



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“Evaluación de la aplicación de cuatro dosis de biofertilizante orgánico fermentado magnetizado (5000 Gauss) en acelga (*Beta vulgaris*), variedad “Silverstar”, en la granja PUCESI, ciudad de Ibarra”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales.

SUBLINEA: Desarrollo y sostenibilidad

AUTOR: MATEO TUTILLO

ASESOR: MSC. EDWIN DEL POZO

Ibarra, octubre de 2022

Ibarra, octubre de 2022

MSc. Edwin Del Pozo

ASESOR

CERTIFICA:

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



(f).....

MSc. Edwin Del Pozo

C.C.: 1001756566

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

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



(f).....

MSc. Edwin Del Pozo

C.C.: 1001756566



(f).....

MSc. Maritza Mier

C.C.: 1002878286



(f).....

Ph.D. Jenny Cayambe

C.C.: 1721122370

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

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

Ibarra, octubre del 2022



f):

MATEO JOSÉ TUTILLO CUEVA

C.C.: 1753908944

AUTORÍA

Yo, MATEO JOSÉ TUTILLO CUEVA portador de la cédula de ciudadanía N°1753908944, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

MATEO JOSÉ TUTILLO CUEVA

C.C.: 1753908944

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, MATEO JOSÉ TUTILLO CUEVA, con C.C.: 1753908944, autor del trabajo de grado intitulado: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOFERTILIZANTE ORGÁNICO FERMENTADO MAGNETIZADO (5000 GAUSS) EN ACELGA (*Beta vulgaris*), VARIEDAD “SILVERSTAR” GRANJA PUCESI, IBARRA-ECUADOR previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

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

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

Ibarra, octubre del 2022



f):

MATEO JOSÉ TUTILLO CUEVA

C.C.: 1753908944

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

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOFERTILIZANTE ORGÁNICO FERMENTADO MAGNETIZADO (5000 GAUSS) EN ACELGA (*Beta vulgaris*), VARIEDAD “SILVERSTAR” GRANJA PUCESI, IBARRA-ECUADOR, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 7 de octubre de 2022

Para constancia firma:



f):

Mateo José Tutillo Cueva
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación
C.C/ Pasaporte: 1753908944
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, octubre del 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, Delma Cueva, por siempre darme su apoyo incondicional, por su sacrificio y esfuerzo constante para brindarme la educación y seguir formándome profesionalmente, por brindarme sus consejos, que me han hecho la persona que soy hoy en día.

A mi hermana, María Paz, por darme inspiración y motivación cuando más lo he necesitado en la realización de este proyecto de tesis.

A mi padre, Oswaldo Tutillo, por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra y a todos los docentes que la conforman, por los conocimientos impartidos durante toda la carrera, en particular a la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, quién me acogió en sus aulas donde todos los profesores aportaron con sus conocimientos, para fortalecer los míos.

Mi más sincero agradecimiento al MSc. Edwin Del Pozo, por su acertada dirección que permitió la consolidación de este trabajo, de igual manera, a mis lectoras la Ph.D. Jhenny Cayambe y MSc. Maritza Mier quienes siempre estuvieron para colaborar en cualquier situación y guiarme con el conocimiento y la experiencia.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO II	15
OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo general	15
2.2. Objetivos específicos	15
2.3. Hipótesis.....	15
2.3.1. Hipótesis nula (Ho).....	15
2.3.2. Hipótesis alternativa	15
CAPÍTULO III.....	16
ESTADO DEL ARTE	16
3.1. El cultivo de acelga	16
3.1.1. Clasificación taxonómica	16
3.1.2. Requerimientos edafo – climáticos del cultivo	17
3.1.3. Etapas fenológicas del cultivo	17
3.1.4. Características nutricionales de la acelga.....	18
3.2. Biofertilizantes en la agricultura	18
3.2.1. Biofertilizantes en hortalizas	19
3.2.2. Preparación de biofertilizantes	19
3.2.3. Modo de acción del biofertilizante	20
3.2.4. Verificación de calidad del biofertilizante	21
3.3. La magnetización en la agricultura	21
3.3.1 Generalidades de la magnetización	22
3.3.2 Características de un dispositivo de magnetización	23
3.3.3. Efectos de la magnetización en el agua de riego	23

3.3.4. Efectos de la magnetización en el suelo	24
CAPÍTULO IV	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1. Materiales	25
4.2 Metodología	26
4.2.1 Ubicación del área de estudio.....	26
4.2.2. Diseño experimental.....	26
4.2.3. Descripción de los tratamientos.....	27
4.2.4. Unidades experimentales.....	28
4.2.5. Distribución de las unidades experimentales.....	29
4.3. Establecimiento del cultivo	30
4.4. Elaboración del biofertilizante	31
4.5. Diseño del equipo de inducción magnética.....	31
4.6. Determinación de la mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>) variedad “Silverstar”.....	32
4.6.1. Altura total de la planta (cm).....	32
4.6.2. Mortalidad (%)	32
4.7. Establecimiento del rendimiento de los tratamientos con la aplicación de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el cultivo de acelga, (<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>) variedad “Silverstar”.	33
CAPÍTULO V	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1. Análisis de normalidad y homogeneidad de la varianza	34
5.2. Determinación de la mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>) variedad “Silverstar”.....	34
5.2.1. Altura de la planta	34
5.2.2. Mortalidad	40

5.3. Establecimiento del rendimiento de los tratamientos con la aplicación de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el cultivo de acelga, (<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>) variedad “Silverstar”.	40
CAPÍTULO VI	44
CONCLUSIONES	44
CAPÍTULO VII	45
RECOMENDACIONES	45
CAPÍTULO VIII	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la acelga.....	16
Tabla 2 Composición nutritiva de la acelga.....	18
Tabla 3 Receta para realizar un biol a base de estiércol de bovino	20
Tabla 4 Ubicación y climatología del área	26
Tabla 5 Descripción del área y unidades experimentales	27
Tabla 6 Descripción de tratamientos	27
Tabla 7 Actividades realizadas para el establecimiento del cultivo	30
Tabla 8 Ingredientes para el biofertilizante	31
Tabla 9 Prueba de normalidad Shapiro Wilk de las variables evaluadas	34
Tabla 10 Altura de la planta altura a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	35
Tabla 11 Análisis de varianza de altura a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	35
Tabla 12 Rendimiento en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.	40
Tabla 13 Análisis de varianza del rendimiento, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Biofermentador.....	20
Figura 2 Diseño de unidad experimental	28
Figura 3 Distribución de las unidades experimentales	29
Figura 4 Diseño del dispositivo de magnetización intrusivo	32
Figura 5 Gráfico de líneas con promedios de altura a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	36
Figura 6 Rangos para el promedio de altura a los 31 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	37
Figura 7 Rangos para el promedio de altura a los 38 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	38
Figura 8 Rangos para el promedio de altura a los 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	39
Figura 9 Rangos para el promedio de rendimiento, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cálculo de la lámina de riego.....	51
Anexo 2 Base de datos de altura a los 17 días	52
Anexo 3 Base de datos de altura a los 24 días	53
Anexo 4 Base de datos de altura a los 31 días	54
Anexo 5 Base de datos de altura a los 38 días	55
Anexo 6 Base de datos de altura a los 48 días	56
Anexo 7 Base de datos de rendimiento.....	57
Anexo 8 Biofertilizante.....	58
Anexo 9 Establecimiento del cultivo	59
Anexo 10 Sistema de riego	60
Anexo 11 Dispositivo de magnetización	61
Anexo 12 Toma de datos	62

RESUMEN

El cultivo de acelga en Ecuador es considerado importante, incluso, cuando los niveles de producción son bajos, debido a que, se orienta únicamente al autoconsumo y en cultivos asociados, por lo que, no existen grandes extensiones. Una de las opciones para mejorar la producción de esta hortaliza es el uso biofertilizantes orgánicos con inducción magnética ya que, es una alternativa con potencial para mejorar el rendimiento del cultivo de acelga y como una opción a los fertilizantes químicos. El principal objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de la inducción magnética (5.000 Gauss) a los biofertilizantes orgánicos fermentados, mediante fertirrigación en diferentes dosis, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”, con el fin de crear alternativas viables económicamente para los agricultores. La investigación fue realizada en la Granja Experimental ECAA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. La investigación se realizó mediante un DBCA que consistió en 4 dosis (ml/m^2) de un biofertilizante a base de estiércol de bovino fermentado, con inducción magnética, y dos testigos. Se utilizó un dispositivo de magnetización elaborado intrusivo, lo cual ayudó a que sea más funcional. Los mejores resultados de esta investigación se observaron en la variable rendimiento, dando como resultado, que con una carga magnética de 5000 Gauss y una dosis de 1.000 ml/m^2 de biofertilizante a base de estiércol bovino (Tratamiento 4), se obtuvieron 23.608,82 Kg/ha, siendo un 35% superior al rendimiento del testigo 2 (Testigo absoluto) y un 14% respecto al testigo 1 (Fertilización química). Demostrando que el uso de la inducción magnética en un biofertilizante orgánico fermentado, da resultados positivos sobre el rendimiento en el cultivo de acelga, debido que se genera una asimilación más eficiente de los nutrientes que se encuentran disponibles, convirtiéndose en una alternativa tecnológica viable a un costo razonable para los agricultores.

Palabras clave: *Beta vulgaris var. cicla L.*, biofertilizante, biol, magnetización, imanes

ABSTRACT

The cultivation of chard in Ecuador is considered important, even when production levels are low, in addition, it is oriented solely to self-consumption and associated crops, so there are no large extensions. One of the options to improve the production of this vegetable is the use of organic biofertilizers with magnetic induction, since it is an alternative with potential to improve the yield of the chard crop and as a substitute for chemical fertilizers. The main objective of the research was to evaluate the effect of applying magnetic induction (5,000 Gauss) to fermented organic biofertilizers, through fertigation at different doses, in the cultivation of chard (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variety "Silverstar", in order to create alternatives to chemical fertilizers. The research was carried out at the ECAA Experimental Farm of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. The investigation was carried out using a DBCA that consisted of 4 doses (ml/m²) of a biofertilizer based on fermented bovine manure, with magnetic induction, and two controls. An elaborate intrusive magnetizing device was used, which helped make it more functional. The best results of this research were observed in the yield variable, giving as a result, that with a magnetic charge of 5000 Gauss and a dose of 1,000 ml/m² of biofertilizer based on bovine manure (Treatment 4), 23,608.82 were obtained. Kg/ha, being 35% higher than the yield of control 2 (Absolute Control) and 14% compared to control 1 (Chemical Fertilization). Demonstrating that the use of magnetic induction in a fermented organic biofertilizer gives positive results on the yield in the chard crop, becoming a viable technological alternative at a reasonable cost for farmers.

Keywords: *Beta vulgaris var. cicla L.*, biofertilizer, biol, magnetization, magnets.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Ecuador el cultivo de hortalizas genera miles de plazas de empleo, gracias a que cuenta con un clima y suelo privilegiado para su producción, sobre todo en la región Sierra, lo que la hace una actividad económica de importancia, sobre todo para los pequeños productores. Entre estos cultivos destaca la acelga, cuyas características de manejo agronómico le han permitido convertirse en una de las plantas de consumo más frecuente entre los ecuatorianos. La acelga es un cultivo hortícola con potencial comercial gracias a sus contenidos de vitamina K, en beta-carotenos (precursor de la vitamina A), así como de minerales como calcio, magnesio, hierro y potasio (Valero Gaspar et al., 2018).

Las provincias de Imbabura, Carchi y Pichincha, son consideradas de gran importancia para el cultivo, a pesar de sus bajos niveles de producción y rendimientos económicos, por lo que se orienta al autoconsumo y ventas en el mercado local. La acelga presenta niveles menores de productividad puesto que se efectúa de manera tradicional, a una baja magnitud y a grados de cultivos asociados (Villasagua, 2013).

Según Meléndez, (2015) el mercado hortícola mundial ha incrementado la demanda de nuevas variedades de acelga, lo que ha impulsado el establecimiento de mayores superficies de cultivo, tanto en Europa como en América. En este sentido, variedades como Lyon y Bressane presentan particularidades de buen sabor y considerable productividad.

El manejo de los cultivos con fertilización química, es causante de una seria contaminación en el suelo y el agua. El usar dichos fertilizantes en exceso, se afecta la cobertura vegetal, altera los nutrientes del suelo y da como resultado productos de menor calidad. El uso de fertilizantes orgánicos, se convierte en una alternativa puesto que brinda al suelo la capacidad de absorber distintos elementos nutritivos necesarios para el crecimiento de las hortalizas, además de mejorar la estructura del suelo, incrementar la absorción del agua y mantener la humedad (Fondo para la Protección del Agua [FONAG], 2010).

Existen estudios previos sobre la magnetización y sus efectos sobre las semillas y aguas de riego, mas no existen estudios específicos sobre su impacto en biofertilizantes, materia de esta investigación.

Según El-Kholy et al., (2015), citados por Zúñiga et al., (2016), el efecto que tuvo el ATM (Agua Tratada Magnéticamente) sobre la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en un cultivo de banano Williams (*Musa sp.*) logró un incremento positivo en todos los parámetros de estudio comparados con las plantas regadas con agua sin tratamiento.

Los resultados de estudios realizados por Hilal et al., (2013), y citados por Zúñiga et al., (2016), muestran que en suelos tratados con ATM las concentraciones de potasio eran mayores a una profundidad de 15 a 30 cm, mientras que en el perfil superior del suelo (0-5 cm) eran más bajas.

Como se observa, el ATM da como resultado la mejora de las características de crecimiento de las plantas, la funcionalidad de las raíces, activa enzimas y afecta a la disponibilidad de nutrientes. El dar seguimiento a este tipo de investigaciones hace que el tema de agua magnetizada sea de mayor conocimiento por parte de los agricultores lo que ampliará su aplicación, logrando de esta manera mejores rendimientos y por tanto mayores ingresos económicos, además, explorar distintos campos de este tema como los biofertilizantes como inducción magnética (Generoso et al., 2017).

En la actualidad, existe una gran variedad de biofertilizantes que cumplen diversas funciones y se adaptan a distintos cultivos. El uso a gran escala de este tipo de productos en cualquier sistema de producción agrícola traería enormes beneficios con un positivo impacto ambiental. La necesidad de cuidar el medio productivo y los cada vez más costosos productos químicos, ayuda a que los biofertilizantes se conviertan en una alternativa viable para los agricultores. Son tecnologías que están en vigencia desde hace muchos años, sin embargo, resulta curioso que muchos productores desconocen estas prácticas, a pesar de ser relativamente simples (Marín, 2019).

Por ello, la presente investigación plantea el uso de un biofertilizante fermentado elaborado a base de estiércol de bovino inducido a un campo magnético, como una alternativa orgánica e innovadora que mejore los rendimientos y las condiciones del suelo evitando su degradación.

En el presente documento se describe un apartado que hace referencia a la metodología utilizada para analizar un biofertilizante fermentado y magnetizado en el cultivo de acelga, posteriormente en el apartado Resultados y discusión se presentan los hallazgos de la investigación y finalmente existe un capítulo de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de la inducción magnética (5000 Gauss) a los biofertilizantes orgánicos fermentados, mediante fertirrigación en diferentes dosis, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) variedad “Silverstar”, con el fin de crear alternativas a los fertilizantes químicos.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) variedad “Silverstar”.
- Establecer el rendimiento de los tratamientos con la aplicación de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el cultivo de acelga, (*Beta vulgaris*) variedad “Silverstar”.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis nula (H₀)

Las dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss, no tiene efecto en el comportamiento y rendimiento, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*), variedad “Silverstar”.

2.3.2. Hipótesis alternativa

Al menos una dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss tiene efecto en el comportamiento morfofisiológico y rendimiento en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) variedad “Silverstar”.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. El cultivo de acelga

La acelga es una planta de la familia Chenopodiaceae con hojas grandes, de forma oval, de color verde brillante u oscuro y pecíolos carnosos blancos llamados pencas. El sistema radicular es profundo y fibroso. La parte comestible de la acelga es la hoja, los pecíolos y la nervadura central carnosa y engrosada de las hojas. Algunas variedades se cultivan como plantas ornamentales (Miranda, 2018).

Según Costa, (2015) esta hortaliza, dependiendo de la variedad, se suele cosechar cuando la hoja tiene una longitud aproximada de 20 a 30 cm y un ancho de 15 a 20 cm. Se selecciona las hojas con un color verde uniforme, pencas duras y hojas frescas. Es importante tomar en cuenta que, si la acelga tiene hojas muy grandes, ásperas, de color verde amarillento y tallos fibrosos, es probable que la planta haya entrado en etapa de floración, lo que genera un sabor amargo.

3.1.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la acelga se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la acelga

Categoría	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>

Nota. Adaptado de Redín, (2009).

3.1.2. Requerimientos edafo – climáticos del cultivo

- **Clima**

Según Salgado e Igarza, (2009) el cultivo de acelga comprende zonas altitudinales entre 1.200 y 2.700 m s. n. m, requiere de una temperatura que va desde los 17°C hasta 25°C. Es una planta muy exigente en la intensidad de la luz, puesto que es de día largo, por lo que la insuficiencia de luminosidad puede provocar bajos rendimientos y una mala calidad. Se debe considerar la relación que tiene esta hortaliza con la humedad, ya que, es muy susceptible en etapas tempranas, se recomienda niveles de entre el 60% - 70% de la capacidad de campo.

- **Suelo**

La selección del suelo al momento del cultivo es de mucha importancia, generalmente se desarrolla de manera óptima en suelos profundos, permeables y arcillosos. El cultivo requiere suelos con un pH entre 5,5 y 8 y no toleran suelos ácidos (Salgado e Igarza, 2009).

3.1.3. Etapas fenológicas del cultivo

Durante la etapa vegetativa, las plantas producen muchas hojas dispuestas en rosetas sobre tallos muy cortos. Las hojas son simples, alternas, con pecíolos grandes y succulentos, constituyen la parte comestible de esta hortaliza y se producen hasta el momento que inicia la inducción a la floración. La fase reproductiva comienza luego de cumplir con los requerimientos de horas frío y fotoperíodo largo. El tallo puede crecer hasta 1,5 m de largo y sostiene inflorescencias llamadas espigas con muchas flores en las posiciones finales de sus ramas. Son de color verde, hermafroditas y suelen dividirse en tres grupos en el glomérulo. Debido al proceso llamado auto esterilidad, causada por la incompatibilidad del polen, la polinización es principalmente cruzada y por viento. Tras el proceso de fecundación se forma un agregado o múltiples frutos, denominado utrículo (Candia y Antiñapa, 2018).

3.1.4. Características nutricionales de la acelga

Según Núñez, (2016) la acelga se caracteriza por tener una alta cantidad de minerales, como hierro, magnesio, fósforo, calcio y potasio. Tiene un sabor agradable, azucarado y terroso, algunas de sus partes son levemente amargas, sin embargo, tienen una gran cantidad de vitamina A. Naturalmente es uno de los vegetales con elevado contenido de sodio, poseyendo en 150 g de esta hortaliza 300 mg del elemento.

En la Tabla 2 se muestra el valor nutritivo de 100 g de acelga.

Tabla 2

Composición nutritiva de la acelga

Componentes	Valor	Unidad de medida
Agua	91,1	%
Hidratos de carbono	4,60	g
Fibra	0,80	g
Cenizas	1,60	g
Calcio	110,20	mg
Fósforo	39,00	mg
Hierro	5,30	mg
Sodio	147,00	mg
Potasio	550,00	mg
Vitamina A	576,60	mcg
Tiamina	0,06	mg
Riboflavina	0,17	mg
Niacina	0,50	mg
Ácido ascórbico	3,20	mg
Valor energético	25,00	cal

Nota. Tomado de Stewart y Tamaki, (1992).

3.2. Biofertilizantes en la agricultura

Los biofertilizantes son productos cuya base son los microorganismos, al ponerlos en contacto con las plantas y el suelo, pueden asociarse de tal manera que ayuda a su nutrición y protección. Estos representan desde estiércoles, extractos de plantas e incluso abonos. Es necesario resaltar que estos microorganismos, se encuentran de forma natural en el suelo, sin embargo, su población se suele ver afectada debido al mal manejo del suelo y al uso excesivo de

agroquímicos (Grageda-Cabrera et al., 2012). Adicionalmente, se los divide en dos grupos: en el primero, se incluyen los que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar hierro y fósforo inorgánico, lo que promueve el crecimiento en la planta, ayuda con la tolerancia a sequías, salinidad y metales tóxicos. Los microorganismos del segundo grupo son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro que causan algunos patógenos (Bojórquez et al, 2010).

3.2.1. Biofertilizantes en hortalizas

En hortalizas se suelen realizar de 3 a 6 aplicaciones de biofertilizantes. Su frecuencia depende mucho del tipo de cultivo ya que en muchos casos el fertilizante puede perder sus propiedades en el suelo e incluso puede llegar a ser perjudicial para la cosecha. Las aplicaciones se deben realizar de 10 a 25 días después de la cosecha y con una frecuencia optima de 7 a 10 días (León, 2018). Cedeño y Sabando (2016), manifiestan que la dosis recomendada va desde el 5 al 10 % mientras que Martí-Herrero (2019), menciona que la concentración debe ser del 25%.

3.2.2. Preparación de biofertilizantes

Existen diversas formas de preparar un biofertilizante, una de las más comunes y sencillas es el biol a base de estiércol de bovino, suero, melaza, ceniza de leña y agua. Este funciona principalmente como un mecanismo de defensa para las plantas a través de los ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, etc (Restrepo, 2007).

En la Tabla 3 se muestra la cantidad de cada uno de los ingredientes para elaborar en un tanque de 200 l.

Tabla 3

Receta para realizar un biol a base de estiércol de bovino

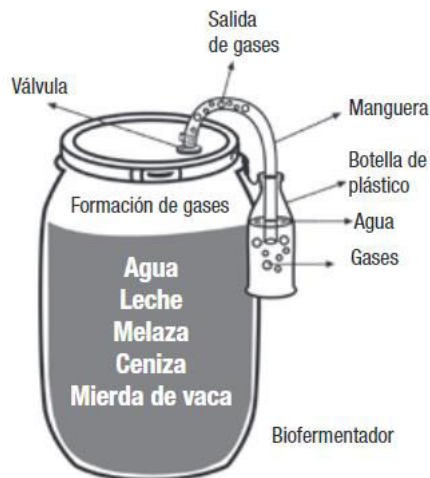
Ingredientes	Cantidades
Agua	180 l
Suero	4 l
Melaza	4 l
Estiércol de bovino	50 Kg
Ceniza de leña	3 Kg

Nota. Tomado de Restrepo, (2007).

Es importante destacar que este es un proceso anaerobio, sin embargo, al momento de elaborar el biofertilizante debe existir una salida de aire, con el fin de expulsar todos los gases que se generan debido a la fermentación (Martí-Herrero, 2019). En la Figura 1 se muestra cómo se debe realizar esta práctica para tener resultados eficaces.

Figura 1

Biofermentador



Nota. Tomado de Restrepo, (2007).

3.2.3. Modo de acción del biofertilizante

El biol al ser un líquido producto de la fermentación, promueve el crecimiento en la zona trofógena de las plantas, el cual es apreciable en el área foliar y se hace más efectiva al entrar

en contacto con los microorganismos ya existentes en el área, además, el biofertilizante es una fuente orgánica de fitorreguladores, que contribuyen al crecimiento de la planta debido a que provocan la elongación y división de células (Chávez, 2009).

Al mezclar el biol con insecticidas, se produce una penetración más rápida y eficaz, puesto que traspasa la capa cerosa del insecto. Gracias a que el biol no es volátil permite que los plaguicidas aplicados no cambien de un estado líquido a gaseoso de manera tan rápida, pues queda adherido a la planta evitando pérdidas excesivas por humedad o lluvias (Rojas, 2019).

La aplicación de un biofertilizante al suelo ayuda a eliminar la contaminación de anteriores cosechas y retribuye la flora bacteriana, asimismo, mejora el cambio catiónico haciendo que aumente la disponibilidad de nutrientes en el suelo. La materia orgánica del suelo se eleva dando como resultado una reserva de nitrógeno que ayuda a su estructura, en factores físicos y químicos que son indicadores de fertilidad. Se debe destacar que la fertilización con estiércol fresco o compostado tiene efectos menores en el suelo, debido a que el nitrógeno que el biol aporta es convertido a amonio (Orozco et al., 2016)

3.2.4. Verificación de calidad del biofertilizante

Guanopatín, (2012) manifiesta que la verificación de calidad del biol se debe hacer de manera continua durante todo el proceso de fermentación, si la mezcla presenta olor a putrefacción y un color verde azulado o violeta, se debe desechar, ya que está contaminada. El líquido debe presentar un olor dulce agradable parecido a la melaza, color amarillo y superficialmente formar una espuma de color blanco.

3.3. La magnetización en la agricultura

En la Tierra el campo magnético (CM) tiene una función vital sobre los reinos vegetal y animal ya que, al encontrarse en la superficie terrestre, están ligados a la aparición y extinción de especies, dependiendo de sus variaciones. La inducción magnética en la agricultura es un tema estudiado durante varias décadas y los resultados muestran que modifica algunos procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, las semillas o el suelo (Sonco, 2020).

3.3.1 Generalidades de la magnetización

Los campos magnéticos varían dependiendo de la altitud, estación del año y actividad solar, oscilando entre 0,04 y 0,06 mt (Militeslas). Las plantas al estar expuestas a un CM pueden presentar distintos cambios de carácter fisiológico. Las investigaciones sobre el tema empiezan en Escocia, valorando el efecto que producía la inducción magnética en el cultivo de mirto (*Myrtus communis*), generando resultados positivos al presentarse mayor crecimiento y florecimiento (Martínez et al., 2003)

Se han propuesto varias teorías para explicar los efectos de los campos electromagnéticos débiles en los organismos vivos, y la mayoría ha citado un fenómeno llamado "resonancia de ciclotrón" como una de las razones de estos efectos. Estos campos pueden activar las partículas coloidales del medio para eliminar parte del calcio unido a los fosfolípidos de la membrana plasmática y aumentar su permeabilidad, lo que afecta el crecimiento de los microorganismos. Los efectos también pueden explicarse por las propiedades de los iones, los que en las células tienen la capacidad de absorber energía magnética correspondiente a parámetros específicos relacionados con las energías vibratorias y rotacionales en sus subniveles (Zúñiga et al., 2016).

A lo largo de los años se han desarrollado estudios sobre el CM en distintos cultivos, dando como consecuencia mayor elongación en las plantas de trigo (*Triticum* spp), un efecto estimulante en la germinación de semillas, un aumento de pigmentos fotosintéticos y contenido de hidratos de carbono en plantas de cebolla (*Allium cepa*) y arroz (*Oryza sativa*) (Martínez et al., 2003).

Córdoba, (2019) manifiesta que esta tecnología ha sido usada en distintas industrias, debido a los cambios físicos y químicos que experimentan las materias usadas, además de reducir el consumo energético y contaminación en el ambiente. Aunque el uso de este tipo de prácticas ha resultado en incrementos de producción y un uso hídrico eficiente, en algunos casos no se han visto reflejados efectos significativos, por lo que es necesario tomar en cuenta las condiciones en las que se presentan efectos positivos para aplicar un CM.

3.3.2 Características de un dispositivo de magnetización

Según Al-Ogaidi et al, (2017) las unidades de tratamiento magnético se instalan de dos formas: unidades intrusivas (fabricadas de manera similar a las tuberías), es necesario eliminar parte de la tubería de riego instalada en el campo porque tiene una dimensión externa mayor con respecto a la tubería, sin embargo, al interior tienen el mismo tamaño. Las unidades no intrusivas se instalan alrededor de las tuberías de riego, por lo que no se requieren modificaciones en el sistema de riego.

3.3.3. Efectos de la magnetización en el agua de riego

Ahmed (2009), manifiesta que el agua es considerada un imán porque tiene polos con diferentes cargas, estas diferencias se llaman polaridades. Puede estar más cerca de la polaridad de los compuestos orgánicos vegetales. Las moléculas del agua de riego se organizan cuando se exponen a un CM, reduciendo el ángulo de formación. Por lo tanto, cada molécula estará más cerca de la otra. El aumento de la fuerza del campo magnético contribuye a un aumento del 0,34 % en el número de enlaces de hidrógeno, mejorando la capacidad de conexión de cada molécula. Bajo un campo magnético de 50 Militeslas, las propiedades físicas y químicas del agua se ven afectadas, disminuye la tensión superficial y aumenta la viscosidad. Los efectos biológicos del agua de riego tratada magnéticamente dependen de la intensidad y duración de su exposición (Ahmed, 2009).

Diversas investigaciones realizadas en varios países se han centrado en el uso de imanes en los sistemas de riego, con resultados alentadores en el desarrollo como la absorción de nutrientes, la mejora en rendimiento de los cultivos y de las propiedades del suelo a través de la disolución de la salinidad, ayudando a proteger las plantas de enfermedades causadas por el estrés hídrico. El tratamiento magnético del agua de riego es económico y fácil de instalar. La fuerza del campo magnético debe ser superior a 800 Gauss para marcar la diferencia durante el proceso, y el imán debe estar ubicado alrededor de la tubería o cerca del agua de riego (Samanez, 2015).

3.3.4. Efectos de la magnetización en el suelo

Según Generoso et al., (2017) los campos magnéticos estimulan y aceleran la acción de los microorganismos benéficos del suelo, restauran el suelo afectado por la salinidad a través de procesos químicos y biológicos. Además de ser utilizado para acelerar la descomposición química de diferentes materiales orgánicos. El suelo contiene la mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan, sin embargo, algunos nutrientes no pueden ser asimilados y se adhieren a las partículas del suelo. Aplicando un campo magnético al agua de riego se han logrado mejores resultados en disponibilidad de nutriente, en relación al uso de agua sin CM.

La aplicación de CM de 1.500 y 3.500 Gauss durante 15 a 30 minutos, acelera el proceso de agregación de partículas en el suelo, favoreciendo el crecimiento de plantas de interés comercial. Asimismo, el uso de agua magnetizada aumenta los niveles de los nutrientes potasio, fósforo y zinc, sin embargo, evita que los metales pesados (níquel y plomo) cercanos a las raíces de los cultivos sean absorbidos por las raíces y depositados en los frutos (Hozayn et al., 2010). Asimismo Khoshravesh et al., (2011) indagaron sobre los efectos del agua tratada magnéticamente en la distribución de la humedad sobre el suelo, demostrando que, a distintas profundidades, la variable evaluada fue mayor, en comparación con el testigo.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

- Azadón
- Motocultor
- Tractor
- Pala plana
- Rastrillo
- Cinta métrica
- Estacas de madera
- Bomba ½ hp
- Rótulos de madera
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Mangueras
- Cinta de goteo
- Válvulas
- Conector manguera
- Equipo de magnetización
- Tanques de 200 l
- Herbicida
- Desinfectante de suelo
- Biol
- Fertilizante soluble
- Plántulas de acelga
- Melaza
- Estiércol de bovino
- Suero de leche
- Ceniza de leña
- Conductímetro
- pH-metro
- Balanza digital
- Calibrador
- R- studio versión 2022.02.2+485

4.2 Metodología

4.2.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA) La Victoria. En la Tabla 4 se detalla la ubicación y climatología del área.

Tabla 4

Ubicación y climatología del área

Ubicación política	
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	San Francisco
Sector	La Victoria
Ubicación geográfica	
Latitud	N 00°21'50"
Longitud	W 78°15'40"
Altitud	2.220 m s. n. m.
Características agroclimáticas	
Temperatura media anual	17 °C
Temperatura máxima mensual	21 °C
Temperatura mínima mensual	13 °C
Precipitación anual	866,4 mm
Humedad relativa	71 %

Nota. Adaptado de INAMHI (2021).

4.2.2. Diseño experimental

El método de investigación es experimental donde se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento, obteniendo un total de 18 unidades experimentales.

En la Tabla 5 se caracterizan las dimensiones de las unidades experimentales para la evaluación de las variables dependientes.

Tabla 5*Descripción del área y unidades experimentales*

Descripción	Medida
Área total	212,94 m ²
Área útil del experimento	60,48 m ²
Largo de la unidad	3,20 m
Ancho	1,05 m
Alto de la cama	30 cm
Número de plantas UE	18
Número de plantas total	324
Número de plantas a evaluar por Unidad Experimental	9

4.2.3. Descripción de los tratamientos

En la Tabla 6 se describen los tratamientos planteados en el proyecto. Cedeño y Sabando, (2016) manifiestan que la dosis recomendada va desde el 5 al 10 % mientras que Martí-Herrero, (2019) menciona que la concentración debe ser del 25%.

Tabla 6*Descripción de tratamientos*

Tratamientos	Descripción
T1	250 ml / m ² dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss aplicado al cultivo de acelga.
T2	500 ml / m ² dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss aplicado al cultivo de acelga.
T3	750 ml / m ² dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss aplicado al cultivo de acelga.
T4	1000 ml / m ² dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss aplicado al cultivo de acelga.
T5	Testigo fertilizante completo aplicado al cultivo de acelga
T6	Testigo absoluto

Nota. Adaptado de Cedeño y Sabando (2016) y Martí-Herrero (2019).

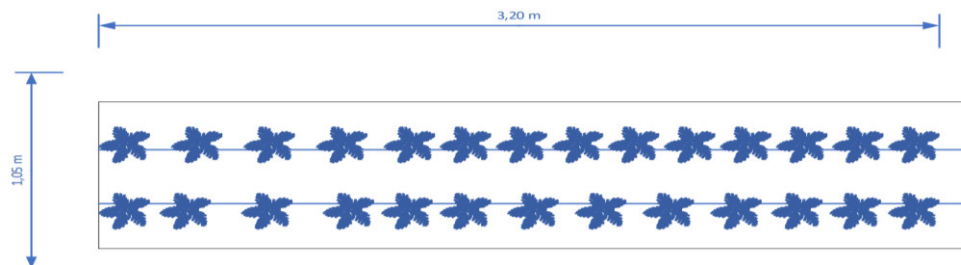
4.2.4. Unidades experimentales

Las unidades experimentales (UE) tuvieron una medida de 1,05 m x 3,20 m, se establecieron en un lote con una medida de 212,94 m² en la Granja Experimental ECAA y se instaló un sistema de fertirriego por goteo con ayuda de un tanque de 200 l, una bomba de ½ hp y cinta de goteo.

En cada UE se sembraron 18 plantines de acelga, ya que, Salgado e Igarza (2009), manifiestan que es recomendable trabajar con una densidad de siembra de 6 plantas/m².

Figura 2

Diseño de unidad experimental

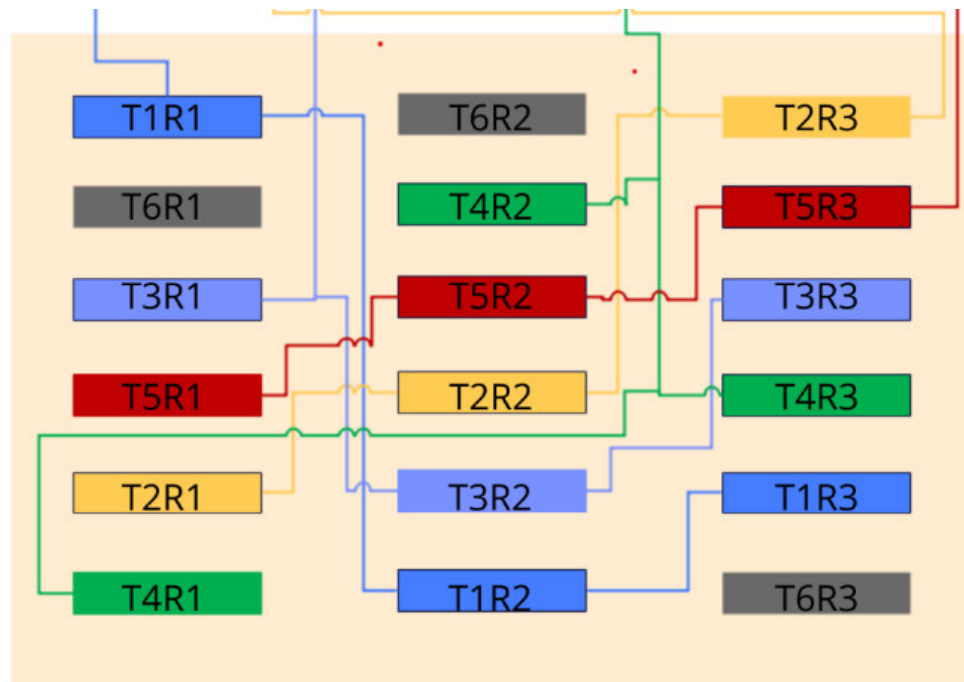


4.2.5. Distribución de las unidades experimentales

En la Figura 3 se muestra la distribución de las unidades experimentales.

Figura 3

Distribución de las unidades experimentales



4.3. Establecimiento del cultivo

Para el establecimiento del cultivo se realizaron las actividades que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Actividades realizadas para el establecimiento del cultivo

	Operación mecanizada de rastra
	Nivelación del suelo
Preparación del suelo	Trazado de unidades experimentales según croquis propuesto para diseño experimental
	Desinfección del suelo.
Elaboración de camas	Se realizó camas de 3,20 m * 1,05 m, y una altura de 30 cm.
Instalación del sistema de riego	Se instaló el sistema de riego localizado con cinta de goteo, según un diseño agronómico hidráulico calculado para el cultivo de hortalizas.
Siembra	Se utilizó plántulas de acelga (<i>Beta vulgaris var. cicla L.</i>), variedad “Silverstar”. Con distancia de siembra entre hileras de 0,40 m, entre plantas 0,40 m.
Cosecha	Se realizó una cosecha, a los 48 días del trasplante.

4.4. Elaboración del biofertilizante

Para la elaboración del biofertilizante, se utilizaron los siguientes materiales detallados en la Tabla 8.

Tabla 8

Ingredientes para el biofertilizante

Ingredientes	Cantidades
Agua	180 l
Suero	4 l
Melaza	4 l
Estiércol de bovino	50 Kg
Ceniza de leña	3 Kg

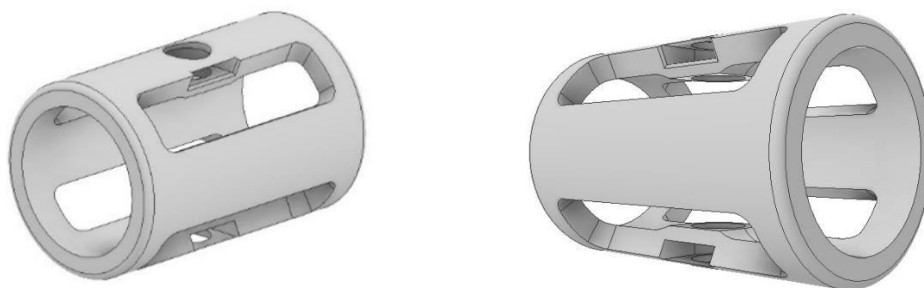
El proceso de elaboración inició en un recipiente plástico de 200 litros de capacidad, donde se disolvieron en 100 litros de agua no contaminada, 50 Kg de estiércol de bovino, 3 Kg de ceniza de leña, y se revolvió hasta obtener una mezcla uniforme. En una cubeta plástica se disolvieron 10 litros de agua no contaminada, 4 litros de suero y 2 litros de melaza, se agregó esta mezcla al recipiente de 200 litros y se incorporó hasta que sea homogénea. Se completó el volumen total del recipiente plástico que contiene todos los ingredientes, con agua limpia y se revolvió. Se tapó herméticamente el recipiente para generar una fermentación anaeróbica durante 45 días (Restrepo, 2007).

4.5. Diseño del equipo de inducción magnética

Junto con la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, se trabajó en un prototipo de un dispositivo de magnetización intrusivo, el cual permite que la solución esté en contacto directo con los imanes. El diseño se lo realizó de tal manera que, en una unión de 3 pulgadas con una reducción a 16 mm, se acople el prototipo planteado para que los imanes queden sujetos (Anexo 11).

Figura 4

Diseño del dispositivo de magnetización intrusivo



4.6. Determinación de la mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”.

4.6.1. Altura total de la planta (cm)

Mediante un flexómetro se tomó la altura en centímetros, de la muestra, realizando la medición desde la base, hasta el final de la hoja más alta. Esta práctica se realizó a los 17, 24 y 31 días (Ibarra, 2021).

4.6.2. Mortalidad (%)

En la libreta de campo se registró el número de plantas muertas durante todo el cultivo, y se determinó el porcentaje mediante la siguiente fórmula (Córdoba, 2019).

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

4.7. Establecimiento del rendimiento de los tratamientos con la aplicación de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”.

Para determinar el rendimiento del cultivo se tomó el peso de toda la cosecha, por tratamiento, para luego extrapolar a kilogramos por hectárea. Se utilizó la siguiente fórmula para dicho proceso (Córdoba, 2019).

$$R\left(\frac{kg}{ha}\right) = \frac{\text{Peso } x \text{ Parcela}}{\text{Área de la parcela } (m^2)} \times 10000m^2$$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de normalidad y homogeneidad de la varianza

Se realizó las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk y homogeneidad de Bartlett, para cada uno de los resultados de las variables evaluadas. Los datos se observan en la Tabla 9, y se puede determinar que se encuentran distribuidos normalmente.

Tabla 9

Prueba de normalidad Shapiro Wilk de las variables evaluadas

Variable	N	Promedio	Desviación estándar	Shapiro		Bartlett
				W°	P valor	P valor
Altura						
Altura a los 17 días	9	9,93	0,81	0,96	0,60	0,15
Altura a los 24 días	9	15,14	1,27	0,95	0,46	0,21
Altura a los 31 días	9	25,47	1,05	0,97	0,82	0,78
Altura a los 38 días	9	34,20	1,73	0,92	0,16	0,49
Altura a los 48 días	9	53,79	1,94	0,94	0,42	0,89
Rendimiento	18	17509,95	1212,86	0,97	0,69	0,94

5.2. Determinación de la mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”.

5.2.1. Altura de la planta

En la Tabla 10, se observa la altura de la planta obtenida tras la recolección de datos a los 17, 24, 31, 38 y 48 días del trasplante.

Tabla 10

Altura de planta a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga

Tratamientos	Dosis de biofertilizante (ml / m ²)	Altura a los 17 días (cm)	Altura a los 24 días (cm)	Altura a los 31 días (cm)	Altura a los 38 días (cm)	Altura a los 48 días (cm)
T1	250	9,69	14,69	24,19	33,27	52,11
T2	500	10,64	15,76	24,94	33,59	53,19
T3	750	9,08	14,73	24,64	32,24	51,07
T4	1.000	9,92	14,93	28,96	38,67	59,37
T5	Testigo con fertilizante	9,42	14,97	25,76	34,65	54,48
T6	Testigo absoluto	10,89	15,77	24,36	32,76	52,54

En la Tabla 11, se identifica el análisis de varianza para la variable altura de planta.

Tabla 11

Análisis de varianza de altura de la planta a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.

FV	GL	Altura 17 días		Altura 24 días		Altura 31 días		Altura 38 días		Altura 48 días	
		SC	F. cal	SC	F. cal	SC	F. cal	SC	F. cal	SC	F. cal
Total	17	16,34		24,09		68,04		145,38		182,76	
Tratamiento	5	7,38	2,16 ns	3,70	0,58 ns	48,32	6,56 **	81,85	3,68 *	131,25	12,26 **
Bloque	2	2,13	1,56 ns	7,52	2,93 ns	5,00	1,70 ns	18,99	2,13 ns	30,11	7,03 *
Error	10	6,82		12,86		14,73		44,54		21,41	
CV (%)		8,31		7,49		4,76		6,17		2,72	
Promedio (cm)		9,94		15,14		25,48		34,20		53,79	

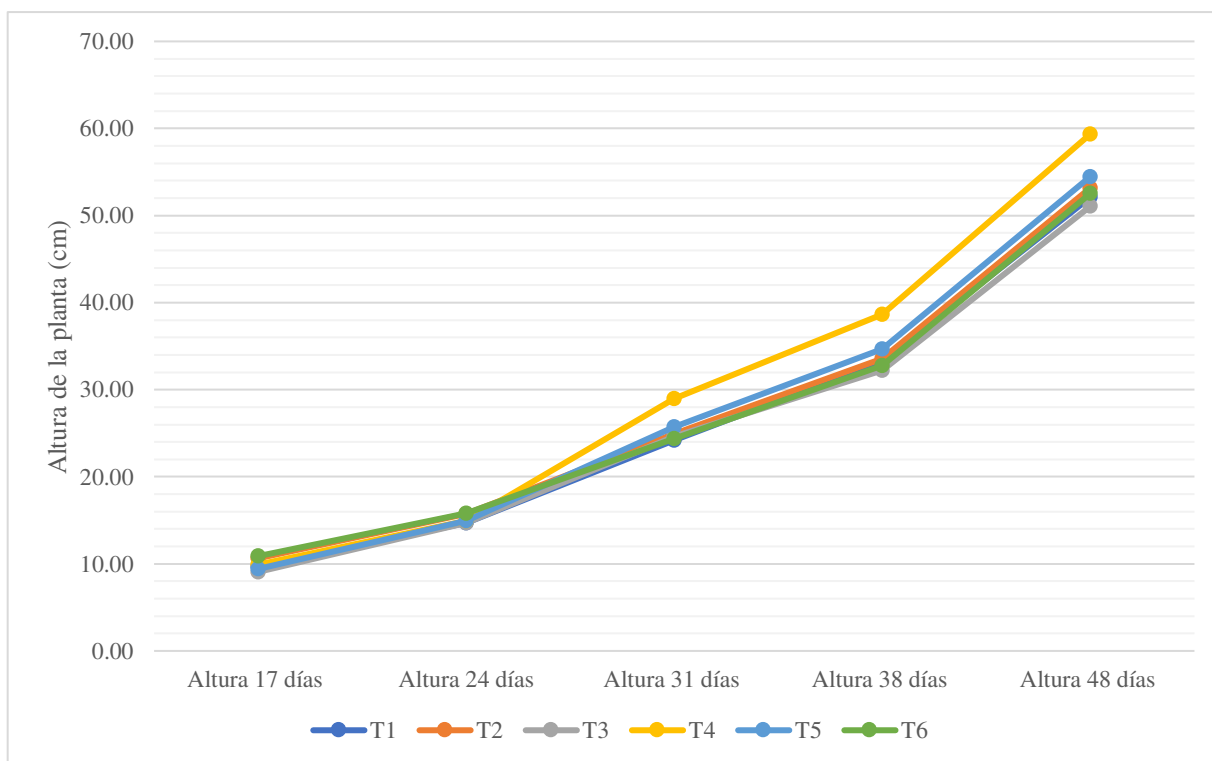
Nota. F.V: Fuentes de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrado, F. cal: valor de F calculado, F 0.05: valor de F tabulado al 5% con una 95% de valor alfa de confiabilidad, *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, ns: No existen diferencias significativas.

Para la variable altura de la plata, tras el análisis ANOVA, se detectó que, a los 17 y 24 días, no existen diferencias significativas entre tratamientos, esto indica que los tratamientos en estudio son iguales. A los 31, 38 y 48 días, sí se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se puede afirmar que dichos tratamientos son diferentes estadísticamente. El coeficiente de variación en la altura a los 17, 24, 31, 38 y 48 días es menor al 10 % por lo que existe poca variabilidad en los datos.

En la Figura 5 se muestra un gráfico de líneas con los promedios de altura de todos los tratamientos a los 17, 24, 31, 38 y 48 días.

Figura 5

Gráfico de líneas con promedios de altura a los 17, 24, 31, 38 y 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.



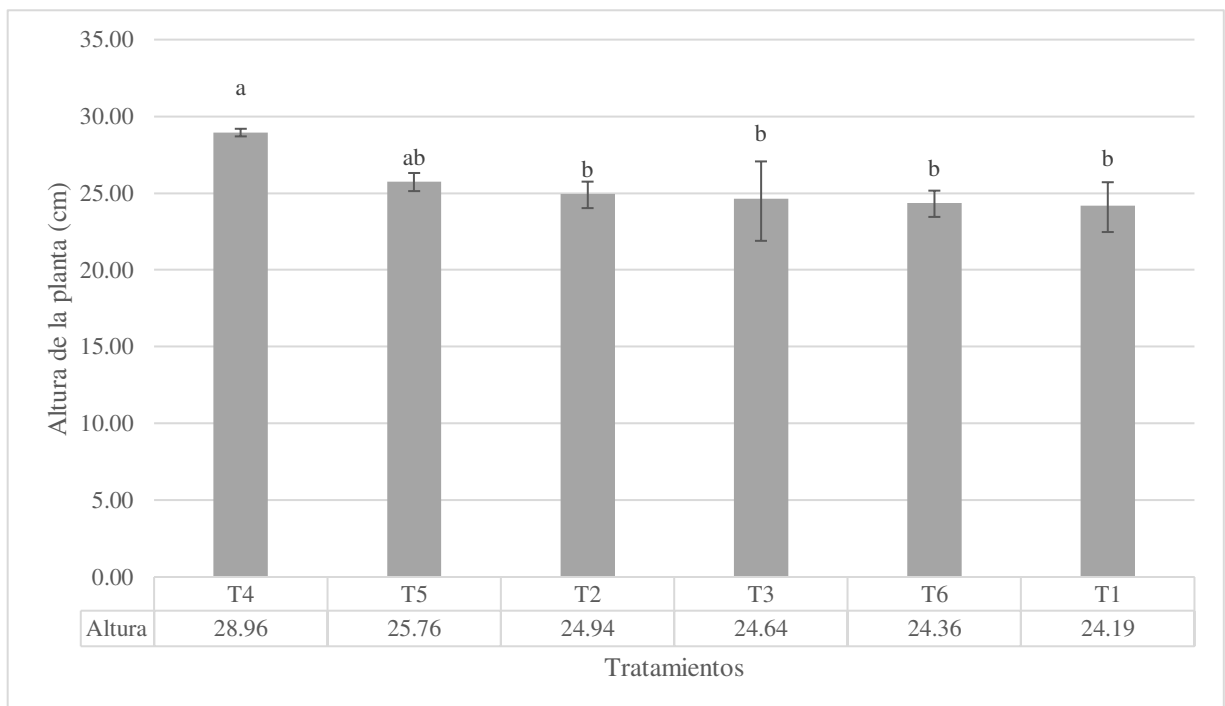
Para la variable altura de planta a los 48 días, tras el análisis ANOVA (Tabla 10), se detectó que existen diferencias altamente significativas al 5% entre tratamientos, esto indica que por lo

menos un tratamiento fue diferente a los demás para la variable en estudio. Del mismo modo se obtuvo un coeficiente de variación de 2,71 % y un promedio general entre tratamientos de 53.79 cm.

La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 31 días (Fig 6), muestra que existen 3 rangos dentro de los cuales se encuentran todos los tratamientos en estudio, una vez realizada la prueba se obtuvo que el tratamiento T4 (1.000 ml / m²), siendo el más favorable, se encuentra en el rango “a” con una altura de 28.96 cm, mientras que, el tratamiento T1 (250 ml / m²) fue el menos favorable y se encuentra en el rango “b” con un promedio de altura de 24,19 cm.

Figura 6

Rangos para el promedio de altura a los 31 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.

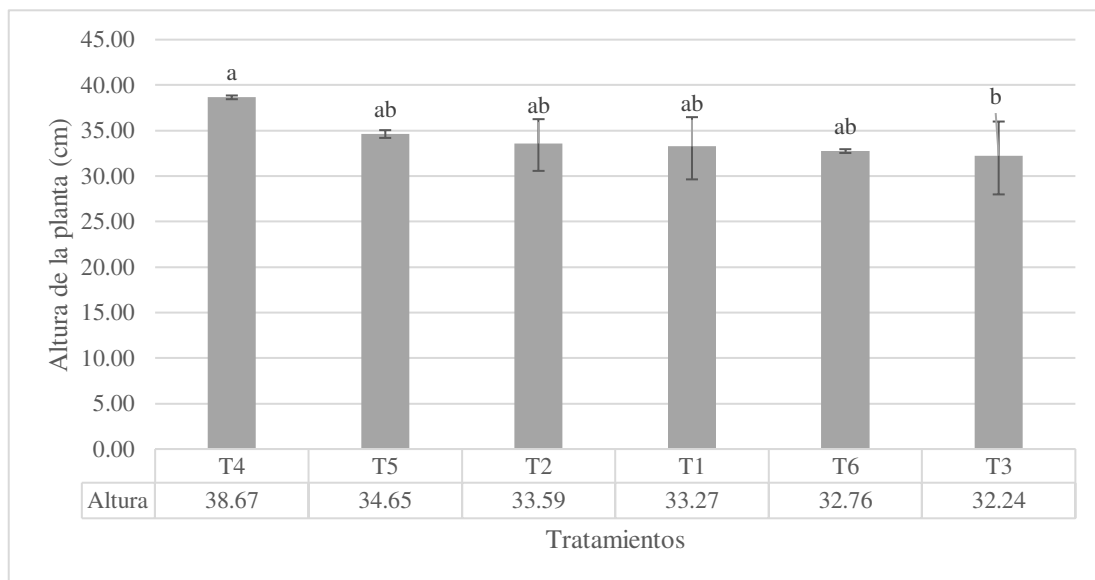


La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 38 días (Fig 7), muestra que existen 3 rangos dentro de los cuales se encuentran todos los tratamientos en estudio, una vez

realizada la prueba se obtuvo que el tratamiento T4 (1000 ml / m²), siendo el más favorable, se encuentra en el rango “a” con una altura de 38,67 cm, mientras que, el tratamiento T3 (750 ml / m²) fue el menos favorable y se encuentra en el rango “b” con un promedio de altura de 32,24 cm.

Figura 7

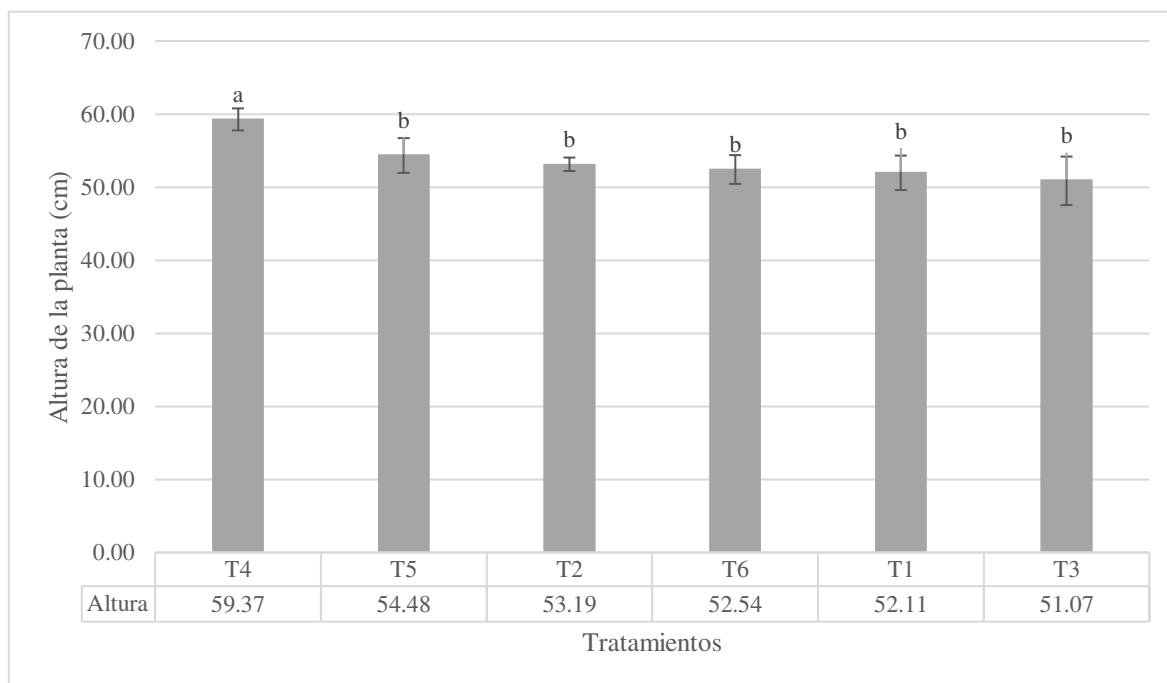
Rangos para el promedio de altura a los 38 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfológico en el cultivo de acelga.



La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta a los 48 días (Fig. 8), muestra que existen 2 rangos, donde, una vez realizada la prueba se obtuvo que el tratamiento T4 (1000 ml / m²), siendo el más favorable, se encuentra en el rango “a” con una altura de 59,37 cm, mientras que, el tratamiento T3 (750 ml / m²) fue el menos favorable y se encuentra en el rango “b” con un promedio de altura de 51,07 cm.

Figura 8

Rangos para el promedio de altura a los 48 días, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.



Con respecto a la variable altura de la planta, los resultados de la presente investigación muestran que el uso de magnetos tuvo un impacto positivo, puesto que, se lograron alturas superiores a las conseguidas por Ibarra, (2021) donde se evaluó únicamente el factor biofertilizante. El mencionado autor como mejor resultado a los 40 días con una dosis similar logró 20,62 cm en promedio, mientras que el tratamiento 4 del presente estudio donde se sumó la magnetización a 5.000 Gauss, la planta alcanzó 59,37 cm, lo que representa un 34% mayor, comparativamente. Demostrando así que el uso de magnetos tiene una influencia positiva sobre la fisiología de las plantas, tal como Hozayn et al., (2010) que realizaron un estudio en donde se inducía magnéticamente al agua de riego en el cultivo de lenteja, y se lograron aumentos significativos en 21 cm en comparación con plantas regadas sin agua magnetizada.

Los resultados positivos se pueden explicar mediante la investigación de Panagopoulos et al., (2002) donde se demostró los efectos biológicos de los campos magnéticos en las células vegetales a través de modelos biofísicos. En las plantas en condiciones normales, cuando se aplica una fuerza externa, los iones libres entran y salen de las células vegetales regulados por la membrana plasmática y aumentan hasta el punto en que se alcanza un valor crítico. Los iones envían señales de falsa alarma a los canales cerrados de la membrana, lo que desencadena una disfunción en las células vegetales.

5.2.2. Mortalidad

La presente investigación no reportó mortalidad en los ninguno de los seis tratamientos, durante todo el desarrollo del cultivo de acelga. Siendo un resultado positivo, ya que, se mantuvo un ambiente óptimo para su crecimiento.

5.3. Establecimiento del rendimiento de los tratamientos con la aplicación de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el cultivo de acelga, (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”.

En la Tabla 12, se observa el rendimiento obtenido tras la recolección de datos a los 48 días del trasplante.

Tabla 12

Rendimiento en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.

Tratamientos	Dosis de biofertilizante (ml / m ²)	Rendimiento (Kg/ha)
T1	250	14.141,41
T2	500	16.620,75
T3	750	14.784,21
T4	1.000	23.608,82
T5	Testigo con fertilizante	20.202,02
T6	Testigo absoluto	15.702,48

Para la variable rendimiento se observa que el tratamiento cuatro, T4 (1000 ml / m²), mostró el resultado más favorable, con 23.608,82 Kg/ha; mientras que el tratamiento uno, T1 (250 ml / m²) mostró el resultado menos favorable con un rendimiento de 14.141,41 Kg/ha.

En la Tabla 13, se identifica el análisis de varianza para la variable altura de planta a los 31 días.

Tabla 13

Análisis de varianza del rendimiento, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fo	F 0.05
Total	17,00	219.670.998,32			
Tratamientos	5,00	201.833.216,55	40.366.643,31	63,32	3,33**
Bloques	2,00	11.462.567,91	5.731.283,96	8,99	3,33**
Error	10,00	6.375.213,86	637.521,39		
CV (%)	4,56				
Promedio	17.509,95				

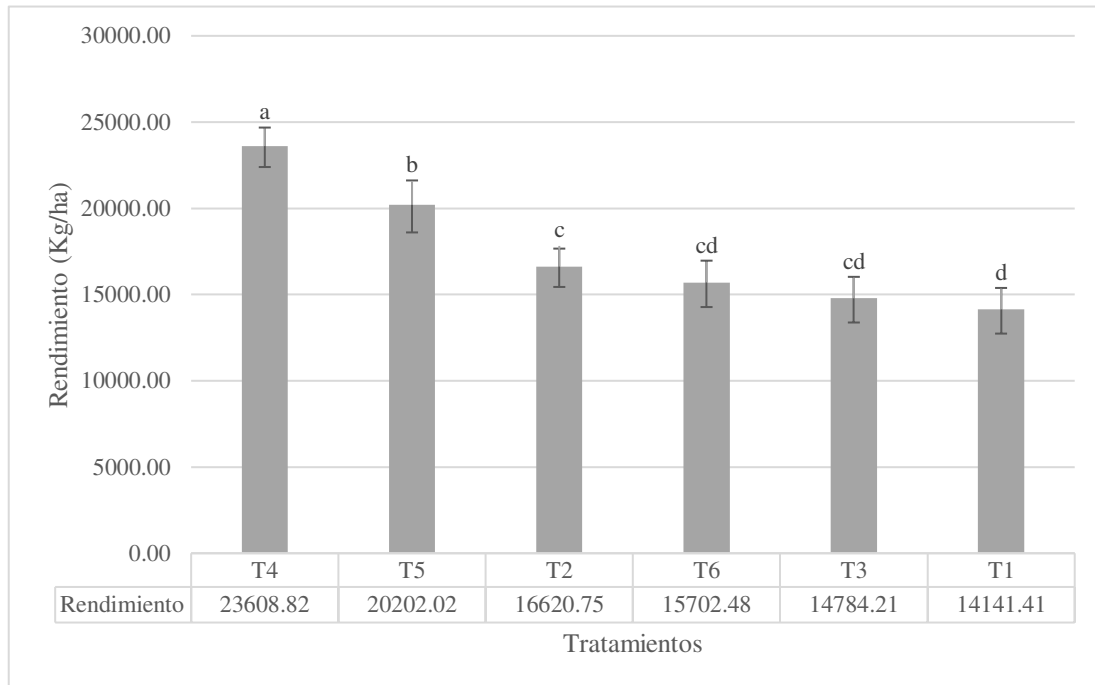
Nota. F.V: Fuentes de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrado, C.M: Cuadrados medios, Fo: valor de F calculado, F 0.05: valor de F tabulado al 5% con una 95% de valor alfa de confiabilidad, *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, ns: No existen diferencias significativas.

Para la variable rendimiento, tras el análisis ANOVA, se detectó que existen diferencias altamente significativas al 5% entre tratamientos, esto indica que por lo menos un tratamiento fue diferente a los demás para la variable en estudio. Del mismo modo se obtuvo un coeficiente de variación de 4,76 % por lo que existe poca variabilidad, y un promedio general entre tratamientos de 17.509,95 Kg/ha.

La prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento (Fig 9), muestra que existen 5 rangos, donde, se obtuvo que el tratamiento T4 (1000 ml / m²) es el más favorable, y se encuentra en el rango “a” con un rendimiento de 23608.82 Kg/ha; mientras que, el tratamiento T1 (250 ml / m²) fue el menos favorable y se encuentra en el rango “d” con un promedio de rendimiento de 14.141,41 Kg/ha.

Figura 9

Rangos para el promedio de rendimiento, en la evaluación de 4 dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss en el comportamiento morfofisiológico en el cultivo de acelga.



Los resultados de la presente investigación son superiores a los obtenidos por Gamarra (2021), con un rendimiento en el cultivo de acelga de 3.208,38 kg/ha, donde se indujo al cultivo a diferentes dosis de fertilización edáfica. Esto, demuestra el impacto positivo del magnetismo sobre la producción agrícola, como lo mencionan Maheshwari y Grewal, (2009) que trabajaron con agua de riego magnetizada en el cultivo de apio, logrando aumentar el rendimiento en un 17% con relación al tratamiento sin magnetos, con una ventaja adicional: mantener el sistema de riego libre de impurezas, lo que reduce los costos de mantenimiento.

Los datos obtenidos son similares a los de Mula (2014), que informa que el rendimiento promedio de acelga es de 1.6294 kg/ha, mientras que en la investigación de Alegría, (2021) se han obtenido rendimientos de hasta 30.000 kg/ha con la aplicación de distintos agroquímicos y en un territorio con mejores condiciones para el desarrollo del cultivo.

En la investigación de Patil, (2014) se demostró que, en el cultivo de banano, las parcelas regadas con agua tratada magnéticamente mejoraron un promedio de 9.5 manos, en comparación con las parcelas tratadas convencionalmente, que proporcionaron un promedio de 7.5 manos. Comparando el peso de los racimos de banano, se determinó que los racimos de banano de las parcelas tratadas produjeron un aumento de peso del 25% porque los bananos eran un 15% más largos. Después del tratamiento, el rendimiento de la parcela aumentó en 40 toneladas, un 26,67% superior al de la parcela convencional.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La evaluación de un biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss, presentó influencia en el comportamiento morfofisiológico de la acelga. Se evidenció que el biofertilizante si influyó en el desarrollo a lo largo de las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

En cuanto a los resultados de la variable altura de planta se evidenció que el tratamiento 4 (1000 ml/m²) promueve el crecimiento del cultivo en comparación a los otros tratamientos.

En la variable mortalidad no se registraros plantas muertas en ninguno de los tratamientos.

- La mejor dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss, y la que tuvo un mayor efecto positivo en el cultivo fue T4 (1000 ml/m²), ya que se vio reflejado en el rendimiento del cultivo, alcanzando 23608.82 kg/ha, comparados con los 15702.48 kg/ha del testigo absoluto.
- Finalmente, el estudio demostró que al menos una dosis de biofertilizante orgánico fermentado con inducción magnética a 5000 Gauss tuvo efecto en el comportamiento morfofisiológico y rendimiento en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla L.*) variedad “Silverstar”. Por lo que el uso de magnetismo en fertirriego con un biofertilizante fermentado, se comprueba como una alternativa viable para mejorar la producción en el cultivo de acelga.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- La metodología aplicada al estudio puede ser usada para futuras investigaciones ya que se necesita profundizar en el tema del magnetismo en biofertilizantes, con el fin de alcanzar mayor producción en los cultivos.
- Replicar la investigación con una inducción magnética mayor a 5000 Gauss para determinar si el rendimiento se ve afectado positivamente, además, se recomienda trabajar con otros cultivos.
- Se recomienda realizar investigaciones similares, probando dispositivos de magnetización intrusivos y no intrusivos, con el fin de determinar cual tiene mejores resultados, en esta investigación se utilizó un dispositivo intrusivo es por eso que se recomienda realizar una comparación. El dispositivo no intrusivo podría influir de diferente manera ya que los imanes no se encuentran en contacto con el agua.
- Se recomienda a los productores usar el biofertilizante inducido magnéticamente con una dosis de 1000 ml/m², puesto que, es el que mejor resultado dio en la presente investigación.
- Utilizar esta información para capacitar a los productores a fin de promover el uso de dispositivos de magnetismo en el riego y que grandes empresas fabriquen dispositivos de magnetización con el propósito de innovar en este rubro.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. (2009). Effect of Magnetic Water on Engineering Properties of Concrete. *Journal of Al-Rafidain Engineering*, 7. <https://doi.org/10.33899/rengj.2009.38451>
- Alegría, J. (2021). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de acelga en Moyocorral - Abancay - 2019* [Tesis de pregrado, Universidad tecnológica de los Andes]. <https://52.67.78.165/bitstream/utea/374/1/Efecto%20de%20Abonos%20Orgánicos%20en%20el%20Rendimiento%20del%20Cultivo%20de%20Acelga%20%28Beta%20vulgaris%20L.%29%20en%20Moyocorral%20-%20Abancay%20-%202019.pdf>
- Al-Ogaidi, A. A. M., Wayayok, A., Rowshon, M. K., & Abdullah, A. F. (2017). The influence of magnetized water on soil water dynamics under drip irrigation systems. *Agricultural Water Management*, 180, 70–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.001>
- Armenta Bojórquez, A., García, C., Báez, J., Sánchez, M., Montoya, G., Nava, E., & Pérez, L. (2010). *Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México*. 6, 51–56.
- Candia, L., & Antiñapa, G. (2018). Producción de hortalizas de hoja (acelga) en sistema vertical rotacional a diferentes distancias en ambiente protegido. *Universidad Mayor de San Andrés*. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13309/27-agroalimentos-candia-luis-umsa.pdf
- Cedeño, C., & Sabando, L. (2016). *Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de bovino en el cultivo de pimiento* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/460/TA58.pdf?sequence=1&i>
- Chávez, E. (2009). *Determinación de la calidad de biofertilizantes líquidos* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11340/1/TESis.pdf>
- Córdoba, H. (2019). *Efecto de la inducción magnética del agua de riego, en el desarrollo, producción y rendimiento del cultivo de pepinillo (Cucumis sativusL.), variedad jaguar en la Granja Experimental ECAA* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del

Ecuador Sede Ibarra].

<https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/413/1/1.%20TESIS.pdf>

Costa, C. (2015). *Uso de estiércol de caprino y bocashi en el cultivo de Acelga en el colegio de bachillerato Puyango de la parroquia Alamor* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10819>

Fondo para la Protección del Agua. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. FONAG. http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

Gamarra, L. (2021). *Rendimiento de dos variedades de acelga bajo diferentes dosis de fertilización edáfica y densidad de siembra* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GAMARRA%20LEON%20LUIS%20ALEJANDRO.pdf>

Generoso, T. N., Martínez, M. A., Rocha, G. C., & Hamakawa, P. J. (2017). Water magnetization and phosphorus transport parameters in the soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(1), 9–13. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p9-13>

Grageda-Cabrera, O., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J., & Vera-Núñez, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1261–1274.

Guanopatín, M. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

Hozayn, M., el Monem, A., Abdelraouf, R., & Abdalla, M. (2010). Magnetic water technology, a novel tool to increase growth, yield and chemical constituents of lentil (*Lens esculenta*) under greenhouse condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 7(4), 457–462.

Ibarra, G. (2021). *Efecto de la fertilización de biol en la producción de acelga bajo condiciones de campo abierto* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://181.198.35.98/Archivos/VERA%20IBARRA%20GENESIS%20JULISA.pdf>

INAMHI. (2021, May 18). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador*.
<http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>

- Khoshravesh, M., Mostafazadeh-Fard, B., Mousavi, S.-F., & Kiani, A. R. (2011). Effects of magnetized water on the distribution pattern of soil water with respect to time in trickle irrigation. *Soil Use and Management*, 27. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2011.00358.x>
- León, E. (2018). *Evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15178/1/UPS-CT007495.pdf>
- Maheshwari, B. L., & Grewal, H. S. (2009). Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96(8), 1229–1236. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.016>
- Marín, D. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *Conciencia Tecnológica*, 58(1), 47–50. <https://www.redalyc.org/journal/944/94461547008/html/#:~:text=El%20uso%20de%20biofertilizantes%20a,la%20reducción%2C%20reutilización%20y%20reciclado.>
- Martí-Herrero, J. (2019). *Biodigestores Tubulares: guía de diseño y manual de instalación (2019) J. Martí Herrero.*
- Martínez, E., Victoria, M., Padrino, C., & Flores, M. (2003). Estimulación de la germinación y el crecimiento por exposición a campos magnéticos. *Investigación y Ciencia*, 324(1), 24–28. <https://www.researchgate.net/publication/285810755>
- Meléndez, N. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (Beta vulgaris l.) Con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental La María* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1548>
- Miranda, L. (2018). *Evaluación de productos nitrogenados en el cultivo de acelga* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1044>
- Mula, J. (2014). Rendimiento y producción de los principales cultivos en España. *Agromática*, 1(4).
- Nuñez, C. (2016). *Evaluación de dos variedades de acelga (Beta vulgaris) con tres niveles de fertilizante foliar en ambiente protegido* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10511/T-2345.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Orozco, A. L., Valverde, M. I., Martínez, R., Chávez, C., & Benavides, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441–456.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400441&lng=es&nrm=iso&tlng=
- Panagopoulos, D. J., Karabarbounis, A., & Margaritis, L. H. (2002). Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 298(1), 95–102. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)02393-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)02393-8)
- Patil, A. G. (2014). Device for magnetic treatment of irrigation water and its effects on quality and yield of banana plants. *International Journal of Biological Sciences and Applications*, 1(4), 152–156.
- Redín, L. (2009). *Caracterización física, química y nutrición de dos ecotipos de acelga (beta vulgaris l.) cultivados en el Ecuador como un aporte a la actualización de la Norma INEN No. 1749 “Hortalizas frescas, Acelga requisitos”* [Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5197>
- Restrepo, J. (2007). *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca* (Feriva).
- Rojas, F. (2019). *Evaluación de abonos orgánicos líquidos en los cultivos de yuca y frijol de castilla* [Tesis de maestría, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas].
http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4210/Rojas_%20Perez_F_MC_Produccion_Agroalimentaria_Tropico_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salgado, J., & Igarza, A. (2009). *Guía Técnica para la producción del cultivo de acelga*. <https://docplayer.es/20821912-Guia-tecnica-para-la-produccion-del-cultivo-de-la-acelga.html>
- Samanez, D. (2015). *Influencia del tratamiento magnético de semillas y agua de riego en el cultivo de lechuga bajo condiciones semi-controladas de casa sombra en la zona de Zamácola* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María].
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3052>
- Sonco, K. (2020). *Efecto de la magnetización en la germinación de semillas de acelga en el Centro Experimental De la Cota* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés.].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25656>

- Stewart, J. E., & Tamaki, J. A. (1992). *Composition of Foods: Baked Products • Raw • Processed • Prepared Preface Acknowledgments*. United States Department of Agriculture. https://data.nal.usda.gov/system/files/sr27_doc.pdf
- Valero Gaspar, T., Rodríguez, P., Ruiz, E., & Ávila, J. (2018). *La alimentación española : características nutricionales de principales alimentos de nuestra dieta*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Villasagua, L. (2013). *Respuesta del cultivo de acelga (Beta vulgaris var. cicla L.) a la aplicación del sistema de Riego Deficitario Controlado en la zona de Babahoyo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/205>
- Zúñiga, O., Cristian, E., Jiménez, O., Jhony, A., Benavides, A., & Torres González, C. (2016). Effect of Electromagnetic Fields on Microbial Activity of a Bio-Fertilizer. *Revista de Ciencias*, 20(1), 27–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/rc.v20i1.6108>

ANEXOS

Anexo 1

Cálculo de la lámina de riego

Cultivo: Acelga

Fecha de plantación: 14/ 06/2022

Evapotranspiración: 5.7 mm/día

Kc: 0.85

Eficiencia del sistema de riego: 90%

$$ET = ETR * KC$$

$$ET = 5.7 * 0.85$$

$$ET = 4.84 \text{ mm/día}$$

$$Et = Nn = Nb$$

$$Nb = \frac{4.84}{90} * 100$$

$$Nb = 5.37 \text{ mm/día}$$

Se va a regar 5.37 mm/día o 5.37 l/m²/día

Si son 10.08 m² por tratamiento, entonces:

$$10.08 \text{ m}^2 * 5.37 \text{ l/m}^2 / \text{ día}$$

$$54.12 \text{ l/tratamiento/día}$$

Anexo 2

Base de datos de altura a los 17 días

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
10.3	13	9.5
10.3	8.7	5
11	7.3	7.3
13.5	9	7
10.5	8.5	9
7	14	4.3
11.5	11	11.5
12	10	10.5
10	11	9
10.68	10.28	8.12
TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
10	8.3	11.5
10	11	15.1
9.7	10	13.5
14	13	8.5
10.3	14	10
10.2	10	4.5
11	10	13
11.5	8	10
14.5	8.7	7
11.24	10.33	10.34
TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
7.5	12	6.7
8.5	12.1	10
8.5	7.5	12
11	8.9	8.7
8.5	11.2	9.5
8.7	7.3	5.5
9	9	8.5
9.7	7.8	9.5
10	11	6.5
9.04	9.64	8.54

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
8	7.3	5
10.7	10.5	10.3
11	13.5	9.9
11.5	9.3	15
10	10	10.5
10	9	6.7
9.7	9.5	5.3
12	14	9.3
7.5	12.3	10
10.04	10.60	9.11
TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
8	9.5	10
11	8.3	6
8	11.3	6.7
9.1	6	7
11	9.6	8
12	12.5	9
9	10	7
11	6	13
11	12	12.3
10.01	9.47	8.78
TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
10.5	17	10
9.7	13.7	12
9.3	11	12
11.2	10	9
8.3	11.7	12
11.5	9.9	11
7.3	6.8	14
9.3	8.2	12
11	11	14.5
9.79	11.03	11.83

Anexo 3

Base de datos de altura a los 24 días

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
18	16.9	13
10	17	7
15.5	16	9
17	15.2	10
12	13.5	15
14.2	19.8	8
10	17.5	18
17.5	15	17
14.5	16	24
14.30	16.32	13.44

TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
14.3	14.5	16.2
15.3	18.5	20.5
13.3	15.5	17
20.3	16.5	14
16.5	18.2	11.3
15	16	13
17.3	17.6	19
18.9	13.5	14
17.3	12.5	9.5
16.47	15.87	14.94

TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
14.5	18	11
13.5	17	12.8
13.3	16.5	16.5
13.5	16	11.8
15	18.5	16.5
14.7	13	10.5
16	17	15
12.5	13	21
11	18	11.5
13.78	16.33	14.07

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
14.5	10	15
14.3	18.2	14
17.5	14.2	11
17.5	11	18
18.2	15.2	15
15.9	14.9	9
19.3	18.5	11
12.5	17.9	12
17	14.5	17
16.30	14.93	13.56

TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
11.5	13.9	15.2
16.5	12.5	7
10.3	15	10
18.3	13	10.5
19.5	14.5	14.3
18	20	14.4
15	18.9	12
16.4	18	19.5
20	13.9	16
16.17	15.52	13.21

TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
13.3	24	13
14	18	16
12	17.5	15
14	15.5	17.5
14	14	16
18	14	17
14.9	13	19
15.7	12.4	19
15	17.6	16.5
14.54	16.22	16.56

Anexo 4

Base de datos de altura a los 31 días

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
26.5	27.2	22
19.4	22.5	15
27.5	23	24
27	26.5	21.5
19.5	21.5	25
20.6	27.6	17
22	30.5	27
27.5	28	29
22.4	26.5	27
23.60	25.92	23.06
TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
19.5	22.2	27.5
21.5	27	25.7
21.5	23	27
29.5	18	21
24.5	26.5	22
26.5	27	28
27.5	27.9	27
28.7	22.9	25.9
23.2	24	28.5
24.71	24.28	25.84
TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
24	29	18
22.8	28	19
21	23	27.5
22.5	26	23
23.5	28.7	27
26	26.9	16
25.8	25.5	21
29.5	26	30
30	28.7	17
25.01	26.87	22.06

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
27.6	28.5	27.3
26.3	29	29.8
31.5	27	26.5
34.2	28.3	32.1
29.5	27.3	28.9
27.2	29.1	26.7
26.9	31.5	28.9
27.8	31.4	26.7
31.5	29	31.5
29.17	29.01	28.71
TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
22	22	24
26.1	25	27
20	28	26
27	27.8	19
28	23.7	25.3
30.5	32	24
21.5	28	24.5
24	25	31
30.5	26	27.5
25.51	26.39	25.37
TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
24	26.9	24
19.5	26	21.9
19.5	24	25
27.5	24.9	24.6
22.5	24	26.9
24.5	24	25.5
25.5	25	26
26.7	24.3	24.9
21.2	23.9	25
23.43	24.78	24.87

Anexo 5

Base de datos de altura a los 38 días

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
34	42	29
26	32	27
35.5	35	29
38	36	35
29	29	34
21	36	25
32	47	38
35.8	37	27
38	38	33
32.14	36.89	30.78
TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
32	32	36
29	43	48
21	30	39
33	42	26
30	35	30
30	33	33
37	37	38
31	31	33
32	37	29
30.56	35.56	34.67
TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
32	33	25
32.5	42	25
35.5	30	34
35.5	40	29
33.5	40	32
31	30	20
34.6	36	27
30	30	35
31	40	27
32.84	35.67	28.22

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
41	38	37
38	41	39
37	42	35
36	34	41
37	36	40
38	36	38
43	43	37
38	38	39
38	41	43
38.44	38.78	38.78
TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
31	31	36
32	32	32
27	40	33
37	30	34
37.5	34	36
45	41	34
33	31	34
32	36	41
35	35	36
34.39	34.44	35.11
TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
33.5	35	30
29	32	32
35.5	31	35
33	33	33
31	30	35
35	30	35.5
30	31	34
32	37	32
36	34	30
32.78	32.56	32.94

Anexo 6

Base de datos de altura a los 48 días

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
52	58	48
45	50	43
58	50	47
58	53	55
43	57	57
47	58	40
51	53	60
54	59	58
49	54	50
50.78	54.67	50.89
TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
51	52	59
55	63	59
56	49	59
53	56	40
51	49	54
56	51	56
56	50	49
54	50	55
53	50	50
53.89	52.22	53.44
TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
42	58	43
53	63	47
55	50	56
56	59	50
50	63	58
50	48	40
47	49	44
48	40	53
60	57	40
51.22	54.11	47.89

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
59	61	55
61	65	60
56	55	62
60	57	58
57	58	57
61	59	59
61	63	58
53	68	59
58	63	60
58.44	61.00	58.67
TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
57	56	57
47	51	43
58	59	53
53	58	44
56	52	52
63	60	50
55	58	52
51	54	64
56	59	53
55.11	56.33	52.00
TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
55	56	45
50	59	54
54.5	56	49
47	53	54
51	50	50
53	56	50
49	54	60
48	56	50
57	52	50
51.61	54.67	51.33

Anexo 7

Base de datos de rendimiento

Bloque 1					
1	2	3	4	5	6
5.6	6.1	5.8	7.9	6.2	8.9

Bloque 2					
1	2	3	4	5	6
5.8	8.14	7.2	6.3	5.4	4.7

Bloque 3					
1	2	3	4	5	6
5.6	6.9	4.9	8.67	5.1	5.2

Datos extrapolados a Kg/ha

TRATAMIENTO 1		
R1	R2	R3
15427.00	12947.66	14049.59

TRATAMIENTO 4		
R1	R2	R3
24517.91	22424.24	23884.30

TRATAMIENTO 2		
R1	R2	R3
17079.89	17355.37	15427.00

TRATAMIENTO 5		
R1	R2	R3
21763.09	19834.71	19008.26

TRATAMIENTO 3		
R1	R2	R3
15977.96	14876.03	13498.62

TRATAMIENTO 6		
R1	R2	R3
16804.41	15977.96	14325.07

Anexo 8

Biofertilizante



Anexo 9

Establecimiento del cultivo



Anexo 10

Sistema de riego



Anexo 11

Dispositivo de magnetización



Anexo 12

Toma de datos

