



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DECANATO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA

MENCIÓN EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE
INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

MAGISTER EN AGRONOMÍA

**“EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE
HUMEDAD DEL SUELO Y DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DEL
CULTIVO DE FRUTILLA (*Fragaria* sp.) VARIEDAD ALBIÓN”**

AUTOR: Diego Miguel Puerres Vera

DIRECTOR: Ing. Ricardo Vinicio Abril Saltos, PhD.

Puyo – Ecuador

2023



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013A

FORMATO DP-UT-013A: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Diego Miguel Puerres Vera, con cédula de identidad 1001778982, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o desarrollo titulado “Efecto de la inducción magnética en la retención de humedad del suelo y desarrollo morfofisiológico del cultivo de frutilla (*Fragaria sp.*) variedad Albión”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de titulación son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

DIEGO MIGUEL PUERRES VERA
CI. 1001778982



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013B

**FORMATO DP-UT-013B: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE
EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

EL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN

CERTIFICA QUE:

El presente “**EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO Y DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) VARIEDAD Albión**”, bajo la responsabilidad del maestrante **DIEGO MIGUEL PUERRES VERA**, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dra. María Isabel Viamonte Garcés, PhD
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD
MIEMBRO 1

MSc. Pablo Ernesto Arias
MIEMBRO 2



FORMATO DP-UT-011: AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO TITULACIÓN

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN SISTEMAS AGROPECUARIOS	
COHORTE: III	FECHA ELABORACIÓN: 16/11/2022
INFORME FINAL Y AVAL	
<p>Quien suscribe, PhD. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS, portador de la cédula de identidad número: 1803113321, en calidad de Director del trabajo de titulación denominado: “EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO Y DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRUTILLA (<i>Fragaria sp.</i>) VARIEDAD ALBIÓN”, opción (OPCIÓN DE TITULACIÓN DECLARADA), a cargo del/la maestrante, DIEGO MIGUEL PUERRES VERA, portador del número de cédula de identidad: 1001778982, certifico haber acompañado y revisado el documento entregado a mi persona, considero que cumple con los objetivos planteados, los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.</p> <p>Por lo antes expuesto se avala el trabajo de titulación para que sea presentado para la sustentación correspondiente.</p>	

ELABORADO POR:
 <p>Firmado electrónicamente por: RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS</p>
PhD. Ricardo Vinicio Abril Saltos DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DECANATO DE POSGRADO
FORMATO DP-UT-013C

FORMATO DP-UT-013C: CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

Quien suscribe el presente PhD. **Ricardo Vinicio Abril Saltos** con CI: 1803113321, certifica que el Proyecto final de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo titulado: **“EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO Y DESARROLLO MORFOFISIOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRUTILLA (*Fragaria sp.*) VARIEDAD ALBIÓN”** ha sido examinado a través del sistema Antiplagio Urkund y presenta un porcentaje de similitud del 8 %. En el cantón Pastaza, a los 16 días del mes de enero del 2023.



Firmado digitalmente por:

**RICARDO
VINICIO ABRIL
SALTOS**












PhD. **Ricardo Vinicio Abril Saltos**
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Incluir la primera hoja del reporte de similitud de la herramienta antiplagio.

Document Information

Analyzed document	9Documento de tesis Ing. Diego Puerres Maestria en agronomia UEA. noviembre 2022 - 1234 5.pdf (D156067908)
Submitted	2023-01-16 19:16:00
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	tesis.haddy.versión2.doc Document tesis.haddy.versión2.doc (D46789391)	 1
SA	TESIS.docx Document TESIS.docx (D88312385)	 2
SA	18 de marzo -urkund.docx Document 18 de marzo -urkund.docx (D50481222)	 12
W	URL: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/far595e/doc/far595e.pdf Fetched: 2023-01-16 19:25:00	 1
W	URL: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8776/1/PC-002311.pdf Fetched: 2023-01-16 19:18:00	 5
SA	Titulacion_Chicaiza_Jhonny.docx Document Titulacion_Chicaiza_Jhonny.docx (D63805494)	 1
W	URL: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13122/T-2406.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2023-01-16 19:24:00	 8
SA	PROYECTO-INVESTIGACION-TITULACION_BYRON_TAPIA_ECOTIPOS LUPINO.docx Document PROYECTO-INVESTIGACION-TITULACION_BYRON_TAPIA_ECOTIPOS LUPINO.docx (D112041575)	 2
W	URL: http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/413/1/1.%20TESIS.pdf Fetched: 2023-01-16 19:21:00	 2
W	URL: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33466/1/Tesis-281%20%20Ingenier%C3%ADa%20Ag... Fetched: 2023-01-16 19:22:00	 9
W	URL: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3201/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000062.pdf?seque... Fetched: 2023-01-16 19:21:00	 1

AGRADECIMIENTO.

Deseo expresar en las siguientes líneas mi agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la realización de esta tesis de maestría.

A mi director de tesis, PhD. Ricardo Abril, por todas sus enseñanzas y consejos que me han formado científica y tecnológicamente a lo largo de la realización de la investigación de la tesis. por su gran conocimiento y paciencia, además de los consejos dados que me ayudaran en mi vida profesional y personal.

A la memoria del Ing. Víctor Valarezo, quien me guio en proyectos de riego y drenaje con sus conocimientos y experiencias.

A la Universidad Estatal Amazónica por haberme permitido formarme profesionalmente y a todos esos amigos, compañeros de aula, profesores del III cohorte de la Maestría en Agronomía Sistemas de Producción Agropecuaria que de manera directa o indirecta influenciaron en mis cosas positivas, siempre les estaré muy agradecido.

Diego Miguel Puerres Vera

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí hoy, por darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mi familia especialmente a mis padres José Miguel Puerres Soto y Digna Cruz Vera, por ayudarme y apoyarme en cada meta, sueño y objetivo planteado.

A mi esposa Pilar Villarreal Bastidas e hijos, Rusbelth Alexander, Adrián Santiago y Brando Esteven, por ser mi fuerza y aliento incondicional en mi vida.

Diego Miguel Puerres Vera

RESUMEN

Este trabajo de investigación de maestría se centró en la aplicación de niveles de inducción magnética en el agua de riego aplicados al cultivo de frutilla, la cual demanda una alta disponibilidad de agua de riego para obtener mayores rendimientos siendo el diseño agronómico del requerimiento hídrico fundamental para el cultivo. Exigencias que se deben considerar en los sistemas de producción agropecuarios, para asegurar la disponibilidad de agua requerida en todo su ciclo fenológico vegetativo de la planta de frutilla. Con el fin de valorar la innovación de tecnologías que ayuden al aumento de la producción de los cultivos, el trabajo de investigación consistió en examinar la respuesta del agua de riego tratada con cuatro niveles de inducción magnética aplicada a través de imanes de neodimio con capacidad de 1000, 750, 500 y 250 Gauss. En relación al porcentaje de retención de humedad, y conductividad eléctrica en las propiedades físicas – químicas del suelo, comportamiento morfofisiológico de la planta y rendimiento productivo del cultivo de frutilla a campo abierto con irrigación de agua magnetizada en cama alta cubierto con plástico negro técnica de acolchado. Con equipo artesanal de inducción magnética aplicado a la tubería principal del sistema de riego, el tiempo y frecuencia de aplicación calculada es cada tres días por el tiempo de 0,77 horas con una lámina de riego de 8,53 mm. Se empleó un diseño una factorial bloques completamente al azar. El ciclo de cultivo evaluado fue durante 180 días a condiciones de campo abierto. Los resultados mostraron que los niveles de inducción magnética a 1000 Gauss según frecuencia y tiempo de aplicación por cada fase fenológica, generó un nivel estadístico significativo en la conservación de humedad en el suelo, homogeneidad en la presencia de floración, mayor desarrollo de la altura de la planta, mayor número de frutos, con un incremento en rendimiento en kilos por planta. De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de inducción magnética en el agua de riego, se considera como una tecnología alternativa innovadora para optimizar el recurso hídrico al aplicar a los cultivos según su ciclo fenológico.

Palabras clave: Humedad, inducción magnética , riego goteo

ABSTRACT

This master's research work focused on the application of magnetic induction levels in the irrigation water applied to the strawberry crop, which demands a high availability of irrigation water to obtain higher yields, being the agronomic design of the fundamental water requirement for the crop. Requirements that must be considered in agricultural production systems, to ensure the availability of water required throughout its vegetative phenological cycle of the strawberry plant. In order to assess the innovation of technologies that help increase crop production, the research work consisted of examining the response of irrigation water treated with four levels of magnetic induction applied through neodymium magnets with the capacity of 1000, 750, 500 and 250 Gauss. In relation to the percentage of moisture retention, and electrical conductivity in the physical - chemical properties of the soil, morphophysiological behavior of the plant and productive yield of the strawberry crop in the open field with magnetized water irrigation in raised bed covered with black plastic technique of padded. With artisan magnetic induction equipment applied to the main pipe of the irrigation system, the time and frequency of application calculated is every three days for the time of 0.77 hours with an irrigation sheet of 8.53 mm. A completely randomized block factorial design was used. The evaluated crop cycle was for 180 days under open field conditions. The results showed that the levels of magnetic induction at 1000 Gauss according to the frequency and time of application for each phase, phenology, genus, a statistically significant level in the conservation of moisture in the soil, homogeneity in the presence of flowering, greater development of the height of the plant, a greater number of fruits, with an increase in yield in kilos per plant. According to the results obtained from the application of magnetic induction in irrigation water, it is considered as an innovative alternative technology to optimize water resources when applied to crops according to their phenological cycle.

Keywords: Humidity, magnetic induction, dril irrigation

CONTENIDO

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1.PROBLEMA CIENTÍFICO.....	2
1.2.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. MAGNETISMO EN LA AGRICULTURA	4
2.2. TRATAMIENTOS MAGNÉTICOS	5
2.3. INDUCCIÓN MAGNÉTICA	6
2.4. EL MAGNETISMO.....	6
2.5. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA SOBRE EL AGUA	7
2.6. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA SOBRE LAS PLANTAS	8
2.7. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO	9
2.8. REGULACIÓN DE (PH) EN EL SUELO.....	11
2.9. DISMINUCIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DEL SUELO	11
2.10. ACCIÓN IONIZANTE DEL SUELO	11
2.11. BENEFICIOS DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA AGRICULTURA ..	11
2.12. EFECTOS DEL AGUA MAGNETIZADA EN EL SUELO	12
2.13. LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON LOS CAMBIOS MAGNÉTICOS	13
2.14. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN EL ECUADOR	14
2.15. PRODUCCIÓN DE FRUTILLA A NIVEL MUNDIAL	15
2.16. GENERALIDADES DE LA FRUTILLA. VARIEDAD ALBIÓN.	15
2.17. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL CULTIVO DE FRUTILLA (<i>Fragaria</i>)...17	
2.18. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FRUTILLA	17
2.19. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA	17
2.19.1. BROTES	17

2.19.2. ESTOLONES.....	18
2.19.3. RAÍZ	18
2.19.4. TALLO.....	19
2.19.6. INFLORESCENCIA - FLOR	19
2.19.7. FRUTO.....	20
2.20. ETAPAS FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE FRUTILLA.....	20
2.21. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES	21
2.22. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	23
2.22.1. SUELO Y PRECIPITACIÓN.....	23
2.22.2. ALTITUD Y TEMPERATURA.....	24
2.23. RIEGO POR GOTEO	25
2.24. SISTEMA DE CONDUCCIÓN PARA RIEGO LOCALIZADO	26
2.25. REQUERIMIENTO HÍDRICO PARA DE LA FRUTILLA	27
2.26. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO DEL CULTIVO DE FRUTILLA	27
CAPÍTULO III	29
MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1.MATERIALES	29
3.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	30
3.2.1. LOCALIZACIÓN.....	30
3.2.2. LÍMITES DE ÁREA DE ESTUDIO	31
3.2.3. COORDENADAS DE ÁREA DE ESTUDIO.....	31
3.2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	31
3.2.4.1. CLIMA.....	31
3.2.4.2. PRECIPITACIONES.....	32
3.3.4.3. HUMEDAD RELATIVA.....	32
3.3.4.4. TEMPERATURA	32
3.4.TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	33
3.6.TRATAMIENTOS.....	33
3.6.1.FORMULACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	33
3.7.FASES DE CAMPO	34
3.7.1. PREPARACIÓN DEL SUELO	34
3.7.2. CONSTRUCCIÓN DE CAMELLONES, UNIDAD EXPERIMENTAL.....	35
3.8. SISTEMA DE RIEGO	35

3.9. REALIZACIÓN DE LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DURANTE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE FRUTILLA.	37
3.9.1. PREPARACIÓN DE SUELO.	37
3.9.2. TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE CAMAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.	37
3.9. CÁLCULO LA LÁMINA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE FRUTILLA A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA LOCALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.	39
3.10. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	40
3.11. VARIABLES EVALUADAS	40
3.12. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	40
3.13. CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE LA PLANTA DE FRUTILLA	41
3.14. POBLACIÓN	42
3.15. MUESTRA	43
3.16. FACTORES DE ESTUDIO	43
3.17. VARIABLES DE ESTUDIO	43
3.17.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	43
3.17.2. VARIABLES DEPENDIENTES (CAMPO)	44
3.18. DISEÑO EXPERIMENTAL	44
3.19. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA ADEVA	45
3.20. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	45
CAPÍTULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
5.1. PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE LA VARIANZA	46
5.1. RESULTADO PARA EL PRIMERO OBJETIVO	51
5.1.1. HUMEDAD DEL SUELO	51
5.1.1.1. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE HUMEDAD DEL SUELO	66
5.1.2. MEDICIÓN DEL PH DEL SUELO	69
5.1.2.1. DISCUSIÓN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE PH DEL SUELO	75
5.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	77
5.1.3.1. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	84
5.2. RESULTADOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO	86
5.2.1. ALTURA DE PLANTAS (CM).	88

5.2.2. DISCUSIÓN LA VARIABLE DEPENDIENTE ALTURA DE PLANTA	101
5.2.3. MORTALIDAD DE PLANTA (NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS)..	103
5.2.4. DISCUSIÓN DEL VARIABLE DEPENDIENTE MORTALIDAD DE PLANTA	104
5.2.5. DÍAS A LA FLORACIÓN (NÚMERO DE FLORES POR PLANTA)	105
5.2.6. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE DÍAS A LA FLORACIÓN) NÚMERO DE FLORES POR PLANTA)	109
5.2.7. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA (FRUTOS).....	110
5.2.8 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA	114
5.2.9. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (CM).....	116
5.2.10 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO.	120
5.2.11 RENDIMIENTO EN GRAMOS DE FRUTO COSECHADO POR PLANTAS POR MUESTRA	122
5.2.12 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO GRAMOS POR PLANTA.	126
5.3.RESULTADO PARA TERCER OBJETIVO.....	129
5.3.1. COSTO DE PRODUCCIÓN	129
5.3.2 DISCUSIÓN DEL VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO DE FRUTO.	132
CAPÍTULO V	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
5.1. CONCLUSIONES	133
5.2. RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficios de la inducción magnética en la fisiología de las plantas.....	12
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la frutilla.....	17
Tabla 3 Etapas fenológicas de la frutilla (Fragaria) variedad Albión.....	21
Tabla 4 Resumen condiciones agroecológicas recomendadas para el cultivo de frutilla.....	25
Tabla 5 Características de carencia y exceso de riego.....	27
Tabla 6 Diseño Bloques Completamente al Azar.....	45
Tabla 7 Análisis de varianza.....	45
Tabla 8 Características de la unidad experimental.....	45
Tabla 9 Prueba de normalidad para la variable dependiente humedad del suelo, con Test de Shapiro Wilk.....	47
Tabla 10 Prueba de normalidad para la variable pH y conductividad eléctrica en el suelo con Test de Shapiro Wilk.....	48
Tabla 11 Prueba de normalidad para las variables; Altura de la planta, días a la floración, número de frutos, diámetro ecuatorial del fruto con Test de Shapiro Wilk.....	49
Tabla 12 Prueba de normalidad para la variable rendimiento con Test de Shapiro Wilk.....	51
Tabla 13 Análisis de varianza de variable dependiente humedad del suelo a los 15,30,45,60,75,105,120,135,150,165 7 180 días.....	53
Tabla 14 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 15 días.....	54
Tabla 15 Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 30 días.....	55
Tabla 16 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 45 días.....	56
Tabla 17 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 60 días.....	57
Tabla 18 Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 75 días.....	58
Tabla 19 Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 90 días.....	59

Tabla 20 Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 105 días.....	60
Tabla 21 Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 120 días.....	61
Tabla 22 Prueba de Tukey 5 % para la variable dependiente humedad del suelo a los 135 días.....	62
Tabla 23 Prueba de Tukey 5 % para la variable dependiente humedad del suelo a los 150 días.....	63
Tabla 24 Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 165 días.....	64
Tabla 25 Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 180 días.....	65
Tabla 26 Análisis de varianza de la variable dependiente pH del suelo a los 15, 60, 90,150, y 180 días.....	70
Tabla 27 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 15 días.....	70
Tabla 28 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 60 días.....	71
Tabla 29 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 90 días.....	72
Tabla 30 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 150 días.....	73
Tabla 31 Prueba de Tukey 5% para la variable pH del suelo a los 180 días.....	74
Tabla 32 Análisis de varianza de la variable dependiente conductividad eléctrica (CE) del suelo a los 15, 60, 90,150, y 180 días.....	78
Tabla 33 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 15 día	78
Tabla 34 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 60 días	79
Tabla 35 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 90 días.....	80
Tabla 36 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 120 día.....	81
Tabla 37 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 150 días.....	82
Tabla 38 Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 180 días.....	88
Tabla 39 Análisis de ANOVA para la variable altura (cm), a los 15,30,45,60,75,90,105,120,135,150,165 y 180 días.....	89
Tabla 40 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 15 días.....	90
Tabla 41 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 30 días.....	91

Tabla 42 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 45 días.....	92
Tabla 43 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 60 días.....	93
Tabla 44 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 75 días.....	94
Tabla 45 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 90 días.....	95
Tabla 46 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 105 días.....	96
Tabla 47 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 120 días.....	97
Tabla 48 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 135 días.....	98
Tabla 49 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 150 días.....	99
Tabla 50 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 165 días.....	100
Tabla 51 Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 180 días.....	105
Tabla 52 Análisis ANOVA para la variable días a la floración (Número de flores por planta) a los 120,150 y 180 días.....	106
Tabla 53 Prueba de Tukey 5% para la variable número de flores por planta a los 120 días.....	107
Tabla 54 Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de flores por planta a los 150 días.....	108
Tabla 55 Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de flores por planta a los 150 días.....	111
Tabla 56 Análisis ANOVA para la variable número de frutos por planta a los 120,150 y 180 días.....	112
Tabla 57 Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de fruto por planta a los 120 días.....	112
Tabla 58 Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de fruto por planta a los 150 días.....	113
Tabla 59 Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de fruto por planta a los 180 días.....	116
Tabla 60 Análisis ANOVA para la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120,150 y 180 días.....	117

Tabla 61 Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 120 días.....	118
Tabla 62 Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 150 días.....	119
Tabla 63 Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 180 días.....	122
Tabla 64 Análisis ANOVA para la variable rendimiento en kg por planta a los 120,150 y 180 días.....	123
Tabla 65 Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en kg por planta a los 120 días.....	124
Tabla 66 Prueba de Tukey 5% para la variable rendimiento por planta a los 150 días.....	125
Tabla 67 Prueba de Tukey 5% para la variable rendimiento por planta a los 180 días.....	129
Tabla 68 Análisis de rendimiento del mejor tratamiento de inducción magnética en el cultivo de frutilla en t/ha.....	130
Tabla 69 Inversión para el cultivo de una hectárea de frutilla.....	131
Tabla 70 Gastos de mantenimiento del cultivo de frutilla / año.....	131
Tabla 71 Ingresos por ha/ año con tratamiento de inducción magnética.....	163
Tabla 72 Resumen de datos valores humedad porcentaje.....	164
Tabla 73 Resumen de valores humedad porcentaje convertidos para análisis.....	165
Tabla 74 Resumen de valores de pH.....	165
Tabla 75 Resumen de valores de conductividad eléctrica.....	166
Tabla 76 Resumen de valores promedio de la variable dependiente altura planta (cm).....	166
Tabla 77 Resumen de valores obtenidos de la variable dependiente, número de flores por planta/ días a la floración.....	167
Tabla 78 Número de frutos por planta.....	167
Tabla 79 Diámetro ecuatorial del fruto.....	168
Tabla 80 Cálculo de la lámina de riego.....	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio, parroquia de Monte Olivo comunidad Palmar Grande. Tomado del (PDOT, 2019).....	31
Figura 2. Construcción de camellones como unidad experimental para el cultivo de frutilla.....	35
Figura 3. Diseño de parcelas de la investigación.....	38
Figura 4. Distribución de unidades experimentales por bloques.....	39
Figura 5. Diseño de distribución hidráulica para riego de unidades experimentales.....	40
Figura 6. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 15 días.....	54
Figura 7. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 30 días.....	55
Figura 8. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 45 días.....	56
Figura 9. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 60 días.....	57
Figura 10. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 75 días.....	58
Figura 11. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 90 días.....	60
Figura 12. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 105 días.....	60
Figura 13. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 120 días.....	61
Figura 14. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 135 días.....	62
Figura 15. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 150 días.....	63
Figura 16. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 165 días.....	64

Figura 17. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 180 días.....	65
Figura 18. Porcentaje de humedad de retención en el suelo	69
Figura 19. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 15 días.....	71
Figura 20. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 60 días.....	72
Figura 21. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 90 días.....	73
Figura 22. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 150 días.....	74
Figura 23. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 180 días.....	75
Figura 24. Valor del pH del suelo según tratamiento de inducción magnética.....	77
Figura 25. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 15 días.....	79
Figura 26. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 60 días.....	80
Figura 27. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 90 días.....	81
Figura 28. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 150 días.....	82
Figura 29. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 180 días.....	83
Figura 30. Valor de conductividad eléctrica en relación a tratamientos.....	86
Figura 31. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 15 días.....	89
Figura 32. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 30 días.....	90

Figura 33. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 45 días.....	91
Figura 34. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 60 días.....	92
Figura 35. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 75 días.....	93
Figura 36 . Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 90 días.....	94
Figura 37. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 105 días.....	95
Figura 38. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 120 días.....	96
Figura 39. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 135 días.....	97
Figura 40. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 150 días.....	98
Figura 41. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 165 días.....	99
Figura 42. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 180 días.....	100
Figura 43. Altura de planta de frutilla(cm), en relación con tratamientos de inducción magnética.....	103
Figura 44. Mortalidad de plantas de frutilla.....	104
Figura 45. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de flores por planta a los 120 días.....	106
Figura 46. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de flores por planta a los 150 días.....	107
Figura 47 . Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de flores por planta a los 180 días.....	108
Figura 48. Número de flores por planta / días a la floración.....	110

Figura 49. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de frutos por planta a los 120 días.....	112
Figura 50. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de frutos por planta a los 150 días.....	113
Figura 51. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de frutos por planta a los 180 días.....	114
Figura 52. Número de frutos por planta.....	115
Figura 53. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120 días.....	118
Figura 54. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120 días.....	119
Figura 55. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 180 días.....	120
Figura 56. Diámetro ecuatorial del fruto frutilla.....	121
Figura 57. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego , con relación a la variable rendimiento por g a los 120 días.....	123
Figura 58. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego , con relación a la variable rendimiento g por planta a los 150 días.....	125
Figura 59. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego , con relación a la variable rendimiento g por planta a los 180 días.....	126
Figura 60. Rendimiento en kilos por planta de frutilla.....	128
Figura 61. Preparación del suelo.....	149
Figura 62. Hoyado y siembra de frutilla.....	150
Figura 63. Hoyado y siembra de Frutilla.....	151
Figura 64. Trazado de suelo.....	152
Figura 65. Colocación de plástico en camas - Instalación del sistema de riego.....	153
Figura 66. Fertilización de suelo.....	154

Figura 67. Conteo de flores de frutilla.....	1554
Figura 68. Medición de de conductividad eléctrica suelo.....	156
Figura 69. Medición de pH de suelo.....	157
Figura 70. Medición de altura de planta de frutilla.....	158
Figura 71. Medición de diámetro Ecuatorial de Frutilla.....	159
Figura 72. Cosecha de frutilla.....	160
Figura 73. Equipo de magnetización.....	161

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La limitación del agua de riego y su aprovechamiento adecuado de este recurso se convierte en elemento crítico para la sostenibilidad de los procesos de los sistemas de producción agropecuaria. La insuficiente valoración que otorgan los productores a la relación demanda de agua, fertilidad de suelo y el desconocimiento de alternativas técnicas que mejoren la eficiencia del riego, provoca que en muchos sistemas productivos agropecuarios que no se utilice en forma adecuada este recurso hídrico, produciendo procesos erosivos, pérdida de capa fértil de suelo, por el inadecuado manejo de los caudales y métodos de riego con baja eficiencia (Sánchez et al, 2021).

Frente a los escasos de la cantidad de agua especialmente por la disminución de los caudales en las fuentes hídricas por efectos del cambio climático Carranza (2019), amerita que las investigaciones se oriente a buscar soluciones alternativas de producción con técnicas sustentables con cultivos de alta rentabilidad, como lo es el caso de la frutilla, el cual a partir del año 2007, en el país se ha convertido en un cultivo alternativo rentable, frente a la caída en los precios de los frutales y cultivos de ciclo corto tradicionalmente cultivados en la sierra ecuatoriana (Lechón y Chicaiza, 2019).

Al incursionar en un nuevo rumbo en cuanto la producción en el cultivo de frutilla se generan interrogantes que nos llevan a desarrollar nuevas investigaciones que conduzcan a un continuo mejoramiento de la producción y por ende a una mejora en las condiciones de vida de los productores y consumidores de esta fruta (Parra, 2018).

El efecto de inducción magnética aplicada en los sistemas de riego, permite el mejoramiento por presentar una capacidad de retención de humedad por más tiempo en el suelo, en lo referente al lavado de suelos salinos con agua tratada magnéticamente permite extraer en un 18 a 32 % su sales, también se confirmado en investigaciones sobre el incremento en las cosechas, reducción de la tensión superficial del suelo, las raíces

de las plantas crecen y absorben los nutrientes rápidamente, el sistema radicular es excitado y fortalecido por las fuerzas electromagnéticas del equipo magnetizador adherido en la conducción del agua de riego, promoviendo un crecimiento vegetativo de la planta (Ballesteros , 2020).

La planta de frutilla requiere de humedad constante durante la fase fenológica de crecimiento y se desarrolla hacia la madurez. Las plantas por esqueje trasplantadas se riegan con riego por goteo y microaspersión hasta las seis semanas para obtener un buen desarrollo en la fase inicial vegetativo. Las nuevas raicillas formadas, se encuentran en crecimiento siendo susceptibles a la falta de agua y la salinidad, por lo que es necesario tener cuidado en la aplicación de los fertilizantes a través del riego, para evitar reducción en el desarrollo y rendimiento de las plantas de frutilla. El sistema de riego por goteo mantiene la humedad del suelo. Siendo un requerimiento hídrico de 3500 a 4500 m³ /ha/año para obtener una producción de 55104 kg / ha (PROAIN, 2020).

1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO

Los sistemas producción agropecuaria a nivel global, regional, y local se ven afectados por los efectos del cambio climático siendo la agricultura el sector más vulnerable, ya que es altamente sensible al incremento de las temperaturas ocasionado eventos climáticos como sequías, presencia de plagas y enfermedades en zonas donde antes no existían, los cuales inciden en la producción de los cultivos y seguridad alimentaria de la población (Bárbara et al, 2017).

La escasa investigación de tecnologías alternativas validadas permite a los centros de investigación agropecuarios orientar investigaciones en la innovación probando varias teorías en el campo experimental, dentro de estas se presentan el tema de inducción magnética como una propuesta para mejorar sobre el crecimiento en plantas, disminución del tiempo total en el ciclo de cultivo, mayor resistencia a la exposición de plagas, enfermedades y adaptación resiliente a los problemas ambientales, y retención humedad en el suelo, alternativa tecnología que ayudaría a mantener la producción en lugares donde tiene escasez del recurso hídrico para sus cultivos.

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Al menos un nivel de inducción magnética aplicada en el agua de riego mantiene la retención de humedad, modifica el pH , conductividad eléctrica del suelo mejorando el desarrollo morfofisiológico y rendimiento del cultivo de la frutilla (*Fragaria sp.*) variedad Albión.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de cuatro niveles de inducción magnética aplicadas al agua de riego por goteo, en la capacidad de retención humedad en el suelo y desarrollo morfofisiológico de las plantas de frutilla (*Fragaria sp.*) variedad Albión, parroquia Monte Olivo, Bolívar – Carchi

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de retención de humedad del suelo, con la aplicación de cuatro niveles de inducción magnética en el cultivo de frutilla (*Fragaria sp*) variedad Albión.
- Analizar los cambios morfofisiológicos de la planta de frutilla (*Fragaria sp.*) variedad Albión con la aplicación de cuatro niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego.
- Realizar la relación costo / beneficio del cultivo de frutilla (*Fragaria sp.*) variedad Albión, con inducción magnética.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MAGNETISMO EN LA AGRICULTURA

La aplicación de la inducción magnética tiene su complejidad debido a varios factores que determinan sus condiciones como; su forma de aplicación tiempo de exposición, inducción magnética, intensidad, frecuencia, y campos electromagnéticos A inicios de la década de los 80, se comenzó a observar publicaciones de trabajos de investigación científica en donde los campos magnéticos son sensibles con los sistemas vivos (como los microorganismos y los organismos considerados superiores), por lo que surgen interrogantes a la hora de explicar sobre la interacción de los campos en cada nivel de organismos que tiene estructuras cada vez más complejas. Por lo que debe profundizar estudios de este fenómeno especialmente si son resilientes a la conservación de los recursos suelo agua y planta (Isaac, 2011).

En los sistemas de producción de semillas actualmente se usan una diversidad de tratamientos químicos orientados antes de la siembra, lo cual si se usa en exceso puede terminar deteriorando los tejidos en las plantas, así como también en la química del suelo. Un procedimiento de naturaleza ecológica puede ser un estímulo con inducción magnética previo a la germinación de las semillas, logrando obtener plántulas más precoces en la agricultura (Dziwulska et al, 2022).

En la investigación de campo realizada Córdoba (2019), se reportaron aumentos en la producción, mediante el uso de la inducción magnética aplicada al agua de riego. La influencia que tiene la inducción magnetismo en las plantas se debe a un crecimiento proporcional de las raíces. Además, motivando la activación de las mitocondrias ante la inducción magnética, generando reacciones en beneficio del aumento en el crecimiento, con relación al volumen y tamaño.

Según, Arias (2022), en su investigación sobre los efectos del campo magnético en plantas cultivadas expone que el magnetismo en relación al efecto en las plantas de

cultivos en donde se ha expuesto directamente o por medio del riego se observan resultados beneficiosos. se puede observar que la aplicación de la inducción magnética motiva a la velocidad de germinación las semillas se ven con mayor vigor, mejora el crecimiento, desarrollo de las plantas, con un incremento significativo en el rendimiento; en algunos casos se puede observar; La concentración de proteínas y el contenido de aceites esenciales produciendo efectos similares a la hormona auxina en las raíces de las plantas de igual manera a en la maduración de los frutos.

Se ha encontrado que la inducción magnética en las semillas puede ayudar a aliviar los efectos negativos como es el estrés abiótico , estrés salino, estrés por altas temperaturas y estrés por radiación UV y el rendimiento de las plantas cultivadas con efectos de inducción magnética (Lasso, 2019).

El agua de riego utilizada para la agricultura con inducción magnética entre 100 y 200 mT estimula la concentración de la clorofila a , clorofila b, clorofilas totales y carbohidratos en las plantas de tomate riñón lo que indica una influencia en la actividad fotosintética mediante la aplicación del agua de riego con diferente magnetismo de igual manera el sistema de defensa de las plantas, y en la reducción del estrés hídrico (Sonco, 2020).

Condori (2021). En su estudio evaluó la variable sobre el % de germinación velocidad de germinación, longitud del tallo y un análisis costo beneficio con un DBCA con tres siendo uno de estos la intensidad de magnetismo mT por el tiempo de exposición de 30 minutos con 30 y 60 mT inducción que se utilizó en el experimento para las variables velocidad de germinación y porcentaje de germinación se obtuvo los mejores.

2.2. TRATAMIENTOS MAGNÉTICOS

El primer trabajo publicado sobre el efecto de los tratamientos magnéticos en material vegetal fue realizado por Reinke en el año 1876. A partir de ese momento se han realizado una serie de investigaciones en el área, encontrando interesantes resultados, sin embargo,

aún no está claro lo que ocurre a nivel fisiológico, aunque se han planteado hipótesis que están en desarrollo, las que se vinculan a variaciones iónicas y corrientes citoplasmáticas a nivel celular, como también cambios en la expresión de algunos genes (Aranzazu , 2019).

2.3. INDUCCIÓN MAGNÉTICA

Dentro de las definiciones establecidas para inducción magnética , densidad de flujo magnético o intensidad de campo magnético que se muestra en el fenómeno de producción de una fuerza electromotriz que se induce a un medio o cuerpo completo. Las líneas de campo magnético pasan por el plano del cuerpo o bien por el medio móvil que se expone a inducción magnética estática (Corona et al, 2012).

2.4. EL MAGNETISMO

Los efectos del magnetismo muestra un fenómeno de fuerzas de atracción y repulsión en entre materiales es fenómeno muy conocido a través del tiempo, al tratar de explicar los principio y mecanismos se observa que es complejo y refinados recientemente es eludido para dar paso a la generación de muchos dispositivos que tiene diseñada su estructura con materiales magnéticos , esto pueden ser; bombas de agua radios, televisores, parlantes generadores eléctricos, transformadores, computadores entre otros (Quito, 2011).

El magnetismo es la parte de la física que estudia los fenómenos relativos a los imanes y al campo magnético creado por estos, así como el comportamiento de los diferentes materiales sometidos a la acción de dicho campo. Un imán consta de tres partes: - Polos: Son los dos extremos del imán en los cuales las fuerzas de atracción son más intensas. Estos polos son el polo norte (N) y el polo sur (S), también denominados polo positivo y negativo respectivamente. Polos del mismo tipo (combinaciones N-N y S-S) se repelen y los polos de distinto tipo (combinaciones N-S y S-N) se atraen. - Eje magnético: Línea imaginaria que une los dos polos del imán. - Línea neutra: Línea imaginaria que separa las dos zonas polarizadas (Carbonell et al, 2017).

2.5. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA SOBRE EL AGUA

El riego aplicado por goteo en la agricultura es método utilizado para ahorra agua, esta técnica presenta algunos problemas en el sistema de conducción de mangueras al obstruirse por precipitación de sales que son arrastradas cuando el agua proviene o circula por rocas calizas o por la ampliación de fertilizantes en el sistema de fertirrigación acción que se puede reducir al aplicar magnetismo en las tuberías de conducción (Estrada, 2019).

Moussa (2011), realizó investigaciones del efecto del agua de riego con inducción magnética con 30 mT en fréjol común (*Phaseolus vulgaris*) determinado como resultado que se puede incrementar significativamente en las plantas su crecimiento , la actividad fotosintética la acción de translocación de los fotoasimilados

Según Azimi et al (2018), en su investigación sobre la evaluación de los efectos de la inducción magnética con la aplicación de (110 mT) en el cultivo en lenteja (*Lens culinaris*), en las variables de la actividad antioxidante y otros parámetros fisiológicos, obteniendo resultados sobre el aumento del número de semillas, masa fresca y seco de plantas, así como también el aumento del contenido de proteína en semillas y hojas.

Los efectos positivos de la aplicación del agua de riego con inducción magnética en el cultivo de haba (*Vicia faba*) fueron de mayor altura y peso de las plantas que estuvieron a exposición de del agua magnetizada en relación del control agua sin magnetización (Ibrahim y Bassem, 2013)

En la investigación realizada por Estrada (2019), sobre la velocidad de germinación y porcentaje de prendimiento, concluye que, al utilizar agua con contacto directo con un dispositivo magnético, se observa la alteración de las propiedades físicos - químicas como es la alcalinidad, la dureza total (CaCO_3) el pH y la conductividad eléctrica. Cambios que mejoran las propiedades de agua , se observa una mayor concentración de minerales de igual forma se puede observar un mayor porcentaje en la

germinación de las semillas que ha sido tratada con agua de riego con inducción magnética observándose la germinación con agua de grifo que pasa del 87 al 90 % el índice de germinación mientras que con agua minerales de 85 al 90 % y para agua con ósmosis inversa del 78 al 91 % la velocidad de germinación de las semillas con inducción magnética fue mayor mostrando diferencias significativas.

La técnica de inducción en el agua de riego es considerada para optimizar mejorando la eficiencia del agua a nivel de sus propiedades físicas y bioquímicas como también del suelo. La inducción magnética permite que el agua sea más apropiada y gracias a los enlaces de hidrógeno, tensión superficial, polaridad, conductividad eléctrica, pH y solubilidad de las sales siempre está en dependencia de la intensidad de inducción magnética y la velocidad que cruza el agua en la tubería (Laura, 2017).

2.6. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA SOBRE LAS PLANTAS

En el proceso de la evolución todos los organismos vivos tienen una relación directa a la acción de magnetismo terrestre, el cual forma parte del sistema del entorno. Muchos investigadores tenían la teoría de que los campos magnéticos de forma permanente no generaban proceso de cambio en la biología de los organismos vivos, pero con las investigaciones que se realizan a diario se ha encontrado estudios donde se demuestran efectos que indican la alta sensibilidad de las plantas y otros organismos vivos al efecto de la inducción de campos magnéticos (Carbonell et al, 2017).

Actualmente se han realizado numerosos estudios que están demostrando que los diversos organismos vivos tienen influencia por el campo magnético se aplicó en un rango de agua magnetizada a 3 intensidades, T1: imán de neodimio de 1000 Gauss; T2: 2 imanes uno de neodimio y uno mineral 3000 Gauss, T3: imanes 1 imán de neodimio más dos imanes minerales 5000 Gauss y un testigo. El resultado del agua después de ser tratada con magnetización muestra que existe variación, cambios en las propiedades químicas a comparación del testigo (Tapia, 2021).

La diversa información existente que poseemos sobre la exposición de los efectos biológicos a exposiciones de radiaciones no ionizantes, es limitada e incompleta, se puede analizar que los sistemas biológicos responden a estímulos externos de diversa naturaleza. Realizando siguiendo un patrón fisiológico de respuesta que les permite al sistema relacionarse con su medio y adaptarse a este en forma equilibrada. Las fluctuaciones de forma natural de los campos magnéticos tienen un amplio espectro de efectos biológicos; como ejemplo de estos pueden influir en su tasa de crecimiento en la velocidad de reacciones bioquímicas en condiciones fisiológicas de los organismos vivos e inclusive en su muerte (Pérez, 2018).

La presencia del campo magnético terrestre a las semillas puede ser debilitado o fortalecido con imanes permanentes, para establecer su funcionamiento las semillas se distribuyen entre los polos con distintas características de un imán esta coincide con el vector del campo magnético de la Tierra. Para disminuir la influencia del campo magnético de la tierra, las semillas se ubicaron entre los polos iguales de un imán, con la inclusión de un control. Obteniéndose resultados como la máxima longitud de plántulas y raíces se observó en semillas que germinaron en campos magnéticos fortalecidos (Erazo, 2022).

En el caso de la arveja, las raíces como las plántulas obtuvieron longitudes de un 10 a 39 %, superiores al Testigo,. Las radículas mostraron magneto tropismo, como se apreció al verificar que las radículas, tienen la pertenencia de tener un crecimiento inicial muy fuerte, debido a la orientación a lo largo del eje magnético del planeta (González y Reyes, 2020).

2.7. EFECTO DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO

Lino (2021). En la investigación realizada en la fase de campo del desarrollo fenológico del cultivo de quinua con agua con inducción magnética se observa en la variable altura que el agua magnetizada ingresa al suelo esta tiene el efecto de aumentar la retención de la humedad, lo que permite que el suelo tenga una alta solubilidad en la

absorción de los nutrientes del suelo. Confirmando los resultados realizados por Calvache (2000), cuando la humedad en un suelo es deficiente se exige a la planta a que transpire con mayor rapidez, las raíz de la planta se torna lenta , causando el retraso del desarrollo de los tallos y el crecimiento de otros órganos de la planta al consultar para otros autores para validar la investigación se cita el estudio realizado por Zuñiga et al (2016), en donde establece una inducción magnética con un nivel de 1560 Gauss, por un tiempo de 30 min, tratamiento que mostró el mejor resultado en lo referente a la medición de altura de la planta en relación al mismo valor de Gauss pero con tiempo diferente de 15 min y 10 min en comparación con la investigación de Marei et al, (2014), en el cultivo de romero y llantén tuvieron mejor desarrollo morfológico en su altura al poder establecer la humedad con agua magnetizada.

Los campos magnéticos se utilizan para acelerar la acción dinámica de los microorganismos benéficos, realizando un proceso de rehabilitación químico-biológico sobre suelos afectados por salinidad, reduciendo el tiempo y aumentando la eficiencia del mejoramiento a través de la actividad biológica. Los estímulos electromagnéticos resultan efectivos para contrarrestar el efecto de estrés hídrico causado por el exceso de sales en el suelo, aceleran la actividad microbiana, lo cual disminuye el tiempo de mejoramiento y enriquecimiento de los suelos Al aplicar campos electromagnéticos alternos al sistema de fertirriego se disminuye la tensión superficial de la solución salina en el suelo, se aumenta la solubilidad de las sales y se mejoran los procesos dinámicos de infiltración y movilidad de iones (Mezentsev y Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado [CNEA] citados por (Zuñiga et al, 2011).

Al circula el agua en presencia de un equipo que proporcione inducción magnética con una densidad de flujo del agua y a un velocidad del sistema de agua presurizada se presentan cambios en las propiedades físicas y químicas en el suelo como el pH, conductividad eléctricas tensión superficial, y solubilidad densidad óptica estos cambios permite incrementar la absorción de nutrientes de suelo por las plantas, mejorando los proceso de los sistemas productivos en su rendimiento y calidad (Laura, 2017).

2.8. REGULACIÓN DE (pH) EN EL SUELO

El agua que es inducida magnéticamente establece un fenómeno de efecto de tapón sobre el pH del suelo con tendencia a elevar los pH ácidos y disminuir los pH alcalinos o básicos, siendo este efecto clave en proceso de absorción en vista de los pH extremos causan en los iones reacciones químicas no aptas para el proceso de absorción de nutrientes del suelo (Arregin, 2022).

2.9. DISMINUCIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL DEL SUELO

El agua de riego con inducción magnética permite en el suelo una menor tensión superficial. Al disminuir se facilita el proceso de ósmosis debido que la tensión superficial admite una barrera para que los iones puedan atravesar por la raíz de las plantas. (Mata et al, 2021).

2.10. ACCIÓN IONIZANTE DEL SUELO

El agua con inducción magnética favorece la ionización es decir los iones tiene ventajas frente a las sales, lo cual ayuda en la absorción ya que son los iones las formas comunes en las que las plantas absorben los nutrientes del suelo (Gutiérrez, 2017).

2.11. BENEFICIOS DE LA INDUCCIÓN MAGNÉTICA EN LA AGRICULTURA

Al utilizar el agua de riego con inducción magnética según Rojas (2010), puede producir un incremento del 50 % en la producción de las cosechas, se reduce la presencia acumulada de sales en el suelo, el funcionamiento del efecto de la ósmosis es mejor en la planta, se promueve un mejor crecimiento en las raíces de las plantas, en el suelo se observa una mejor eficiencia del fertilizante, se tiene plantas más fuertes, sanas y aumenta la capacidad de intercambio catiónico.

Al hacer una relación con la fisiología de las plantas Laura (2017), manifiesta que se ha identificado en varios estudios sobre los efectos positivos de los tratamientos con inducción magnética aplicados en la condición de agua de riego en relación al desarrollo fenológico de la planta de frutilla, beneficios que se indican en la tabla 1.

Tabla 1

Beneficios de la inducción magnética en la fisiología de las plantas

INVESTIGACIÓN	BENEFICIOS
<p>Tratamiento de inducción magnética aplicada al agua de riego y su relación con la fisiológica de las plantas.</p>	<p>Disminuye la tensión superficial del agua, facilitando la ósmosis de las plantas. Efecto de aceleramiento en el crecimiento de las plantas y frutos. Desarrolla un mayor porcentaje de brotación y de grados brix. Las raíces tienen un aumento en la capacidad de absorción. Manifestación del aumento de la resistencia para algunas plagas y enfermedades. Mejora la disponibilidad de los nutrientes. Las cosechas en el proceso de conservación o almacenamiento tienen mayor durabilidad. La semilla se conserva mejor al disminuir la presencia de hongos por efecto de la inducción magnética. Variación del contenido de macro y micronutrientes en las hojas de las plantas. Promueve el aumento de las sustancias orgánicas en las Plantas. Presenta un efecto de contrarrestar las condiciones adversas climáticas en la etapa de semillero. Presenta un promedio de ahorro del agua riego en un 50 % en sistemas tecnificados.</p>

2.12. EFECTOS DEL AGUA MAGNETIZADA EN EL SUELO

La aplicación de la inducción magnética en el suelo se observa que existe un aceleramiento en la acción dinámica de los microorganismos beneficios los cuales realizan procesos de rehabilitación químico y biológicos especialmente en suelos con salinidad, reduciendo el tiempo y aumentando la eficiencia del mejoramiento a través de la actividad biológica (Asprilla , 2013).

Zúñiga et al (2011), en su estudio confirma que la aplicación de inducción magnética en el agua de riego mejora las propiedades físicas en el suelo, se observa en el suelo menos compactación mejora en lo referente a su estructura. Al aplicar campos con inducción magnética con imanes alternos en la conducción principal del sistema de riego presurizado al llegar al suelo y regar en forma permanente según la programación calcula se logra disminuir la tensión superficial de la solución salina, a su vez se aumenta la solubilidad de las sales mejorando la dinámica de los de infiltración y movilidad de iones (Mezentsev, 1981; CNEA, 1997 citados por Zúñiga et al, 2011).

El agua de riego con magnetización, se infiltra en el suelo destapando y rompiendo en su estructura estableciéndose una mayor libertad a las raíces para crecer permitiendo mayor absorción de los nutrientes en menor tiempo, de igual manera por el principio del magneto hidrodinámico se observa que reduce la tensión superficial del agua, creando mayor solubilidad y penetración estimulando a las raíces presentes en las plantas (Rojas, 2010 citado por García, 2020).

2.13. LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON LOS CAMBIOS MAGNÉTICOS

“Los campos magnéticos estimulan y aceleran la acción de los microorganismos beneficiosos del suelo; rehabilitando suelos afectados por la salinidad, mediante un proceso químico y biológico. Además de usarse para acelerar la descomposición química de distintas materias orgánicas” (Zúñiga et al, 2016).

“El suelo contiene la mayoría de nutrientes necesarios para las plantas, sin embargo, algunos de los nutrientes son imposibles de asimilar y se encuentran adheridos a partículas del suelo, con la aplicación de los campos magnéticos en el agua de riego, se ha logrado una mayor disponibilidad de los nutrientes en relación al uso de agua convencional” (Generoso et al, 2017).

“La aplicación de campos magnéticos de 1500 y 3500 Gauss en un tiempo de duración de 15 a 30 minutos, produce un acelerado proceso de agregación de partículas

en el suelo favoreciendo el crecimiento de las plantas de interés comercial” (Martínez et al, 2003)

“El uso del agua magnetizada aumenta las cantidades de los nutrientes potasio, fósforo y zinc, sin embargo, evita que los metales pesados (níquel y plomo), cercanos al área radicular de los cultivos, sean absorbidos por las raíces y depositados en los frutos” (Hilal et al, 2013).

2.14. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRUTILLA EN EL ECUADOR

El cultivo de frutilla se lo considera de gran importancia a nivel mundial debido a sus características organolépticas y beneficios que se tiene al consumir la fruta debido a que esta tiene una fuentes de antioxidantes y vitaminas naturales, se reporta 160 especies aproximadamente de este género, así tenemos la *Chiloensis*, *fragaria* y la *fragaria ananassa* siendo esta un híbrido por el cruzamiento de las especies anteriores, destaca se las cultiva en países como; Estados Unidos , Chile, Argentina, Perú, Ecuador y Bolivia. Dentro de la actividad económica de varios países el desarrollo del cultivo de frutilla representa un porcentaje elevado de la actividad productiva, siendo Estados Unidos, Chile, Colombia, México. En el Ecuador en los últimos años ha iniciado el cultivo de frutilla adaptarse a las condiciones agroclimáticas principalmente de la sierra ecuatoriana principalmente en las provincias de Azuay, Tungurahua, pichincha de igual manera se reporta un crecimiento notable en la provincia de Imbabura, Chimborazo con establecimiento de parcelas comerciales (Campana, 2019).

Ecuador como país exportador de frutas en los últimos años registran en su exportación con 20 frutas siendo la principal fruta el banano. Mientras que la frutilla alcanzó un nivel de producción con 312.766,00 t/año, que representa el 25 % de la producción los países de Sudamérica producción que se establece en 1501 ha, con una producción por hectárea de 154,314 kg/ha (CORPEI 2019, FAO 2021, citado por Garcés, 2021). Se asume que los rendimientos son bajos los cuales tiene pérdidas por diferentes factores asumidos por el sistema de cultivo, que generalmente en Ecuador se lo realiza a

campo abierto, siendo susceptible a la influencia de factores abióticos y bióticos en el cultivo (Abad et al, 2020).

2.15. PRODUCCIÓN DE FRUTILLA A NIVEL MUNDIAL

La frutilla es un cultivo que se siembra en el mundo a nivel continental, para el año 2019 él registra a Asia como el continente de mayor producción con 4.173.084,0 t, seguido por el continente americano con una producción de 2.242.722,0 t. Europa mantiene una producción de 1.747.403,0 t, mientras que el continente Africano mantiene una producción de 649.213,0 t, el menor producción es mantenida por Oceanía 72.606,0 t, en lo referente al rendimiento por hectárea Estados Unidos de América mantiene 563.425 kg / ha. En ese mismo año, China destacó como el país con la mayor producción de frutilla en el mundo, sin embargo, en cuanto a la productividad de este cultivo, el país con el mejor rendimiento fue Estados Unidos de América con 563.425 kg / ha a nivel de Sudamérica se registró ese año 312.766,0 t, ubicándose Brasil como el país mayor productor con 164.440,00 t (FAO, 2021).

2.16. GENERALIDADES DE LA FRUTILLA. VARIEDAD ALBIÓN.

La Frutilla variedad Albión se obtuvo recientemente en el año 2006 en la Universidad de California, EE.UU. Como resultado del fitomejoramiento entre el cruce de dos variedades: Cal 94.16-1 y la variedad Diamante .A las condiciones agroclimáticas de los Estados Unidos, pero la adaptación de esta variedad a nuestras condiciones de clima templado también es bastante capaz de producir rendimientos altos con el cuidado agronómico adecuado (Soria, 2012).

La parte vegetativa de esta variedad tiene un aspecto bastante desarrollado especialmente sus hojas de color verde oscuro de tamaño mediano. Con fuertes pedúnculos, con una altura representativa y no se caen, por lo tanto, las flores con los frutos resultantes se ubican en la parte superior de las hojas no tocan el suelo, lo cual es muy conveniente para la recolección. Es resistente a las enfermedades, Los estolones se pueden observar pubescencia densa, que tiene color antocianina. Características de la

variedad: Son plantas rústicas con hojas gruesas, de fácil recolección de los frutos, resistentes a enfermedades como la *Phytophthora*, *Verticillium* y Antracnosis. Las frutillas son de tamaño grande, hasta de 35 g por fruto, alargadas, cónicas, de color rojo intenso, de excelente sabor y buena conservación. Con una producción constante durante toda la época de cosecha (Pérez, 2020).

Las variedades de frutilla que más se cultivan en Ecuador son; Diamante, oso grande, monterrey y albión, se caracterizan por tener texturas y pesos homogéneos diferenciándose por su tamaño. Las alturas registradas para el cultivo de frutilla están entre 1.300 y 3.600 msnm con rangos de temperatura bordean los 15 °C. las áreas productivas se registran en las provincias de Pichincha con 400 ha, le sigue Tungurahua con 250 ha, en otras provincias como Cotopaxi, Chimborazo, Azuay e Imbabura, la producción supera las 40 ha (El Comercio, 2011, citado por Sulqui , 2021).

La frutilla de variedad albión tiene la característica de ser resistente a la marchitez de *Verticillium*, pudrición de la corona de *Phytophthora* (*Phytophthora cactorum*), como también relativamente resistente a la pudrición de la corona de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*). Cuando se realiza un manejo adecuado esta variedad Albion tolera a los ácaros araña de dos puntos (*Tetranychus urticae*). La frutilla “Albion” tiene forma alargada, cónica, muy simétrica, sus frutos son firmes con color rojo oscuro por dentro y por fuera (Masagro, 2022).

Las variedades frutilla albión están consideradas de día neutro, al igual que San Andrés Monterey Portola, son un grupo de variedades que no responde al fotoperiodo (largo de día es decir requiere de temperaturas sobre 12 °C en suelo para motivar el desarrollar yemas florales. Tiene una producción homogénea, el calibre de frutos uniformes durante la temporada de producción es una variedad con muy buena aceptación para el mercado fresco, se puede tener producción forzada a través del cultivo en micro túnel y macro túnel (Undurraga et al, 2013).

2.17. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL CULTIVO DE FRUTILLA (FRAGARIA)

La frutilla es una especie de familias rosáceas género fragaria la variedad que mayor se cultiva en el país es la Fragaria ananassa, híbrida proviene de un cruzamiento realizado en Europa en 1750 está considerada en algunos lugares como una hortaliza esta tiene la característica de propagarse en forma vegetativa por medio de estolones rastreros aéreos las yemas se enraízan al contacto con el suelo o según el sustrato que se coloque para propagar lo que se le denomina como mudas en lo referente a nueva generación de plantas, en el país se puede establecer dos etapas, reproductivas y vegetativas distribuidas (Bareiro, 2019).

2.18. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FRUTILLA

Según Hassler (2018), la especie de frutilla presenta la siguiente clasificación taxonómica, como se la puede observar a detalle en la tabla 2.

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la frutilla

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosácea
Género	Fragaria
Especie	Ananassa Duch

2.19. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA

2.19.1. BROTES

“Las plantas de frutilla son de característica herbácea de crecimiento bajo con raíces fibrosas de donde emerge una corona donde se sostiene la parte aérea de la planta de frutilla” (Petruzzello, 2020).

2.19.2. ESTOLONONES

“La frutilla se propaga en forma asexual, a través de estolones donde cada planta madre genera 10 a 12 estolones y cada uno de ellos entre 4 a 6 nuevas plantas; la otra forma de reproducción consiste en el deshijamiento” (Mamani et al, 2020).

La frutilla es una planta rastrera estoloníferas, familia de las rosáceas, es considerada una especie hortícola herbácea. Se constituye por hojas y otros órganos que se forma a partir de la parte leñosa de la corona, planta de tipo perenne de vida corta. El nombre se establece de la derivación del latín *Fragaria* (aroma), siendo característica de esta fruta; el aroma, sabor y color (Hernández, 2016).

“Los estolones crecen a través de la superficie del suelo, estos son tallos y hojas vegetativas de la planta. Esta es una respuesta natural de la planta a las condiciones que promueve la etapa de reproducción” (Bianchi, 2018).

2.19.3. RAÍZ

La forma del sistema radicular de las plantas de frutilla es fasciculada se compone de raíz principal y raicillas el cambio vascular y suberoso se encuentra en la raíces más grandes las raicillas pequeñas no lo tienen estas son de color más claro en cultivo bien manejado se puede observar que las raíces alcanza longitudes de 2 a 3 metros por lo general se mantiene raíces que sobrepasan los 40 cm de largo, que están de igual manera en relación con la textura del suelo el 90 % de las raíces de la planta de frutilla se estima que se encuentra en los primeros 25 cm del suelo (Briceño, 2021).

La función de las raíces es la mantener la energía , los azúcares y almidones con temperatura superior a los 7,2 °C se motiva al crecimiento se tiene en un rango de 20 a 30 raíces por planta de frutilla con un periodo de vida de hasta 2 años para las raíces principales, las raíces secundarias solo viven pocas semanas, pero son importantes debido a que estas absorben agua y nutrientes del suelo (Bolda et al, 2017).

2.19.4. TALLO

Los tallos son cortos denominados corona, estos surgen de la parte de ramificación lateral llamada estolones que son de longitud larga entre nudos, aquí aparecen las rosetas de nuevas hojas y varias raíces adventicias se observa de igual manera que los estolones tienen la propiedad de ramificar y de producir estolones nuevos, por lo tanto, el tallo de la planta es un eje cónico que es lo que se le llama corona de igual manera aquí se forman escamas foliares que son numerosas. Los tallos surgen a partir de esta corona estos tallos son de tendencia rastrera (Llumiyinga, 2017).

2.19.5. HOJA

La plata de frutilla cuenta con hojas compuestas, trifoliadas y pecioladas, su borde es aserrado de forma similar acorazonada puntiaguda esta crece con un efecto de espiral estas se renuevan en el periodo de 10 días encuentran en constante formación durante el ciclo de vida de la frutilla, las hojas presentan en el envés pelos pequeño que se relaciona a la variedad como una identificación en frutillas (Bañados et al, 2015).

2.19.6. INFLORESCENCIA - FLOR

El desarrollo la influencia de las plantas de frutilla comienza a partir de las yemas terminales, las partes axilares de las hojas contiene un número de 5 a 6 pétalos con 20 a 35 estambres en cada una de las flores más cientos de pistilos con un receptáculo de características carnosas si se logra la fecundación en cada ovulo se obtendrá un fruto el color de las flores es característico de color blanco del tipo hermafroditas (Acuña y Fischer, 2020).

Las flores son perfectas son hermafroditas tienen órganos femeninos y masculinos o imperfectas con un solo órgano el fruto obtenido de la fecundación es de tipo aquenio. distribuido por el receptáculo carnoso de la superficie que estimula la coloración y crecimiento dando lugar al fruto completo. se conoce como un fruto poliaquenio que se define botánicamente con el nombre de eterio, tiene forma diversa que se atribuye a la

variedad que pueden ser cónica, globulosa o esférica el color puede ser de rosa claro a violeta oscuro referente a la madurez (Villagra, 2016).

2.19.7. FRUTO

Los frutos de la frutilla son de característica climatéricos tiene una relación entre el tamaño del fruto y el tamaño de la flor mientras en los frutos son de carácter variables, pero estos están condicionados por los factores ambientales que si son adversas la inflorescencia puede afectarse (Lauricella , 2020).

2.20. ETAPAS FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE FRUTILLA

Según lo investigado por INIA (2017), en el cultivo de frutilla se tiene los siguientes estados morfofisiológicos según la etapa fenológica después del trasplante en campo como se indica en la tabla 3 las etapas fenológicas son; brotación, vegetativa de desarrollo de la hoja, desarrollo de las partes vegetativas cosechables, aparición del órgano floral, floración, maduración del fruto, cosecha y senescencia del cultivo

Tabla 3*Etapas fenológicas de la frutilla (Fragaria) variedad Albión*

Etapas Fenológica	Estado morfofisiológico de la planta según tiempo de estado fenológico	Días después del trasplante	Coefficiente de cultivo (Kc) según etapa fenológica
Brotación	La yema principal comienza a crecer	5	0,45
Desarrollo de las hojas	Las primeras hojas emergen de la yema principal, los estadios continúan hasta 9 o más hojas desplegadas.	7 – 14	0,45
Desarrollo de las partes vegetativas cosechables	Comienzo de la formación de estolones visibles, alrededor de 2 cm de longitud. Formación de plantas hijas de forma continua.	15	0,45
Aparición del órgano floral	Las primeras flores aparecen en a base de la roseta foliar	27 – 35	0,7
Floración	Primeras flores abiertas, comienzo de la floración, posterior a esto se caen sus pétalos	43 – 47	0,7
Formación del fruto	Receptáculo sobresaliendo de la corona de sépalos, semillas claramente visibles en el tejido del receptáculo	47 – 55	0,7
Maduración del fruto	La mayoría de los frutos son blancos y empiezan a adquirir el color varietal típico	63 – 70	0,85
Cosecha del fruto	Los frutos maduros se tornan de color rojo intenso en casi su totalidad	65 – 75	0,85
Senescencia del cultivo	Formación de hojas viejas, mueren y se secan, empiezan a salir hojas nuevas.	110 – 125	0,85

2.21. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

El conocimiento de la ampliación adecuada de fertilizantes puede afectar al suelo y ala agua subterránea con la aplicación de dosis altas, como también la alteración fisiológica de las plantas caso contrario puede ser los bajos rendimientos en la producción con estos antecedentes se debe establecer un plan de fertilización según las necesidades del cultivo en balance con el análisis de suelo y foliar, así como los requerimientos del cultivo de frutilla (ISTC, 2018).

La fertilización en el cultivo de frutilla se la puede realizar por fertirrigación depende de un análisis fisicoquímico del agua y del suelo para lo cual se requiere conocer

la demanda de absorción de nutrientes de acuerdo al desarrollo fenológico de la planta (Cotrina, 2022).

“Con la técnica de fertirrigación se pretende aprovechar la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego en los cultivos, lo que es importante en sistemas de riego por goteo, aunque también puede utilizarse en sistemas de riego por aspersión” (Flores, 2018).

Morales et al (2017), manifiestan que los requerimientos nutricionales adecuados para el cultivo de frutilla se debe conocer las fuentes de nutrientes como también el sistema de siembra para poder estimar los ajustes correspondientes al programa del plan de fertilización para un cultivo de frutilla con fertilización química. El otro método de fertilización orgánica o agroecológico que se entiende como el aporte de enmiendas orgánicas al suelo motivando los proceso biológico para establecer un buen funcionamiento de la fisiología de la planta a diferencia de la química este actúa más lento de igual manera se relaciona con los niveles de rendimiento de igual manera manifiestan los investigadores que si falta o se pone exceso de nutrientes estos afecta en la producción y si se pone en exceso existe el riesgo de salinización del suelo con problemas de contaminación de las aguas subterráneas con residuos de los fertilizantes.

“Los abonos orgánicos tienen importancia económica, social y ambiental, pues pueden reducir los costos de producción y asegurar productos de buena calidad con menos contaminación ambiental” (Sarmiento et al, 2019).

“Con la fertilización orgánica se mejoran las propiedades físicas (estructura, retención de agua y drenaje) y químicas (retención de nutrientes) del suelo, porque se favorece la capacidad de intercambio catiónico y la resistencia a cambios en el pH del suelo” (Meseret, 2021).

“En la fertilización orgánica, el N puede obtenerse de diversas fuentes como compost, abonos verdes, bocashi o humus” (Hirzal y Morales 2017, citado por Garcés, 2021).

“Para el caso del compost, si éste está bien elaborado puede contener entre 0,5 y 3% de N y para su aplicación en el cultivo de frutilla se requieren volúmenes entre 6 y 20 t/ha de compost, en suelos con fertilidad media o baja, respectivamente” (Garcés, 2021).

De acuerdo con Yandún (2019). “Para producir un buen compost se deben considerar factores como tamaño de las partículas, aireación, temperatura, acidez y altura de la cama. La fertilización orgánica también puede producir mejoras en la calidad de los frutos de frutilla”.

Yandún (2019). “Señala que su uso es importante porque además de suplir nutrientes a las plantas, activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo y mejora sus características físicas”.

“El bocashi, en combinación con el uso de ME, puede constituir una alternativa ecológica a la demanda de nutrientes en los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes químicos” (Sarmiento et al, 2019).

“También se ha demostrado el potencial de los extractos de algas como fertilizantes orgánicos. Estos extractos pueden contener sustancias reguladoras y fitohormonas y se cree que pueden beneficiar el crecimiento y desarrollo de las plantas” (Al-Shatri et al, 2020).

2.22. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.22.1. SUELO Y PRECIPITACIÓN

“En relación con la nutrición y crecimiento de los cultivos de frutilla, la textura, estructura, pH, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico son consideradas como las propiedades físicas y químicas más importantes del suelo” (Velázquez, 2009, citado por Acuña y Fischer, 2020).

“En este sentido, la frutilla se adapta bien a suelos con texturas sueltas de alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5,5 y 6,5. Sin embargo, las plantas necesitan humedad constante en el suelo, requiriendo para ello de 700 a 900 mm de precipitación anual” (Ruiz y Piedrahita, 2012).

“La humedad relativa promedio del cultivo de frutilla se debe mantener entre 60 y 75 %. Cuando estos valores se ven alterados se debe proceder a llevar un control riguroso y manejo agronómico del moho gris, mildew polvoso y antracnosis” (Acuña y Fischer, 2020).

2.22.2. ALTITUD Y TEMPERATURA

ALTITUD.

“El cultivo de frutilla en Ecuador se siembra en zonas ubicadas entre los 1.300 y 2.600 msnm, registrándose la mayor producción en las provincias de Pichincha y Tungurahua, con 400 y 240 hectáreas de cultivo, respectivamente” (Condori, 2021). Las condiciones agroecológicas para que se desarrolle el cultivo de frutilla se pueden observar en la tabla 4.

Tabla 4*Resumen condiciones agroecológicas recomendadas para el cultivo de frutilla*

Condiciones agroecológicas	
Piso altitudinal (Óptimo)	900 – 1500 msnm (Depende de la variedad)
Temperatura crecimiento vegetativo (Rango)	2 – 40 °C (Depende de la variedad)
Temperatura para fructificación (Rango)	15 – 20 °C
pH suelo	4,5 – 7,5
Textura del suelo	Franco, franco arenoso, arenoso
Materia orgánica	3 – 7 %
Fotoperiodo	Menos de 12 a 14 h /día: variedades de día corto, para más de 12 a 14 h /día: variedades de día largo.
Termo periodo	380 a 700 horas acumuladas de temperaturas entre 0 y 7 °C
CE	1 dS /cm
Precipitación	600 mm
Topografía	0 – 15 °

Nota: Tomado de (PROAIN, 2020).

2.23. RIEGO POR GOTEO

Es un tipo de riego localizado que radica en suministrar el agua a través de gotas suministras por un emisor que acceden a la zona específica de cada tipo de planta, con la ayuda de cintas tuberías y mangueras de PVC se ubican a nivel de suelo, o bien si se realizan enterrados permite el ahorro de una gran cantidad de agua en las labores de riego. Tiene algunas ventajas como evitar que crezcan las malas hierbas y los costos de instalación son un poco más caros, pero evitan la erosión a través del arrastre del suelo de un riego por superficie (Calvin, 2022).

“Los sistemas de riego localizados contribuyen al mejoramiento de la eficiencia del manejo del agua; debido a que las dosis relativamente pequeñas multiplican la

producción; pero es evidente la necesidad de perfeccionar el diseño y manejo para que se logre mayor rentabilidad” (Rogério et al., 2015, citado por Manrique et al., 2018).

El método de riego por goteo utilizado en los cultivos permite el uso eficiente del agua y de los fertilizantes aplicados por fertirrigación que pueden ser orgánicos y químicos la aplicación de agua en el suelo se infiltra localizadamente hasta llegar a la raíz de las plantas mediante emisores denominados también goteros, en cinta o manguera de polietileno (Duarte y Benavidez , 2020).

El método de riego localizado o por goteo es la aplicación de agua a un cultivo mediante el abastecimiento de una fuente de agua de manera continua y programada este método evita pérdida y encharcamiento en el suelo, conserva la humedad que requiere el cultivo. Se puede utilizar una vez que el terreno esté preparado para el cultivo es recomendable que las tuberías y mangueras están semienterradas para no perder por evaporación ya sea por causa del viento o el calor (Santos et al., 2010).

2.24. SISTEMA DE CONDUCCIÓN PARA RIEGO LOCALIZADO

El agua de riego es distribuida por conducción de tuberías secundarias y terciarias a partir de la conducción principal que a partir de la tubería terciaria se coloca una serie de cintas o mangueras provistas de emisores con un caudal definido (goteros) a distancias específicas según el cultivo y la textura del suelo, que se distribuyen a lo largo de las hileras y las camas o surcos (Machín, 2021).

Cada uno de los emisores tiene la capacidad de disipar la energía, la cual es ejercida por la presión que ejerce el agua con un caudal definido en un sistema de conducción presurizado. Establecer los caudales de un emisor, son necesarios al momento de realizar una instalación del sistema de riego localizado (Ascencio, 2022).

2.25. REQUERIMIENTO HÍDRICO PARA DE LA FRUTILLA

En todas las regiones del mundo donde se produce frutilla, el riego es un factor fundamental si se desea tener éxito, ya que esta tiene una alta demanda de agua durante su ciclo productivo de aproximadamente 7000 m³ / ha, Además, requiere que esta sea de buena calidad; la planta tiende a disminuir su rendimiento con concentraciones de sales en el agua superiores a 0,8 mmhos.cm. Por lo que es necesario conocer el estrés hídrico por exceso y por carencia como se indica en la tabla 5 (Perdomo, 2020).

Tabla 5

Características de carencia y exceso de riego

Carencia de riego	Exceso de riego
Reducción en la producción de flores	Pérdidas en rendimiento y calidad
Pérdidas en rendimiento y calidad	Reducción en la producción de flores
Florescencia prematura, caída de la fruta y muerte de la vegetación	Condiciones húmedas que favorecen algunos Patógenos
Utilización inadecuada de los nutrientes del suelo, los cuales pueden aumentar la susceptibilidad al daño por las plagas, enfermedades y la reducción de fructificación	Lixiviación de nutrientes de la zona radicular causando el desequilibrio de nutrientes y deficiencias que reducen la fructificación

Nota. Tomado de (PROAIN, 2020).

2.26. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO DEL CULTIVO DE FRUTILLA

En el análisis de costos se considera los costos totales del experimento los cuales se subdividen en costos que establece fijos para los tratamientos del estudio y los costos que son variables de acuerdo a cada tratamiento esto nos permite visualizar la rentabilidad real que tienen los tratamientos del experimento en estudio, existe varias métodos de estimación de costos del experimento estos pueden ser: “valoración económica basado en la relación beneficio costo, valoración económica de los tratamientos experimentales basado en el método de presupuesto parcial, valoración

económica de los tratamientos experimentales basados en la tasa interna de retorno marginal y valoración económica de tratamientos experimentales con mediciones rápidas” (Gavilánez, 2021).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES

Los materiales que se utilizaron en la investigación son los siguientes.

Herramientas y máquinas utilizados en la investigación

Herramientas y máquinas

Bomba para fumigar de 20 litros

Estacas

Rastrillos

Palancones

Martillo

Cinta de medir

Flexómetro

Piola

Sierra eléctrica

Tijera de podar

Nivel

Pala recta

Azadón

Clavos de 2 pulgadas

Letreros para señalética de los distintos tratamientos

Lista de materiales e insumos utilizados en la investigación

Materiales e insumos

Cajas de magnetización para tubería de $\frac{3}{4}$

Pingos o postes

Tiras de madera

Abrazaderas metálicas de $1\frac{1}{2}$

Mangueras de $1\frac{1}{2}$

Cinta de goteo de 16 mm

Conectores iniciales de 16 mm(para cinta de Riego de 16 mm)

Codos PVC de 90°

Filtro de anillos

Imanes de neodimio

Plástico negro para acolchado de camas

Plántulas de frutilla (*Fragaria*) variedad Albión

Cascarilla de arroz

Estiércol de ovino

Cal agrícola

Insecticidas

Equipos de medición de campo

Conductímetro

Medidor de humedad

Balanza gramera

Computador

Impresora

Calibrador pie de rey

3.2. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.1. LOCALIZACIÓN

Área de estudio

El estudio se desarrolló durante los meses de diciembre 2021 hasta abril 2022, en la propiedad de la señora Pilar Villarreal, comunidad Palmar Grande, parroquia Monte Olivo, Cantón Bolívar Provincia del Carchi a una altitud 2810 msnm.

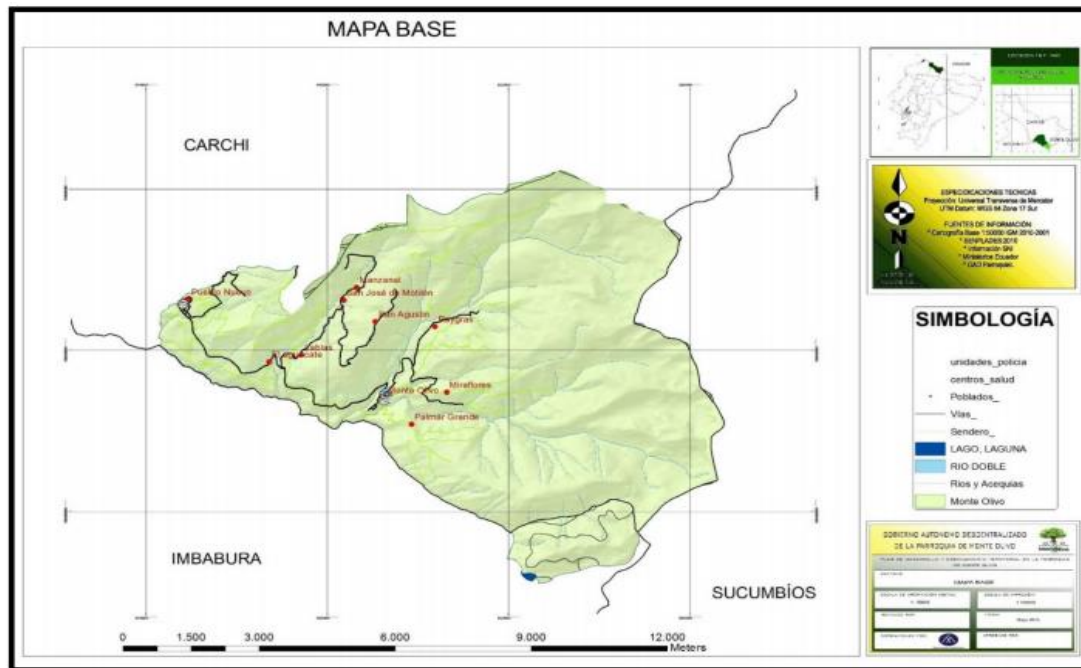


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio, parroquia de Monte Olivo comunidad Palmar Grande. Tomado del (PDOT, 2019).

3.2.2. LÍMITES DE ÁREA DE ESTUDIO

Al norte limita con las parroquias Bolívar (urbana) y La Paz del cantón Montúfar; al este con las parroquias El Playón de San Francisco y La Sofía del cantón Sucumbíos provincia Sucumbíos; al sur con la parroquia Chuga del cantón Pimampiro provincia de Imbabura; y al occidente con la parroquia San Rafael del cantón Bolívar (PDOT, 2019).

3.2.3. COORDENADAS DE ÁREA DE ESTUDIO

“Las coordenadas de ubicación 77° 51’ 12, 31” longitud Oeste; y, 00° 22’ 43,64” latitud Norte (PDOT, 2019).

3.2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

3.2.4.1. CLIMA.

Monte Olivo presenta dos tipos de clima que están bien definidos como es el clima ecuatorial de alta montaña y ecuatorial meso térmico semi húmedo Ecuatorial meso

térmico semihúmedo, la duración de la insolación año puede ir de 1000 a 2000 horas anuales (PDOT, 2019).

3.2.4.2. PRECIPITACIONES.

Las precipitaciones anuales fluctúan entre 700 y 1100 milímetros y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre. La vegetación natural de esta zona ha sido ampliamente sustituida por pastizales. Clima ecuatorial de alta montaña. Este tipo de clima está siempre ubicado sobre los 3000 msnm (PDOT, 2019).

3.3.4.3. HUMEDAD RELATIVA.

En todo el territorio, la humedad relativa es alta, con valores medios anuales superiores al 70 % (PDOT, 2019).

3.3.4.4. TEMPERATURA

La temperatura media anual está comprendida generalmente entre 12 y 20 °C, raras veces rebasan los 20 °C y mínimas que pueden ser inferiores a 0 °C (PDOT, 2019).

3.4.TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio se enmarca dentro de una investigación de tipo experimental que integró metodologías, con un enfoque científico estadístico analítico en razón de la manipulación de variables dependientes e independientes ejecutada con la experimentación del ensayo en campo. Con un nivel de caracterización del estudio descriptivo explicativo y correlacionado de análisis de datos, mediante la utilización de la hoja cálculo del programa Microsoft Excel®2013, 64 bits. Programa estadístico Infostat versión 2020, programa Visión de Microsoft.

3.5. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó un método científico experimental en el que se mide la causa y efecto, a través de las variables independientes y dependientes respectivamente Gavilánez (2021), evaluando el porcentaje humedad retenido en el suelo durante las etapas de desarrollo fenológico del cultivo y el cambio morfofisiológico de la planta de frutilla, por efecto de cuatro niveles de inducción magnética en condiciones de campo abierto con acolchado de los camellones para el cultivo de frutilla de la variedad albión. Korany et al (2022), interpretándose los resultados obtenidos para confirmar las hipótesis planteadas en la investigación. Fernández et al (2010), según las condiciones agroclimáticas de la comunidad Palmar Grande Monte Olivo, con un sistema de riego tecnificado por goteo para el cultivo de frutilla (*Fragaria*) variedad Albión.

3.6. TRATAMIENTOS

3.6.1. FORMULACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento 1: Se consideró para el estudio de investigación del efecto inducción magnética aplicado mediante un equipo magnetizador con imanes de neodimio en el sistema riego por goteo con una cantidad de flujo magnético de 1000 Gauss (0,1 T), considerándose como el 100% para el T1 y sus respectivas repeticiones propuestas en el diseño experimental. Según el requerimiento hídrico calculado en cada etapa del ciclo fenológico, en el cultivo de frutilla (Tapia , 2021).

Tratamiento 2: Se consideró para el estudio de investigación del efecto inducción magnética aplicado mediante un equipo magnetizador con imanes de neodimio en el sistema riego por goteo con una cantidad de flujo magnético de 750 Gauss (0,075 T), considerándose como el 75 % para el T2 y sus respectivas repeticiones propuestas en el diseño experimental. Según requerimiento hídrico calculado en cada etapa del ciclo fenológico, en el cultivo de frutilla (Tapia , 2021).

Tratamiento 3: Se consideró para el estudio de investigación del efecto inducción magnética aplicado mediante un equipo magnetizador con imanes de neodimio en el sistema riego por goteo con una cantidad de flujo magnético de 500 Gauss (0,050 T), considerándose como el 50 % para el T3. Según el requerimiento hídrico calculado en cada etapa del ciclo fenológico, en el cultivo de frutilla (Tapia , 2021).

Tratamiento 4: Se consideró para el estudio de investigación del efecto inducción magnética aplicado mediante un equipo magnetizador con imanes de neodimio en el sistema riego por goteo con una cantidad de flujo magnético de 250 Gauss (0,025 T), considerándose como el 25 % para el T4 y sus respectivas repeticiones propuestas en el diseño experimental. Según el requerimiento hídrico calculado en cada etapa del ciclo fenológico, en el cultivo de frutilla (Tapia , 2021).

Tratamiento 5: Se suministró el requerimiento hídrico al tratamiento 5 calculado en cada etapa del ciclo fenológico, para el cultivo de frutilla. y sus respectivas repeticiones, sin ningún tipo de flujo de inducción magnética (Lino, 2021).

3.7.FASES DE CAMPO

La fase de campo consistió en la instalación de las unidades experimentales para medir el efecto de los tratamientos, se consideró como unidad de muestreo 10 plantas de frutilla al azar por unidad experimental se sembró 35 plantas siendo un total de 15 unidades experimentales. Resultando un total de 525 plantas. Se consideró la homogeneidad en su instalación bajo las siguientes actividades (Fernández et al.,2010).

3.7.1. PREPARACIÓN DEL SUELO

Para el cultivo de frutilla se requiere cuidadosamente preparación del suelo que después de realizar la labor mecanizada tradicional de arado, a 45 cm de profundidad seguido con la labor de rastra para nivelar el suelo esto se lo realizó con 30 días de anticipación. Según recomendaciones sugeridas por (Bianchi, 2018).

3.7.2. CONSTRUCCIÓN DE CAMELONES, UNIDAD EXPERIMENTAL

En el diseño de los camellos se consideró para dos hileras de plantas de frutilla, el levantamiento del camello se lo ejecutó con 15 días antes de la fecha de siembra, seguidamente se construyó una cama alta la cual fue rastrillada, firme, aireada y de buen drenaje permitiendo desarrollar de mejor manera el sistema radicular de la planta y distribución uniforme del agua de riego como también de los fertilizantes las dimensiones fueron 0,30 cm de alto, 0,90 cm de ancho y 3,5 cm de largo con caminos de 0,80 cm entre unidades experimentales y margen del perímetro, distribuyéndose en un área de 134,8 m² cuyas dimensiones se ilustra en la Figura 2. Lo cual permitió la operacionalidad dentro del manejo de la investigación. (Namesny et al., 2022).

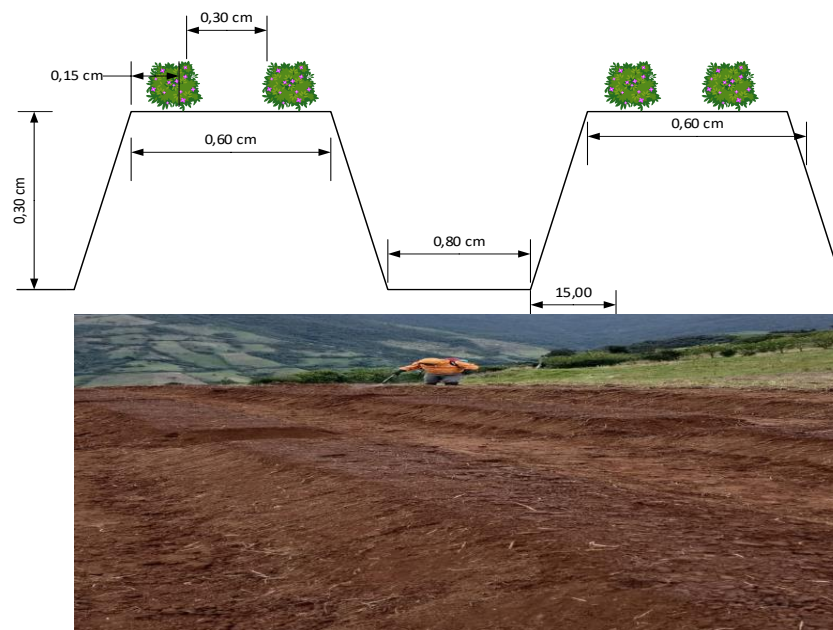


Figura 2. Construcción de camellos como unidad experimental para el cultivo de frutilla

3.8. SISTEMA DE RIEGO

Se colocó cinta de riego por goteo y el acolchado con plástico negro, la construcción se realizó en forma manual con herramientas de mano. El sistema de riego

por goteo y la modalidad de utilizar acolchado plástico se lo utilizó para la reducción de los costos de aplicación de fertilizantes, como también para el control de la presencia de hervía. El plástico negro (figura 64), es el más usado para producción de frutilla para mejorar el incremento de la producción y utilizar en forma óptima el agua de riego en su cantidad, con buenas prácticas de manejo eficiente del cultivo (Inzunza et al., 2017).

Los imanes de neodimio se colocaron en una caja de soporte cuadrada que cubre la manguera de conducción terciaria del sistema de riego de media pulgada de diámetro, este se colocó al inicio de cada bloque experimental (figura 65) con la cantidad de magnetismo según el tratamiento (Córdoba, 2019).

La medición se realizó cada 15 días hasta llegar al día 180 después del trasplante con un sensor medidor de humedad del suelo para campo de marca (Vivosun) a una profundidad de 15 cm, en tres puntos de cada unidad experimental obteniendo un valor promedio por cada unidad.

Cadena (2012), establece en su publicación los pasos para calcular la lámina de riego necesaria según las condiciones climáticas y de textura del suelo por lo que se consideró las condiciones climáticas del suelo del lugar del ensayo que se pueden observar en la tabla 50 obteniéndose una la frecuencia de riego cada tres días, con una lámina de riego 8,53 mm con un tiempo por riego 0,77 horas con un requerimiento de caudal de 0,41 l/s.

Los imanes para la inducción magnética se compraron calibrados según el tratamiento estos imanes son de neodimio, una aleación de hierro y boro, se adquirió los de forma circular con un espesor de 3 mm de diámetro 20 mm con un agujero en el centro de 5 mm de diámetro interior Córdoba (2019), realiza una sistematización de las propiedades del imán de neodimio N°52 utilizando una densidad o flujo magnético de 14700 Gauss (1,47 T).

3.9. REALIZACIÓN DE LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DURANTE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE FRUTILLA.

3.9.1. PREPARACIÓN DE SUELO.

Se seleccionó un terreno de topografía plana, con acceso al sistema de agua de riego presurizado, seguidamente se tomó muestras de suelo para enviar al laboratorio para el análisis de laboratorio de la textura del suelo. Las labores de preparación del suelo se iniciaron con un mes de anticipación prioridad, para controlar las malezas e incorporación de fertilizantes orgánico y químico al suelo según requerimiento de enmiendas de fertilización, establecido en el cálculo para el cultivo de frutilla. La desinfección del suelo se realizó con la aplicación de cal agrícola 200 g /m², calculando un requerimiento total de 25,5 kg para las 15 unidades experimentales diseñadas para la investigación, se aplicó en la superficie el cual fue incorporado con la técnica al voleo para luego incorporar mediante un repique con azadilla con la nivelación respectiva (Espin, 2022).

Se realizó una enmienda inicial con materia orgánica, estiércol de ovino a razón de 3 Kg/m², más 12 kg/m² de cascarilla de arroz, para mejorar la estructura del suelo no se agregó fertilización con productos químicos ni minerales, por la posibilidad de incidir en los resultados de las variables (Marinas, 2022).

3.9.2. TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE CAMAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

En la figura 3, se indica el diseño de la construcción de las camas que serán las unidades experimentales dentro de un lote para el ensayo experimental de con una superficie total de 134,85 m² en el cual se instalarán 15 unidades experimentales.

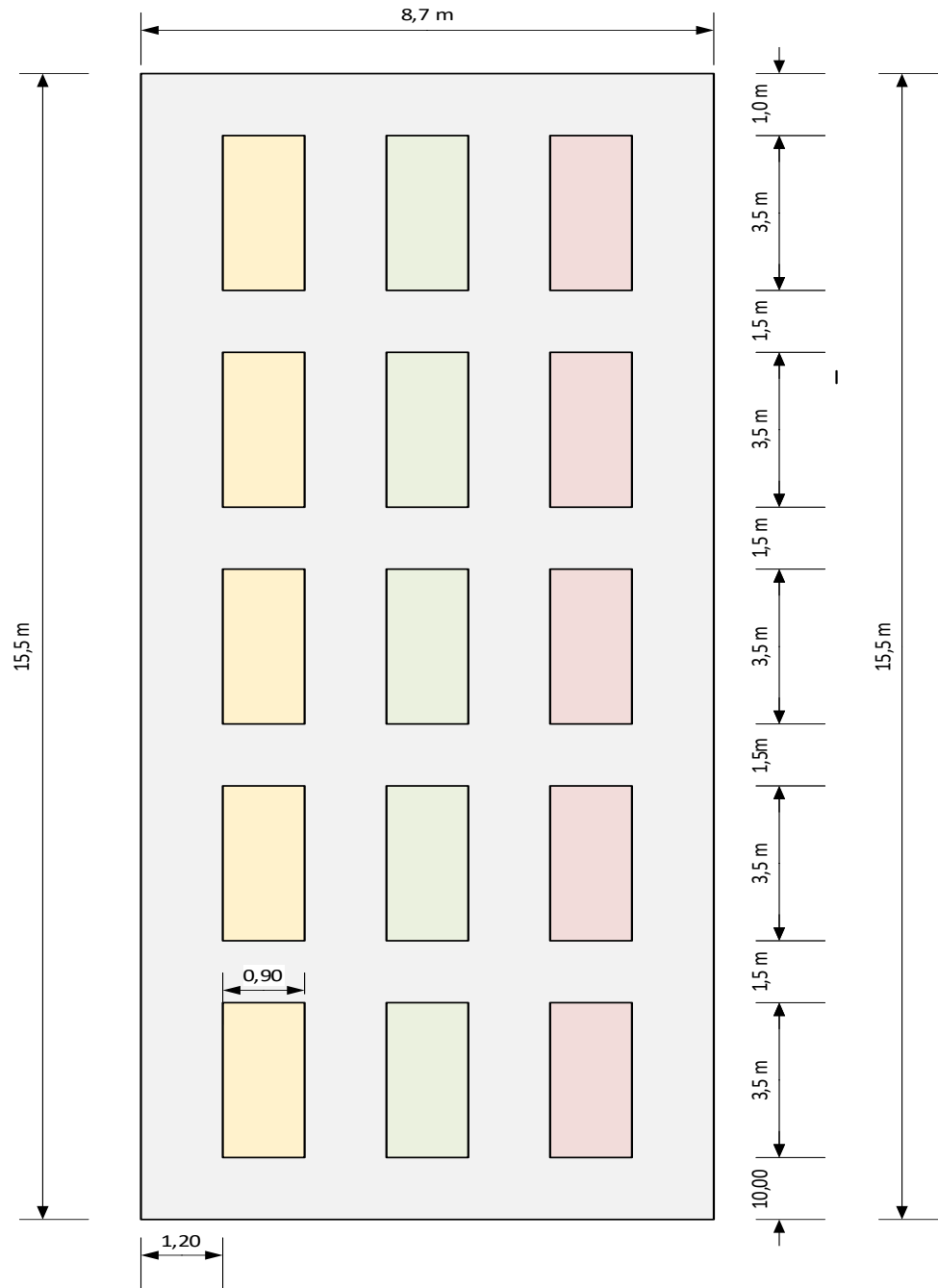


Figura 3. Diseño de parcelas de la investigación.

Según las recomendaciones de Bianchi (2018), en su publicación. Guía completa sobre el cultivo de fresa, se construyó 15 camas de alto de 30 cm de alto con una distribución de dos hileras en una cama de 0,90 de ancho por 3,5 metros de largo, con tres bloques y cinco tratamientos de inducción magnética. A 1000, 750, 500, 250 Gauss y un tratamiento sin inducción magnética considerado como testigo.

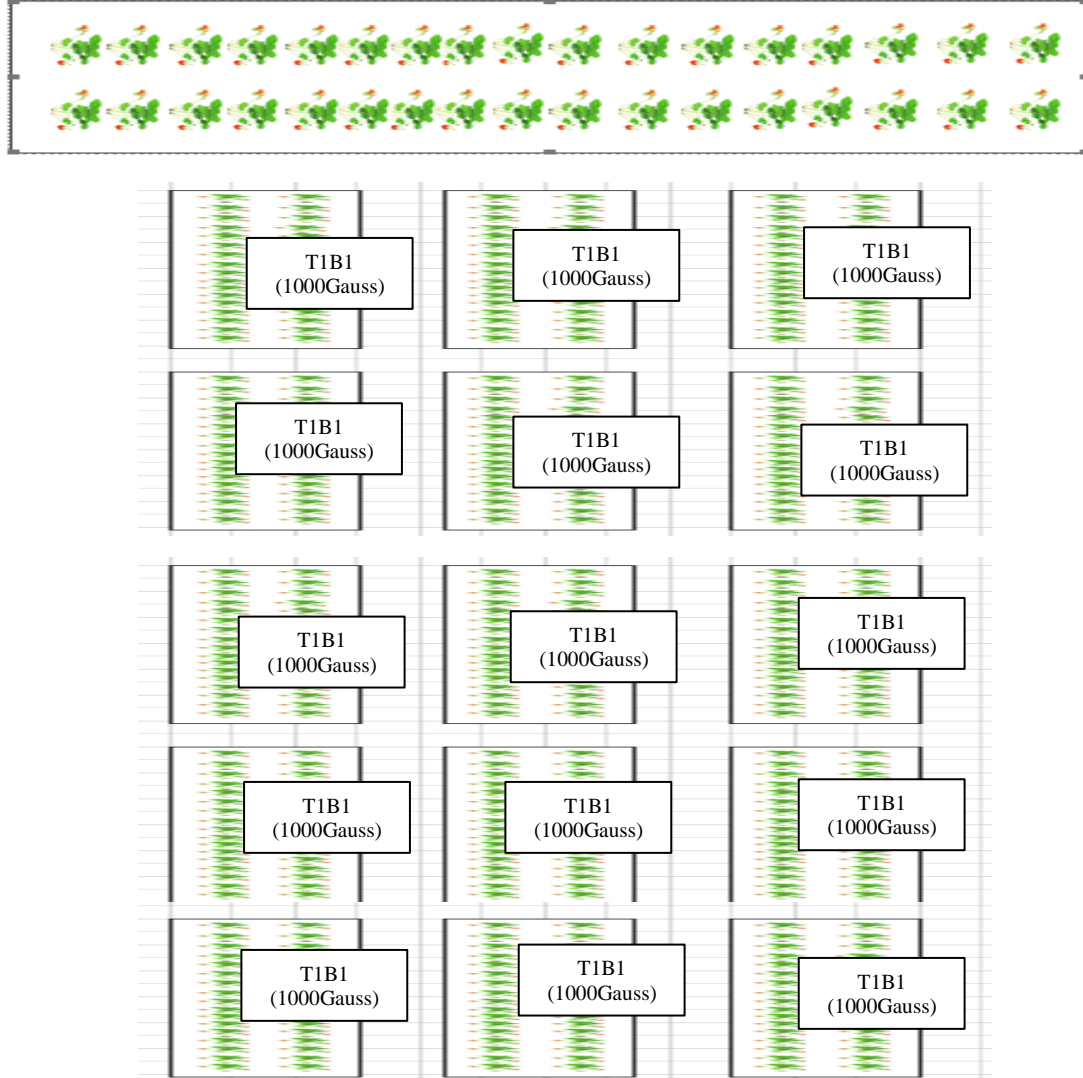


Figura 4. Distribución de unidades experimentales por bloques

3.9. CÁLCULO LA LÁMINA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE FRUTILLA A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA LOCALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El sistema de riego utilizado es por medio de goteo con la utilización de cinta de goteo de 4 l / s

La lámina de riego es de 6,2 mm / día, cada cuatro días con un tiempo de aplicación de 32 minutos por riego.

3.10. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego mantiene una presión de 2 atmósferas lo cual permitió abastecer a las unidades experimentales por medio de un sistema presurizado.com se detalla en la figura 5

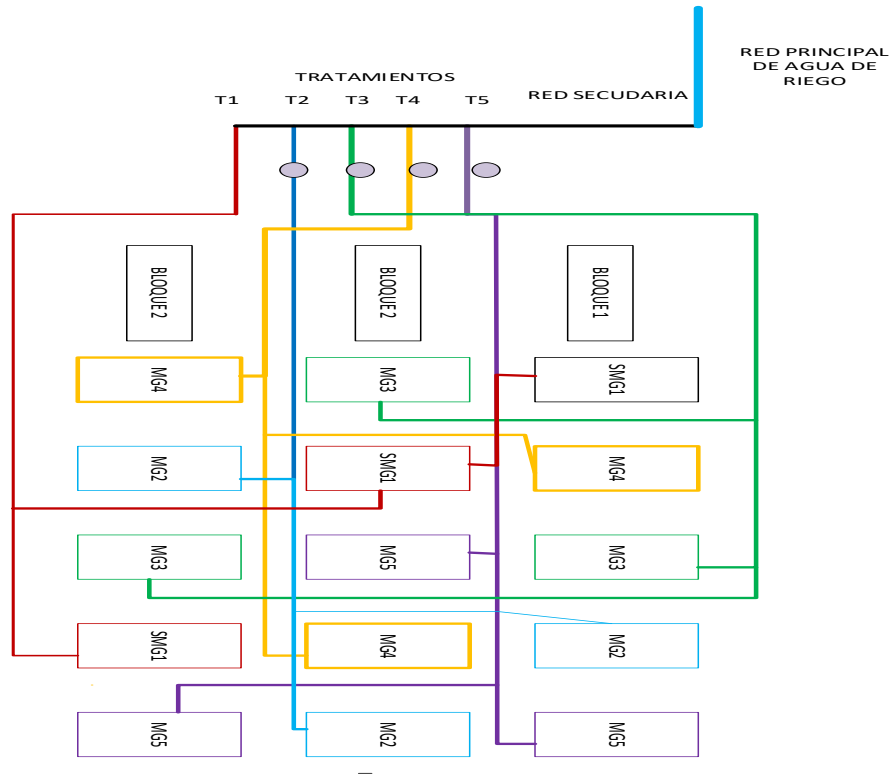


Figura 5. Diseño de distribución hidráulica para riego de unidades experimentales.

3.11. VARIABLES EVALUADAS

Se evaluó desde la etapa de trasplante las siguientes variables:

3.12. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Humedad del suelo.- Por medio del equipo sensor de humedad del suelo, se midió en los días 15,30,45,60,75,90,105,120,135,150,165 y 180, con el sensor de humedad del

suelo de marca Vivos a una profundidad de 15 cm con una escala de referencia 1 a 10. Siendo de 10 a 35 % seco de 35 a 75 % en capacidad de campo de 75 a 100% húmedo. La instalación del equipo se lo realizó a una profundidad de 15 cm, siendo los sensores dos electrodos con dirección vertical , midiendo la profundidad media entre 15 y 30 cm para la instalación se cabo un orificio o barreno o palín a la profundidad requerida, se insertó verticalmente luego se tapó el orificio y se compacto ligeramente para evitar el flujo preferencial del agua en el sitio se procede después de 10 minutos de haber instalado a la lectura de la humedad (Cenicaña, 2018).

pH del suelo.- la determinación del pH en el suelo se lo realizó con un equipo digital portátil para medición en campo, realizada a los 5, 60, 90, 150 y 180 días después de haber trasplantado la plántula de frutilla. Con barrero pequeño se realizó un orificio en el suelo para luego introducir el electrodo con un sensor y proceder a la lectura, se consideró el suelo a capacidad de campo por el tiempo de tres minutos (Beretta et al., 2014).

Conductividad eléctrica.- Con equipo medidor FieldScout EC 110 tiene un rango de 0.00 a 199.9 mS/cm (con una precisión de $\pm 2\%$), medición digital, portátil de campo. realizada a los días 5, 60, 90, 120, 150 y 180 desde el trasplante de la planta de frutilla. Es un equipo que permite obtener la medida en dS/m. (GIS Ibérica , 2021)

3.13. CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE LA PLANTA DE FRUTILLA

Altura de plantas.- Se registró los datos en centímetros (cm) en las plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental con calibrador pie de rey y un flexómetro desde el día 15 hasta 180 días a partir del trasplante, la medición se realizó a la misma hora, para la obtención del valor se consideró la medición desde la altura basal hasta donde se encuentra el ápice de la hoja terminal de la planta de frutilla (Acosta, 2022).

Mortalidad de plantas.- Mediante el uso de registros del cultivo, se llevó a cabo el conteo de plantas muertas cada 15 para determinar el porcentaje de mortalidad,

dividiendo el número de plantas muertas observadas para el total de plantas establecidas en la investigación de cada unidad experimental mediante la siguiente fórmula (Balbotín y Ortiz, 2017).

$$\text{Mortalidad de plantas} = \left(\frac{\text{N}^{\circ} \text{ plantas muertas}}{\text{N}^{\circ} \text{ plantas establecidas}} \right) \times (100)$$

Días de floración en las plantas.- Se realizó las lecturas a partir del trasplante, el número de flores completas en las plantas de muestra. Se contó los días transcurridos observándose a los 120, 150 y 180 días (Huacara , 2018)

Número de frutos por unidad experimental. - Se contabilizó los números de frutos en plantas muestreadas por cada tratamiento dentro de la parcela a los 120, 150 y 180 días El rendimiento estuvo determinado por el número de frutos extrapolando a rendimiento por hectárea (Scarlato et al., 2017).

Rendimiento. - Se registró en kg de fruto extraído del fruto de frutilla por unidad experimental. Se contabilizó y realizó el pesaje de todos los frutos por unidad experimental , para luego extrapolar a kg / ha, tomando datos en cada cosecha realizada del mejor tratamiento, desde el inicio de la cosecha. Para luego realizar una proyección de los índices financiero relación costo / beneficio (INTA, 2020)

3.14. POBLACIÓN

La población se consideró al número de plantas utilizadas para la investigación para esta investigación siendo un total de 525 plantas de frutilla (*Fragaria*) variedad Albión, las cuales se distribuyeron en 15 unidades experimentales con total de 35 plantas por unidad experimental (Cotrina, 2022).

3.15. MUESTRA

En cada unidad experimental se seleccionaron al azar 10 plantas Frutilla (*Fragaria*) variedad Albión como muestra para la toma de datos resultando un número total de 150 plantas (Juárez, 2022).

3.16. FACTORES DE ESTUDIO

Factor 1:

Cantidades de flujo de inducción magnética medida en Gauss considerándose el 100% a (1000 Gauss), 75 % a (750 Gauss), 50% a (500 Gauss), 25% a (250 Gauss), y un tratamiento que no tiene ningún porcentaje de flujo magnético aplicado a los tiempos y frecuencias de riego calculados, según las condiciones climáticas del área de estudio, para las etapas fenológicas del cultivo de frutilla con medición de un equipo marca Vivosun, con un sensor de humedad con dos electrodos aplicados directo al suelo en cada tratamiento en estudio.

Factor 2:

Cultivo de Frutilla (*Fragaria*) variedad Albión

3.17. VARIABLES DE ESTUDIO

3.17.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Cantidad de flujo de inducción magnética aplicada al agua de riego por método por goteo

100 % de la cantidad flujo de inducción magnética (1000 Gauss).

75 % de la cantidad flujo de inducción magnética (750 Gauss).

50 % de la cantidad flujo de inducción magnética (500 Gauss).

25 % de la cantidad flujo de inducción magnética (250 Gauss).

0 % sin flujo de inducción magnética (0 Gauss).

3.17.2. VARIABLES DEPENDIENTES (CAMPO)

- Comportamiento en la propiedad físicas del suelo en las etapas fenológicas del cultivo de frutilla (*Fragaria*) variedad Albión.
 - Medición de la humedad del suelo.
 - pH del suelo.
 - Conductividad eléctrica del suelo
- Comportamiento agronómico en los cambios morfofisiológicos de la planta de Frutilla (*Fragaria*) variedad Albión.
 - Altura de planta (cm).
 - Mortalidad de plantas (Número de plantas muertas).
 - Días a la floración (Número flores por planta).
 - Número de frutos por planta (Frutos).
 - Diámetro ecuatorial del fruto (cm).
- Comportamiento del rendimiento del cultivo de frutilla en la primera cosecha.
 - Rendimiento en kilogramos de fruto cosechado.
 - Costo de producción (dólares)

3.18. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 3 bloques.

Los datos serán evaluados con la hoja de cálculo de Excel, luego procesados por el Infostat versión ,en donde se analizó el ADEVA y las pruebas de significación con la comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0,05$) y la aplicación de estadística descriptiva para la cantidad de inducción magnética y los resultados de las variables agronómicas morfo fisiológicas del cultivo y el porcentaje de humedad que se presenta en el ciclo fenológico del cultivo en estudio (Gavilánez, 2021).

Tabla 6*Diseño Bloques Completamente al Azar*

TRATAMIENTOS	5
BLOQUES	3
UNIDADES EXPERIMENTALES	15

3.19. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA ADEVA**Tabla 7***Análisis de varianza*

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD
TOTAL	14
TRATAMIENTOS	4
BLOQUES	2
ERROR EXPERIMENTAL	8

3.20. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**Tabla 8***Características de la unidad experimental*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Total, unidades experimentales	15
Forma	Rectangular
Tamaño de la parcela de la unidad experimental	3,15 m ² (3,5 m x 0,90 m)
Cantidad total de plantas total en 15 unidades experimentales	525 plantas
Distanciamiento de siembra	0,30 m x 0,30 m
Número de plantas por unidad experimental	35
Número de filas por unidad experimental	2
Área total de la parcela	134,85 m ²
Área útil de las unidades experimentales	47,25 m ²
Separación entre unidades experimentales	0,80 m

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. PRUEBA DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE LA VARIANZA

Según las tablas 9, 10, 11 y 12, de comparación para supuestos de normalidad en donde se valora un número de 15 observaciones que es menor a 50 datos, por lo cual se cumpliendo con la condición para la aplicación del test de Shapiro Wilk, para observaciones menores a 50 datos, interpretando la prueba de normalidad con. Test de Shapiro Wilk en donde; si el p-valor es $> 0,05$; los datos provienen de distribución normal, pero si el p-valor es $< 0,05$; los datos no tienen una distribución normal.

Como se observa en la tabla 9,10,11 y 12, los resultados estadísticos indican normalidad en los datos obtenidos, por lo cual se procede a realizar las pruebas de análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Tabla 9

Prueba de normalidad para la variable dependiente humedad del suelo, con Test de Shapiro Wilk

VARIABLE S	OBSERVACIONE S	PROMEDI O	DESVIACIÓ N ESTÁNDAR	NORMALIDAD			
				SHAPIR O WILK NOTA. TEST	VALOR CRÍTICO SHAPIRO -WILK	P VALO R	
Humedad a los 15 días	15	0,786	0,02	0,94	0,8810	0,616	N
Humedad a los 30 días	15	0,792	0,01	0,94	0,8810	0,628	N
Humedad a los 45 días	15	0,786	0,02	0,93	0,8810	0,432	N
Humedad a los 60 días	15	0,788	0,02	0,90	0,8810	0,208	N
Humedad a los 75 días	15	0,782	0,01	0,92	0,8810	0,392	N
Humedad a los 90 días	15	0,794	0,03	0,95	0,8810	0,688	N
Humedad a los 105 días	15	0,780	0,02	0,98	0,8810	0,951	N
Humedad a los 120 días	15	0,794	0,03	0,92	0,8810	0,776	N
Humedad a los 135 días	15	0,644	0,03	0,92	0,8810	0,384	N
Humedad a los días	15	0,776	0,01	0,96	0,8810	0,7739	N
Continuación de la Tabla 10							
Humedad a los 165 días	15	0,784	0,02	0,95	0,8810	0,6734	N
Humedad a los 180 días	15	0,786	0,02	0,95	0,8810	0,6954	N

Nota: N = Normalidad

Tabla 10

Prueba de normalidad para la variable pH y conductividad eléctrica en el suelo con Test de Shapiro Wilk.

VARIABLES	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	NORMALIDAD			
				SHAPIRO NOTA. TEST	VALOR CRÍTICO SHAPIRO	P VALOR	
pH de suelo a los 15 días	15	8,11	0,02	0,90	0,8810	0,215	N
pH de suelo a los 60 días	15	8,22	0,03	0,95	0,8810	0,681	N
pH de suelo a los 90 días	15	8,16	0,03	0,93	0,8810	0,441	N
pH de suelo a los 150 días	15	8,21	0,03	0,91	0,8810	0,286	N
pH de suelo a los 180 días	15	8,20	0,02	0,96	0,8810	0,806	N
CE de suelo a los 15 días	15	1,31	0,03	0,89	0,8810	0,161	N
CE de suelo a los 60 días	15	1,35	0,04	0,94	0,8810	0,539	N
CE de suelo a los 120 días	15	1,40	0,04	0,94	0,8810	0,539	N
CE de suelo a los 150 días	15	1,49	0,04	0,94	0,8810	0,539	N
CE de suelo a los 180 días	15	1,42	0,04	0,94	0,8810	0,539	N

Nota: N = Normalidad

Tabla 11

Prueba de normalidad para las variables; Altura de la planta, días a la floración, número de frutos, diámetro ecuatorial del fruto con Test de Shapiro Wilk

VARIABLES	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	NORMALIDAD			
				Shapiro Nota. Test	Valor Shapiro Tabla	P valor	
Altura(cm) a los 15 días	15	5,18	0,18	0,93	0,881	0,477	N
Altura(cm) a los 30 días	15	6,18	0,15	0,95	0,881	0,686	N
Altura(cm) a los 45 días	15	11,79	0,35	0,95	0,881	0,716	N
Continuación de la tabla 12							
Altura(cm) a los 60 días	15	12,07	0,44	0,93	0,881	0,518	N
Altura(cm) a los 75 días	15	12,18	0,43	0,92	0,881	0,393	N
Altura(cm) a los 90 días	15	12,95	0,33	0,98	0,881	0,978	N
Altura(cm) a los 105 días	15	13,29	0,32	0,97	0,881	0,944	N
Altura(cm) a los 120 días	15	13,65	0,32	0,97	0,881	0,978	N
Altura(cm) a los 135 días	15	13,85	0,33	0,98	0,881	0,946	N
Altura(cm) a los 150 días	15	14,122	0,34	0,96	0,881	0,854	N
Altura(cm) a los 165 días	15	14,314	0,34	0,95	0,881	0,746	N
Altura(cm) a los 180 días	15	14,388	0,35	0,95	0,881	0,757	N
Días de floración a los 75 días (Número de flores por planta)	15	1,93	0,53	0,94	0,881	0,62	N
Días de floración a los 120 días (Número de flores por planta)	15	3,734	0,5	0,89	0,881	0,151	N
Días de floración a los 150 días (Número de flores por planta)	15	4,4	0,7	0,94	0,881	0,523	N

Continuación	Tabla 11						
Días de floración a los 180 días (Número de flores por planta)	15	5,468	0,7	0,96	0,881	0,96	N
Número de frutos a los 120 días	15	3,666	0,37	0,92	0,881	0,326	N
Número de frutos a los 150 días	15	4,2	0,26	0,96	0,881	0,82	N
Número de frutos a los 180 días	15	5,268	0,35	0,94	0,881	0,579	N
Diámetro ecuatorial del fruto CF a los 120 días	15	4,49	0,14	0,97	0,881	0,914	N
Diámetro ecuatorial del fruto CF a los 150 días	15	4,714	0,11	0,97	0,881	0,892	N
Diámetro ecuatorial del fruto CF a los 180 días	15	4,6	0,25	0,99	0,881	0,994	N

ota: N = Normalidad

Tabla 12*Prueba de normalidad para la variable rendimiento con Test de Shapiro Wilk*

VARIABLES	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	NORMALIDAD			N
				Shapiro Nota. Test	Valor Shapiro Tabla	P valor	
Rendimiento a los 120 días	15	0,328	0,03	0,92	0,8810	0,3812	N
Rendimiento a los 150 días	15	0,336	0,02	0,96	0,8810	0,82	N
Rendimiento a los 180 días	15	0,42	0,03	0,94	0,8810	0,5796	N

Nota: N = Normalidad

5.1. RESULTADO PARA EL PRIMERO OBJETIVO

Para el primer objetivo, se consideró la investigación del comportamiento de las propiedades físicas del suelo en las etapas fenológicas del cultivo de frutilla (*Fragaria*) variedad Albión, bajo la influencia de cuatro niveles de inducción magnética; 1000 Gauss, 750 Gauss, 500 Gauss, 250 Gauss como variables independientes aplicadas al agua de riego por goteo, durante el ciclo de cultivo y como fue el efecto en las plantas de frutilla, para el primer resultado analizado se consideró las variables independientes, humedad, pH y conductividad eléctrica, resultados que se presentan al realizar el análisis de varianza que se indican en la Tabla 15, a los periodos de 15,30,45,60,75,90,105,120,135,150,165 y 180 días para cada tratamiento investigado de puede observar que existe variancia significativa en los tratamientos

5.1.1. HUMEDAD DEL SUELO

Para el análisis de varianza de la variable dependiente humedad la tabla 15 muestra el análisis estadístico en cuanto a la toma de datos de variable humedad del suelo a los días, 15,30,45,60,75,90,105,120,135,150,165 y 180 días tras la aplicación de los

diferentes tratamientos evidenciando los siguientes resultados para el día 15 se tiene diferencia significativa en la aplicación de la inducción magnética en el agua de riego con un coeficiente de variación es del 3,05 % que expresa la variabilidad del diseño a condiciones de campo, para el día 30 se mantiene la significancia con valor del coeficiente de variación de 2,45 % con un promedio de 0,79 % aceptándose la diferencia entre los tratamientos, para el día 45 se observa que existe igualdad en los tratamientos el coeficiente de variación es de 3,68 % , para el día 60 los tratamientos mantiene significación siendo el coeficiente de variación de 4,12 % para el día 75 es significativo con CV de 2,15 % a los 90 días es no significativo con CV del 4,85 % para el registro del día 105, los tratamientos mantiene significancia con CV de 2,6 % a los 120 días y 135 días es no significativo los coeficientes de variación son de 5,51 y 5,37 % respectivamente para el día 150 se mantiene con significancia con un CV del 1,7 % extendiendo diferencias en los tratamientos con inducción magnética con los valores a los 165 y 180 días con los registros estadísticos de campo se evidencia no existe significancia entre tratamientos con un CV de 3,95 y 4,06 % como se puede apreciar los CV, se mantiene dentro de la normativas de cálculo que es la de mantenerse bajo el 20 % para datos realizados en campo esto demuestra que la investigación se realizó adecuadamente

Tabla 13

FV	GL	HUMEDAD A LOS 15 DÍAS			HUMEDAD A LOS 30 DÍAS			HUMEDAD A LOS 45 DÍAS			HUMEDAD A LOS 60 DÍAS			HUMEDAD A LOS 75 DÍAS			HUMEDAD A LOS 90 DÍAS		
		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor	
Total	14																		
Tratamiento	4	6,79	0,011	*	12,15	0,0018	*	3,07	0,0831	NS	4,7	0,0301	*	22,49	0,0002	*	3,37	0,0674	NS
Bloque	2	0,88	0,45	NS	1,4	0,3015	NS	0,63	0,5567	NS	1,43	0,2948	NS	0,59	0,5776	NS	0,35	0,7119	NS
Error Experimental	8																		
CV %			3,05			2,45			3,68			4,12			2,15			4,85	
Promedio (%)			0,786			0,792			0,786			0,788			0,782			0,794	
FV	GL	HUMEDAD A LOS 105 DÍAS			HUMEDAD A LOS 120 DÍAS			HUMEDAD A LOS 135 DÍAS			HUMEDAD A LOS 150 DÍAS			HUMEDAD A LOS 165 DÍAS			HUMEDAD A LOS 180 DÍAS		
		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor		F cal	p.valor	
Total	14																		
Tratamiento	4	24,23	0,0002	*	1,89	0,205	NS	1,96	0,1936	NS	22,69	0,0002	*	3,36	0,0679	NS	2,89	0,0941	NS
Bloque	2	4,34	0,0529	NS	0,41	0,6783	NS	2,38	0,155	NS	2,38	0,155	NS	1,03	0,4011	NS	0,03	0,9742	NS
Error Experimental	8																		
CV %			2,6			5,51			5,37			1,7			3,95			4,06	
Promedio (%)			0,78			0,794			0,798			0,776			0,784			0,786	

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo P < 0.05, ** Altamente significativo P < 0.01, *** altamente significativo P < 0.001, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación.

Tabla 14

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 15 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
1	0,82	3	0,01	A
2	0,81	3	0,01	A
4	0,79	3	0,01	A
3	0,78	3	0,01	A
5	0,73	3	0,01	B

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06754 Error: 0,0006 gl: 8

Según la figura 6, una vez aplicada la prueba Tukey al 5 %, para los valores de humedad a los 15 días se obtiene dos rangos de significancia (A) y (B) en cuanto a la inducción magnética aplicada: La inducción magnética tratamientos, T1 y T2 se ubican en el rango (A), con los valores de medias de 0,82 y 0,81 % de humedad en el suelo, el nivel de inducción magnética tratamientos, T4 y T3 tiene sus medias iguales (AB), su valor es (0,79 %), el segundo rango es (B); este último señalan existe diferencia significativa corresponde al tratamiento T5 que es agua sin inducción magnética con valor de 0,73 %, con una DMS de 0,06754.

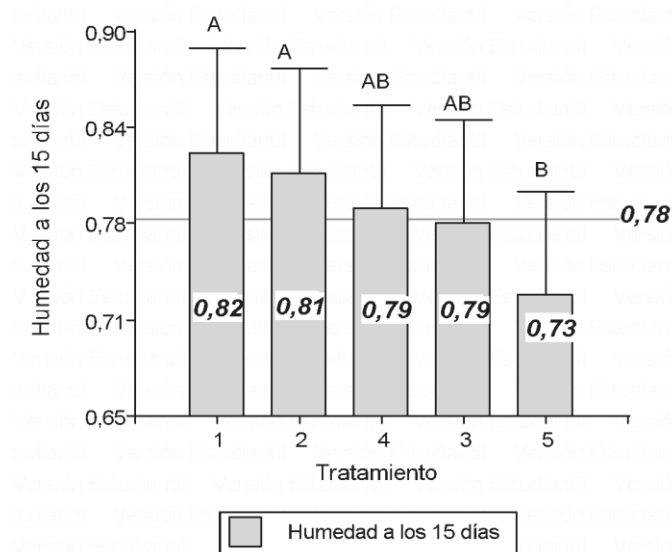


Figura 6. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 15 días.

Tabla 15*Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 30 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos		
1	0,83	3	0,01	A		
2	0,82	3	0,01	A		
3	0,81	3	0,01	A	B	
4	0,76	3	0,01		B	C
5	0,74	3	0,01			C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05475 Error: 0,0004 gl: 8

En la figura 7, se indica una vez aplicada la prueba Tukey al 5%, para los valores de humedad en el suelo a los 30 días se obtiene tres rangos de significancia (A), (B) y (C) en cuanto a los niveles de inducción magnética aplicada: La inducción magnética T1,T2 se ubican en el rango (A), con los valores de medias de 0,83 y 0,82 % de humedad en el suelo, el nivel de inducción magnética T3 tiene sus medias son iguales entre (AB), en su valor (0,81), extendiendo similitud de medias entre el rango (BC) con valor de 0,76 %; el tercer rango que se estableció con la prueba en los índices de inducción magnética representado por el rango (C) este último señalan existe diferencia significativa corresponde al T5 que es agua sin inducción magnética con valor de 0,74 % a los 30 días. con una distribución de medias de 0,0547.

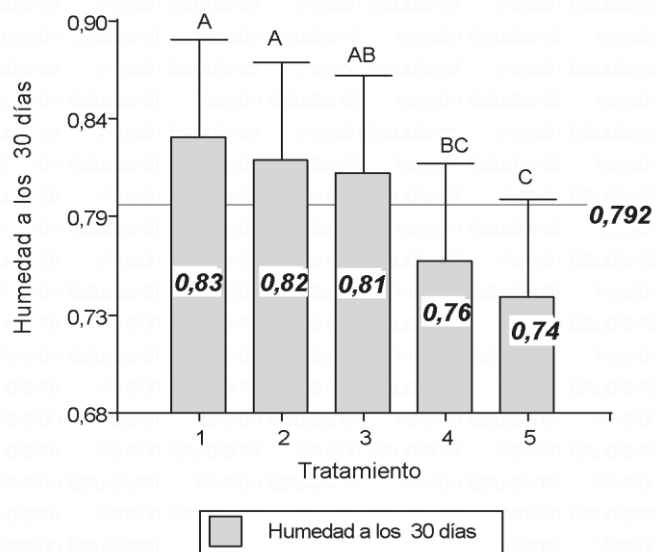


Figura 7. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 30 días.

Tabla 16

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 45 días

Tratamiento	Medías	N	E.E.	Rangos
1	0,83	3	0,02	A
3	0,8	3	0,02	A
2	0,78	3	0,02	A
5	0,76	3	0,02	A
4	0,76	3	0,02	A

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08151 Error: 0,0008 gl: 8

A analizar los datos de la Figura 8, una vez aplicada la prueba Tukey al 5 %, para los valores de humedad en el suelo a los 45 días se obtiene un rango (A), el cual es no significativo para las medias de los tratamientos siendo el T1 el mayor con 0,83 % y T4 el menor con 0,76 % con promedio de distribución de medias de 0,081 con un error experimental de 8 grados de libertad.

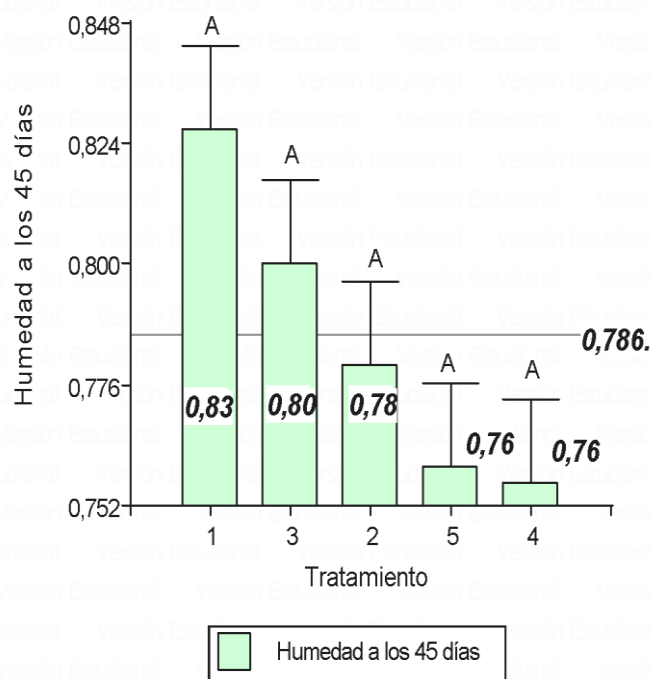


Figura 8. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 45 días.

Tabla 17

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente humedad del suelo a los 60 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	0,84	3	0,02	A
2	0,81	3	0,02	A B
3	0,79	3	0,02	A B
4	0,75	3	0,02	B
5	0,75	3	0,02	B

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09140 Error: 0,0011 gl: 8

En la figura 9, se puede observar según la comparación de promedios de los tratamientos de inducción magnética obtenida a los 60 días la humedad registrada en el suelo presenta dos rangos (A) y (B) y dos tratamientos con promedio igual (AB). Los tratamientos de inducción magnética.

Son significativo siendo el T1 un valor de 0,81 % para los valores T2,T3 con un valor de 0,81 % y 0,79 % y para el tratamiento TA y T5 con un valor de 0,75 % con una distribución de medias estándar de 0,914 con un error experimental de 0,011 a 8 grados de libertad.

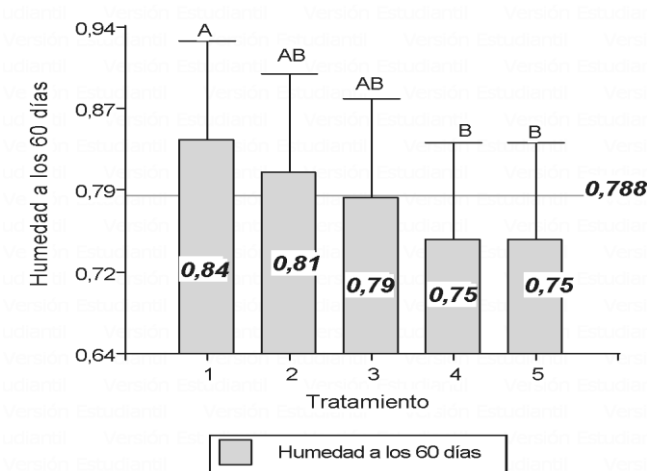


Figura 9. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 60 días.

Tabla 18

Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 75 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.		
1	0,84	3	0,01	A	
2	0,8	3	0,01	A	B
3	0,79	3	0,01		B
4	0,77	3	0,01		B
5	0,71	3	0,01		C

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04748 Error: 0,0003 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 75 días de plantada, tal como se lo puede observar en la Figura 10, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose tres rangos (A), (B) y (C) y un rango de igualdad de valores promedio entre (AB) para el T2, la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T1 con 0,84 % con 1000 Gauss que corresponde al rango (A) a los 75 días como se puede observar en la Tabla 19, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,71 %.

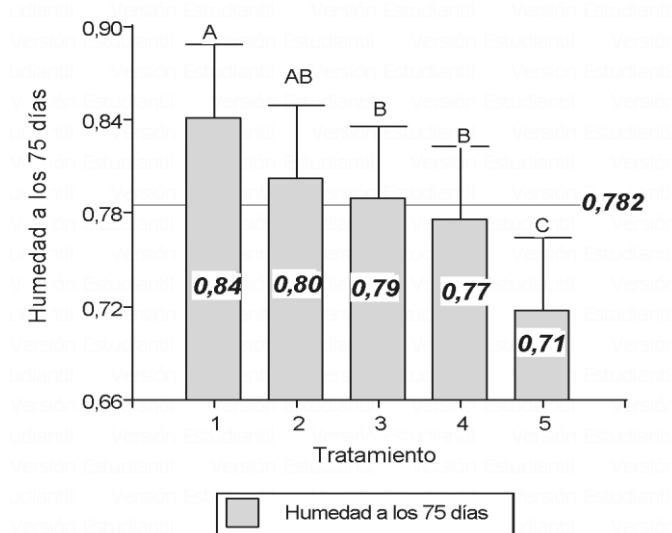


Figura 10. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 75 días.

Tabla 19

Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 90 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
2	0,84	3	0,02	A
1	0,83	3	0,02	A
3	0,78	3	0,02	A
4	0,77	3	0,02	A
5	0,75	3	0,02	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10870 Error: 0,0015 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 90 días de plantada, tal como se lo puede observar en la Figura 11, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose un solo rango (A) la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T2 con 0,84 % con 750 Gauss a los 75 días como se puede observar en la Tabla 20, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,75 %.

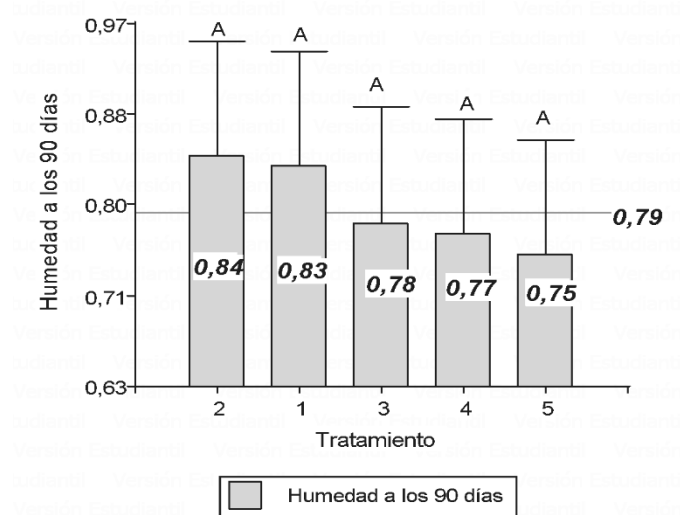


Figura 11. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego, con relación a la humedad del suelo tomada a los 90 días.

Tabla 20

Prueba de Tukey 5% para la variable humedad del suelo a los 105 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos			
1	0,85	3	0,01	A			
2	0,81	3	0,01	A	B		
3	0,79	3	0,01		B	C	
4	0,75	3	0,01			C	D
5	0,7	3	0,01				D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05723 Error: 0,0004 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 105 días de cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la figura 12, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) tres rangos de igualdad de valores promedio entre (AB), (BC) y (CD) para el T2, T3, T4, la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T1 con 0,85 % con 1000 Gauss que corresponde al rango (A) a los 90 días como se puede observar en la Tabla 23, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,70 %.

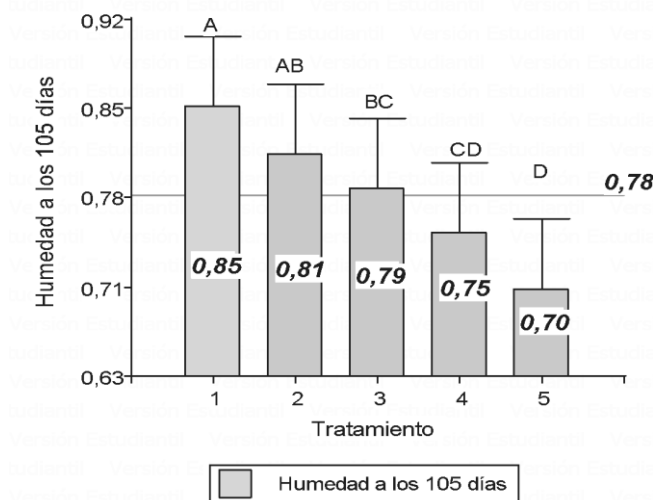


Figura 12. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 105 días.

Tabla 21

Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 120 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	
1	0,83	3	0,03	A
2	0,82	3	0,03	A
3	0,81	3	0,03	A
5	0,77	3	0,03	A
4	0,74	3	0,03	A

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12339 Error: 0,0019 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días de plantada, tal como se lo puede observar en la figura 13, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un solo rango (A) la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T1 con 0,83 % con 1000 Gauss a los 120 días como se puede observar en la Tabla 22, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,74 %.

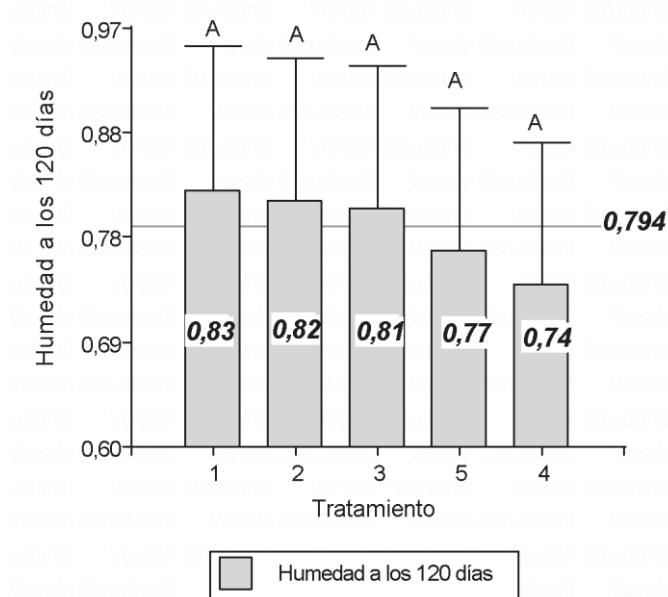


Figura 13. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 120 días

Tabla 22

Prueba de Tukey 5 % para la variable dependiente humedad del suelo a los 135 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	
2	0,83	3	0,02	A
3	0,82	3	0,02	A
1	0,82	3	0,02	A
5	0,77	3	0,02	A
4	0,75	3	0,02	A

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12067 Error: 0,0018 gl: 8

En el análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 135 días de haber plantado la frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 14, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un solo rango (A), la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T2 con 0,83 % con 750 Gauss a los 135 días como se puede observar en la Tabla 23, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T4 sin inducción magnética con un valor de 0,75 %.

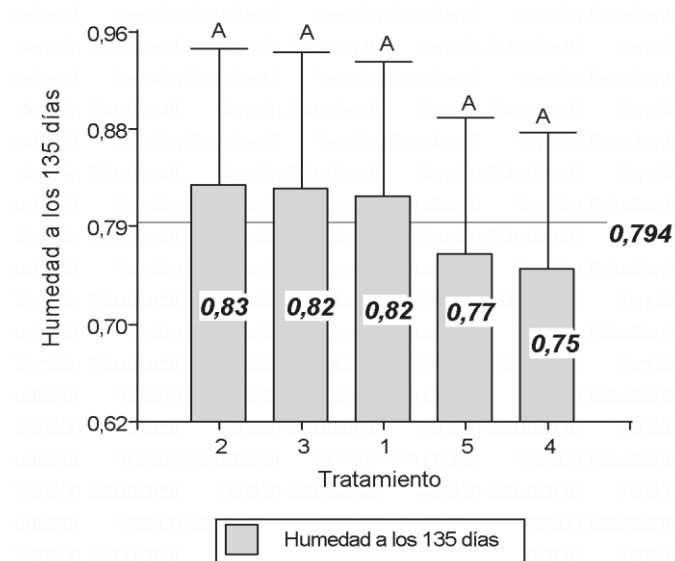


Figura 14. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego, con relación a la humedad del suelo tomada a los 135 días

Tabla 23

Prueba de Tukey 5 % para la variable dependiente humedad del suelo a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos	
2	0,81	3	0,01	A	
1	0,8	3	0,01	A	B
3	0,78	3	0,01	A	B
4	0,77	3	0,01		B
5	0,72	3	0,01		C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03714 Error: 0,0002 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días de cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 15, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose tres rangos (A), (B) y (C) dos rangos de igualdad de valores promedio entre (AB,) para los T1 y T3, la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T2 con 0,81 % con 750 Gauss que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 24, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,72 %.

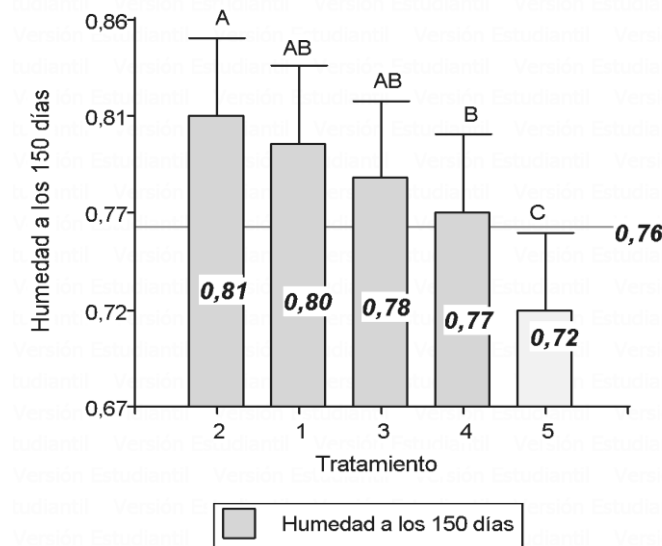


Figura 15. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 150 días.

Tabla 24

Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 165 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
2	0,82	3	0,02	A
1	0,81	3	0,02	A
3	0,79	3	0,02	A
4	0,75	3	0,02	A
5	0,75	3	0,02	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08717 Error: 0,0010 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 165 días de cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 16, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose un rango (A), la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T2 con 0,82 % con 750 Gauss que corresponde al rango (A) a los 165 días como se puede observar en la Tabla 25, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,75 %.

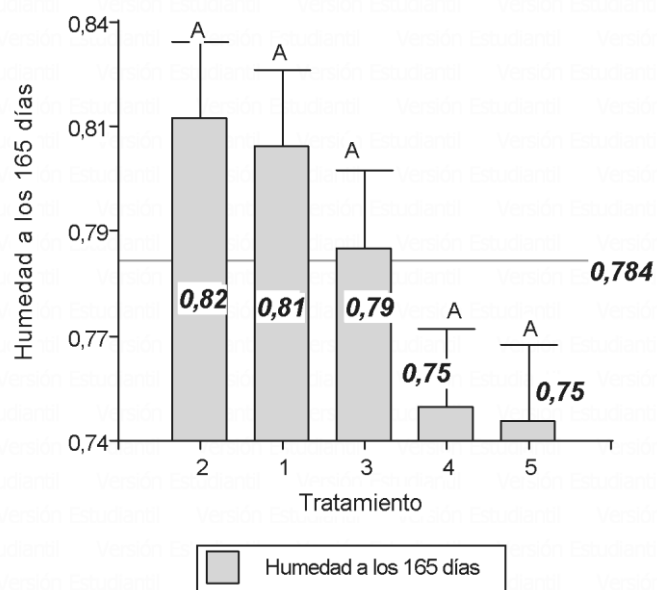


Figura 16. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 165 días.

Tabla 25

Prueba de Tukey 5 % para la variable humedad del suelo a los 180 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
2	0,81	3	0,02	A
1	0,81	3	0,02	A
3	0,8	3	0,02	A
5	0,76	3	0,02	A
4	0,75	3	0,02	A

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09002 Error: 0,0010 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios de humedad del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días de cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 17, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética presentándose un rango (A), la mayor humedad de suelo se alcanzada es en el T2 con 0,81 % con 750 Gauss que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 26, mientras que la menor humedad de suelo registrada en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T5 sin inducción magnética con un valor de 0,75 %.

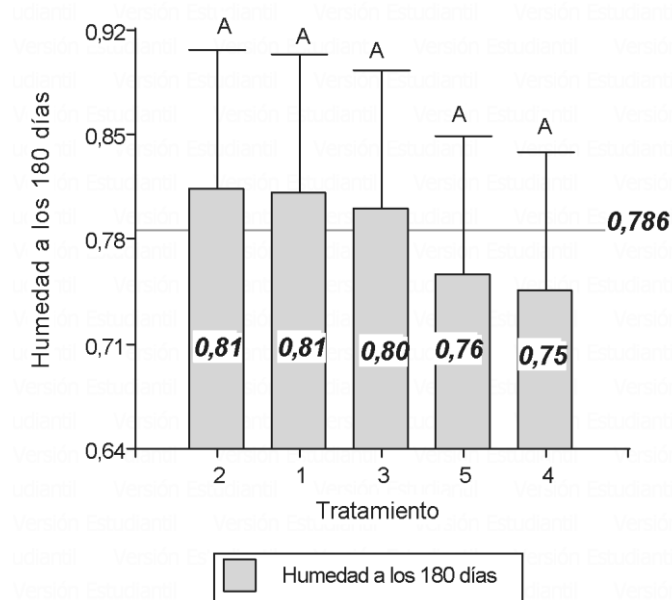


Figura 17. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la humedad del suelo tomada a los 180 días.

5.1.1.1. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE HUMEDAD DEL SUELO

Al analizar los datos obtenidos sobre la aplicación de la inducción magnética en la investigación realizada se obtuvo para T1 con (1000 Gauss), una mayor retención de humedad con el 83 % en los datos promedios obtenidos al aplicar una frecuencia de riego cada cuatro 4 días por el tiempo de 22 minutos, confirmando lo investigado por su parte Lino (2021), en su estudio sobre los efectos de la inducción magnética en la distribución de la humedad sobre el suelo bajo sistema de riego por goteo demuestran que la humedad medía del suelo bajo el sistema de goteo con aplicaciones de inducción magnética y agua de riego sin magnetizar, fue mayor en comparación con el tratamiento de riego con agua sin magnetizar con una diferencia significativa del 5%. Según Hilal et al (2013), afirman que el tratamiento magnético de agua para riego agrícola dependerá de la intensidad del campo magnético, la composición de las sales disueltas y la velocidad en que cruza la fuente del campo”. Hicham et al (2022), manifiestan en su estudio que el magnetismo muestra claramente una diferencia entre la evolución de la humedad en el suelo. Los suelos regados con agua tratada retienen más agua y la disminución de la humedad del suelo es más lenta. Lino (2021). De igual manera confirmó en su investigación del efecto del agua magnetizada en el desarrollo del cultivo de quinua realizado en la Ciudad de Latacunga comprueba que a mayor inducción magnética mejor retención de humedad en el suelo.

Hamza et al (2020), en su investigación manifiestan que el riego con agua no magnetizada indujo un volumen de suelo humedecido de 2575,68 cm³, lo que refleja una baja eficiencia de aplicación de riego por goteo de 64,07 %, mientras que el volumen de suelo mojado fue de 2919,24 cm³, lo que refleja una alta eficiencia de aplicación de agua de 72,62 % para riego con agua magnetizada. Los resultados de esta investigación demostraron efectos beneficiosos significativos del tratamiento con campos magnéticos sobre la calidad del agua salina

La alternativa tecnológica en el manejo agronómico de los cultivos con agua magnetizada permite mantener la retención humedad y una alta solubilidad de los nutrientes, como lo afirma Calvache. (2000).

Zúñiga et al (2016), establece que el nivel de inducción magnética con 1560 Gauss por 30 minutos muestra buenos resultados en la humedad del suelo al comparar la intensidad de 1560 Gauss en 15 min y 10 min. siendo confirmado en sus investigaciones Alfaro y Blanco (2012), con la aplicación de un nivel de inducción de 1200 Gauss en el agua de riego para el cultivo de plantas medicinales romero y llantén.

Cuando el suelo presenta humedad deficiente las plantas comienzan a transpirar rápidamente, mientras que la absorción del agua por las raíces se vuelve lenta, causando el retraso del desarrollo de los tallos y de los órganos que constituyen la planta.

Marei et al (2014), en su investigación de sobre la altura de planta, número de frutos, tamaño de frutos, número y grosor de las paredes de chile (*Capsicum annum*) manifiesta que es evidente que el uso del agua sometida a campos magnéticos con 5000 Gauss genera un crecimiento eficaz al pasar los días de suministro de agua. La humedad del suelo disponible para las plantas depende en mucho de la capacidad de campo que se usa indistintamente con los términos capacidad de retención de agua. La capacidad de campo es la cantidad de humedad del suelo o contenido de agua en el suelo después de que el exceso de agua se ha drenado y la velocidad de movimiento descendente ha disminuido sustancialmente, lo que generalmente ocurre dentro de 2 a 3 días después 12 de una lluvia o riego en suelos permeables de estructura y textura uniformes (Raveendra et al., 2017).

Chabla (2017), menciona en su estudio que la cantidad de agua presente en un espacio de suelo determinada depende mucho por su textura, materia orgánica, su composición mineralógica y el aporte natural de lluvias o el riego en los cultivos, y los efectos causados por la evapotranspiración. A causa de que el agua del suelo está adherida

a las partículas sólidas del mismo, hay una larga relación entre la cantidad de agua que retienen estas partículas y sus componentes.

Díaz et al (2003). En su investigación concluyen que para suelos arcillosos se tiene diferencias significativas entre la evaporación de los tratamientos humedecidos con agua con inducción magnética 125 mT, durante el tiempo de 60 minutos, indicando que el suelo expuesto con agua magnética reduce la evaporación en 9% respecto al tratamiento de control.

Según los resultados obtenidos estadísticos obtenidos y la comparación de las medias con la prueba de Tukey al 0,05 , se puede observar en las figuras 6 ,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,y 17 con el uso inducción magnética se establece un efecto positivo con el tratamiento (T1) con 1000 Gauss, con un nivel de humedad del 83 % del suelo; sin embargo, este valor fue diferente significativamente cuando no se usó inducción magnética. En general el uso de magnetismo en diferentes niveles de los tratamientos que se aplicó manifiesta la conservación del nivel de humedad del suelo confirmando con las investigaciones expuesta que la inducción magnética tiene influencia en la retención de humedad del suelo cuando se aplica al agua de riego como podemos observar en la figura 18, se mantiene sobre en el rango de capacidad de campo considerada para cultivos de frutilla.

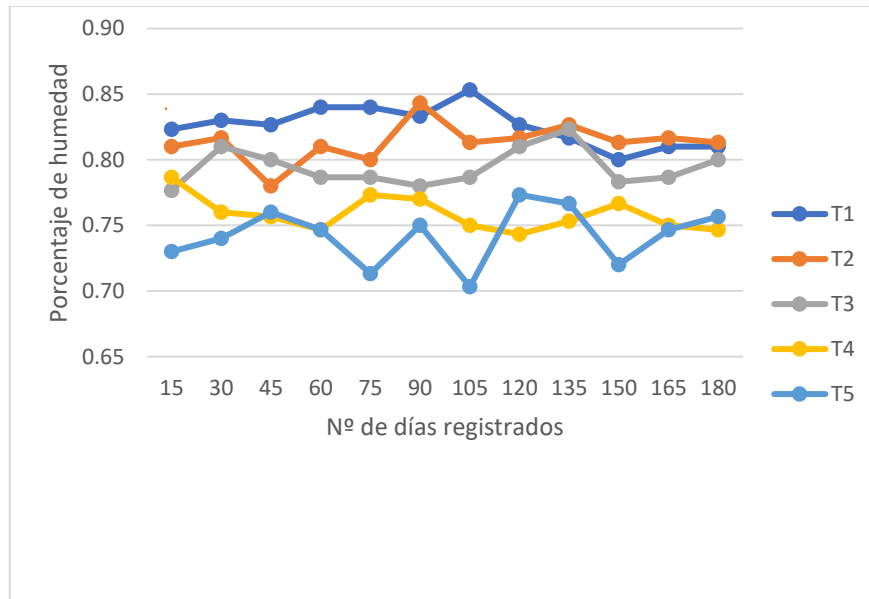


Figura 18. Porcentaje de humedad de retención en el suelo

5.1.2. MEDICIÓN DEL PH DEL SUELO

Realizado el análisis de varianza como se indica en la tabla consolidada 26 referente al pH del suelo en el cultivo de frutilla los 15, 60, 90, 150, 180 día, luego del análisis de varianza para los tratamientos de niveles de inducción magnética con relación al valor pH, lo que se puede evidenciar es la existencia de significancia estadística para los resultados en los días registrados aceptándose la hipótesis alternativa rechazando la hipótesis nula en periodos analizados.

Los coeficientes de variación para la variable dependiente pH del suelo es de 0,35 % a los 15 días, 0,41 % a los 60 % días, 0,41 % a los 90 días, 0,45 % a los 150 días, 0,37 % a los 180 días manteniéndose en los rangos del manejo de experimento a nivel de campo de menos del 20 % el coeficiente de variación demostrando el manejo adecuado de la investigación (Gavilánez, 2021).

Tabla 26

Análisis de varianza de la variable dependiente pH del suelo a los 15, 60, 90,150, y 180 días.

FV	GL	pH de suelo a los 15 días			pH de suelo a los 60 días			pH de suelo a los 90 días		
		Fcal	p.valor	*	Fcal	p.valor	*	Fcal	p.valor	*
Total	14									
Tratamiento	4	65,5	<0,0001	*	28,07	0,0001	*	26,12	0,0001	*
Error Experimental	8									
CV %			0,35			0,41			0,41	
Promedio			8,108			8,216			8,164	

FV	GL	pH de suelo a los 150 días			pH de suelo a los 180 días		
		Fcal	p.valor	*	Fcal	p.valor	*
Total	14						
Tratamiento	4	53,7	<0,0001	*	68,74	<0,0001	*
Bloque	2	63,1	<0,0001		176,44	<0,0001	
Error Experimental	8						
CV %			0,45			0,37	
Promedio			8,214			8,202	

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo $P < 0.05$, ** Altamente significativo $P < 0.01$, *** altamente significativo $P < 0.001$, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Tabla 27

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 15 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
5	8,27	3	0,02	A
4	8,19	3	0,02	A B
3	8,12	3	0,02	B
2	8,03	3	0,02	C
1	7,93	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08069 Error: 0,0008 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de pH del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 15 días de cultivo de frutilla, tal

como se lo puede observar en la Figura 19, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D). Un rango de igualdad de valores promedio entre (AB), para el T4 250 Gauss, la mayor humedad de suelo alcanzada es en el T5 con 8,27 % sin magnetización que corresponde al rango (A) a los 15 días como se puede observar en la Tabla 28 mientras que la pH menor de suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T1 con inducción magnética de 1000 Gauss con un valor de 7,93.

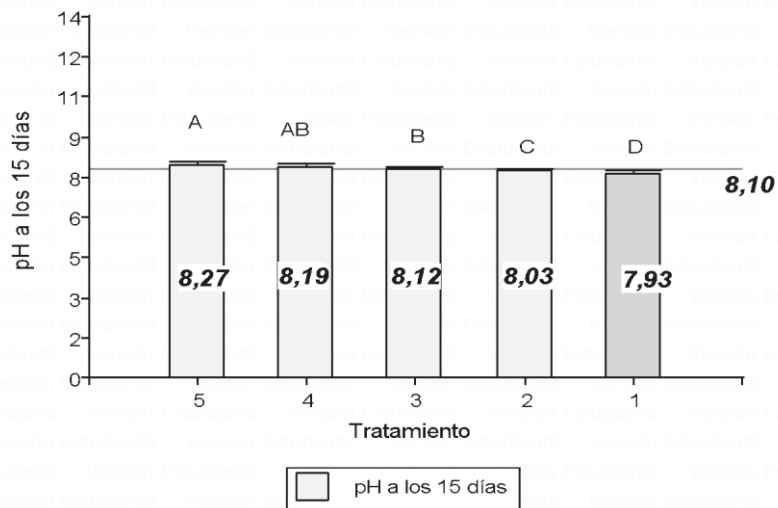


Figura 19. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 15 días

Tabla 28

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 60 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
5	8,33	3	0,02	A
4	8,29	3	0,02	A
3	8,24	3	0,02	A
2	8,13	3	0,02	B
1	8,09	3	0,02	B

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09468 Error: 0,0011 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de pH del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 60 días de cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 20, presenta diferencias significativas entre los

tratamientos de inducción magnética, presentándose dos rangos (A), (B), el valor mayor de pH del suelo alcanzada es en el T5 8,33 sin magnetización que corresponde al rango (A), a los 60 días como se puede observar en la Tabla 29 , mientras que el menor pH de suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T1, con inducción magnética de 1000 Gauss con un valor de 8,09.

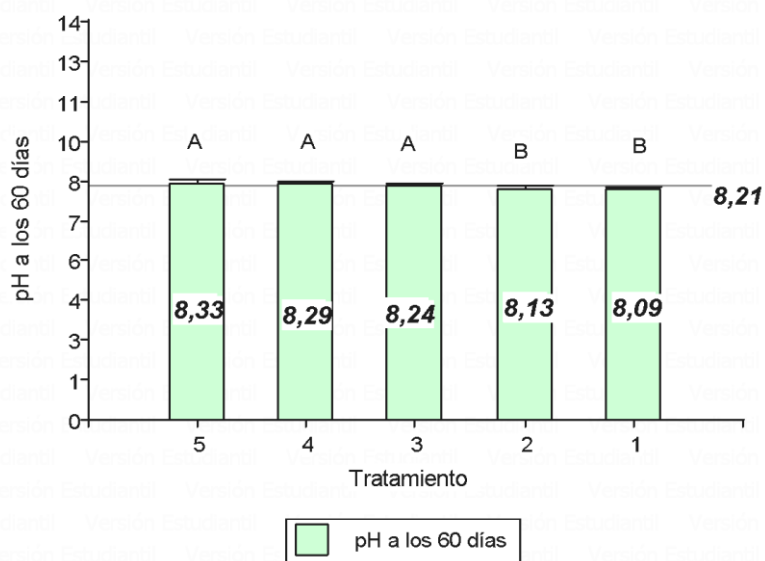


Figura 20. Prueba de Tukey al 5 % de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 60 días.

Tabla 29

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 90 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
5	8,27	3	0,02	A
4	8,24	3	0,02	A
3	8,17	3	0,02	A B
2	8,12	3	0,02	B C
1	8,02	3	0,02	C

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09370 Error: 0,0011 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de pH del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 90 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 21, presenta diferencias significativas entre los

tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rangos (A), (B) y (C) dos rangos con igualdad de valores promedio entre (AB),(BC) respectivamente para el T3 500 Gauss y T2 700 Gauss con un pH de 8,17 y 8,12. El pH mayor del suelo se alcanzada en el T5 con 8,27 sin magnetización que corresponde al rango (A) a los 90 días como se puede observar en la Tabla 30, mientras que la pH menor de suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T1 con inducción magnética de 1000 Gauss con un valor de 8,02

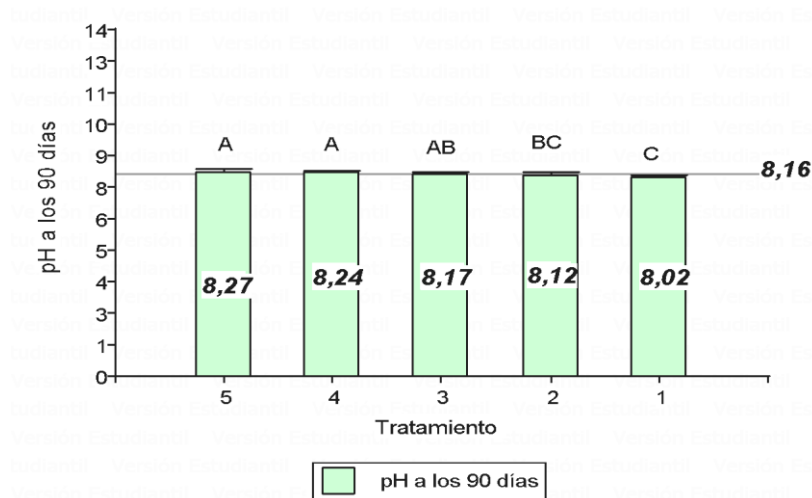


Figura 21. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética el agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 90 días

Tabla 30

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente pH del suelo a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
5	8,4	3	0,02	A
4	8,3	3	0,02	A B
3	8,24	3	0,02	B
2	8,13	3	0,02	C
1	8	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10367 Error: 0,0014 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de pH del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la figura 22, presenta diferencias significativas entre los

tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B),(C) y (D), un rango con igualdad de valores promedio entre (AB) en el para el T4 250 Gauss con un pH de 8,17. El pH mayor del suelo se alcanzada en el T5 con 8,4 sin magnetización que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 31, mientras que la pH menor de suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento T1 con inducción magnética de 1000 Gauss con un valor de 8 en el rango (D).

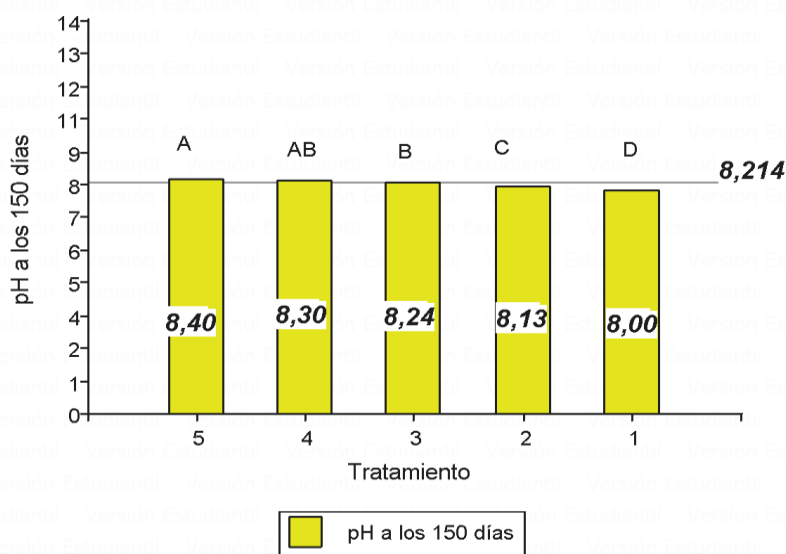


Figura 22. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 150 días.

Tabla 31

Prueba de Tukey 5% para la variable pH del suelo a los 180 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
5	8,37	3	0,02	A
4	8,3	3	0,02	A B
3	8,22	3	0,02	B
2	8,12	3	0,02	C
1	8	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08548 Error: 0,0009 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de pH del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 23, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B),(C) y (D), un rango con igualdad de valores promedio entre (AB) en el para el T4, 250 Gauss con un pH de 8,3. El pH mayor del suelo se alcanzada en el T5 con 8,37 sin magnetización que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 32, mientras que la pH menor de suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el tratamiento en el tratamiento con inducción magnética de 1000 Gauss con un valor de 8 en el rango (D).

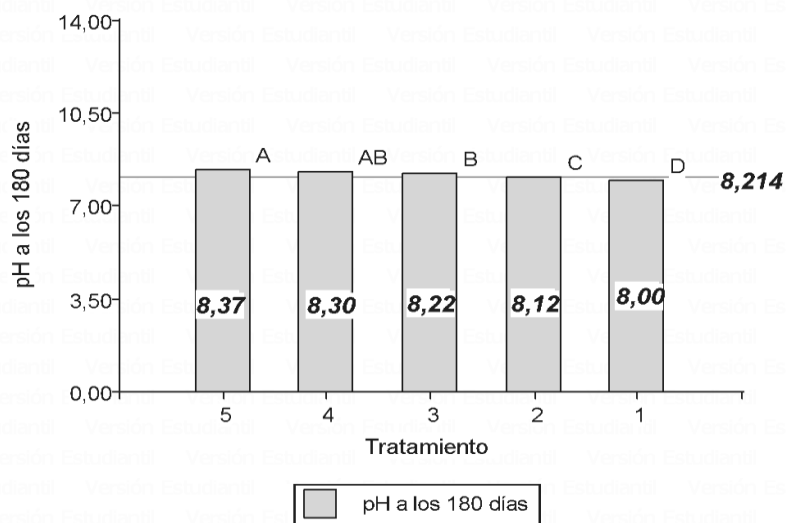


Figura 23. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética del agua de riego , con relación a la pH del suelo tomada a los 180 días.

5.1.2.1. DISCUSIÓN PARA LA VARIABLE DEPENDIENTE PH DEL SUELO

Para la variable dependiente pH en el suelo los datos obtenidos demuestran que con inducción magnética de 1000 Gauss aplicado mediante el agua de riego se va modificando entre en su escala, va disminuyendo de alcalino a neutro al aumentar según el tratamiento de intensidad magnética aplicada al agua de riego, se registró valores promedio en donde se observa una disminución de 8,33 a 8, afirmando lo expuesto por Lino (2021). Al establecer que los parámetros del agua cambian al someter a campos

magnéticos, como resultado el pH y dureza disminuyen al aumentar la intensidad de los imanes con pH inicial 8.02 y una dureza de 254 en el T1. A un nivel de pH bajo de 7,9, su nivel de dureza de 146, que es moderadamente dura con 5000 Gauss.

Según. Vigaud et al (2022), manifiestan que sus los resultados obtenidos en su investigación sobre la inducción magnética aplicada al agua del riego, modifica aumentando los valores de pH. De igual manera. Hassan (2015) , en su investigación concluye que los resultados pueden variar y que estos pueden subir y bajar el valor de pH, todo esto depende de la inducción magnética y la calidad del agua. Rodríguez (2018), coloca alrededor de la tubería del sistema de riego conducción principal y de polaridad positiva y negativa de los imanes esta afirmación tiene respaldo con los datos obtenidos de la investigación. Shain y Elfhay (2016), quienes mostraron un aumento significativo del pH, conductividad eléctrica al utilizar inducciones magnéticas de 20, 40 y 60 mT, en plantas de *Cucumis sativus L.* Igual respuesta obtuvo Córdova (2019) al suministrar el agua de riego inducción magnética del 100 % en el cultivo del pepinillo. Jaguar, obteniendo valores de pH con tendencia a la neutralidad de 7. Por otro lado, Rodríguez et al (2018), al determinar parámetros físicos, físicos - químicos y químicos de extractos de *Origanum majorana L.* empleando inducción magnética en el agua de riego en los rangos de 100 – 150 mT obtuvieron un mayor valor de pH, que las del tratamiento control. Estos mismos autores plantean que los valores de pH ligeramente ácidos modifican su acidez haciendo un balance entre las cantidades de compuestos ácidos y básicos (neutros).

Según los resultados obtenidos de los datos y la comparación de las medias con la prueba de Tukey al 0,05 , se puede observar en las figuras 19,20,21,22 y 23 con el uso inducción magnética se establece un la tendencia de pH a la neutralidad con el tratamiento (T1), con 1000 Gauss, según los datos de la figura 24, presenta un incremento y luego un descenso llegando nivelarse con un pH siendo el valor menor de los cuatro tratamientos confirmándose lo expuesto por los investigadores analizados sobre el pH del suelo. El pH testigo tiende a subir en su valor mientras el T1 1000 Gauss tiene la tendencia a mantenerse en forma lineal con un valor de 8.

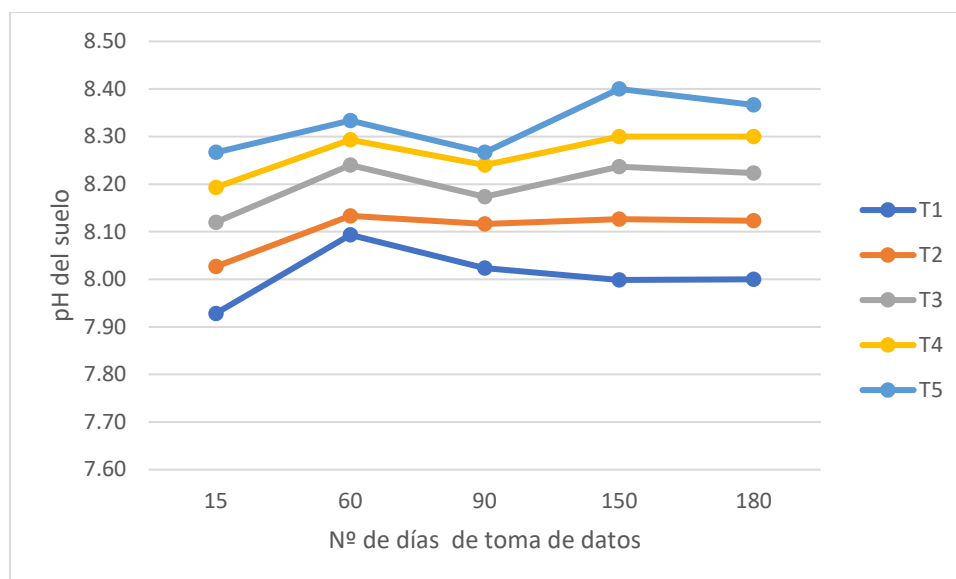


Figura 24. Valor del pH del suelo según tratamiento de inducción magnética

5.1.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En el análisis de varianza que se expone en la tabla 32, en donde se consolida un resumen referente al CE del suelo en los 15, 60, 90, 150, 180 día, luego del análisis de varianza para los tratamientos de niveles de inducción magnética con relación al valor de la conductividad eléctrica (dS/cm), lo que se puede evidenciar es la existencia de significancia para los resultados en los días registrados aceptándose la hipótesis alternativa rechazando la hipótesis nula en los días analizados en el estudio.

Los coeficientes de variación para la variable de conductividad eléctrica en el suelo son de 1,86 % a los 15 días, 1,79 % a los 60% días, 1,72 % a los 90 días, 1,7 % a los 150 días, 1,68 % a los 180 días manteniéndose en los rangos del manejo de experimento a nivel de campo de menos del 20% el coeficiente de variación (Gavilánez, 2021).

Tabla 32

Análisis de varianza de la variable dependiente conductividad eléctrica (CE) del suelo a los 15, 60, 90, 150, y 180 días.

FV	GL	CE de suelo a los 15 días		CE de suelo a los 60 días		CE de suelo a los 120 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14						
Tratamiento	4	62,98	<0,0001 *	62,98	<0,0001 *	62,98	<0,0001 *
Error Experimental	8						
CV %		1,86		1,79		1,72	
Promedio (dS/cm)		1,686		1,756		1,826	

FV	GL	CE de suelo a los 150 días		CE de suelo a los 180 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14				
Tratamiento	4	62,98	<0,0001 *	62,98	<0,0001 *
Error Experimental	8				
CV %			1,7		1,68
Promedio dS/cm)			1,846		1,866

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo $P < 0.05$, ** Altamente significativo $P < 0.01$, *** altamente significativo $P < 0.001$, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Tabla 33

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 15 día

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rangos
1	1,87	3	0,02	A
2	1,75	3	0,02	B
3	1,72	3	0,02	B
4	1,59	3	0,02	C
5	1,5	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08853 Error: 0,0010 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de la CE del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 15 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 25, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D). La CE mayor del suelo se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 1,87 dS/cm sin magnetización

que corresponde al rango (A), a los 15 días como se puede observar en la Tabla 34, mientras que la CE menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 1,5 dS/cm en el rango (C).

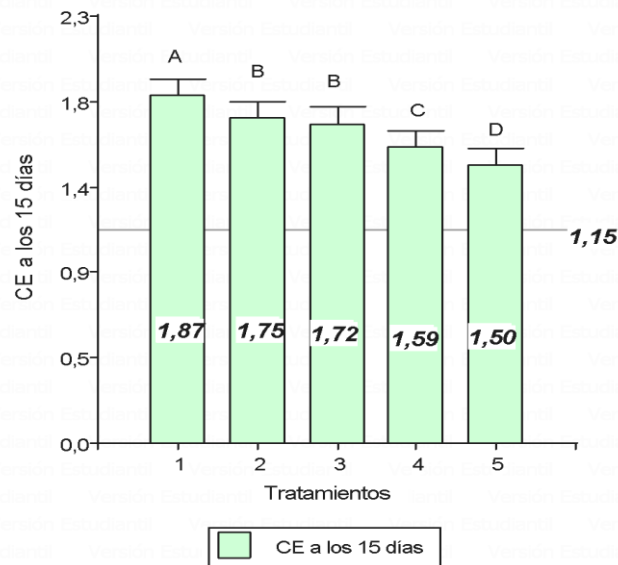


Figura 25. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética en el agua de riego, con relación de la CE del suelo tomada a los 15 días

Tabla 34

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 60 días

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rango
1	1,94	3	0,02	A
2	1,82	3	0,02	B
3	1,79	3	0,02	B
4	1,66	3	0,02	C
5	1,57	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08853 Error: 0,0010 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de la CE del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 60 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 26, es significativo entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D). La CE mayor del suelo se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 1,94 dS/cm con magnetización que corresponde al rango (A) a los 60 días como se puede observar en la Tabla 35, mientras

que la CE menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 1,57 dS/cm en el rango (D).

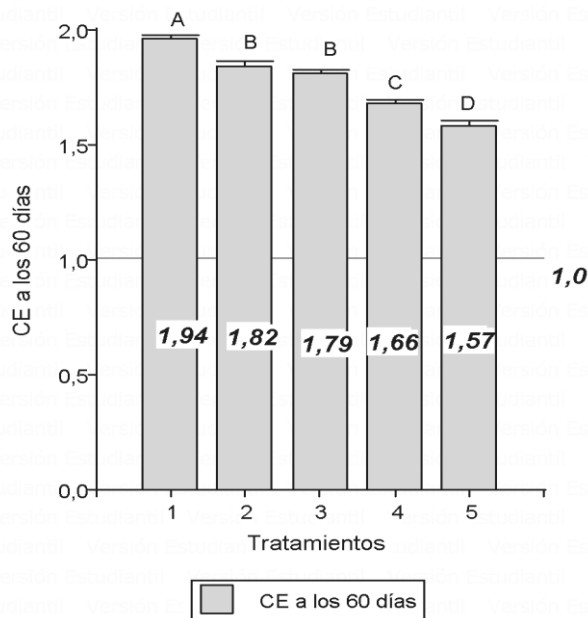


Figura 26. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética en el agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 60 días.

Tabla 35

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 120 día

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rangos
1	2,03	3	0,02	A
2	1,91	3	0,02	B
3	1,88	3	0,02	B
4	1,75	3	0,02	C
5	1,66	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08853 Error: 0,0010 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de la CE del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 27, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D). La CE mayor del suelo se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 2,03 dS/cm que

corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 36 , mientras que la CE menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 1,66 dS/cm en el rango (D).

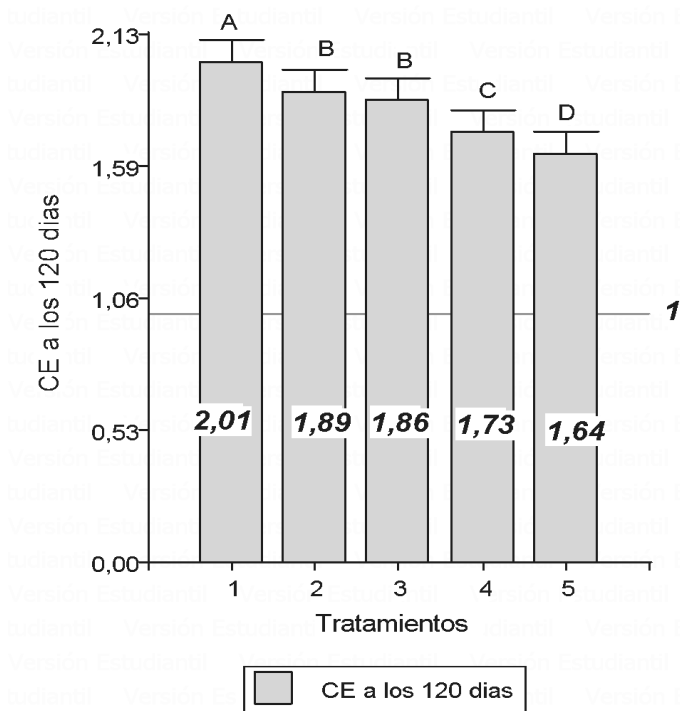


Figura 27. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 150 días.

Tabla 36

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 150 días

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
1	2,03	3	0,02	A
2	1,91	3	0,02	B
3	1,88	3	0,02	B
4	1,75	3	0,02	C
5	1,68	3	0,02	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08853 Error: 0,0010 gl: 8

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de la CE del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla,

tal como se lo puede observar en la Figura 28 , presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A) , (B), (C) y (D) . La CE mayor del suelo se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 2,05 dS/cm que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 37, mientras que la CE menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 1,68 dS/cm en el rango (D).

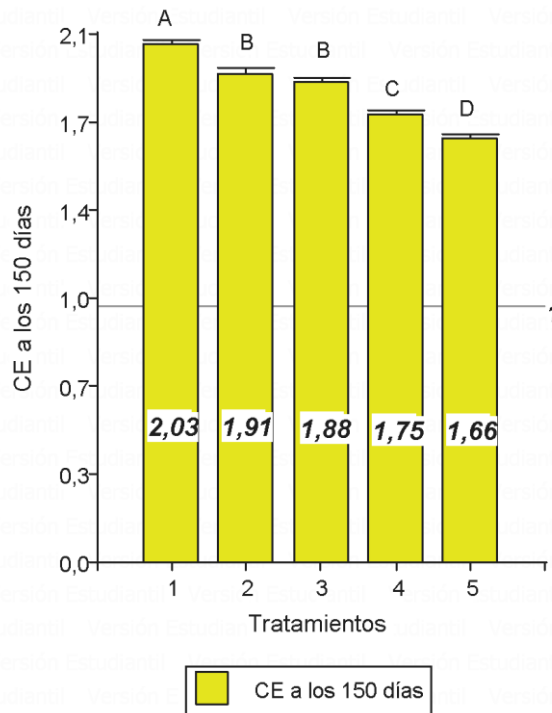


Figura 28. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación de la CE del suelo tomada a los 150 días.

Tabla 37

Prueba de Tukey 5% para la variable dependiente CE del suelo a los 180 días

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
1	2,05	3	0,02	A
2	1,93	3	0,02	B
3	1,9	3	0,02	B
4	1,77	3	0,02	C
5	1,68	3	0,02	D

De acuerdo al análisis de la comparación de promedios de la CE del suelo con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 29, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D). La CE mayor del suelo se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 2,05 dS/cm que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 38, mientras que la CE menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 1,68 dS/cm en el rango (D).

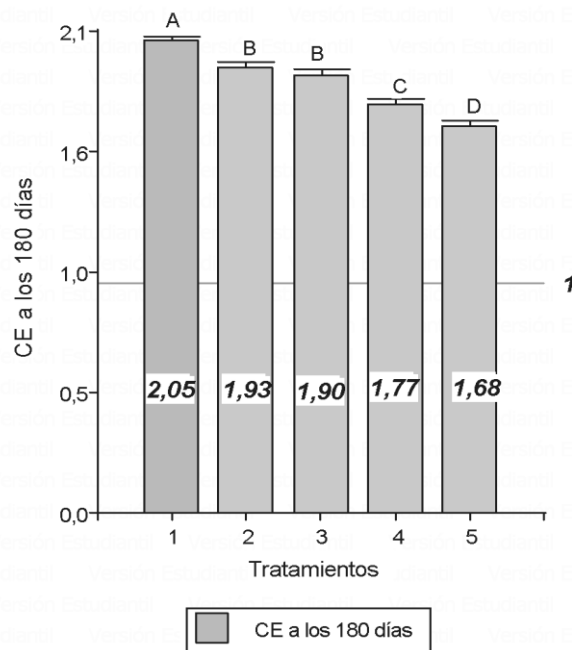


Figura 29. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación de la CE del suelo tomada a los 180 días.

5.1.3.1. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El agua al someter a diferentes niveles de inducción magnética en el suelo, modifica la tensión superficial del suelo lo cual incide en la variación de la conductividad eléctrica, en la carga magnética y la viscosidad. Según Mamani y Félix (2020). En su investigación determina que la conductiva eléctrica se modifica según el tiempo de exposición del agua de riego y los niveles de inducción magnética y está en relación directa con la concentración de oxígeno en el suelo lo que promueve la actividad de microorganismos y el proceso de descomposición de los materiales orgánicos en suelo.

La frutilla es considerada un cultivo muy sensible a la salinidad, donde Carter 1981, citado por Llanos (2018), “observó que los daños se deben básicamente al aumento de la conductividad eléctrica (CE) en el suelo demostrando que, para el cultivo de fresa, el umbral de CE en un extracto de saturación del suelo es de 1,8 dS/m”, de igual, manera Córdova (2019), manifiesta que la inducción magnética modifica los parámetros físicos y químicos en su investigación con el agua de riego tratado magnéticamente al 100 % en el cultivo de *Cucumis sativus L.* En relación al comportamiento en la conductividad eléctrica, se mantiene un incremento mínimo .

Según, Qiala et al (2011), reportan que el tratamiento magnético en el agua de riego disminuye de 8 a 10% la conductividad eléctrica, al igual que la tensión superficial. Mientras que la investigación realizada por Hilal et al (2013), indican que la conductividad eléctrica fue mayor en comparación a los tratamientos control y que las sales solubles del suelo pueden ser movilizadas con mayor eficiencia mediante tratamientos como la magnetización del agua de riego. Concordando con Pang et al (2012), quienes manifiestan que la conductividad eléctrica del agua tratada magnéticamente es mayor que la del agua normal y se incrementa a medida que aumenta el tiempo de exposición con el magnetizador. Los mismos autores añaden que el efecto observado en la conductividad eléctrica está determinado por los cambios y la interacción de las estructuras microscópicas de las moléculas del Tratamiento magnético en la calidad del pepino agua

como las sales disueltas, distribución de electrones, polarización y estado de vibración de las moléculas con el campo magnético.

Ibrahim (2006), concluye que el cambio en la conductividad eléctrica está relacionado al alineamiento de los imanes y a la influencia del campo magnético en los puentes de hidrógeno.

Por su parte Masheshwari y Grewal (2009), establecen que el tratamiento de inducción magnética aumenta la conductividad eléctrica en el agua, además, hacen referencia que dichos cambios producen un aumento en el fósforo y potasio disponible en el suelo.

Al analizar los resultados de CE en el suelo. obtenido por los tratamientos se alcanzó estadísticamente diferencias significativas en todos los tratamientos con respecto al control, los mayores valores de conductividad eléctrica se alcanzaron con el tratamiento T1 con 1000 Gauss 2,05 dS/cm, como podemos ver la conductividad eléctrica se mantiene al límite del umbral establecido por Carter 1981, citado por Llanos (2018), de igual manera se observa que la conductividad eléctrica se mantiene ascendente durante el periodo evaluado.

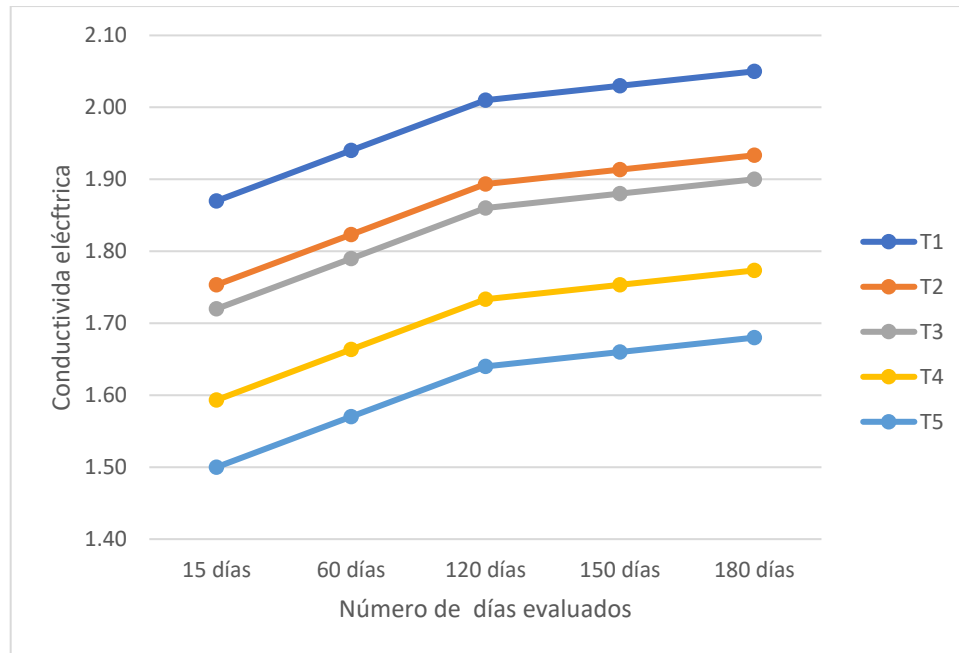


Figura 30. Valor de conductividad eléctrica en relación a tratamientos.

5.2. RESULTADOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO

Comportamiento agronómico en los cambios morfofisiológicos de la planta de Frutilla (*Fragaria*) variedad Albión. Con cuatro niveles de inducción magnética en las variables altura de planta, mortalidad de planta, días floración, número de frutos plantados y diámetro ecuatorial del fruto.

Como se indica en la tabla 40 en la realización del análisis de la varianza se procedió a consolidar referente a los resultados de altura de la planta en el cultivo de frutilla a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 día, luego del análisis de varianza para los tratamientos de niveles de inducción magnética con relación al valor de la altura en (cm) lo que se puede evidenciar es la existencia de significancia para los resultados en los días registrados aceptándose la hipótesis alternativa rechazando la hipótesis nula en periodos analizados. menos para los datos del día 15 donde se acepta la hipótesis nula al existir igualdad de los tratamientos.

Los coeficientes de variación para la variable de altura (cm) de frutilla en el suelo son de 4,54 % a los 15 días, 2,85 % a los 30 días, 3,94 % a los 45 días, 4,78 % a los 60 días, 4,71 % a los 75 días, 3,42 % a los 90 días, 3,22 % a los 105 días, 3,24 % a los 120 días, 3,14 % a los 135 días, 3,23 % a los 150 días, 3,11 % a los 165 días y 3,23 % a los 180 días manteniéndose en los rangos del manejo de experimento a nivel de campo de menos del 20 % el coeficiente de variación (Gavilánez, 2021).

5.2.1. ALTURA DE PLANTAS (cm).

Tabla 38

Análisis de ANOVA para la variable altura (cm), a los 15,30,45,60,75,90,105,120,135,150,165 y 180 días

FV	Altura 15 días			Altura 30 días			Altura 45 días			Altura 60 días			Altura 75 días			Altura 90 días			
	GL	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor		
Total	14																		
Tratamiento	4	0,18	0,9484	NS	32,47	0,0001	*	59,1	<0,0001	*	39,07	<0,0001	*	39,4	<0,0001	*	79,48	<0,0001	*
Bloque	2	0,04			1,467			0,86			0,195			0,35			0,611		
Error Experimental	8																		
CV %	4,54			2,85			3,94			4,78			4,71			3,42			
Promedio (cm)	5,18			6,18			11,79			12,072			12,178			12,948			

FV	Altura 105 días			Altura 120 días			Altura 135 días			Altura 150 días			Altura 165 días			Altura 180 días			
	GL	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor	Fcal	p-valor		
Total	14																		
Tratamiento	4	85,97	<0,0001	*	79,62	<0,0001	*	81,5	<0,0001	*	73,16	<0,0001	*	74,2	<0,0001	*	67,55	<0,0001	*
Bloque	2	0,575			0,564			0,69			1,253			1,61			1,896		
Error Experimental	8																		
CV %	3,22			3,24			3,14			3,23			3,11			3,23			
Promedio (cm)	13,292			13,654			13,848			14,122			14,314			14,388			

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo P < 0.05, ** Altamente significativo P < 0.01, *** altamente significativo P < 0.001, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Tabla 39

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 15 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
5	5,23	3	0,14	A
2	5,23	3	0,14	A
3	5,17	3	0,14	A
1	5,17	3	0,14	A
4	5,1	3	0,14	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66354 Error: 0,0553 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 15 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 31, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un rango (A). La altura mayor de la planta se alcanzada en el T5 sin inducción magnética con 5,23 cm que corresponde al rango (A) a los 15 días como se puede observar en la Tabla 40, mientras que la altura menor en el suelo registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T4 con inducción magnética 700 Gauss con un valor de 5,1 cm.

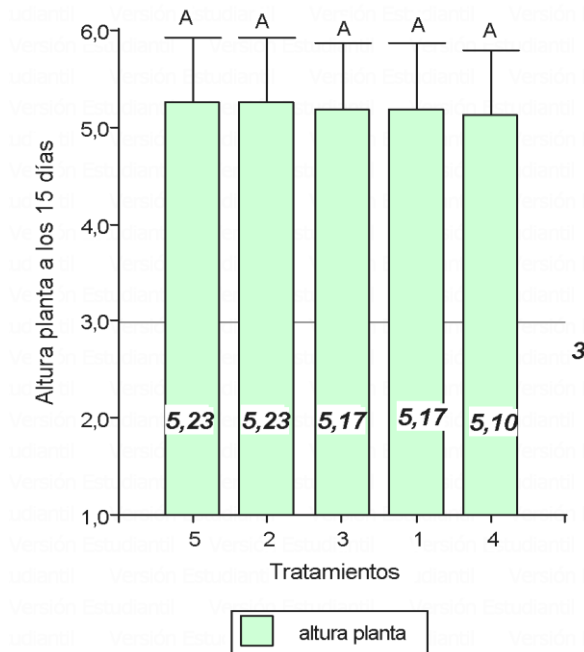


Figura 31. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 15 días.

Tabla 40

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 30 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	7,93	3	0,11	A
3	6,7	3	0,11	B
4	6,53	3	0,11	B
2	6,53	3	0,11	B
5	6,37	3	0,11	B

Nota. Alfa=0,05 DMS=0,54746 Error: 0,0377 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 30 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 32, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose dos rangos (A) y (B) La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 7,93 cm que corresponde al rango (A) a los 30 días como se puede observar en la Tabla 41, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 6,37 cm en el rango (B)

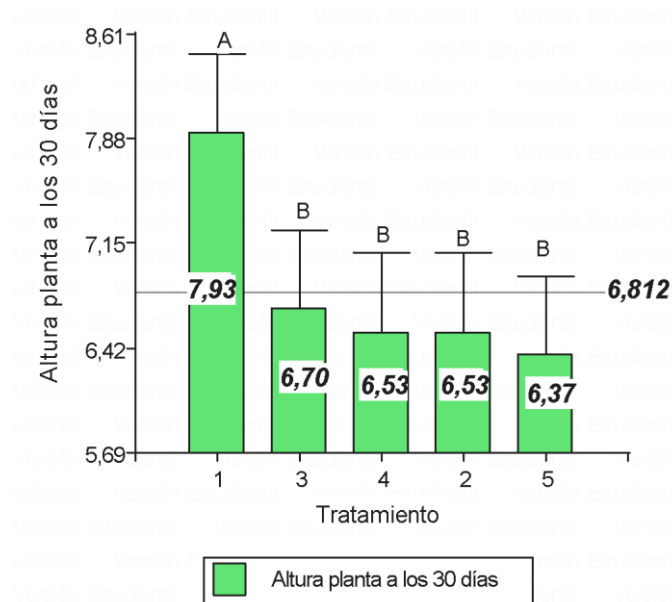


Figura 32. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 30 días.

Tabla 41*Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 45 días*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rango
1	15,3	3	0,27	A
2	11,57	3	0,27	B
3	11,37	3	0,27	B
4	10,83	3	0,27	B C
5	9,9	3	0,27	C

Nota. Alfa=0,05 DMS=1,31200 Error: 0,2163 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 45 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 33, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rangos (A), (B) y (C) con un igualdad entre rangos en un tratamiento de valores promedio entre (BC) para el tratamiento T4 (250 Gauss) con una altura media de 10,83 cm. La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 15,3 cm que corresponde al rango (A) a los 45 días como se puede observar en la Tabla 42, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 9,9 cm en el rango (C)

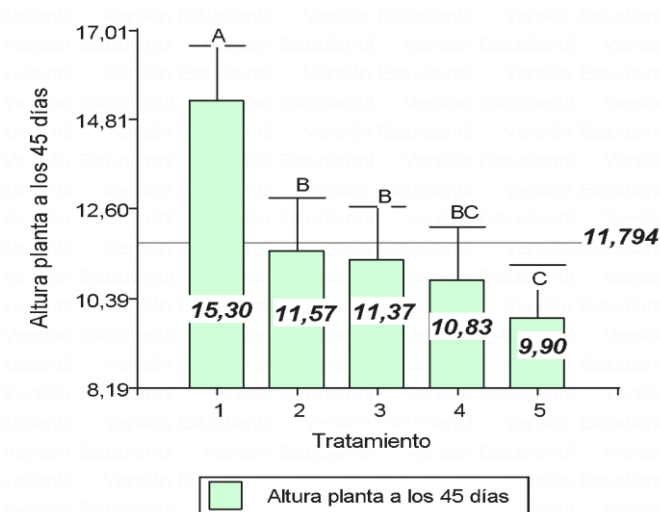


Figura 33. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 45 días.

Tabla 42*Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 60 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	15,63	3	0,33	A
2	11,93	3	0,33	B
3	11,5	3	0,33	B C
4	11	3	0,33	B C
5	10,3	3	0,33	C

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,62777 Error: 0,3330 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 60 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 34, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rangos (A), (B) y (C) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 11,5 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 11 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 15,63cm que corresponde al rango (A) a los 60 días como se puede observar en la Tabla 43, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 9,9 cm en el rango (C).

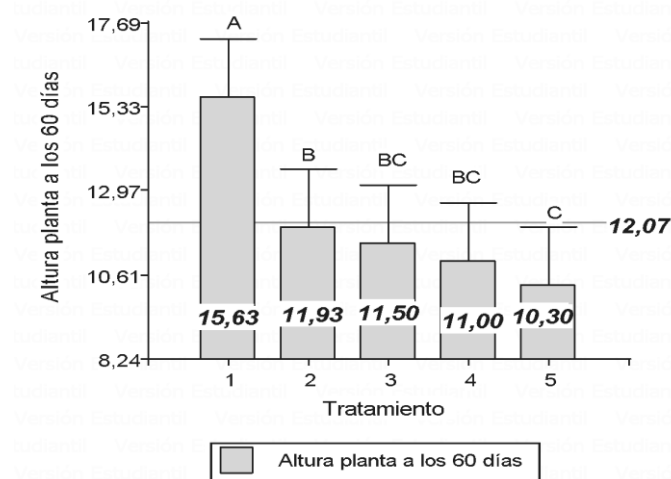


Figura 34. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 60 días.

Tabla 43

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 75 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango	
1	15,73	3	0,33	A	
2	12,03	3	0,33	B	
3	11,63	3	0,33	B	C
4	11,1	3	0,33	B	C
5	10,4	3	0,33	C	

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,61796 Error: 0,3290 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 75 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 35, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rangos (A), (B) y (C) con un igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura medía de 11,63 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura medía de 11,1 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 15,73 cm que corresponde al rango (A) a los 75 días como se puede observar en la Tabla 44, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 10,4 cm en el rango (C).

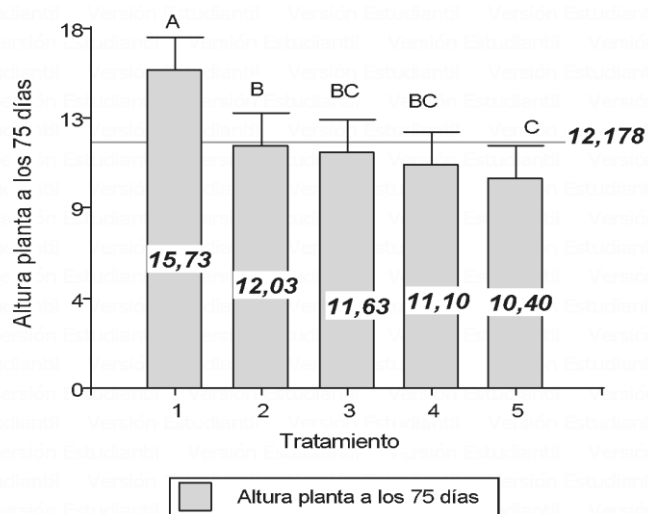


Figura 35. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 75 días.

Tabla 44*Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 90 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	16,73	3	0,26	A
2	13,17	3	0,26	B
3	12,4	3	0,26	B C
4	11,47	3	0,26	C D
5	10,97	3	0,26	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,24776 Error: 0,1957 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 90 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 36, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con un igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 12,4 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 11,4 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 16,73 cm que corresponde al rango (A) a los 90 días como se puede observar en la Tabla 45, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 10,97 cm en el rango (D).

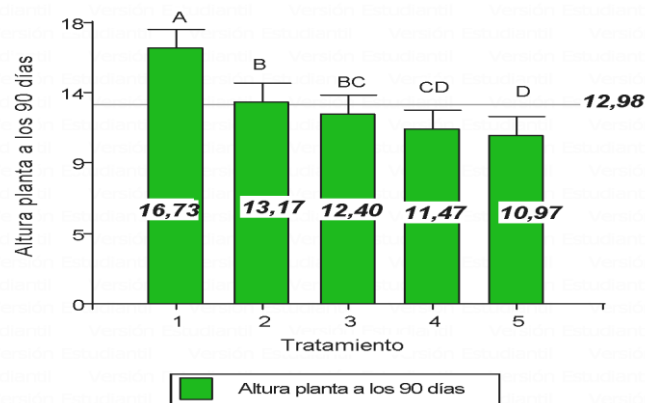


Figura 36. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 90 días.

Tabla 45

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 105 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	17,1	3	0,25	A
2	13,5	3	0,25	B
3	12,73	3	0,25	B C
4	11,8	3	0,25	C D
5	11,33	3	0,25	D

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20669 Error: 0,1830 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 105 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 37, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 12,73 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 11,8 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 17,1 cm que corresponde al rango (A) a los 105 días como se puede observar en la Tabla 46 mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 11,33 cm en el rango (D).

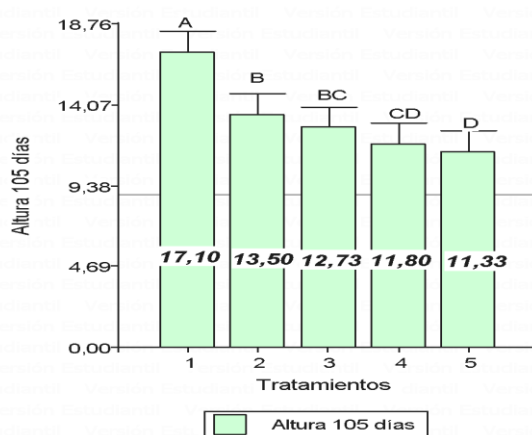


Figura 37. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 105 días.

Tabla 46*Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 120 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rangos
1	17,43	3	0,26	A
2	13,87	3	0,26	B
3	13,1	3	0,26	B C
4	12,2	3	0,26	C D
5	11,67	3	0,26	D

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,24669 Error: 0,1953 gl: 8 Días con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 38, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 13,1 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 12,2 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 17,43 cm que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 47, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 11,67 cm en el rango (D).

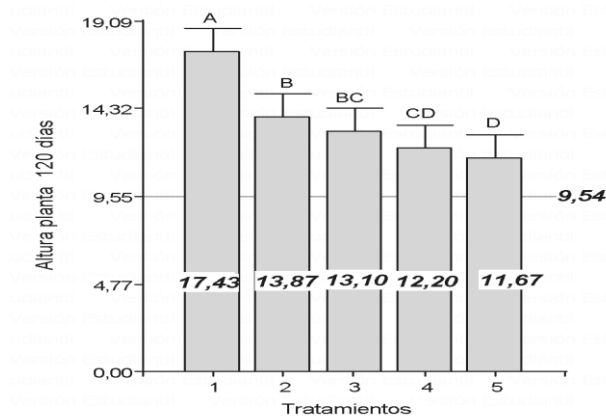


Figura 38. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 120 días.

Tabla 47

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 135 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango	
1	17,6	3	0,25	A	
2	14,1	3	0,25	B	
3	13,27	3	0,25	B	C
4	12,4	3	0,25	C D	
5	11,87	3	0,25	D	

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22631 Error: 0,1890 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 135 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 39, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura medía de 13,27 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura medía de 12,4 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 17,43 cm que corresponde al rango (A) a los 135 días como se puede observar en la Tabla 48, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 11,87 cm en el rango (D).

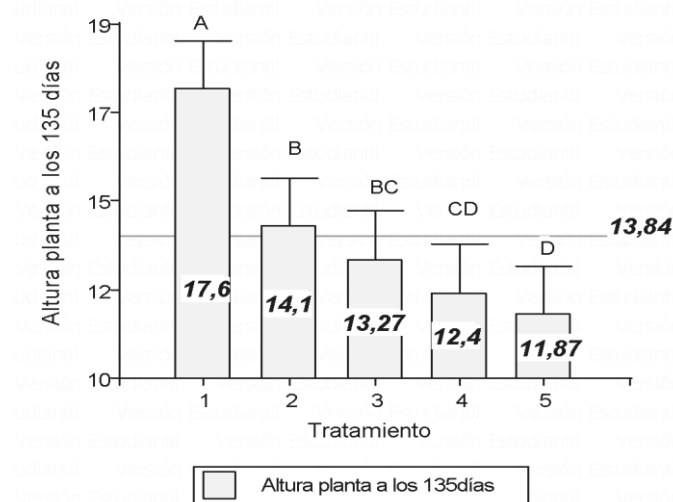


Figura 39. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 135 días.

Tabla 48

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	17,87	3	0,26	A
2	14,3	3	0,26	B
3	13,5	3	0,26	B C
4	12,87	3	0,26	C D
5	12,07	3	0,26	D

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28648 Error: 0,2080 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 40, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 13,5 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 12,87 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 17,87 cm que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 49, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 12,07 cm en el rango (D).

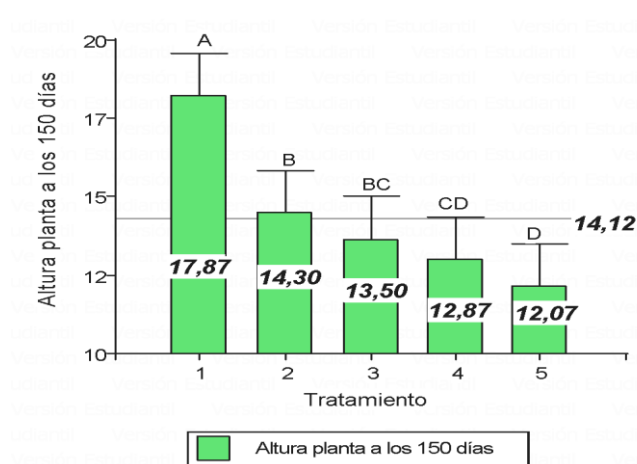


Figura 40. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 150 días.

Tabla 49*Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 165 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	18	3	0,26	A
2	14,5	3	0,26	B
3	13,7	3	0,26	B C
4	13,1	3	0,26	C D
5	12,27	3	0,26	D

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25570 Error: 0,1982 gl: 8 Medías con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 165 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 41, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura medía de 13,7 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura medía de 13,1 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 18 cm que corresponde al rango (A) a los 165 días como se puede observar en la Tabla 50. mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 12,27 cm en el rango (D).

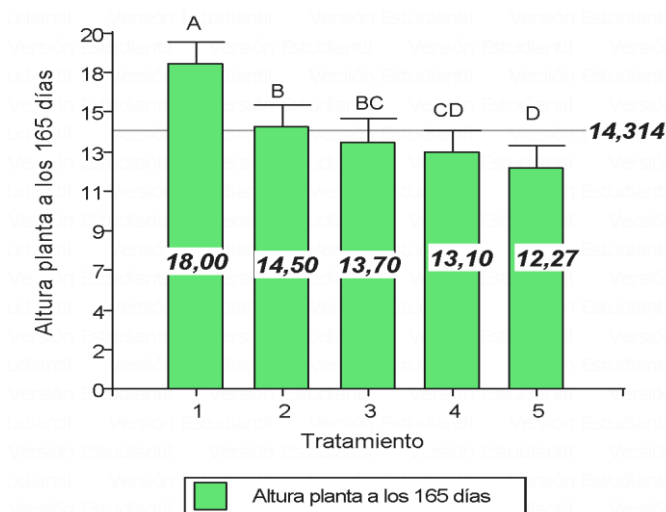


Figura 41. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 165 días.

Tabla 50

Prueba de Tukey 5% para la variable altura de planta a los 180 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	18,07	3	0,27	A
2	14,53	3	0,27	B
3	13,8	3	0,27	B C
4	13,17	3	0,27	C D
5	12,37	3	0,27	D

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,31149 Error: 0,2162 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios de la altura de la planta (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 42, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B), (C) y (D) con dos igualdades entre rangos en dos tratamiento de valores promedio entre (BC) y (CD) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con una altura media de 13,8 cm, y para T4 (250 Gauss) con una altura media de 13,17 cm, La altura mayor se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 18,07 cm que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 51, mientras que la altura menor de la planta registrada en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 12,37 cm en el rango (D).

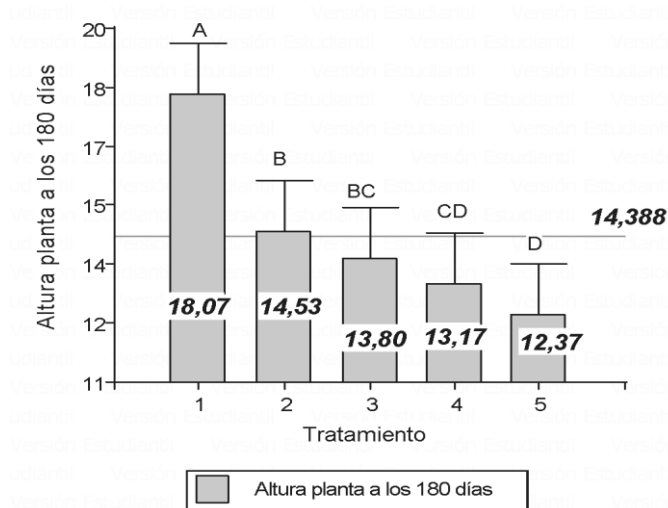


Figura 42. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la altura de la planta (cm) tomada a los 180 días

5.2.2. DISCUSIÓN LA VARIABLE DEPENDIENTE ALTURA DE PLANTA

La aplicación de campos magnéticos al agua de riego establece mejoras en las características de altura, diámetro de tallo, brotes, entre otras según Maheshwari y Grewal (2009), en su investigación, sobre el tratamiento magnético del agua de riego: sus efectos en el rendimiento de los cultivos de hortalizas y la productividad del agua con la aplicación de inducción magnética de 100 mT (Micro tesla = 1 Gauss). Sin embargo, Eşitken (2002), investigó en plantas de fresa tratadas con campos a varias densidades de flujo magnético (MF) siendo 0.096, 0.192 y 0.384 Tesla (T). en donde obtiene mayores rendimientos de frutos y peso promedios en los frutos, y bajas concentraciones de MF que como es el caso del tratamiento control, incide en menores rendimientos. El aumento de la fuerza de MF desde el control a 0,096 T aumentó el rendimiento de frutos por planta (208 y 246 g, respectivamente). Todas las fortalezas de MF aumentaron el peso promedio de frutos en comparación con el control, aunque los frutos más grandes (8.92.g) se determinaron a 0.096 T. Por otro lado, MF tuvo un efecto positivo en términos de número de hojas, peso de raíces frescas y secas pero La corona por planta y el área foliar no se vieron afectados significativamente por MF. Además, la alta fuerza de MF tuvo un efecto negativo en el crecimiento de las plantas.

De igual manera Korany et al (2022), muestra en su investigación sobre la Aplicación de diferentes densidades magnéticas de agua como riego para Fresas cultivadas aeropónicamente e hidropónicamente con (nivel de agua magnética 1 (MWL 1) = 3800 Gauss, agua magnética nivel 2 (MWL 2) = 5250 Gauss, y nivel de agua magnética 3 (MWL 3) = 6300 Gauss, así como normal (NW) como control) en combinación con tres sistemas de cultivo sin suelo (una técnica de película de nutrientes (NFT) sistema hidropónico, un sistema aeropónico de torre y un sistema aeropónico piramidal. Determinan que los resultados de utilización de agua magnética tuvieron efectos significativos en el rendimiento y el crecimiento de plantas de fresa El sistema

aeropónico de torre bajo MWL 3 produjo el mayor rendimiento y agua productividad, con aumentos del 80,9% y 89%,

Alattar et al (2022), establecen en su investigación sobre la mejora en el crecimiento de las plantas bajo el efecto del agua magnetizada, que la inducción magnética puede cambiar las características de polaridad y la estructura de enlaces de hidrógeno del agua; por lo tanto, el agua magnetizada puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas. El agua magnetizada es agua hexagonal creada al pasar agua a través de un imán específico que puede activar y ionizar las moléculas de agua para cambiar su estructura. Esta revisión destaca el uso de agua magnetizada en el sector agrícola para mejorar el crecimiento de las plantas y la productividad de los alimentos

Saletnik et al (2022), en su revisión de literatura sobre el uso del campo magnético en la modificación de las propiedades de las células de las plantas, establece que los campos magnéticos, “ tienen un impacto significativo en la eficiencia de la fotosíntesis de la biomasa y los índices de acumulación de vigor. El tratamiento de plantas con SMF acelera la formación y acumulación de especies reactivas de oxígeno. Al mismo tiempo, la influencia de los MF provoca la alta actividad de las enzimas antioxidantes, lo que reduce el estrés oxidativo. Los SMF tienen una fuerte influencia en la forma de la célula y la estructura de la membrana celular, aumentando así su permeabilidad e influyendo en las diversas actividades de las rutas metabólicas. El uso de tratamientos magnéticos en las plantas provoca un mayor contenido de proteínas, carbohidratos, azúcares solubles y reductores y, en algunos casos, composición de lípidos y ácidos grasos e influye en la absorción de macro y microelementos y diferentes niveles de expresión génica. En este estudio, el efecto de los MF se consideró como una combinación de la intensidad de los MF y el tiempo de exposición, para diferentes variedades y especies de plantas.

En la figura 43 se puede observar que el tratamiento del agua con inducción magnética de 1000 Gauss obtuvo una mayor altura con respecto a los demás tratamientos corroborando lo investigado por Maheshwari y Grewal (2009), Eşitken (2002), Korany et al (2022), Saletnik et al (2022) y Alattar et al (2022), en relación al

tratamiento de referencia sin magnetización se tiene un incremento del 31,5 % siendo esta 12,37 cm de altura sin magnetismo y de 18,07 cm de altura con inducción magnética a 100 Gauss

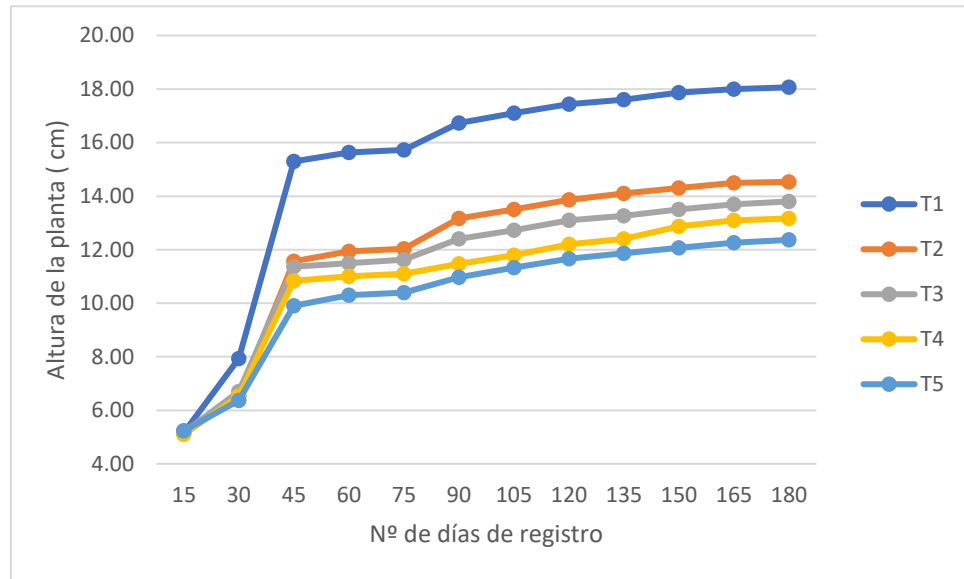


Figura 43. Altura de planta de frutilla(cm), en relación con tratamientos de inducción magnética

5.2.3. MORTALIDAD DE PLANTA (NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS)

Al tomar los datos de la variable de mortalidad se tuvo tres plantas muertas en el T1R2 (1000 Gauss), T3R1 (500 Gauss) y T5R2 (sin inducción Magnética) aplicando la fórmula

$$\text{Mortalidad de plantas} = \left(\frac{\text{Nº plantas muertas}}{\text{Nº plantas establecidas}} \right) \times (100)$$

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = (3 / 525 \text{ plantas establecidas}) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = 0,56\%$$

5.2.4. DISCUSIÓN DEL VARIABLE DEPENDIENTE MORTALIDAD DE PLANTA

Carbonell et al (2017), aplicaron 0,16 T de inducción magnética en semillas de romero se observó germinación de las semillas. Los porcentajes de germinación de las semillas sometidas al campo magnético con respecto a las no tratadas. A los 30 días de incubación se observó un incremento del 55% de germinación en las semillas tratadas. Laura (2017), manifiesta que tanto el tratamiento de riego por goteo con agua magnetizada y el tratamiento de riego por goteo con agua sin magnetizar recibieron una misma cantidad de agua, favoreciendo al desarrollo de las plantas. Córdova (2019), en su investigación reportó 0 % de mortalidad en los cinco tratamientos, durante el desarrollo de las plantas de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) con inducción magnética.

En la figura 44 se tiene registrado el porcentaje de mortalidad de 0,6 % siendo causas del manejo no por los tratamientos la inducción magnética mejorar el desarrollo de las raíces sin perjudicar el desarrollo de planta con 1000 Gauss confirmando lo expuesto por Córdova (2019), Laura (2017) y Carbonell et al., (2017).

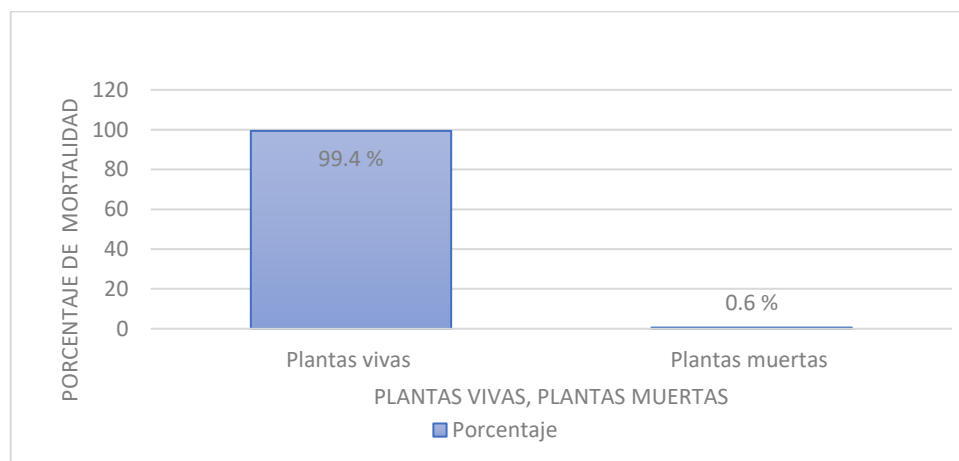


Figura 44. Mortalidad de plantas de frutilla

5.2.5. DÍAS A LA FLORACIÓN (NÚMERO DE FLORES POR PLANTA)

Después de haber realizado el ANOVA referente al número de flores por planta a 120, 150 y 180 días luego del trasplante de siembra, lo que se puede evidenciar claramente en la Tabla 53, que demuestra que no hay diferencias significativas para tratamientos, se hace la hipótesis nula de que los tratamientos para la variable número de flores por planta, actúa igual en todos los tratamientos para los valores del coeficiente de variación en este punto del experimento es de 17,63 % a los 120 días, 21,16% a los 150 días y 17,03 a los 180 días valor que indica que existe variabilidad y se encuentra dentro de los parámetros considerados para experimentos en campo.

Tabla 51

Análisis ANOVA para la variable días a la floración (Número de flores por planta) a los 120,150 y 180 días

FV	GL	N° de flores por planta a los 120 días		N° de flores por planta a los 150 días		N° de flores por planta a los 180 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14						
Tratamiento	4	2,85	0,0972 NS	2,96	0,0894 NS	3,19	0,0761 NS
Error Experimental	8						
CV %			17,63		21,16		17,03
Promedio (cm)			3,734		4,4		5,468

Nota. Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo P < 0.05, ** Altamente significativo P < 0.01, *** altamente significativo P < 0.001, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Tabla 52*Prueba de Tukey 5% para la variable número de flores por planta a los 120 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	4,67	3	0,38	A
2	4	3	0,38	A
4	3,67	3	0,38	A
3	3,33	3	0,38	A
5	3	3	0,38	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,85687 Error: 0,4333 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios número de flores por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 45, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un rango (A). el número de flores por día alcanzada en el T1(1000 Gauss) con inducción magnética es de 5 flores que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 53, mientras que el menor número de flores día registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor promedio de 3 flores planta ha este periodo

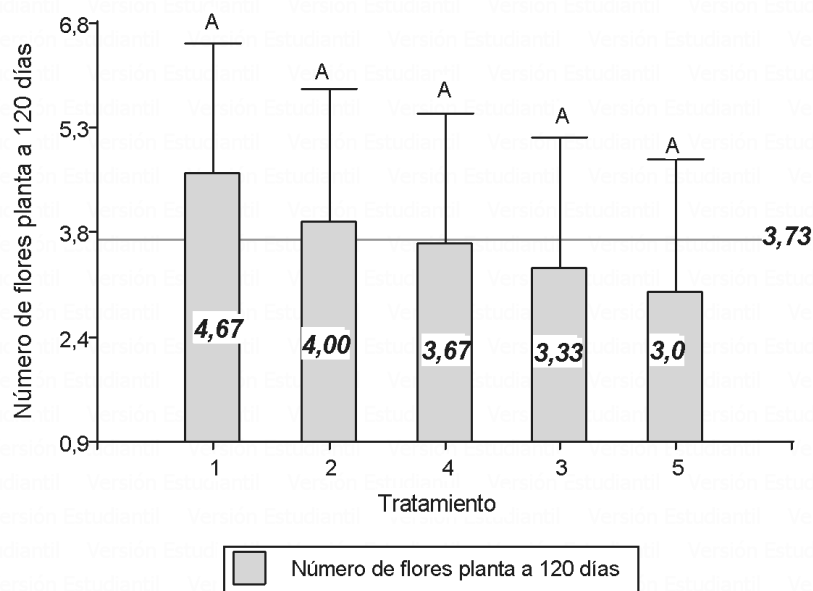
*Figura 45. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de flores por planta a los 120 días.*

Tabla 53

Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de flores por planta a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	6	3	0,54	A
2	4,33	3	0,54	A
4	4	3	0,54	A
3	4	3	0,54	A
5	3,67	3	0,54	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,62601 Error: 0,8667 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del número de flores por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 46, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un rango (A). el número de flores por día alcanzada en el T1(1000 Gauss) con inducción magnética es de 6 flores que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 54, mientras que el menor número de flores día registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor promedio de 4 flores planta ha este periodo

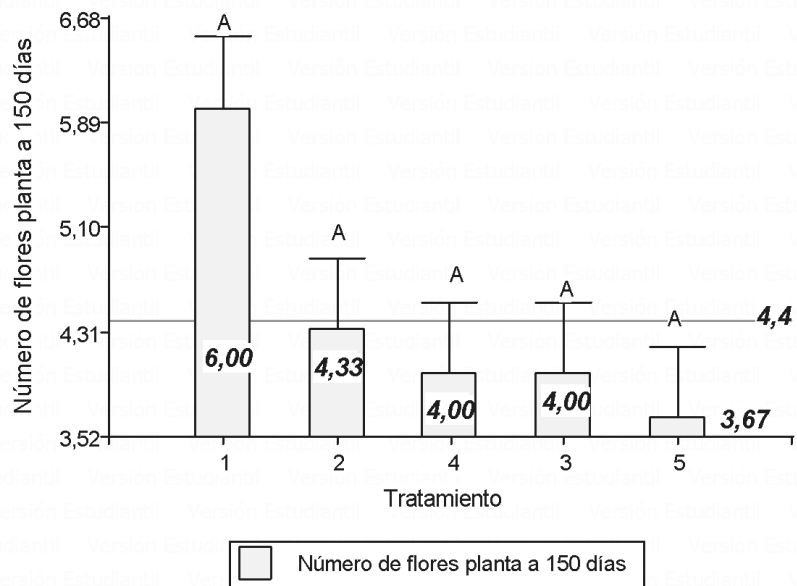


Figura 46. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la variable número de flores por planta a los 150 días.

Tabla 54

Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de flores por planta a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	7	3	0,54	A
3	5,67	3	0,54	A
2	5,33	3	0,54	A
4	4,67	3	0,54	A
5	4,67	3	0,54	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,62601 Error: 0,8667 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios días del número de flores con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 47, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un rango (A). el número de flores por día alcanzada en el T1(1000 Gauss) con inducción magnética es de 7 flores que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 55, mientras que el menor número de flores día registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor promedio de 5 flores planta ha este periodo

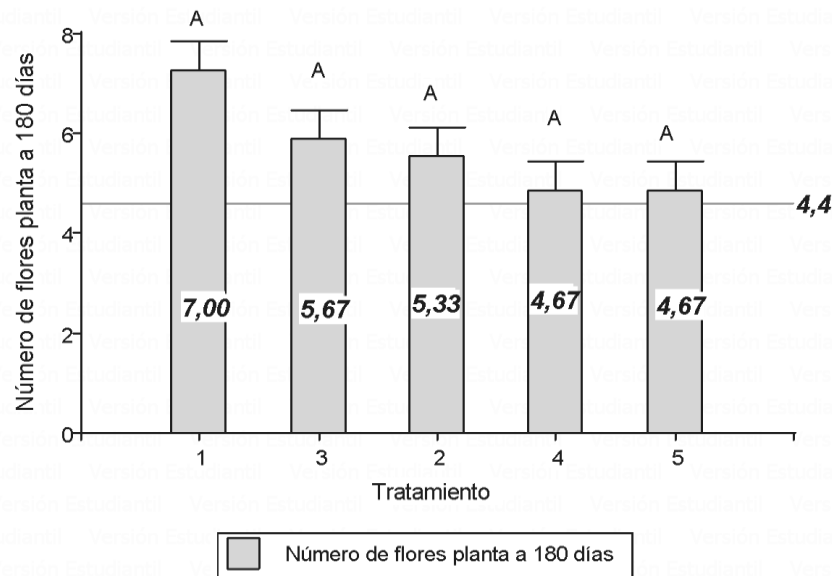


Figura 47 . Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de flores por planta a los 180 días

5.2.6. DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE (DÍAS A LA FLORACIÓN) NÚMERO DE FLORES POR PLANTA)

Córdova (2019), manifiesta en su investigación sobre la inducción magnética aplicada al cultivo de pepinillo variedad Jaguar que la floración se adelanta en un periodo de 4 días según el ciclo fenológico del cultivo.

Kishore et al (2022). Los cambios máximos en las propiedades fisicoquímicas del agua de riego ocurrieron a una velocidad de 0,8 m/s y descarga de 3,0 l/s para un dispositivo de fuerza magnética de 7000 Gauss. El agua de riego magnetizada afectó positivamente la altura de la planta, el número de ramas, flores y el rendimiento en el cultivo de berenjena en comparación con las parcelas de control. Teniendo impacto positivo en el crecimiento de las plantas y el rendimiento que está en relación a la, floración de la planta

Ismail et al (2022), realizaron experimentos en campo desde el 2019 al 2021 en El Kanter Hort. Res. Estación, gobernación de El Kaloubia Egipto, para determinar el efecto de agua magnetizada al 100% y 75% de la evapotranspiración potencial con niveles de fertilización NPK.

Los resultados indican que el riego con 75 o 100% de agua magnética Etc produjo el máximo crecimiento vegetativo, rendimiento temprano, mejor floración. total/planta, eficiencia en el uso del agua y porcentajes de NPK en el cultivo.

En la figura 48 se observa que el T1 con 1000 Gauss presenta mayor número de flores que se mantienen según el número de días a la floración observados a los 75, 150 y 180 días de igual manera se observa a los 120 días el tratamiento 3 y 5 mantiene un número de flores superior a T1,T2 y T4. Se concuerda con los investigadores, Córdova (2019), Kishore et al (2022) y Ismail et al (2022), sobre los cambios que tiene la planta con el agua de riego con inducción magnética aplicada al suelo.

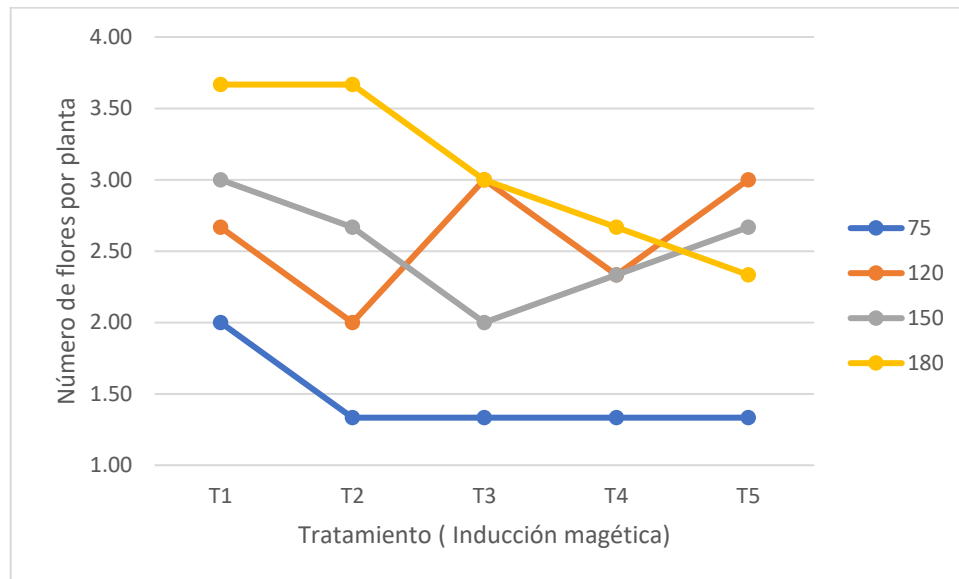


Figura 48. Número de flores por planta / días a la floración

5.2.7. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA (FRUTOS)

Después de haber realizado el análisis de varianza para la variable número de frutos por planta a los 120, 150 y 180 días luego del trasplante de siembra, lo que se puede evidenciar claramente en la Tabla 56, observamos la existencia significativa para los tratamientos de inducción magnética los 120,150 y 180 días de floración, se acepta la hipótesis alternativa, existiendo significancia para para la variable número de flores por planta, los valores del coeficiente de variación en este punto del experimento es de 4,15 % a los 120 días, 6,77 % a los 150 días y 4,30 % a los 180 días valor que indica que se encuentra dentro de los parámetros considerados para experimentos en campo. con un número promedio de 5 flores por planta.

Tabla 55*Análisis ANOVA para la variable número de frutos por planta a los 120,150 y 180 días*

FV	GL	N° de frutos por planta a los 120 días		N° de frutos por planta a los 150 días		N° de frutos por planta a los 180 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14						
Tratamiento	4	16,51	0,0006 *	10,30	0,014 *	14,43	0,0010 *
Error Experimental	8						
CV %			4,15		6,77		4,30
Promedio (Número de flores)			5		5		5

Nota. Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo $P < 0.05$, ** Altamente significativo $P < 0.01$, *** altamente significativo $P < 0.001$, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Tabla 56*Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de fruto por planta a los 120 días*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Rangos		
1	5,1	3	0,11	A		
2	4,7	3	0,11	A	B	
4	4,36	3	0,11		B	C
3	4,36	3	0,11		B	C
5	3,93	3	0,11			C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52551 Error: 0,0347 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del número de frutos por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 49, se tiene significancia estadística entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rango (A), (B) y (C) el número de frutos por planta en el T1 (1000 Gauss) con inducción magnética es de 5,1 frutos que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 57, mientras que el menor número de frutos registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 (250 Gauss) con un valor promedio de 3.93 flores por planta, a este número de

días de floración. Se puede observar rangos que son similares como es el (AB) para el tratamiento T2 (700 Gauss) y (BC) para los tratamientos T4 y T3.

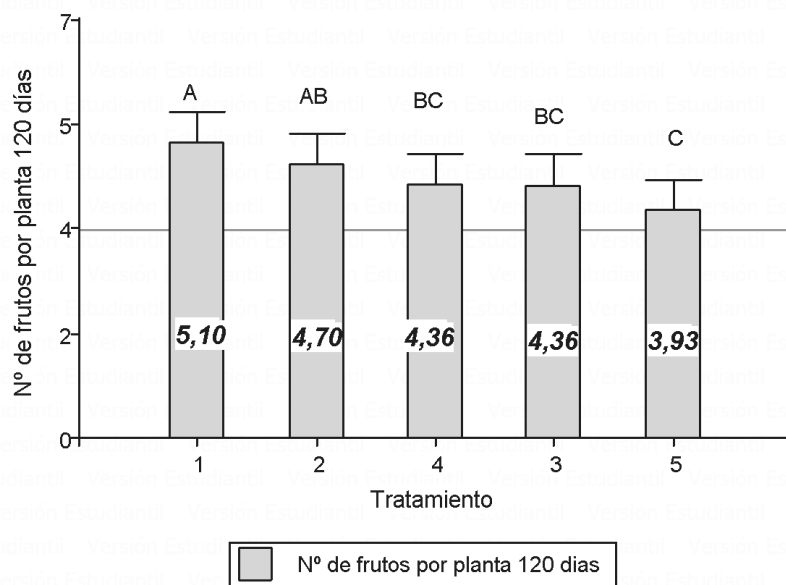


Figura 49. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de frutos por planta a los 120 días

Tabla 57

Prueba de Tukey 5% para la variable número de fruto por planta a los 150 días

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Rango
1	5,62	3	0,18	A
2	4,86	3	0,18	A B
3	4,57	3	0,18	B
4	4,51	3	0,18	B
5	4,01	3	0,18	B

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85745 Error: 0,1018 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del número de frutos por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 50, presenta significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose dos rangos (A) y (B). con una igualdad entre rangos en un tratamiento de valores promedio entre (AB) para el

tratamiento T2 (700 Gauss) con un número de 5 frutos por planta. El mayor número de frutos por planta se alcanzada en el T1 (1000 Gauss) con 6 frutos por planta que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 58, mientras que el número menor de frutos por planta registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 4.0 frutos por planta, correspondiendo al rango (B).

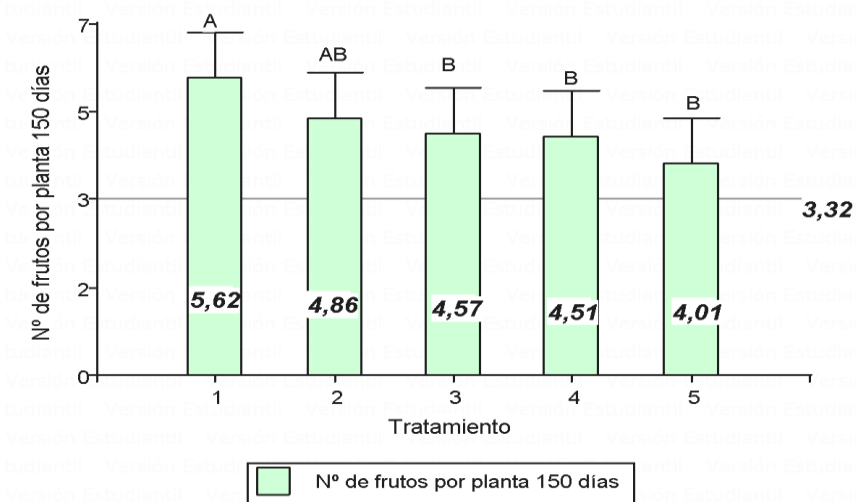


Figura 50. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable número de frutos por planta a los 150 días

Tabla 58

Prueba de Tukey 5% para la variable para la variable número de fruto por planta a los 180 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
3	5,23	3	0,12	A		
4	4,66	3	0,12	A	B	
5	4,63	3	0,12	A	B	
1	4,48	2	0,14		B	C
2	3,86	2	0,14			C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61734 Error: 0,0399 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del número de frutos por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 51, presenta significancia estadísticas

entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose tres rangos (A), (B) y (C), con dos igualdades entre rangos en dos tratamientos de valores promedio entre (AB) para el tratamiento T4 (250 Gauss) con un número de 5 frutos por planta, para T5 (sin magnetismo) con un número de 5 plantas y una entre (BC) con un número de plantas 4. El mayor número de frutos por planta se alcanzada en el T3 (500 Gauss) con 5 frutos por planta que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 59, mientras que el número menor de frutos por planta registrado en este periodo de tiempo se presentó en el T2 con un valor de 4 frutos (700 Gauss) por planta, correspondiendo al rango (C).

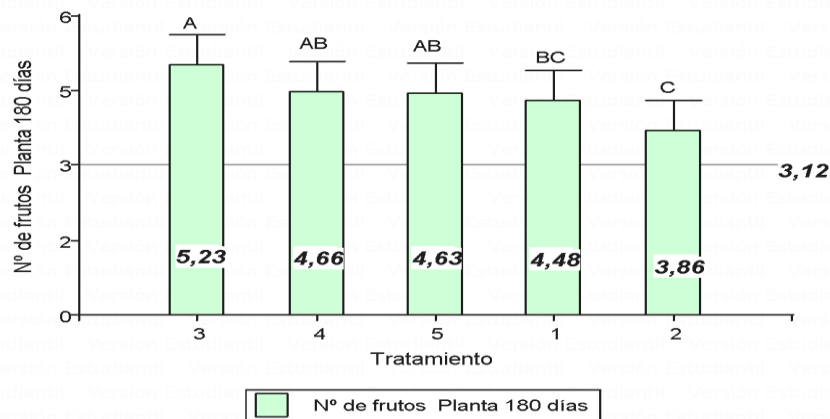


Figura 51. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la variable número de frutos por planta a los 180 días.

5.2.8 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Alvarado y Blanco (2012), manifiestan que, con solamente 1200 Gauss en el agua, las plantas de romero y llantén tuvieron mejor desarrollo morfológico en sus alturas. No obstante, Marei et al (2014), manifiesta que no hay significancia estadística sobre los efectos en la altura de planta, número de frutos, tamaño de frutos, número y grosor de las paredes de chile (*Capsicum annum*). Lino (2021), manifiesta que en los tratamientos con sometida a campos magnéticos de 5000 Gauss genera un crecimiento eficaz en el número de frutos y desarrollo de altura .

En la figura 52 sobre la variable número de frutos por planta se puede observar que tiene un mayor número de frutos a los demás tratamientos y de igual manera existe la tendencia en los diferentes días del ciclo fenológico de la frutilla concluyen que la inducción magnética en el número de gauss y tiempo de exposición incide según el tiempo de exposición con el agua magnetizada aplicada al suelo.

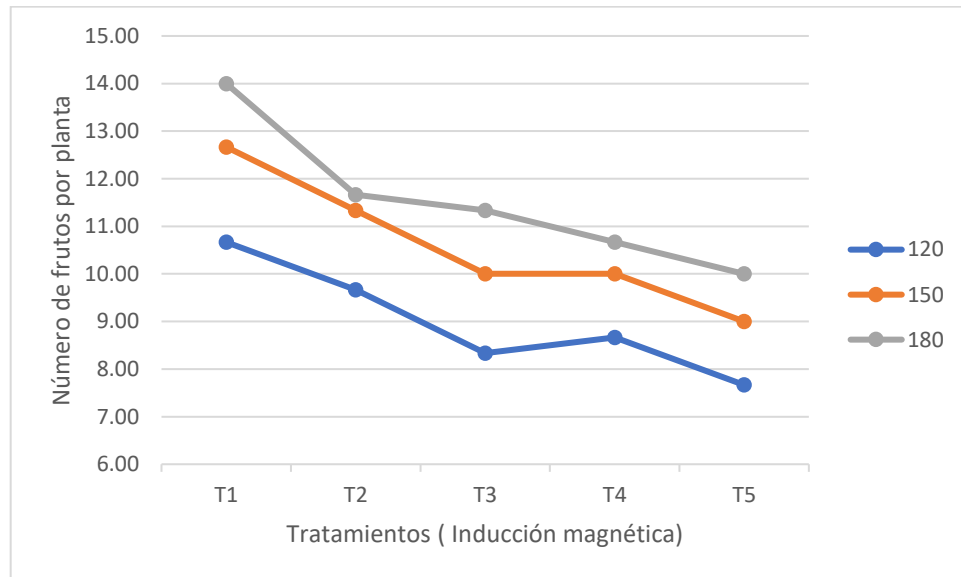


Figura 52. Número de frutos por planta

5.2.9. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (CM).

Tabla 59

Análisis ANOVA para la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120,150 y 180 días

FV	GL	Diámetro Ecu Fruto a los 120 días		Diámetro Ecu Fruto a los 150 días		Diámetro Ecu Fruto a los 180 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14						
Tratamiento	4	16,55	0,0006 *	47,78	<0,0001 *	6,61	0,0118 *
Bloque	2	2,71	0,1261	19,2	0,0009	3,99	0,0629
Error Experimental	8						
CV %		4,15		3,14		7,12	
Promedio (cm)		4,49		4,714		4,6	

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo $P < 0.05$, ** Altamente significativo $P < 0.01$, *** altamente significativo $P < 0.001$, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

Después de haber realizado el ANOVA para los valores obtenidos del diámetro ecuatorial de frutos evaluados a los 120, 150 y 180 días luego del trasplante de siembra, se puede evidenciar claramente en la Tabla 60, que hay diferencias significativas para los tratamientos de inducción magnética para la variable diámetro ecuatorial del fruto aceptándose la hipótesis afirmativa y rechazando la hipótesis nula, los valores del coeficiente de variación en este punto del experimento es de 4,15 % a los 120 días, 3,14% a los 150 días y 7,12 a los 180 días valor que indica que existe variabilidad y se encuentra dentro de los parámetros considerados para experimentos en campo. menos del 20% coeficiente de variación

Tabla 60

Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 120 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango		
1	5,1	3	0,11	A		
2	4,7	3	0,11	A	B	
4	4,36	3	0,11		B	C
3	4,36	3	0,11		B	C
5	3,93	3	0,11			C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52551 Error: 0,0347 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del diámetro ecuatorial del fruto (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 53, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B) y (C) con dos igualdades entre rangos en tres tratamientos de valores promedio entre (AB) con el tratamiento T2 (700 Gauss) con una diámetro de 4,7 cm, para el rango (BC) para T4 (250 Gauss) con un diámetro de fruto ecuatorial 4,36 cm y para el tratamiento T3 (500 Gauss) con diámetro ecuatorial del fruto de 4,36 cm. El diámetro ecuatorial mayor del fruto se alcanza en el T1 (1000 Gauss) con 5,1 cm de diámetro, que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 61, mientras que el diámetro ecuatorial de la fruta menor registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 3,93 cm en el rango (B).

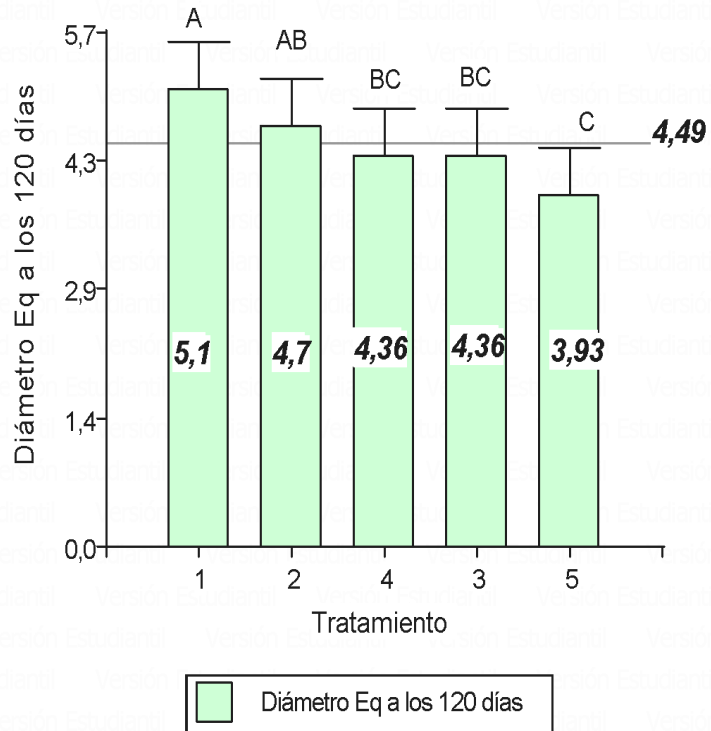


Figura 53. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120 días

Tabla 61

Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 150 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	5,62	3	0,09	A
2	4,86	3	0,09	B
3	4,57	3	0,09	B
4	4,51	3	0,09	B
5	4,01	3	0,09	C

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41785 Error: 0,0219 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del diámetro ecuatorial del fruto (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 54, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos (A), (B) y (C). El diámetro ecuatorial mayor del fruto se alcanza en el T1 (1000

Gauss) con 5,62 cm de diámetro, que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 62, mientras que el diámetro ecuatorial de la fruta menor registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 4,01 cm en el rango (C).

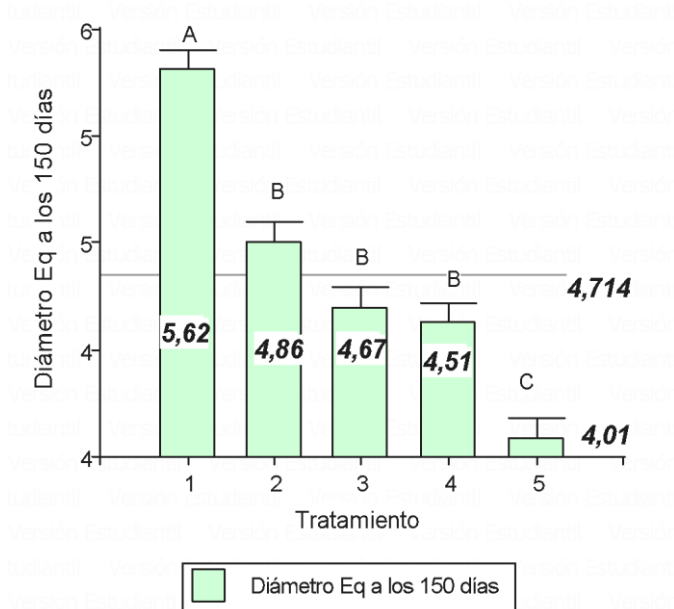


Figura 54. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego, con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 120 días.

Tabla 62

Prueba de Tukey 5% para la variable para el diámetro ecuatorial del fruto por planta a los 180 días.

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	5,23	3	0,19	A
2	4,66	3	0,19	A B
3	4,63	3	0,19	A B
4	4,62	3	0,19	A B
5	3,86	3	0,19	B

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,92359 Error: 0,1072 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del diámetro ecuatorial del fruto (cm) con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 55, presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose cuatro rangos

(A) y (B) con tres igualdades entre rangos en tres tratamientos de valores promedio entre (AB) con el tratamiento T2 (700 Gauss) con una diámetro de 4,66 cm, para T3 (500 Gauss) con un diámetro de fruto ecuatorial 4,63 cm y para el tratamiento T4 (250 Gauss) con diámetro ecuatorial del fruto de 4,62 cm. El diámetro ecuatorial mayor del fruto se alcanza en el T1 (1000 Gauss) con 5,23 cm de diámetro, que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 63. mientras que el diámetro ecuatorial de la fruta menor registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 3,86 cm en el rango (B).

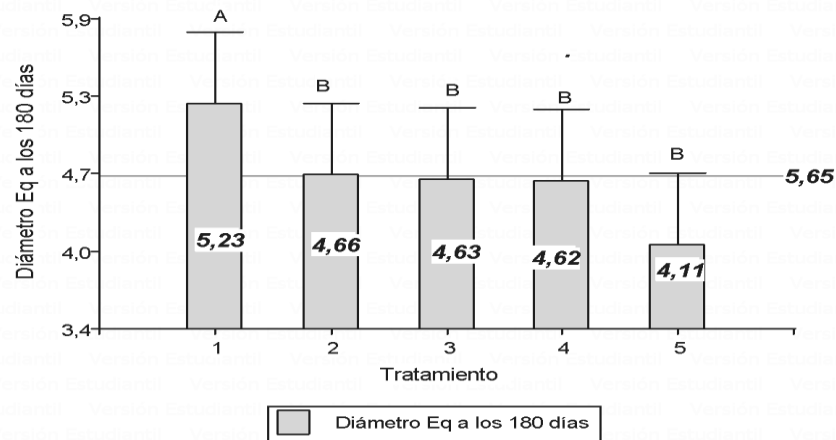


Figura 55. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética al agua de riego , con relación a la variable diámetro ecuatorial del fruto a los 180 días

5.2.10 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO.

Nyakane et al (2019), manifiestan que un sistema de riego que tiene en su estructura equipos de inducción magnética las plantas muestran un notable rendimiento los frutos incrementan su diámetro, así como la calidad de su fruta, el contenido de clorofila, netotasa fotosintética, altura de la planta y producción de biomasa. Laura (2017), manifiesta que el agua con inducción magnética puede ser considerada como una práctica segura y tecnologías económicas bajas que pueden ayudar a mejorar el rendimiento, y así ahorrar recursos hídricos. Mejorando las condiciones generales de los cultivos indirecta y directamente según las características del agua o del suelo. Zuñiga et al (2011). La

inducción magnética influye en la calidad del fruto en diámetro especialmente en el cultivo de frutilla.

En la figura 56 se puede apreciar que el tratamiento T1 con 1000 Gauss presenta los mayores diámetros en los tres periodos de días evaluados siendo el tratamiento sin inducción magnética el que presente el menor diámetro ecuatorial, se confirma que la inducción magnética investigada por Nyakane et al (2019), Laura (2017), Zuñiga et al (2011). Influye Sobre la calidad y rendimiento.

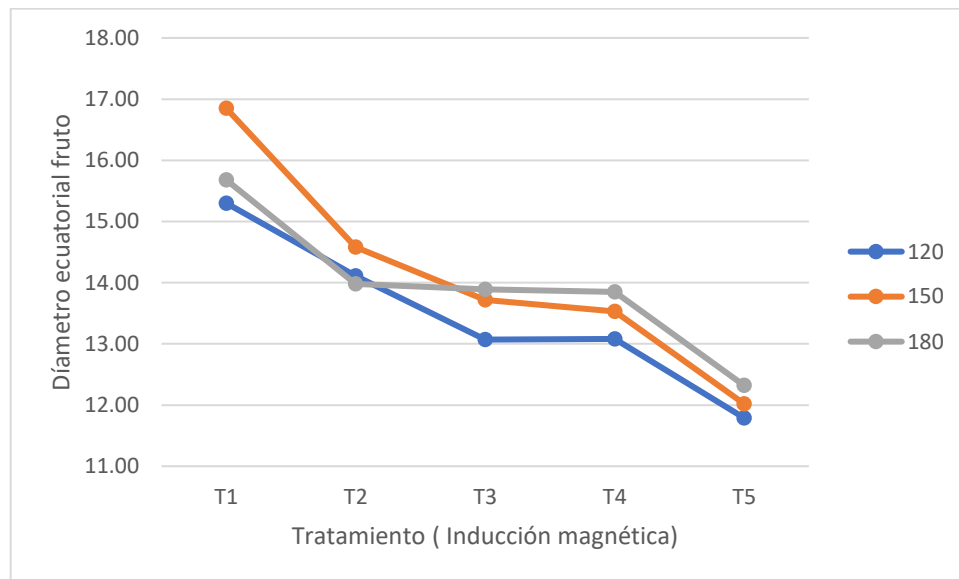


Figura 56. Diámetro ecuatorial del fruto frutilla

5.2.11 RENDIMIENTO EN GRAMOS DE FRUTO COSECHADO POR PLANTAS POR MUESTRA

Tabla 63

Análisis ANOVA para la variable rendimiento en kg por planta a los 120,150 y 180 días.

FV	GL	Rendimiento a los 120 días		Rendimiento a los 150 días		Rendimiento a los 180 días	
		Fcal	p.valor	Fcal	p.valor	Fcal	p.valor
Total	14						
Tratamiento	4	1,14	0,4038 NS	6,57	0,0121 *	4,92	0,0268 *
Bloque	2	0,46	0,6483	1,71	0,2401	2,15	0,1785
Error Experimental	8						
CV %			13,44		8,13		8,84
Promedio (cm)			0,328		0,336		0,42

Nota. FV: Factor de varianza, GL: Grados de libertad, F cal: Nivel de significancia; * Significativo $P < 0.05$, ** Altamente significativo $P < 0.01$, *** altamente significativo $P < 0.001$, NS: No significativo, CV: Coeficiente de Variación

El análisis de varianza para los valores obtenidos para rendimiento kg por planta evaluados a los 120, 150 y 180 días luego del trasplante de siembra, se puede evidenciar claramente en la Tabla 64, que no existe varianza significativas para los tratamientos de inducción magnética a los 120 días aceptándose la hipótesis nula, para los valores obtenidos en los días 150 y 180 luego de realizar el análisis de varianza se observa que hay significancia por lo que se acepta la hipótesis alternativa, los coeficiente de variación en este punto del experimento es de 13,44 % a los 120 días, 8,13 % a los 150 días y 8,84 a los 180 días, valores que indica que existe un manejo adecuado del experimento de campo y se encuentra dentro de los parámetros de control para el coeficiente de variación que es la de ser menor al 20 %

Tabla 64

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en kg por planta a los 120 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
2	0,36	3	0,03	A
1	0,35	3	0,03	A
4	0,33	3	0,03	A
5	0,3	3	0,03	A
3	0,3	3	0,03	A

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12414 Error: 0,0019 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del rendimiento en kg por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 120 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 57, que no presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose un rango (A). los kg por planta alcanzada en el T2(700 Gauss) con inducción magnética es de 0,36 kg que corresponde al rango (A) a los 120 días como se puede observar en la Tabla 65, mientras que el menor valor de kg por planta registrado en este periodo de tiempo se presentó con el T3 (500 Gauss) con un valor promedio de 0,3 kg por planta a este periodo.

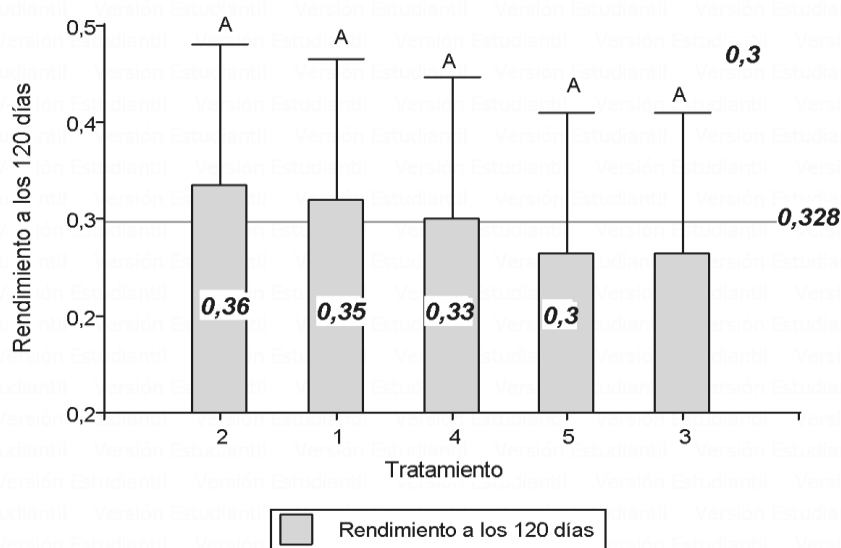


Figura 57. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego, con relación a la variable rendimiento en g a los 120 días.

Tabla 65*Prueba de Tukey 5% para la variable rendimiento por planta a los 150 días*

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango	
1	0,4	3	0,02	A	
2	0,35	3	0,02	A	B
4	0,32	3	0,02		B
3	0,32	3	0,02		B
5	0,29	3	0,02		B

Nota. Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07708 Error: 0,0007 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del rendimiento en kg por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 150 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 58, que presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose dos rangos (A) y (B). con una igualdad entre rangos en un tratamiento de valores promedio entre (AB) para el tratamiento T2 (700 Gauss) con un rendimiento de 0,35 kg por planta. El diámetro ecuatorial mayor del fruto se alcanza en el T1 (1000 Gauss) con un rendimiento por planta de 0,4 kg , que corresponde al rango (A) a los 150 días como se puede observar en la Tabla 66, mientras que el valor menor registrado en kg por planta en este periodo de tiempo se presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 0,29 kg por planta en el rango (B).

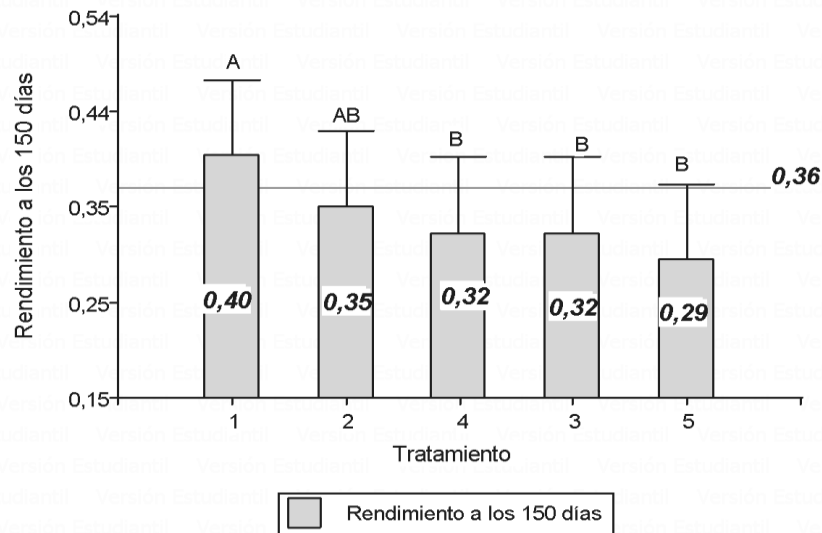


Figura 58. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego, con relación a la variable rendimiento g por planta a los 150 días.

Tabla 66

Prueba de Tukey 5% para la variable rendimiento por planta a los 180 días

Tratamiento	Medías	n	E.E.	Rango
1	0,48	3	0,02	A
3	0,45	3	0,02	A B
2	0,43	3	0,02	A B
5	0,37	3	0,02	B
4	0,37	3	0,02	B

Nota. Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10504 Error: 0,0014 gl: 8

Según el análisis de la comparación de promedios del rendimiento en kg por planta con respecto a los tratamientos de inducción magnética a los 180 días en el cultivo de frutilla, tal como se lo puede observar en la Figura 59, que presenta diferencias significativas entre los tratamientos de inducción magnética, presentándose dos rangos (A) y (B). con una igualdad entre rangos en dos tratamientos de valores promedio entre (AB) para el tratamiento T3 (500 Gauss) con un rendimiento de 0,45 kg por planta y para el T2 (700 Gauss) con un rendimiento por kg de 0,43 kg por planta. El rendimiento mayor por planta se alcanza en el T1 (1000 Gauss) con un rendimiento por planta de 0,4 kg, que corresponde al rango (A) a los 180 días como se puede observar en la Tabla 68, mientras que el valor menor registrado en kg por planta en este periodo de tiempo se

presentó con el T5 sin inducción magnética con un valor de 0,37 kg por planta en el rango (B).

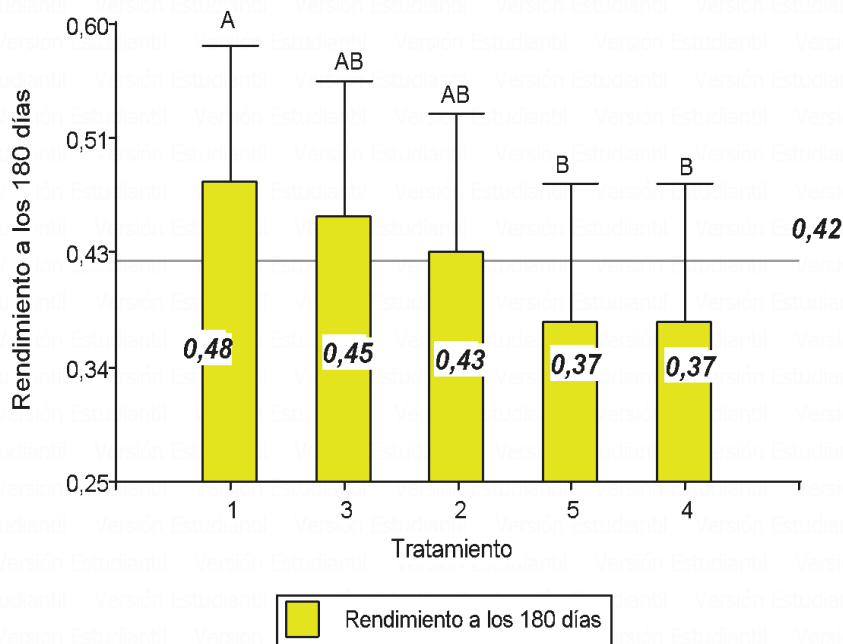


Figura 59. Prueba de Tukey al 5% de los niveles de inducción magnética aplicados en el agua de riego, con relación a la variable rendimiento g por planta a los 180 días

5.2.12 DISCUSIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO GRAMOS POR PLANTA.

Nyakane et al (2019), establecen en su investigación que la inducción magnética se en cultivos con sustrato, semi hidropónico, hidropónico, aeropónico produce un mayor rendimiento y productividad con aumentos del 80,9% a 89% en sistemas hidropónicos con inducción magnética los niveles de agua magnetizada de igual manera influyen el mayor número de hojas, diámetro del tallo, área foliar de las plantas de fresa.

Los efectos positivos de la inducción magnética sobre el rendimiento se pueden manifestar como el resultado de las propiedades físicas y químicas del agua de riego aplicada al suelo inciden en las plantas en su crecimiento y desarrollo se establece que

también puede incidir sobre las hormonas vegetales como las giberelinas, auxinas y citoquinas como lo manifiesta en su investigación (Hozayn et al., 2010).

La técnica de tratamiento magnético en los cultivos induce al incremento del rendimiento en la cantidad de productos tamaño de frutos como lo establece en su investigación (Rojas et al, 2015)

Martínez et al (2003), evidenciaron en sus investigaciones realizados con inducción magnética que las plantas presentan un mayor peso, incidiendo directamente en el aumento en los rendimientos, cantidad de productos, tamaño de frutos, tubérculos,

El agua de riego tratada con inducción magnética permite modificar físicamente el líquido agua, con una menor tensión superficial con mayor conductividad eléctrica, cristalización coagulación y solubilidad que le hace ligera . pura y fluida al agua en relación al agua en su estadio natural estas repercuten sobre las plantas en forma positiva ya que elevan en las plantas el nivel de fotosíntesis crecimiento de semillas y la productividad con mayores rendimientos, según lo investigado por (Pérez et al., 2009).

En la figura 60. Los tratamientos con inducción magnética aplicados al agua de riego inciden en el rendimiento del cultivo de frutilla conforme lo establece los investigadores en los temas sobre los efectos de inducción magnética en el rendimiento de los cultivos, se puede observar que el tratamiento con 1000 Gauss se mantiene un mayor rendimiento durante los periodos de cosecha y el de menor producción es el tratamiento T5 sin inducción magnética.

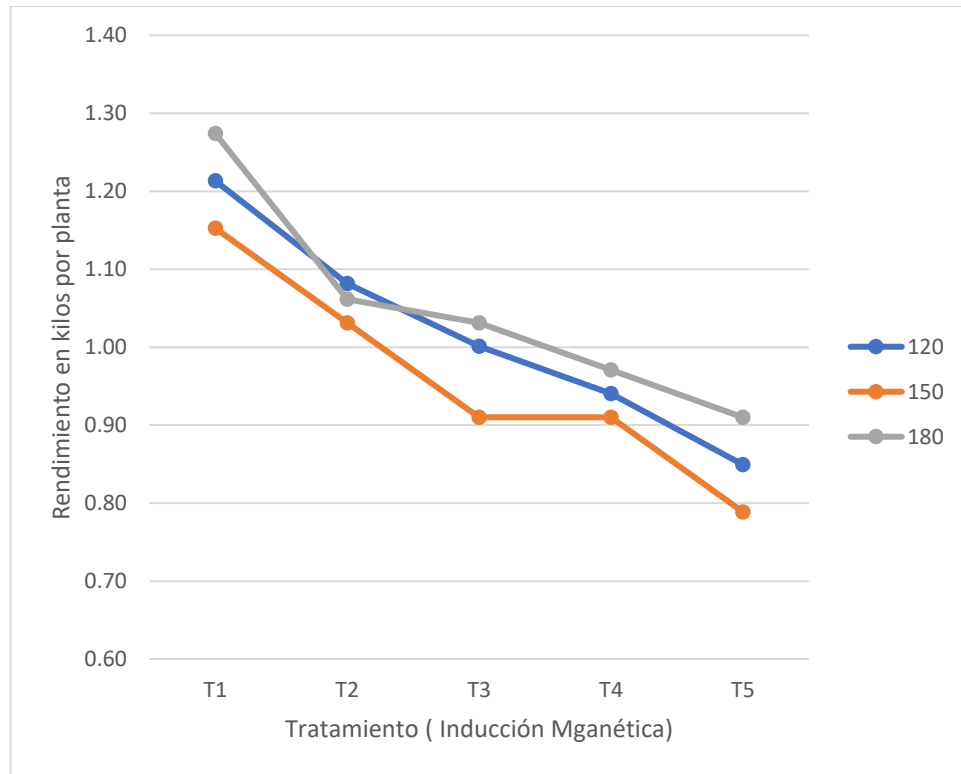


Figura 60. Rendimiento en kilos por planta de frutilla

5.3.RESULTADO PARA TERCER OBJETIVO

5.3.1. COSTO DE PRODUCCIÓN

Tabla 67

Análisis de rendimiento del mejor tratamiento de inducción magnética en el cultivo de frutilla en t/ha

Tratamiento (niveles de inducción magnética)	Plantas /ha	Distancia de siembra 0,30 cm entre planta y entre hilera 0,60 cm	Kg promedio / planta (3meses) inv.	Kg promedio /mes	Kg/ año producción (6meses)	Kg/ha/año	Precio kilo	Ingresos (dólares)	t/ha
T1 inducción magnética a 1000 Gauss aplicada al agua de riego	55556	0,30 x 0,60	0,409	0,136	0,818	45432,10	1,60	72691,36	45,4
T2 inducción magnética a 750 Gauss aplicada al agua de riego	55556	0,30 x 0,60	0,378	0,126	0,756	41975,31	1,60	67160,49	42,0
T3 inducción magnética a 500 Gauss aplicada al agua de riego	55556	0,30 x 0,60	0,341	0,114	0,682	37901,23	1,60	60641,98	37,9
T4 inducción magnética a 250 Gauss aplicada al agua de riego	55556	0,30 x 0,60	0,322	0,107	0,644	35802,47	1,60	57283,95	35,8
T5 sin inducción magnética aplicada al agua de riego	55556	0,30 x 0,60	0,322	0,107	0,644	35802,47	1,60	57283,95	35,8

Tabla 68*Inversión para el cultivo de una hectárea de frutilla*

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (DÓLARES)	VALOR PARCIAL DÓLARES	TOTAL
A. Costos directos					
1. Análisis de suelo					
Análisis completo de suelo	Unidad	1	\$56,00	\$56,00	\$56,00
2. Preparación del suelo					
Arada	Hora	2	\$35,00	\$70,00	\$280,00
Rastra	Hora	2	\$35,00	\$70,00	
Construcción de camas motocultor	Hora	4	\$35,00	\$140,00	
3. Variedad de planta					
Albión	Plántula	55555	\$0,22	\$12.222,10	\$12.222,10
4. Desinfección de suelo					
Terraclor 75% PCNB (pentacloro nitrobenzeno)	Kg	4	\$29,00	\$116,00	\$116,00
5. Fertilización de fondo					
Abono de ovino	Sacos 25	300	\$3,00	\$900,00	\$2.150,00
Cascarilla de arroz	Sacos de 100 libras	150	\$7,00	\$1.050,00	
Abono químico 15-15-15	Quintal	5	\$40,00	\$200,00	
6. Cobertura					
Polietileno negro; 1m de ancho	Rollo de 500 m	21	\$110,00	\$2.310,00	\$2.310,00
7. Sistema de riego por goteo					
Instalación del sistema de riego por goteo 1 ha	M	10000	\$0,38	\$3.800,00	\$3.800,00
8. Mano de obra					
Jornales manejo del cultivo	Jornal	110	\$15,00	\$1.650,00	\$1.650,00
Total, inversión					\$ 22.584,10
B. Costos indirectos					
Pago de agua de riego	ha	1	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Imprevistos (5%)					\$ 1.129,21
Total, inversión año					\$ 23.833,31

Tabla 69*Gastos de mantenimiento del cultivo de frutilla / año*

GASTO DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO					
Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (dólares)	Valor Parcial dólares	Total
Trabajadores permanentes	Jornal	5	15	75	75
Productos químicos, fertilización, fumigaciones al cultivo herbicidas	Global	1	500	500	500
Gavetas, cajas de madera, envases	Unidad	1000	2,5	2500	2500
Gastos adicionales, combustibles, vehículo, otros	Global	1	300	300	300
					Imprevistos (5%)
					168,75
					TOTAL
					3543,75
Total, inversión año + gastos de administración					\$ 27.377,06

Tabla 70*Ingresos por ha/ año con tratamiento de inducción magnética*

INGRESOS AÑO	
Kg frutilla/año con inducción magnética a 1000 Gauss aplicada al agua de riego	45432,10
Precio Finca (dólares)	1,3
Ingreso año	59061,7
Total, inversión año + gastos de administración	\$ 27.377,06
Relación beneficio /costo	2,16

5.3.2 DISCUSIÓN DEL VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO DE FRUTO.

La inducción magnética mantiene una relación directa con el crecimiento de la planta en la investigación se utilizó 1000 Gauss y se observa su crecimiento favorable al Tratamiento con mayor inducción magnética resultados que son confirmados con otras investigaciones con diferentes niveles de inducción magnética como lo establece Zúñiga, et al (2016), manifestando que el tratamiento de agua magnetizada con una intensidad de 1560 Gauss – 30 min, mostró mejores resultados en todas las mediciones de altura de planta en comparación a tratamientos de 1560 Gauss – 15 min y 1560 Gauss – 10 min. De igual manera confirma Alvarado y Blanco (2012), con inducción magnética de 1200 Gauss aplicadas al agua de riego, las plantas de la especie llantén y romero mostraron un mejor desarrollo en sus alturas. En el manejo del experimento de campo se evaluó en tres fechas el conteo de número de flores a los días de floración 120, 150 y 180, se confirmó la hipótesis nula en lo referente a la variable número de flores promedio por planta registrada con los tratamientos magnéticos aplicados existiendo una homogeneidad en número de flores. En la variable evaluada de número de frutos por planta, se sistematizó los datos de tres fechas sobre el número de frutos por planta se obtuvo un mayor número de frutos con el tratamiento 1 de 1000 Gauss de inducción magnética aplicada al agua de riego.

En igual relación Izmailov et al (2018), realizaron investigaciones de la inducción magnética aplicada en el agua de riego en frutilla demostrando el aumento máximo en la germinación semillas irradiadas con incremento 14% en relación con la muestra de control se revela la acción positiva de los campos magnéticos en el aumento de los parámetros biométricos especialmente de los brotes de frutilla aumentando su peso con el testigo de un 33%

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La inducción magnética aplicado en el agua de riego con 1000 Gauss (0,1 Teslas) influye en las propiedades físicas – químicas del suelo al aplicarlas en cultivos a campo abierto. Manteniendo la humedad, estabilizando el pH del suelo con leve incremento de la conductividad eléctrica.

Las plantas tienen mayor desarrollo en altura, constitución sana, frutos de mayor calibre y de buena calidad se observa que la floración con respecto a las plantas sin inducción magnética se mantiene en forma igual el desarrollo de la raíz es mayor en las plantas con inducción magnética a 1000 Gauss al tener plantas fortalecidas se redujo a la mortalidad observándose un porcentaje del 0,56% de mortalidad.

Se ha comprobado la hipótesis del que la inducción magnética a 1000 Gauss incide proporcionalmente en el rendimiento de las plantas al obtener 45432,1 kg /ha / año

El beneficio/ costo es de 2,16 que indica que por cada dólar invertido se tiene el retorno de \$1,16 dólares con la propuesta de enmienda de abono orgánico bajas con un mejorador de la textura de suelo como es cascarilla de arroz.

5.2. RECOMENDACIONES

Fomentar investigaciones en cultivos de alta rentabilidad con la aplicación de inducción magnética por medio del agua de riego en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Investigar el efecto de la inducción magnética en los fertilizantes orgánicos aplicados en el agua de riego en relación al incremento de la producción y del cambio morfofisiológico de las plantas.

Generar investigación interdisciplinaria en el establecimiento de paquetes tecnológicos en base de los resultados con diseños de inductores magnéticos de bajo costo.

Investigar la calidad de suelo en áreas de inducción magnética con niveles mayores de inducción magnética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Abad, C., Jiménez, L., Capa, E. (01 de marzo de 2020). *Efecto de la cubierta(micro túnel) en la productividad de dos variedades de fresa (fragaria vesca) en el sector Cajanuma Catón Loja*. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida 31(1):131-141: <https://www.redalyc.org/journal/4760/476062548010/>
- Acosta, T. (2022). “*Evaluación de tres colores de acolchado plástico para la producción de fresa (fragaria x ananassa), variedad albión, en la parroquia Montalvo, provincia de Tungurahua*” . Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36102/1/Tesis-319%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Acosta%20Villacis%20Tatiana%20Macarena.pdf>
- Acuña , J., & Fischer, G. (2020). *Fresa (fragari x ananassa Duch) Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial: https://extension.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/Manuales/04-manual-fresa-2020-EBOOK.pdf
- Aguilar, R. (2018). *Evaluación del efecto de un extracto de cáscara verde de banano (Musa paradisiaca) para el control de botrytis cinerea en frutilla (fragaria vesca) y rosa (Rosa sp.)*. Tesis de grado. UDLA Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias : <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8986/1/UDLA-EC-TIAG-2018-05.pdf>
- Al-Shatri, A., Pakyurek, M., & Yavic, A. (2020). *Effect of seaweed application on the vegetative growth of strawberry cv. Albion grown under Iraqi ecological conditions*. Applied Ecology and Environmental Research 18(1): 1211–1225.: https://doi.org/10.15666/aer/1801_12111225
- Alattar , E., Radwan, E., & Elwasife, K. (25 de noviembre de 2022). *Improvement in growth of plants under the effect of magnetized water*. AIMS Biophysics Volume 9, Issue 4: 346-387.: doi: 10.3934/biophys.2022029
- Alvarado, K., & Blanco , A. (2012). *Efecto del agua magnetizada en algunos parámetros morfológicos de las especies romero (Rosmarinus officinalis) y llantén menor (plantago Lanceolata)*. Centro agrícola 81-86.
- Álvarez , J. (2021). *Estudio de modelación del proceso de germinación de semillas de triticale sometidas a tratamiento magnético*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid : https://oa.upm.es/66821/1/REGINO_JOSE_ALVAREZ_SANCHEZ.pdf
- Aranzazu , J. (2019). *Análisis del efecto del tratamiento magnético sobre la actividad enzimática en semillas de maíz (Zea mays L.)*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia : <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75611/1053699399.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aranzazu , J. (2019). *Análisis del efecto del tratamiento magnético sobre la actividad enzimática en semillas de maíz (Zea mays L.)*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia : <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75611/1053699399.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Arbo, M., & González, A. (2019). *Botánica Morfología Morfología de plantas vasculares complemento teórico. Hipertextos de Botánica Morfológica* -. <https://doi.org/http://www.biologia.edu.ar/botanica/print/Hipertextos-2019.pdf>
- Arias, D. (marzo de 2022). "Evaluación del efecto del agua magnetizada en la segunda fase floración - cosecha del amaranto (*amaranthus caudatus l*) variedad Selenaya sosulka, Latacunga - Cotopaxi, 2021- 2022.". Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8776/1/PC-002311.pdf>
- Arregín, J. (marzo de 2022). *Diseño de dispositivo desmagnetizador de componentes de sujeción de chapa metálica en el proceso de fineblanking. Tesis de grado de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro*: <http://ring.uaq.mx/bitstream/123456789/3521/5/IGMAC-293169-0322-322-Juan%20Pablo%20Arreguin%20Rodriguez-%20%20%20-A.pdf>
- Ascencio, L. (2022). *Evaluación potencial de la construcción de un techo verde en la Universidad de América Eco campus. tesis de grado. Fundación Universidad de América Facultad de ingeniería especialización en gestión ambiental* : <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/8965/1/55453-2022-1-GA.pdf>
- Asprilla, Y. (2013). *Respuestas fisiológicas del cultivo de maíz (zea mays l.) asociadas a suelos salinos bajo tratamientos de asociadas a suelos salinos bajo tratamientos de biofertilización con estimulación electromagnética en dos fincas del Valle del Cauca. Tesis de grado. Universidad del Valle - Cauca Colombia* : <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/22384/3140-0481112.pdf?sequence=1>
- Azimi, N., Majd, A., Nejdattari, T., Ghanati, F., & Arbabian, S. (2018). *Effects of Magnetically Treated Water on Physiological Characteristics of Lens culinaris L. Iranian. Journal of Science and Technology, Transactions A: Science* 42(2): 331-337.: <https://doi.org/10.1007/s40995-016-0075-y>
- Balbotín, C., & Ortiz, D. (2017). *Manual del manejo agronómico de la frutilla* . Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6713/Bolet%20C3%ADn%20INIA%20N%20C2%B0%20382?sequence=1&isAllowed=y>
- Ballesteros, E. (12 de junio de 2020). *Seguimiento de labores y apoyo en el estudio de tratamientos del agua de riego en la producción de banano tipo exportación; Santa Marta – Magdalena. Tesis de grado. Universidad de Córdoba* : <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2934>
- Bañados, M., Bonomelli, C., Figueroa, R., Avila, B., & Sallato, B. (2015). *Manual de cultivo de frambuesas y frutillas en Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile*: https://www.indap.gob.cl/docs/defaultsource/default-document-library/manual-de-cultivo-de-frutilla-en-chile_indappuc-2015.pdf?sfvrsn=0
- Bárbara, M., Martínez, C., Donatti, C., & Harvey, F. (2017). *Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. CATIE, Conservación Internacional* : https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9476/Impactos_del_cambio_climatico_modulo2.pdf?sequence=1
- Bareiro, J. (2019). *Manual de Transferencia de Resultados de Investigación sobre el cultivo de frutilla – producción de mudas de alta calidad / José Félix Bareiro*

- Mendoza. *Caacupé Py : Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Centro de Investigación Hernando Bertoni*. Editor: Ing. Ftal. M.Sc. Dalva Bolfoni .
<https://doi.org/file:///C:/Users/Marcia/Downloads/publicacion%20%20-%20muda%20de%20frutilla%20%2023-07-2019-final.pdf>
- Beretta, A., Bassahum , D., & Musselli , R. (diciembre de 2014). *¿Medir el pH del suelo en la mezcla suelo: agua en reposo o agitando?* Agrociencia Uruguay vol.18 no.2 Montevideo dic. 2014:
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000200010
- Bianchi, P. (2018). *Guía completa del cultivo de fresas* . DVE publishing.
<https://doi.org/https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AA9dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=bianchi+2018+fresas&ots=ixDfVSAmWr&sig=owmeHbNgnFIsKFwCjH4DL8KyESY#v=onepage&q=bianchi%202018%20fresas&f=false>
- Bolda, M., Dara, S., Faber, B., Fallon, J., Sánchez, M., & Peterson , K. (2017). *Manual de producción de fresa para los agricultores de la costa central*. CDFa.
<https://doi.org/http://cesantabarbara.ucanr.edu/files/228580.pdf>
- Briceño , H. (10 de agosto de 2021). *Evaluación de 3 variedades de frutilla (Fragaria x ananassa) en un sistema semi hidropónico, bajo condiciones de invernadero*. Tesis de grado. Universidad San francisco de quito USFQ:
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10958/1/134361.pdf>
- Cadena, V. (2012). *Hablemos de riego* Editores gráficos
- Capistrán , M. (2020). *Efecto de la aplicación de nanopartículas de zno en la translocación y acumulación de pb en cultivos de maíz (zea mays)* . Tesis de grado, Universidad Autónoma Nueva León:
<http://eprints.uanl.mx/18658/1/1080289296.pdf>
- Calvache. (2000). *Necesidades de agua de los cultivos. Memorias del VII Congreso Ecuatoriano Necesidades de agua de los Cultivos. Memorias del VII Congreso Ecuatoriano*. Editorial Primera Imprenta.
<https://doi.org/http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8021/1/PC-002116.pdf>
- Calvin, E. (2022). *Evaluación del sistema de riego por goteo en la producción de frutilla en las comunidades de Chilijchi y norte Chilijchi*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias Sociales:
<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/32096/1/Monografia-%20Calvi%20Andia%20Edwin.pdf>
- Campana , J. (11 de diciembre de 2019). *Aislamiento, caracterización morfológica y molecular del agente fúngico Neopestalotiopsis saprophytica de la frutilla (Fragaria sp.) en Pichincha-Ecuador*. Tesis de grado. Universidad san Francisco de Quito USFQ: <file:///C:/Users/Marta/Downloads/118062.pdf>
- Carbonell , M., Flórez, M., & Álvarez , J. (diciembre de 2017). *Aportaciones sobre el campo magnético: historia e influencia en sistemas biológicos*. Revista Intropica ISSN 1794-161X Vol. 12 No. 2 143 - 159 Santa Marta, Colombia:
[file:///C:/Users/Marta/Downloads/Dialnet-Aportaciones Sobre El Campo Magnético-6769197%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Marta/Downloads/Dialnet-Aportaciones Sobre El Campo Magnético-6769197%20(5).pdf)
- Carranza , A. (2019). *Frente a los escasos de la cantidad de agua especialmente por la disminución de los caudales en las fuentes hídricas por efectos del cambio*

- climático amerita que las investigaciones* . Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú:
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/16028/Carranza_Dominguez_la_Gestion_de_Recursos_Hidricos_en_un_escenario_de_escasez_hidrica_como_consecuencia_delambito_climatico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carter , D. (1981). *Salinity and plant productivity*. In: *Handbook Series in Nutrition and Food* . Chemical Rubber, Cleveland, OH. p. 146-151.
- Cenicaña. (julio de 2018). *ABC de los sensores de humedad en las labores de riego* . Carta informativa año 6 número 1:
https://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_informativa/2018_n1/2018_n1.pdf
- Chabla, J. (2017). *Efecto de mejoradores físicos, químicos y biológicos de la compactación de suelos bananeros bajo sistema de riego* .
- Chiriboga , D. (2017). “*Respuesta de tres variedades de fresa (Fragaria vesca), sometidas a tres sustratos, mediante sistema semi-hidropónico en canales de polietileno en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura – Ecuador*.”. Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3201/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000062.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Condori, A. 2. (2021). *Aplicación de campos electromagnéticos en semilla de dos aplicaciones de campos electromagnéticos en semilla de dos* . Tesis de grado Universidad San Andrés :
<file:///C:/Users/Marcia/Documents/2022%20magnetismo/t-2879.pdf>
- Córdova , H. (abril de 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 grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador :
<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/413/1/1.%20TESIS.pdf>
- Corona, P., Ramos , A., & Salinas , K. (2012). “*Análisis de la inducción electromagnética de líneas de transmisión sobre ductos subterráneos*”. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional:
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10490/1/14.pdf>
- Cotrina, F. (2022). *Influencia de abonos orgánicos enriquecidos con calcio en el rendimiento de fresa (fragaria x ananassa duch. Ex Lamarck) variedad San Andrea en Aclacancha -Ambo – Huánuco*. Tesis de grado. Universidad Nacional Hemilio Valdizan :
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7107/TAG00910C85.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, J., Carbonell, M., & Ramírez, E. (2003). *Influencia de la exposición magnética del agua en la evaporación de sustratos arcilloso y orgánicos* . Ingeniería y región N° 2: DOI: <https://doi.org/10.25054/22161325.870>
- Duarte , H., & Benavidez , A. (junio de 2020). *Riego por goteo en cultivares de tomate (Solanum lycopersicum L.), Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua*. Revista Científica La Calera Vol. 20 N° 34, p 35 – 40:
<https://doi.org/10.5377/calera.v20i34.9811>
- Dziwulska, A., Niemczynowicz , A., Kycia , R., Matwijczuk, A., Kornarzyński , K., Stadnik , J., & Szymanek, M. (16 de noviembre de 2022). *Un procedimiento de naturaleza ecológica puede ser un estímulo con inducción magnética previo a la*

germinación de las semillas, logrando obtener plántulas más precoces en la agricultura (Asghar et al., 2017). Cornell University: <https://arxiv.org/abs/2211.09240>

- Eşitken, A. (14 de octubre de 2002). *Effects of magnetic fields on yield and growth in strawberry 'Camarosa'*. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology Volume 78, 2003 - Issue 2: <https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511597>
- Erazo, C. (23 de junio de 2022). *Análisis del efecto del tratamiento magnético sobre la concentración de proteínas totales en semillas de tomate (Solanum lycopersicum L.)*. Tesis de grado. Universidad de Caldas : <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/17805>
- Espín, M. (septiembre de 2022). *Análisis de la cadena productiva de la fresa (fragaria spp), y su impacto económico en el cantón guano provincia de Chimborazo, año 2017*. Tesis de grado. Escuela superior Politécnica del Chimborazo: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/17703/1/20T01607.pdf>
- Estrada, L. (15 de junio de 2019). *Efeitos da água corrigida por magnetismo e infravermelho longo na germinação e relações hídricas*. Tesis de grado. Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/5891/1/Leonel%20Aroldo%20Estrada%20Flores_2019.pdf
- FAO. (24 de junio de 2021). *Datos de cultivos. FAOSTAT*. Organizaciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura : <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Fernández, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Andalucía : Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Ferrer, A., Zamora, D., Rodríguez, P., Fung, Y., & Isaac, E. (18 de febrero de 2022). *Agua tratada con campo magnético estático sobre pigmentos fotosintéticos y carbohidratos de Solanum lycopersicum L.* Rev Cub Quim vol.34 no.1 Santiago de Cuba ene.-abr. 2022: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S2224-54212022000100034&lng=es&tlng=en
- Flores, M. (2018). *“Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (fragaria x ananassa)”*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28424/1/Tesis-200%20%20Ingenier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20585.pdf>
- Garcés, J. (2021). *Evaluación de tres fertilizantes orgánicos para mejorar la producción de fresa (fragaria x ananassa)*. Tesis de grado. Universidad técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33466/1/Tesis-281%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20-%20Garc%20C3%A9s%20Galarza%20Jenny%20Abigail.pdf>
- García, N. (febrero de 2020). *“Evaluación del efecto del agua magnetizada en el desarrollo de plantas de quinua (Chenopodium quinoa) variedad INIAP “pata de venado” en la etapa fenológica de crecimiento en Salache - Cotopaxi”*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi : <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6628/1/PC-000822.pdf>
- Gaviláñez, F. (2021). *Diseño y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Madrid: Diaz de santos .

- Generoso, T., Martínez, M., Rocha, G., & Hamakawa, P. (2017).). *Water magnetization and phosphorus transport parameters in the soil*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 21(1), 9-13: <https://doi.org/dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n>
- GIS Ibérica . (2021). *Equipos de precisión* . Equipos de análisis de suelo: http://www.gisiberica.com/movil/equipos_analisis_de_suelos.html
- González, I. (noviembre de 2016). *Efecto de la aplicación de agua y semilla magnetizada en el cultivo de rábano*. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras : <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/77cc78bc-255e-4a4a-bf9f-2e037240ef24/content>
- González, S., & Reyes , J. (5 de julio de 2020). *Geomagnetismo y su influencia en la evolución de las especies*. UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1Publicación semestral, Vol. 3, No. 5 (2020) 12-14: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/issue/archive>
- Gutiérrez, A. (2017). *Evaluación del uso potencial del sensor veris pH manager considerando la influencia de la humedad del suelo y de la fracción arcilla en sus lecturas*. Tesis de grado Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A Facultad de ingeniería Agronómica: <https://core.ac.uk/download/pdf/326430302.pdf>
- Hamza, A., Sherif, M., Abdelmoez, W., & Azeim, A. (2020). *Impacts of Magnetic Field Treatment on Water Quality for Irrigation, Soil Properties and Maize Yield*. J. Mod. Res. 3 (2021) 51-61: DOI: 10.21608/jmr.2020.44778.1053.
- Hassan, K. (2015). *Magnetic treatment of Brckish Water for Sustainable Agriculture, (Tesis posgrado). The American University in Cairo, Egipto*. Cairo: [.http://dar.aucegypt.edu/bitstream/handle/10526/4538/FinalThesisDraf Kareem Hassan.27.12.2015.pdf?sequence=1](http://dar.aucegypt.edu/bitstream/handle/10526/4538/FinalThesisDraf_Kareem_ Hassan.27.12.2015.pdf?sequence=1)
- Hassler, M. (2018). *Vascular Plants. Species 2000 & ITIS*. Catalog of Life, 2018: <https://www.catalogueoflife.org/col/>
- Hicham, M., Sene, S., Zim , J., Malahi, S., Ennami, M., & Taimourya, H. (16 de junio de 2022). *Effect of Magnetic Treatment of Irrigation Water on a Greenhouse Tomato Crop under Salinity Conditions*. Environmental Sciences Proceedings: [file:///C:/Users/Marcia/Downloads/environsciproc-16-00031%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marcia/Downloads/environsciproc-16-00031%20(1).pdf)
- Hilal, M., ElFakhrani, Y., Mohamed, A., & Ebead, B. (2013). *Effect of magnetic treated irrigation water on salt removal from a sandy soil and on the availability of certain nutrients*. International. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2(2), 36-44.: [http://eaas-journal.org/survey/userfiles/files/ agriculture engineering 4\(4\).pdf](http://eaas-journal.org/survey/userfiles/files/ agriculture engineering 4(4).pdf)
- Hirzal, J., & Morales , C. (2017). *Fertilización*. In *Manual de Manejo Agronómico de la frutilla*. Morales, C (Ed.). Santiago de Chile, Chile, INIA. p. 35-44. .
- Hozayn, M., Amira, M., & Qados, A. (2010). *Magnetic Water Technology, a Novel Tool to Increase Growth, Yield and Chemical Constituents of Lentin (Lens esculenta) under Greenhouse Condition*. American - Eurasian. J. Agric. & Environ. Sci., 7(4), 457-462.: [http://www.idosi.org/aejaes/ jaes7\(4\)/13.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/ jaes7(4)/13.pdf)
- Hernández, F., (2016) *Identidad varietal de dos cultivares de fresa Jacona y Zamorana provenientes del tejido de cultivo de tejidos y establecidos en vivero*. Tesis de

- grado. Colegio de posgraduados Montecillo México.
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3501/1/Hernandez_Hernandez_F_MC_Fruticultura_2016.pdf
- Huacara , I. (2018). *Efecto de la aplicación de tres tipos de estiércoles en el cultivo de frutilla (fragaria sp.) Variedad de sweet charley bajo ambientes protegidos en el municipio de Patacamaya*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20563/TS-2644.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Husaini, A., & Neri, D. (2016). *Strawberry Growth, Developmet and Diseases*. CABI:
<https://lccm.loc.gov/2016022767>
- Ibadango, F. (2017). *Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (fragaria vesca L.) en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura*. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte:
http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6405/1/03%20AGP%20211%20TRAB_AJO%20DE%20GRADO.pdf
- Ibrahim , I. (2006). *Biophysical Propertieas of Mafnetized Distilled Water*. Egypt.J. Sol., 29)2) 363-369.
- Ibrahim, A., & Bassem, M. (2013). *Effect of irrigation with magnetically treated water on faba bean growth and composition*. *International Journal of Agricultural Policy and Research* 1(2): 24-40: <https://journalissues.org/wp-content/uploads/2014/07/Ahmed-and-Ebead.pdf>
- INIA. (2017). *Manual agronómico del cultivo de frutilla*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6713/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20382?sequence=1&isAllowed=y>
- INTA. (2020). *Cultivos intensivos bajo cubierta* . Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Argentina:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/intasp_cultivos_intensivos_bajo_cubierta_id_ei_en_el_marco_del_pei009_a3_nro3_2022_vf.pdf
- Inzunza, M., Catalán, E., Villa, M., López , R., & Sifuentes , E. (2017). Respuesta del tomate a tipos de acolchado plástico y niveles de riego con cinta . *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 40, núm. 1, 9-16.
- Isaac, E. (8 de abril de 2011). *El uso de los campos magnéticos en la agricultura: apostando por una agricultura sostenible*. Magnetismo aplicado. Blog del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Cuba:
<https://magnetismocnea.wordpress.com/2011/04/08/el-uso-de-los-campos-magneticos-en-la-agricultura-apostando-por-una-agricultura-sostenible/>
- Ibrahim, N., Ismail, S., Abd, A., & Eid, T. (2022). *Rationalization of Water Use and Fertilization of Globe Artichoke Using Magnetic Water Irrigation*. *J. of Plant Production*, Mansoura Univ., Vol. 13 (9):719-731, 2022:
https://jpp.journals.ekb.eg/article_264145_a5e047e2dbabe8ab86902161d408d2a5.pdf
- ISTC. (2018). *Manual de producción de fresa en Coalcomán Michoacán. ingeniería del desarrollo comunitario* . Secretaria de Educación Pública .
<https://doi.org/https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/>

MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCO
MAN.pdf

- Izmailov, A., Smirnov, I., Khort, D., Filippov, R., & Kutyrev, A. (2018). *Magnetic-pulse processing of seeds of berry crops*. Res. Agr. Eng., 64: 181-186.: <https://doi.org/10.17221/9/2018-RAE>
- Jiménez, J., Aguilar, J., Gómez, A., & Sánchez, M. (29 de octubre de 2020). *Recubrimiento comestible enriquecido con aceites esenciales de Orégano (Origanum vulgare), Clavo (Syzygium aromaticum) y Tomillo (Thymus vulgaris) para prolongar la vida de anaquel de la fresa*. Tesis de grado. Tecnológico Nacional de México: <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/3056>
- Juárez, M. (26 de septiembre de 2022). *Estudio agronómico de la adaptación de 13 variedades de fresa (Fragaria x ananassa) en el Baix Llobregat*. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Cataluña: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/375004/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Korany, T., Gao, J., Abuarab, M., Kassem, M., Wasef, E., & El-Ssawy, W. (7 de junio de 2022). *Applying Different Magnetic Water Densities as Irrigation for Aeroponically and Hydroponically Grown Strawberries*. Agriculture 2022, 12, 819: <https://doi.org/10.3390/agriculture12060819>
- Kishore, G., Kumar, R., Saxena, C., Rajwade, Y., Singh, K., & Babu, B. (2022). *Magnetic treatment of irrigation water: Its effect on water properties and characteristics of eggplant (Solanum melongena)*. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2022. 34(9): 784-791: doi: 10.9755/ejfa.2022.v34.i9.2945 <https://www.ejfa.me/index.php/journal/article/view/2945/1637>
- Lasso, N. (31 de diciembre de 2019). *Efectos positivos del campo magnético en plantas cultivadas*. Revista Intropica, 14(2), 160-170.: <https://doi.org/10.21676/23897864.3066>
- Laura, A. (2017). *Aplicación de agua magnetizada para la producción de aplicación de agua magnetizada para la producción de Patacamaya*. Tesis de grado Universidad Mayor De San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13122/T-2406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lauricella, V. (2020). *Comportamiento de plantas de fresa bajo la reducción de aportes hídricos como alternativa sostenibles*. Retrieved 2021, from repositorio Virtual de la Universidad Internacional de Andalucía: https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/5857/1102_Lauricella.pdf?sequence=1
- Lechón, W., & Chicaiza, J. (30 de junio de 2019). *De la agricultura familiar campesina a las microempresas de monocultivo. Reestructura socio territorial en la sierra norte del Ecuador*. Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial No. 15, junio 2019 pp.193-210 • ISSN: 1390 5708 • E-ISSN: 2602 8239 estudio de caso193: DOI: <http://doi.org/10.17141/eutopia.15.2019.3875>
- Lino, J. (2021). *“Evaluación del efecto del agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de quinua (Chenopodium quinua) variedad pata de venado, Latacunga (Chenopodium quinua) variedad de venado, Latacunga*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8021/1/PC-002116.pdf>

- Llanos, R. (2018). “*Calidad y cantidad de agua de riego en el desarrollo y rendimiento de la fresa (Fragaria x ananassa) cv. San Andreas*”. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria la Molina : <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3445/llanos-ortiz-rosita-milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llumiquinga , P. (Abril de 2017). *Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de frutilla Fragaria x ananassa (Weston) Duchesne; variedad albión*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador Facultad de ciencias agrícolas : <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9674/1/T-UCE-0004-17.pdf>
- Machín, D. (septiembre de 2021). *Proyecto de una Instalación de Riego Localizado en la finca “La Laja”*. Tesis de grado. Universidad La Laguna : <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/25399/Proyecto%20de%20una%20instalacion%20del%20riego%20localizado%20en%20la%20finca%20de%2022La%20Laja%22.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maheshwari, B., & Grewal, S. (8 de August de 2009). *Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity*. Agricultural Water Management: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.016>
- Mamani, B., & Garcia, M. (20 de Junio de 2020). *Micropropagación de dos variedades de frutilla (Fragaria Ananassa Duch.) En diferentes medios de cultivo*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales RIIARn vol.7 no.1 La Paz : http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000100010&script=sci_arttext
- Manrique , O., Méndez, N., & Bernal, M. (2018). *Evaluación de un sistema de microirrigación accionado por energía eólica*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol.27 no.1 San José de las Lajas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542018000100002&script=sci_arttext&tlng=pt
- Marei, A., Rdaydeh, D., Karajen , D., & Abu, K. (2014). *Effect of Using Magnetic Brackish Water on Irrigated Bell Pepper Crop (Capsicum annum L.) Characteristics in Lowe Jordan Valley/West Bank*. J. Journal of Agricultural Science and Technology, 830-838.: https://www.researchgate.net/publication/274736510_Effect_of_using_magnetic_brackish_water_on_irrigated_bell_pepper_crop_Capsicum_annuum_L_characteristics_in_lower_Jordan_ValleyWest
- Marei, A., Rdaydeh, D., Karajeh, D., & Khalaf, A. (2014). *Effect of Using Magnetic Brackish Water on Irrigated Bell Pepper Crop (Capsicum annum L.) Characteristics in Lower Jordan Valley/West Bank*. Journal of Agricultural Science and Technology, 830-838.
- Marinas, M. (2022). *Preparación del medio de cultivo*. Editorial Tutor Formación.
- Martínez, E., Carbonell, V., & Flores, M. (2003). *Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos*. Investigación y Ciencia, 24-28: <https://www.researchgate.net/c/p7ujuj/javascript/lib/pdfjs/build/pdf>
- Masagro. (11 de septiembre de 2022). *Plantas fresa variedad albión*. <https://www.masagro.com/producto/plantas-de-fresa-variedad-albion-caja/#:~:text=Cuando%20se%20trata%20adecuadamente%2C%20Albion,una%20caja%20de%20Lassen%20Canyon.>

- Masheshwari, B., & Grewal, H. (2009). *Magnetic treatment of irrigation water Its effects on vegetable crop yield and productivity*. *Agricultural Water Management*, 96 (8), 1229-1236.
- Mata, J., López, H., & Zamarripa, J. (25 de Mayo de 2021). *FUNDAMENTOS DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍA*. Universidad Autónoma de Baja California:
<http://ing.ens.uabc.mx/docencia/apuntes/nanotecnologia/Apuntes%20Electronicos%20Fundamentos%20de%20Nanociencias%20-JMATA-20211.pdf>
- Meseret, G. (2021). *Effect of Different Levels of Organic and Inorganic Fertilizers on Maize (Zea mays L.)*. *Idian Journal Of Agricultural Research* 39(1): 11-19:
<https://doi.org/10.18805/ijare.a-5231>
- Morales, C., Riquelme, J., Hizrel, J., France, A., Pedreros, A., Uribe, H., & Abarca, P. (2017). *Manual del manejo agronómico de la frutilla*. Carmen Gloria Morales A. Ing. Agrónoma, M. Sc. / INIA Raihuén :
<file:///C:/Users/Marta/Downloads/Bolet%20C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20382.pdf>
- Namesny, A., Conesa, C., Martín, L., & Papasseit, P. (2022). *Cultivo, postcosecha, procesado y comercio de berries*. Valencia, España: SPE3 - Especialistes en Serveis per a la Producció Editorial, s.l.
- Nyakane, N., Markus, E., & Sedibe, M. (March de 2019). *The Effects of Magnetic Fields on Plants Growth:A Comprehensive Review*. E. D. Markus and M. M. Sedibe:
<http://www.ijfe.org/uploadfile/2019/0322/20190322032557876.pdf>
- Moussa, H. (2011). *The Impact of Magnetic Water Application for Improving Common Bean (Phaseolus vulgaris L.) Production*. *New York Science Journal*, 2011; 4(6) : <http://www.sciencepub.net/newyork>
- Nyakane, N., Markus, E., & Sedibe, M. (March de 2019). *The Effects of Magnetic Fields on Plants Growth:A Comprehensive Review*. *International Journal of Food Engineering* Vol. 5, No. 1:
<http://www.ijfe.org/uploadfile/2019/0322/20190322032557876.pdf>
- Pang, Deng, & Tang. (2012). *Influences of Magnetic Field on Macroscopic Properties of Water*. *Modern Physics Letters*, 26 (11), 1250069 (13).
- Parra, E. (2018). *“Producción y comercialización de frutilla (fragaria sp) en la parroquia Yaruquí, cantón Quito, provincia de Pichincha”*. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8658/2/ART%20c3%8dCULO.pdf>
- PDOT. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Monte Olivo actualización 2015- 2019*. <https://gpmonteolivo.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2016/02/PDOT.pdf>
- Perdomo, O. (2020). *Cultivo de fresa: cuidados, manejo, plagas y enfermedades*. Agrotendencia : <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-de-la-fresa-o-frutilla/>
- Pérez, A., Pérez, I., & Silveira, E. (2009). *Efecto del agua tratada magnéticamente sobre los procesos biológicos*. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 10(4).:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63611961010>

- Pérez, B. (2020). *Evaluación de tres sistemas de producción de fresa (Fragaria vesca L.)*. Tesis de grado Maestría en Ciencias Instituto de Postgraduados Montecillo , Texcoco Estado de México: http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4297/Perez_Buendia_BA_MC_Hidrociencias_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pérez, M. (2018). *Efectos biológicos de campos magnéticos de 50 Hz y 2,5 GHz y su posible sinergismo con la sobre carga orgánica de hierro y plomo*. Tesis de grado doctoral. Universidad Complutense de Madrid: [file:///C:/Users/Maria/Documents/2022%20 magnetismo/T 26019.pdf](file:///C:/Users/Maria/Documents/2022%20magnetismo/T%2026019.pdf)
- Petruzzello, M. (2020). *Strawberry: plant and fruit*. Retrieved 2021, from Britannica: <https://www.britannica.com/plant/strawberry/additional-info#history>
- PROAIN. (20 de Septiembre de 2020). *El riego en la producción de fresa*. PROIN Tecnología Agrícola: [https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa#:~:text=En%20el%20cultivo%20de%20fiesta, 2%2D3%20 riegos%20por%20 semana](https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa#:~:text=En%20el%20cultivo%20de%20fiesta,%202D3%20riegos%20por%20semana).
- Qiala, R., Isaac, E., Simón , F., Reguefios , I., & Montero , G. (2011). *Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre Meloidogyne spp. en Cucumis sativus en condiciones de cultivo protegido*. Centro Agrícola, 38(4): 83-87; oct.-dic., 2011: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V38-Numero_4/cag154111826.pdf
- Quito, D. (Abril de 2011). “*Estudio del comportamiento de los magnetizadores de combustible en sistemas de alimentación gasolina equipados en vehículos a alimentación gasolina equipados en vehículos a carburador e inyección electrónica*”. . Tesis de grado. Universidad Politécnica del Ejercito : <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3813/1/T-ESPEL-0816.pdf>
- Raveendra, K., Singh, V., & Ulpadhyay, A. (2017). *Soil Analysis. Planning and Evaluation of Irrigation Projects*. 505-523: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ddq1DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Raveendra,+K.+\(2017\).+Soil+Analysis.+Planning+and+Evaluation+of+Irrigation+Projects+,+505%E2%80%93523&ots=kDkxrSoho2&sig=5rH90toRsiY1_XPmTtaSaW1iFwQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ddq1DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Raveendra,+K.+(2017).+Soil+Analysis.+Planning+and+Evaluation+of+Irrigation+Projects+,+505%E2%80%93523&ots=kDkxrSoho2&sig=5rH90toRsiY1_XPmTtaSaW1iFwQ#v=onepage&q&f=false)
- Risco, Y. (2018). *Efecto de la aplicación de campos magnéticos estacionarios en semillas de cebolla (Allium cepa L.) sobre la germinación y rendimiento bajo invernadero en Valdivia*. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile : <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/far595e/doc/far595e.pdf>
- Rodríguez, O., Fung, Y., Ochoa, A., Ortiz, E., & Díaz, U. (2018). *Parámetros físicos físicos - químicos de extractos de Origanum majorana I. Cultivado utilizando agua magnetizada*. Revista Cubana Quím 30(3).454-469: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000300007
- Rodríguez, O., Fung, Y., Ochoa, A., Ortiz, E., & Díaz, U. (2018). *Parámetros físicos, físicos - químicos de extractos de Origanum majorana L. Cultivado utilizando agua magnetizada*. Revista Cubana Quím,30(3),454.459.
- Rojas, A., Borrero, Y., & Rodríguez, A. (2015). *Influencia del vítame, hongos micorrízicos arbusculares y agua tratada magnéticamente en el cultivo del ají cachucha*. Ciencia en su PC, 3, 102-117.: <https://www.redalyc.org/pdf/1813>

- Rojas, M. (2010). *Tratamiento magnético del agua en la agricultura y ganadería*. Asistencia Técnica en tribología. (110p). México. Sonora. Talburt, W. Smith, O. 1987. Potato processing. 4th Edition. California EE.UU.
- Ruiz, & Piedrahita. (2012). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Editorial Produmedios . https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Gerhard-Fischer-2/publication/257972716_Introduccion_Manual_para_el_cultivo_de_frutales_en_el_tropico/links/5794cee608aec89db7a2ca5f/Introduccion-Manual-para-el-cultivo-de-frutales-en-el-tropico.pdf
- Saletnik , B., Saletnik, A., Ewelina Słysz, E., Grzegorz Zaguła, G., Bajcar , M., Sarna , A., & Puchalski, C. (3 de September de 2022). *The Static Magnetic Field Regulates the Structure, Biochemical Activity, and Gene Expression of Plants*. *Molecules* 2022, 27(18), 5823: <https://doi.org/10.3390/molecules27185823>
- Sánchez , H., Robledo, M., Calderón , A., Esparza , J., López, C. (3 de octubre de 2021). *Productividad del agua y rendimiento de maíz bajo diferente disponibilidad de humedad*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* vol.11 no.5 Texcoco jun./ago. 2020 : <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2118>
- Santos , L., Valero , J., Picornell, M., & Tarjuelo, J. (2010). *El riego y sus tecnologías* . Editora Europa - América. https://doi.org/http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf
- Sarmiento , G., Amézquita, M., & Mena , L. (15 de febrero de 2019). *Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas*. *Scientia Agropecuaria*: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Scarlato, M., Giménez , G., Lenzi, A., Borges, A., Betancur, Ó., & Dogliotti, S. (2017). *Análisis y jerarquización de factores determinantes de las brechas de rendimiento del cultivo de frutilla en el sur del Uruguay*. *Agrociencia Uruguay* vol.21 no.1 Montevideo jun. 2017: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482017000100043&script=sci_arttext
- Shain, M., & Elfhay, A. (2016). *Effect of Magnetized Irrigation Water and Seeds on Some Water Properties, Growth Parameter and Yield Productivity of Cucumber Plants*. *Curr Sci Int*, 5(2), 152-164.
- Silva, R., Fraga, E., & Teixeira, A. (13 de Diciembre de 2017). *Ratamento magnético da água para irrigação do cafeeiro cultivado no cerrado de Minas Gerais*. Universidade de Uberaba - UNIUBE · Pró Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Extensão: <https://www.researchgate.net/publication/320091613>
- Sonco, K. (2020). *Efecto de la magnetización en la germinación de semillas de acelga (Beta vulgaris) en el centro experimental de Cota Cota*. Tesis de grado. Universidad Mator San Andrés : <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25656/T-2830.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Soria, L. (2012). *Calidad y rendimiento de fresa inoculada con Hongos Micorrízicos Arbusculares*. Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional michocan: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12270/soria%20mart%c3%8dnez%20lorena%20fabiola%20-%20b101499.pdf?sequence=1&isallowed=y>

- Sulqui , R. (3 de agosto de 2021). *Evaluación del efecto de dos productos orgánicos, para el control de trips (franklinella orgánicos, para el control de trips (franklinella occidentalis) en el cultivo de fresa (fragaria ananassa) variedad albión*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34781/1/Tesis-310%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Sulqui%20Jord%c3%a1n%20Ronald%20Esteban.pdf>
- Tapia , B. (2021). “*Evaluación del efecto de agua magnetizada en la primera fase del desarrollo fenológico de amaranto (amaranthus caudatus) variedad selenaya sosulka, Latacunga Cotopaxi, 2021*”. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8299/1/PC-002138.pdf>
- Tropicos . (22 de junio de 2022). *Fragaria × ananassa Duchesne ex Rozier.* . <http://legacy.tropicos.org/Name/100355015>
- Undurraga , P., & Vargas, S. (2013). *Manual de frutilla*. Boletín INIA N° 262. 112 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. <https://doi.org/https://docplayer.es/14939410-Manual-de-frutilla-manual-de-frutilla.html>
- Vigaud, E., Fung , Y., & Rodríguez, P. (enero de 2022). “*Efecto del tratamiento magnético en la calidad del pepino*”. Revista Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica, ISSN: 2660-5554 (Vol 3, Número 18, pp.14-30). E: <https://www.eumed.net/uploads/articulos/49a28bc6d09a2fd63bcbcf74c473f1a7.pdf>
- Villagra, G. (2016). *El cultivo de la frutilla*. Agro ecuador: <https://agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/93-el-cultivo-de-la-frutilla>
- Vizcaino , L. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de frutilla (Fragaria chiloensis) en Checa – Pichincha*. Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2666/1/103717.pdf>
- Yandún, M. (2019). *Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (Fragaria sp) en las variedades Albión y Monterrey*. Tesis de grado. Universidad Pólitecnica Estatal Del Carchi Tulcán Ecuador. 116 p.: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/835/1/366%20Evaluaci%c3%b3n%20de%20la%20fertilizaci%c3%b3n%20org%c3%a1nica%20e%20inorg%c3%a1nica%20utilizando%20dos%20tipos%20de%20acolchado%20en%20el%20cultivo%20de%20fresa.pdf>
- Yucil, Q. (2019). *Efecto de tres abonos foliares 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 grado. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5114/253T20190839_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zuñiga, O., Benavides, A., Jiménez, C., y Torres, C. (Junio de 2016). *Efecto del agua tratada magnéticamente en el desarrollo y la producción de cúrcuma (Curcuma lonja l)*. tratada magnéticamente en el desarrollo y la producción de cúrcuma (Curcuma lonja: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v10n1/v10n1a13.pdf>

Zuñiga, O., Osorio, J., Cuero, R., & Peña, J. (25 de Abril de 2011). *Evaluación de Tecnologías para la Recuperación de Suelos degradados por Salinidad*. Revista Facultad Nacional de Agronomía:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/26378/26729>

ANEXOS

Fotografías



Figura 61. Preparación del suelo



Figura 62. Hoyado y siembra de frutilla



Figura 63. Hoyado y siembra de frutilla



Figura 64. Trazado de suelo



Figura 65. Colocación de plástico en camas - Instalación del sistema de riego



Figura 66. Fertilización de suelo



Figura 67. Conteo de flores de frutilla



Figura 68 Medición de conductividad eléctrica del suelo

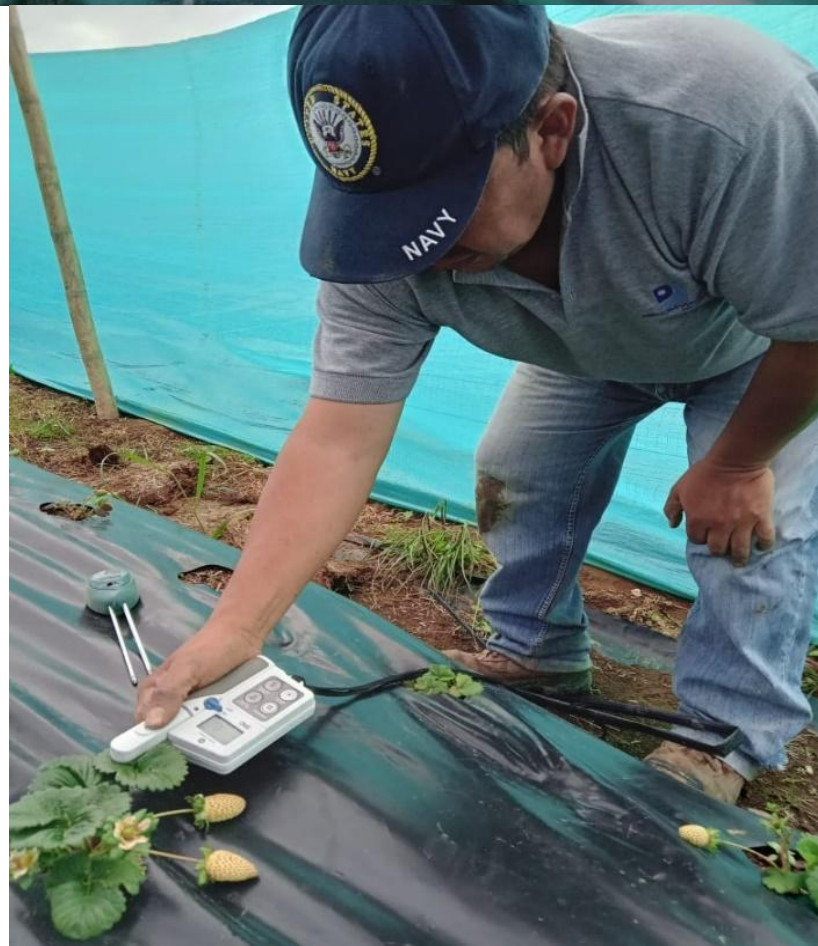


Figura 69. Medición de pH de suelo



Figura 70. Medición de altura de planta de frutilla



Figura 71. Medición de diámetro Ecuatorial de Frutilla



Figura 72. Cosecha de frutilla



Figura 73. Equipo de magnetización

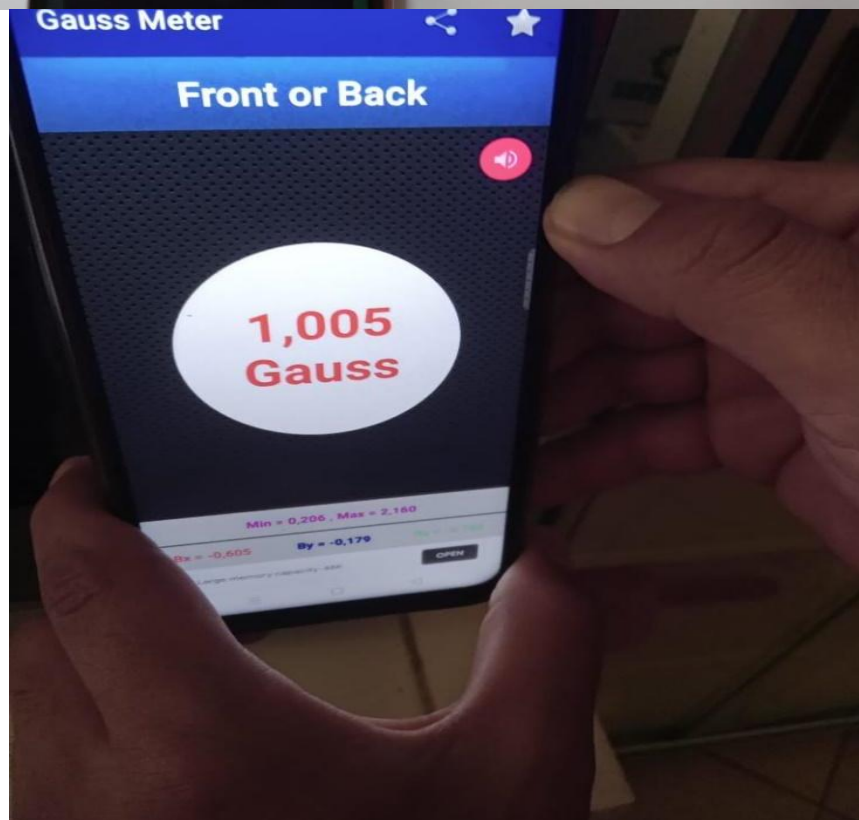


Tabla 71*Resumen de datos valores humedad porcentaje*

Bloques	Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	180 días
1	T1	55	57	58	58	55	53	60	54	58	52	50	52
1	T2	52	53	51	52	51	55	52	53	55	50	51	53
1	T3	48	50	49	50	51	54	48	52	54	49	50	52
1	T4	52	49	47	46	47	48	46	43	47	48	46	43
1	T5	46	46	48	47	44	44	43	45	45	44	46	47
2	T1	51	51	51	49	55	52	54	58	49	50	54	54
2	T2	55	53	51	53	52	56	51	52	51	53	55	54
2	T3	49	53	52	49	49	50	48	52	52	48	49	52
2	T4	46	44	45	47	48	46	43	45	45	46	43	45
3	T5	42	44	44	41	40	43	40	43	41	42	41	42
3	T1	54	54	52	58	55	58	55	49	51	51	52	50
3	T2	49	52	45	51	50	55	54	53	55	54	52	50
3	T3	49	53	52	50	49	43	53	52	54	51	50	49
3	T4	51	48	48	44	50	50	49	48	47	49	49	49
3	T5	44	45	49	50	44	51	42	57	58	43	51	51

Tabla 72Resumen de valores humedad porcentaje convertidos *para análisis*

Bloques	Tratamiento	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días	150 días	165 días	180 días
1	T1	0,84	0,86	0,87	0,87	0,84	0,82	0,89	0,83	0,87	0,81	0,79	0,81
1	T2	0,81	0,82	0,80	0,81	0,80	0,84	0,81	0,82	0,84	0,79	0,80	0,82
1	T3	0,77	0,79	0,78	0,79	0,80	0,83	0,77	0,81	0,83	0,78	0,79	0,81
1	T4	0,81	0,78	0,76	0,75	0,76	0,77	0,75	0,72	0,76	0,77	0,75	0,72
1	T5	0,75	0,75	0,77	0,76	0,73	0,73	0,72	0,74	0,74	0,73	0,75	0,76
2	T1	0,80	0,80	0,80	0,78	0,84	0,81	0,83	0,87	0,78	0,79	0,83	0,83
2	T2	0,84	0,82	0,80	0,82	0,81	0,85	0,80	0,81	0,80	0,82	0,84	0,83
2	T3	0,78	0,82	0,81	0,78	0,78	0,79	0,77	0,81	0,81	0,77	0,78	0,81
2	T4	0,75	0,73	0,74	0,76	0,77	0,75	0,72	0,74	0,74	0,75	0,72	0,74
3	T5	0,71	0,73	0,73	0,69	0,68	0,72	0,68	0,72	0,69	0,71	0,69	0,71
3	T1	0,83	0,83	0,81	0,87	0,84	0,87	0,84	0,78	0,80	0,80	0,81	0,79
3	T2	0,78	0,81	0,74	0,80	0,79	0,84	0,83	0,82	0,84	0,83	0,81	0,79
3	T3	0,78	0,82	0,81	0,79	0,78	0,72	0,82	0,81	0,83	0,80	0,79	0,78
3	T4	0,80	0,77	0,77	0,73	0,79	0,79	0,78	0,77	0,76	0,78	0,78	0,78
3	T5	0,73	0,74	0,78	0,79	0,73	0,80	0,71	0,86	0,87	0,72	0,80	0,80

Tabla 73

Resumen de valores de pH

Repeticiones	Tratamientos	15 días	60 días	90 días	150 días	180 días
1	1	8,095	8,28	8,11	7,8	7,8
1	2	8,19	8,29	8,18	7,99	7,9
1	3	8,28	8,38	8,24	8,08	8
1	4	8,35	8,45	8,28	8,15	8,1
1	5	8,4	8,5	8,3	8,3	8,2
2	1	7,89	7,9	8	8,1	8,1
2	2	8	7,93	8,18	8,2	8,18
2	3	8,1	8,1	8,2	8,35	8,29
2	4	8,13	8,15	8,29	8,4	8,35
2	5	8,2	8,2	8,3	8,5	8,4
3	1	7,8	8,1	7,96	8,095	8,1
3	2	7,89	8,18	7,99	8,19	8,29
3	3	7,98	8,24	8,08	8,28	8,38
3	4	8,1	8,28	8,15	8,35	8,45
3	5	8,2	8,3	8,2	8,4	8,5

Tabla 74

Resumen de valores de conductividad eléctrica

Repeticiones	Tratamientos	15 días	60 días	120 días	150 días	180 días
1	1	1,87	1,94	2,01	2,03	2,05
1	2	1,75	1,82	1,89	1,91	1,93
1	3	1,72	1,79	1,86	1,88	1,9
1	4	1,59	1,66	1,73	1,75	1,77
1	5	1,5	1,57	1,64	1,66	1,68
2	1	1,84	1,91	1,98	2	2,02
2	2	1,76	1,83	1,9	1,92	1,94
2	3	1,72	1,79	1,86	1,88	1,9
2	4	1,63	1,7	1,77	1,79	1,81
2	5	1,55	1,62	1,69	1,71	1,73
3	1	1,9	1,97	2,04	2,06	2,08
3	2	1,75	1,82	1,89	1,91	1,93
3	3	1,72	1,79	1,86	1,88	1,9
3	4	1,56	1,63	1,7	1,72	1,74
3	5	1,45	1,52	1,59	1,61	1,63

Tabla 75*Resumen de valores promedio de la variable dependiente altura planta (cm)*

Altura de planta	Repeticiones	Tratamientos	Días											
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1	1	1	5,2	7,6	15,5	15,8	16,2	17,0	17,4	17,7	17,7	18,1	18,1	18,1
1	2	2	5,3	6,7	11,0	11,4	11,7	12,8	13,2	13,5	13,8	14,0	14,2	14,2
1	3	3	5,1	6,4	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,7	12,8	13,1	13,3	13,3
1	4	4	5	6,5	10,8	11,2	11,5	11,3	11,7	12,1	12,3	12,5	12,7	12,7
1	5	5	5,4	6,3	9,8	10,2	10,5	11,0	11,4	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4
2	1	1	4,9	8,1	15,6	16,0	15,9	16,9	17,2	17,6	17,9	18,1	18,3	18,4
2	2	2	5,3	6,4	11,4	11,8	11,8	12,7	13,0	13,4	13,6	13,8	14,0	14,0
2	3	3	5,5	6,7	11,0	10,8	10,8	12,3	12,7	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8
2	4	4	5	6,6	10,8	11,2	11,2	11,6	11,9	12,3	12,5	12,7	12,9	13,0
2	5	5	5,2	6,4	10,0	10,4	10,4	11,0	11,3	11,7	11,9	12,1	12,3	12,4
3	1	1	5,4	8,1	14,8	15,1	15,1	16,3	16,7	17,0	17,2	17,4	17,6	17,7
3	2	2	5,1	6,5	12,3	12,6	12,6	14,0	14,3	14,7	14,9	15,1	15,3	15,4
3	3	3	4,9	7,0	12,1	12,4	12,4	12,9	13,2	13,6	13,8	14,0	14,2	14,3
3	4	4	5,3	6,5	10,9	10,6	10,6	11,5	11,8	12,2	12,4	13,4	13,7	13,8
3	5	5	5,1	6,4	9,9	10,3	10,3	10,9	11,3	11,6	11,8	12,0	12,2	12,3

Tabla 76*Resumen de valores obtenidos de la variable dependiente, número de flores por planta/días a la floración*

Repeticiones	Tratamientos	75 días	120 días	150 días	180 días
1	1	2,0	3,0	4,0	4,0
1	2	1,0	2,0	3,0	4,0
1	3	2,0	3,0	2,0	3,0
1	4	1,0	3,0	2,0	3,0
1	5	1,0	3,0	2,0	2,0
2	1	2,0	2,0	2,0	40,0
2	2	2,0	2,0	3,0	4,0
2	3	1,0	3,0	2,0	3,0
2	4	1,0	2,0	2,0	2,0
2	5	1,0	3,0	3,0	2,0
3	1	2,0	3,0	3,0	3,0
3	2	1,0	2,0	2,0	3,0
3	3	1,0	3,0	2,0	3,0
3	4	2,0	2,0	3,0	3,0
3	5	2	3	3	3,0

Tabla 77*Número de frutos por planta*

Repeticiones	Tratamientos	120 días	150 días	180 días
1	1	11,0	13,00	15,00
1	2	10,0	11,00	12,00
1	3	8,0	9,00	11,00
1	4	9,0	10,00	12,00
1	5	8,0	8,00	11,00
2	1	10,0	13,00	14,00
2	2	9,0	12,00	11,00
2	3	8,0	10,00	12,00
2	4	9,0	11,00	10,00
2	5	7,0	10,00	9,00
3	1	11,0	12,00	13,00
3	2	10,0	11,00	12,00
3	3	9,0	11,00	11,00
3	4	8,0	9,00	10,00
3	5	8,0	9,00	10,00

Tabla 78*Diámetro ecuatorial del fruto*

Repeticiones	Tratamientos	120 días	150 días	180 días
1	1	5,25	5,37	5,18
1	2	4,76	4,74	4,79
1	3	4,45	4,34	4,68
1	4	4,33	4,25	4,45
1	5	3,93	3,76	3,98
2	1	5,00	5,45	5,23
2	2	4,53	4,68	4,25
2	3	4,40	4,70	4,51
2	4	4,00	4,28	4,50
2	5	3,74	3,92	3,74
3	1	5,05	6,03	5,27
3	2	4,82	5,16	4,94
3	3	4,22	4,68	4,70
3	4	4,75	5,00	4,90
3	5	4,12	4,34	4,60

Tabla 79*Rendimientos gramos unidad experimental*

Repeticiones	Tratamientos	120 días	150 días	180 días
1	1	11830,0	11830,0	13650,0
1	2	10608,0	10010,0	10920,0
1	3	10010,0	8190,0	10010,0
1	4	9100,0	9100,0	10920,0
1	5	8190,0	7280,0	10010,0
2	1	12740,0	11830,0	12740,0
2	2	10920,0	10920,0	10010,0
2	3	9100,0	9100,0	10920,0
2	4	10010,0	10010,0	9100,0
2	5	9100,0	9100,0	8190,0
3	1	11830,0	10920,0	11830,0
3	2	10920,0	10010,0	10920,0
3	3	10920,0	10010,0	10010,0
3	4	9100,0	8190,0	9100,0
3	4	8190,0	7280,0	9100,0

Tabla 80*Cálculo de la lámina de riego*

CÁLCULO DE LA LÁMINA DE RIEGO		
DATOS GENERALES		
Área a regar	134,85	m ²
Cultivo	Frutilla	
Profundidad de raíces	0,3	m
Tipo de suelo textura	Franco arcillosa	
Densidad aparente	1,3	g/cm
Capacidad de campo	27	%
Punto de marchitez permanente	13	%
Caudal de la fuente	8	l/s
Evapotranspiración potencia máxima ETo	5,4	mm/día
Coefficiente del cultivo	1	
Porcentaje de área de riego	0,5	%
Eficiencia de riego	95	%
Intervalo de riego	3	días
Distancia entre laterales	1,2	m
Distancia entre emisores	0,3	m
Distancia entre plantas	0,3	m
Caudal del emisor	4	l/s
Distancia entre emisores	0,3	m
horas disponibles para riego	2	h
Requerimiento de riego		
$ET_c = ETo \times K_c$	5,4	mm/día
$ET_g = ETC \times PAR$	2,7	mm/día
$L = (CC - PMP) / 100 \times 50 \times 1,5$	98	mm
$L_n = ET_g \times I_r$	8,1	mm
$L_b = L_n / \text{Eficiencia}$	8,53	mm
$I_a = q_e / (d_l * d_e)$	11,1	mm/hora
$T = L_b / I_a$	0,77	Horas
Área+C15	134	m
Volumen necesario	1143	litros
Caudal	0,41	l/s

