores en T de 1/2	unidad	12	0,26	3,12
Monturas para manguera de 1/2	unidad	5	0,95	4,75
Abrazaderas metálicas	unidad	20	1,12	22,4
Alambre Galvanizado No 18 suave	libras	3	1,09	3,28
Tablones de madera	unidad	12	5,58	67
Tiras de madera 5x5	unidad	5	1,80	9
Rollos de madera gruesos de 3m de largo	unidad	10	3,50	35
Clavos de 5 pulgadas	libras	1	1,68	1,68
Clavos de 4 pulgadas	libras	1	1,46	1,46
Adaptadores para tanques de 1/2	unidad	11	2,54	27,93
Codos roscables de 1/2	unidad	8	0,45	3,6
Neplos de rosca de 1/2	unidad	8	0,43	3,44
Filtro Grande	unidad	1	14,00	14
Filtros Pequeños	unidad	4	7,00	28
TOTAL				372,72

Anexo 51. Cálculo de la lámina de riego de la investigación.

Cultivo: Frutilla (*Fragaria ananassa var. albión*).

Fecha de plantación: 28/ 08/2020

Fase de cultivo inicial: 20 días

Evapotranspiración: 5,0 mm/día

FASE INICIAL

Kc: 0,40

Facto evaporímetro: 0,8

Eficiencia del sistema de riego: 90% (0,9)

Cálculo de Evapotranspiración del cultivo **ETc**

$$ETc = ETo \times FT \times Kc$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo

ETo = Evapotranspiración

FT = Factor evaporímetro

Kc = Coeficiente de desarrollo del cultivo

$$ETc = ETo \times FT \times Kc$$

$$ETc = 5 \times 0,8 \times 0,40 = 1,6 \text{ mm}$$

Lámina de Riego = ETc /Eficiencia del sistema de riego

$$\text{Lámina de Riego} = 1,60 \text{ mm} / 0,9$$

$$\text{Lámina de Riego} = 1,78 \text{ mm o } 1,78 \text{ l/m}^2$$

MARCO DE PLANTACIÓN:

Hileras: 0,40 m

Entre planta: 0,19 m

Es un lateral de riego con separación de 0,19 m

El caudal de cada gotero es de 1 litro /hora

Número de goteros/m²

$$N.^{\circ} \text{ de goteros /m}^{-2} = 1 / (0,40 \times 0,19)$$

$$N.^{\circ} \text{ de goteros /m}^{-2} = \mathbf{13,15.}$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = \frac{1,78 \text{ l/m}^{-2}}{1 \text{ litro/hora}} \times \frac{1}{13,15} \times 60$$

$$T = \mathbf{8 \text{ min}}$$

FASE MEDIA

$$K_c = \mathbf{0,75}$$

$$ET_c = ET_o \times FT \times K_c$$

$$ET_c = 5 \times 0,8 \times 0,75 = 3,0 \text{ mm}$$

$$\text{Lámina de Riego} = ET_c / \text{Eficiencia del sistema de riego}$$

$$\text{Lámina de Riego} = 3,0 \text{ mm} / 0,9$$

$$\text{Lámina de Riego} = 3,33 \text{ mm o } 3,33 \text{ l/m}^{-2}$$

Número de goteros/m²

$$N.^{\circ} \text{ de goteros/m}^{-2} = 1 / (0,40 \times 0,19)$$

$$N.^{\circ} \text{ de goteros/m}^{-2} = \mathbf{13,15.}$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = \frac{3,33 \text{ l/m}^{-2}}{1 \text{ litro/hora}} \times \frac{1}{13,15} \times 60$$

$$T = \mathbf{17 \text{ min}}$$

FASE FINAL

$$Kc = 0,85$$

$$ETc = ET_o \times FT \times Kc$$

$$ETc = 5 \times 0,8 \times 0,85 = 3,4 \text{ mm}$$

$$\text{Lámina de Riego} = ETc / \text{Eficiencia del sistema de riego}$$

$$\text{Lámina de Riego} = 3,4 \text{ mm} / 0,9$$

$$\text{Lámina de Riego} = 3,78 \text{ mm o } 3,78 \text{ l/m}^2$$

Número de goteros/m²

$$N.^{\circ} \text{ de goteros/m}^2 = 1 / (0,40 \times 0,19)$$

$$N.^{\circ} \text{ de goteros/m}^2 = \mathbf{13,15.}$$

Tiempo de riego en minutos

$$T = \frac{3,78 \text{ l/m}^2}{1 \text{ litro/hora}} \times \frac{1}{13,15} \times 60$$

$$T = 15 \text{ min}$$

Anexo 52. Cálculo de la cantidad de agua utilizada.

Fase del cultivo	Días totales	Tiempo de riego minutos	Metros cuadrados por tratamiento	Tratamientos	Cantidad de agua por tratamiento	Cantidad de agua por fase en litros
Fase Inicial 1 -50 días	49	8	8,4	4	392	1568
Fase media 51 -90 días	39	17	8,4	4	663	2652
Fase final 91 -120 días	29	15	8,4	4	435	1740
TOTAL						5960