UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA

"Evaluación de complejos enzimáticos orgánicos en la producción de cultivo de ajo (***Allium sativum***) bajo cubierta"

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTORA: Johanna Paola Gómez Arce

TUTOR: Ing. Mg. PhD. Marco Oswaldo Pérez Salinas

Ambato – Ecuador

2024

"EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE AJO (***Allium sativum***) bajo CUBIERTA"

REVISADO POR:

.....

Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, PhD
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA

.....
Ing. Pedro Pablo Pomboza, PhD

12/02/2025

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....
Ing. Santiago Espinoza, PhD

12/02/2025

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....
Ing. Robinson Peña, PhD

12/02/2025

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

"La suscrita, JOHANNA PAOLA GÓMEZ ARCE, portadora de la cédula de identidad número1804453817, libre y voluntariamente declaro que el informe Final del Proyecto de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE AJO (***Allium sativum***) bajo CUBIERTA" es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas".



……

JOHANNA PAOLA GÓMEZ ARCE

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado "EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE AJO (***Allium sativum***) bajo CUBIERTA" como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él".



……

JOHANNA PAOLA GÓMEZ ARCE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa y justa que es, gracias a mi familia por apoyarme a culminar el desarrollo de esta tesis, gracias a mis padres por creer en mí y darme las palabras exactas para no dejarme rendir, a mi hijo por comprenderme que no estuve al cien junto a él por cumplir este logro de los dos, al Ing. Hernán Zurita que desde el inicio y hasta el final estuvo alentándome con sus palabras tan sabias y precisas.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias por sus aportes, por su amor e intensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi hermosa familia.

DEDICATORIA

Esta tesis está llena de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, principalmente a mis padres e hijo quienes han sido mi pilar fundamental para seguir adelante y no rendirme en el camino. Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo y trabajo me lo he ganado.

Reiterando infinitamente a mis padres, porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré.

A mi amado hijo que es la razón de sentirme tan orgullosa de cumplir mi meta, que fue el principal motivo de nunca rendirme. Y sin dejar atrás a mi hermana y demás familia por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN....11

INTRODUCCIÓN....13

CAPÍTULO I....15

MARCO TEÓRICO....15

1.1 Antecedentes investigativos....15

1.2 Categorías fundamentales o marco conceptual....18

1.2.1 Ajo....18

CAPÍTULO II....27

OBJETIVOS....27

2.1 Objetivo general....27

2.2 Objetivos específicos....27

CAPÍTULO III....28

METODOLOGÍA....28

3.1 Ubicación del experimento....28

3.2 Características del lugar....28

3.2.1 Agua....28

3.2.2 Clima....28

3.3 EQUIPOS Y MATERIALES....29

3.3.1 Material experimental....29

3.3.2 Materiales y equipos....29

3.3.3 Material de oficina....29

3.3.4 Insumos agrícolas....29

3.3 FACTORES DE ESTUDIO 29
3.3.1 Dosis 29
3.3.2 Frecuencias 29
3.4 Diseño Experimental 29
3.5 Descripción del ensayo 30
3.6 Manejo del experimento 31
3.6.1 Descripción del cultivo 31
3.6.2 Deshierba 31
3.6.3 Riego 31
3.6.4 Fertilización 31
3.6.5 Control fitosanitario 32
3.7 Variable Respuesta 32
3.7.1 Presencia de Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*) 32
3.7.2 Procesamiento de la Información 32
CAPÍTULO IV RESULTADOS 33
4.1 Altura de planta 33
4.2 Diámetro basal del tallo 34
4.3 Diámetro polar del bulbo en cm. 35
4.4 Diámetro ecuatorial del bulbo en cm. 36
4.5 Peso del bulbo en cm. 37
CONCLUSIONES 38
RECOMENDACIONES 39
BIBLIOGRAFÍA 40
ANEXOS 44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del ajo 19

Tabla 2. Composición del producto 25

Tabla 3. Dosificación 26

Tabla 4. Humedad y Temperatura 28

Tabla 5. Tratamientos 30

Tabla 6. Área experimental 30

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta en cm a los 30, 60 y 90 días. 33

Tabla 8. Prueba de Tukey para diámetro basal del tallo en cm a los 30, 60 y 90 días. 34

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de altura para 30, 60 y 90 días. 44

Anexo 2. Altura de planta a los 30 días cm. 44

Anexo 3. Altura de planta a los 60 días cm. 45

Anexo 4. Altura de planta a los 90 días cm. 45

Anexo 5. Análisis de varianza de diámetro basal a los 30,60, 90 días. 46

Anexo 6. Diámetro basal de la planta en cm a los 30 días cm. 47

Anexo 7. Diámetro basal de la planta en cm a los 60 días 47

Anexo 8. Diámetro basal de la planta en cm a los 90 días 47

Anexo 9. Toma de datos de la altura de la planta. 48

Anexo 10. Toma de datos diámetro basal. 49

Anexo 11. Preparación del producto BioPlant. 49

Anexo 12. Cosecha del cultivo de ajo. 50

Anexo 13. Peso del bulbo. 50

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó en la provincia de Tungurahua específicamente en el cantón Querochaca en la Universidad Técnica de Ambato "UTA", donde se planteó como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de complejos enzimáticos orgánicos sobre la producción del cultivo de ajo (*Allium sativum*) bajo cubierta. Con el propósito de alcanzar el objetivo planteado, se manejó un diseño experimental aleatorio que incluyó tres dosis con dos frecuencias y con tres repeticiones, la siembra de ajo tenía un tiempo de desarrollo de dos meses desde su cultivo en hileras, se emplearon métodos de manejo orgánico y se incluyeron plantas testigo.

Con la aplicación de la prueba de Tukey al 5% se observó, con respecto los tratamientos que la Frecuencia 2 que es cada 15 días con la Dosis 3 siendo de 5 ml. L^{-1} (F_2D_3), presentó un diámetro basal de 7.81cm y en altura fue la Frecuencia 1 de cada 30 días con la Dosis 1 yaciendo de 2.5 ml. L^{-1} (F_1D_1) arrojando un crecimiento de 73.11 el cual tuvo mejor rendimiento, señalando que en el cultivo bajo cubierta no presentó plagas ni enfermedades durante todo el ciclo del cultivo.

Palabras Claves: ajo, complejos enzimáticos, dosis, frecuencia

ABSTRACT

The present research was carried out in the province of Tungurahua, specifically in the Querochaca canton at the Technical University of Ambato "UTA", where the objective was to evaluate the effect of the application of organic enzyme complexes on the production of garlic *(Allium sativum)* below deck. In order to achieve the stated objective, a randomized experimental design was used that included three doses with two frequencies and three repetitions. The garlic sowing had a development time of two months from its cultivation in rows. Management methods were used. organic and control plants were included.

With the application of the 5% Tukey test, it was observed, with respect to the treatments, that Frequency 2 is every 15 days with Dose 3 being 5 ml. L-1 (F_2D_3), had a basal diameter of 7.81cm and in height it was Frequency 1 in every 30 days with Dose 1 being 2.5 ml. L^{-1} (F_1D_1) showing a growth of 73.11 which had better performance, pointing out that in the crop under cover it did not present pests or diseases throughout the crop cycle.

Keywords: garlic, enzyme complexes, dose, frequency.

INTRODUCCIÓN

El ajo como producción tiene un enorme potencial económico, hoy en día el ajo es apreciado como un cultivo de alto valor para la exportación, principalmente a países europeos, para poder satisfacer la demanda del mercado, la calidad del ajo es muy importante, en tal virtud, se deben considerar ciertos factores durante el cultivo para lograr un desarrollo y rendimiento favorable, al final del ciclo se requieren temperaturas cálidas y días largos para beneficiar el incremento del bulbo, por ello, el ciclo óptimo para sembrar las semillas es de septiembre a octubre, la utilidad y calidad del ajo está relacionado con el grosor de las semillas utilizadas, es así que se recomienda apartar los ajos por dimensión o grosor, teniendo en cuenta su sanidad, peso, forma, color y dureza, el ajo se puede cultivar en zanjas o semilleros de varios anchos, se suele sembrar a mano áreas pequeñas de 1 a 3 hectáreas y se debe considerar la colocación de las semillas, mismas que deben ubicarse hacia abajo para una germinación adecuada que evite la deformación de los bulbos, que puede provocar una pérdida de rendimiento (INTAGRI, 2016).

La planta de ajo puede medir de 30 cm a 120 cm de longitud, se pueden consumir crudos o cocidos como producto horneado, comúnmente utilizados como especia o condimento en varios platillos culinarios por el excelente sabor que aporta, cabe indicar, que las hojas tiernas, los tallos, las flores, los bulbos y las semillas de las flores también son comestibles aunque se utilizan con menos frecuencia; el ajo es una planta rica en minerales, azufre, enzimas, vitaminas y tiene muchas propiedades medicinales, el ajo no es una planta crítica para el clima, no obstante, en temperaturas frías agrega un sabor alto en picante, la planta posee cero nutrientes, es así que en Ecuador es propicio y apto para la obtención de este producto, por sus condiciones climáticas, suelo propicio y favorable para la siembra (Salazar J, 2002).

Las enzimas vegetales catalizan reacciones bioquímicas en el suelo y en las raíces de las plantas las cuales son las responsables de la regeneración y degradación de la materia orgánica que se localiza en el sustrato y las raíces de las plantas, son proteínas que activan una serie de reacciones químicas en cadena, cuya función principal es aportar los nutrientes para su adecuado crecimiento; las enzimas vegetales ayudan a las plantas a crecer y obtener los nutrientes que necesitan para ser fuertes y saludables, uno de sus efectos más importantes es que los sustratos de los vegetales a menudo contienen múltiples nutrientes encerrados en sus constituyentes, suelen activarse mediante riego y fertilización, aunque su liberación es algo lenta o en ocasiones ineficiente, pero aplicar enzimas a sus plantas ayudará a activar los nutrientes del sustrato e incluso el fertilizante que utilice, dándole a sus plantas todo el alimento que necesitan para crecer, los complejos enzimáticos son una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo y estimular el crecimiento de los cultivos. Son una herramienta valiosa para los agricultores que buscan cultivar de manera más sostenible y respetuosa con el medio ambiente (García M., 2000).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Suarez (2012) realizó un estudio con el objetivo de acelerar la producción de ajo bajo cubierta con el propósito de apresurar el ciclo de la obtención de ajo, debido a que en tres ocasiones repetitivas obtuvo una pérdida de toda la producción ocasionado por los cambios climáticos que atravesó en dicha ubicación, el exceso de lluvia llevo a una pudrición intensiva de los bulbos, el propósito de realizarlo bajo cubierta fue para evitar pérdidas en el proceso del cultivo de ajo, empleando un método de regadío por goteo para obtener un control y monitoreo preciso.

Mansilla (2012) menciona en el trabajo donde aprobó tipos de cubierta donde realizó con un diseño experimental en bloques al azar para evaluar el efecto de la plantación con tres procedimientos (D1: 125 pl m^{-2}, D2: 67 pl m^{-2} y D3: 33 pl m^{-2}) y tres repeticiones, el análisis de varianza y la separación de medias mediante el test T de Bonferroni (a=0.05). El análisis de varianza para evaluar el efecto general de las cubiertas sobre las tres densidades que realizó con un bosquejo de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondía a dicha cubierta.

Nuño (2020) después de investigar que dado el aumento del costo de los fertilizantes inorgánicos, la disminución de los fertilizantes orgánicos en las áreas vulnerables y la eliminación de materias activas para la vigilancia de plagas y pestes, la variedad de bioestimulantes se presenta como una opción prometedora para superar estas restricciones en hoy en día y explotar en menor cantidad el suelo.

Bordones (2018) realizó una comparación para determinar cuán efectivamente se combaten y eliminan los insectos plagas en los cultivos de tomate industrial. Puesto que no ocasiona daños al ecosistema y el producto final está exento de residuos de agroquímicos, estos insecticidas constituyen una alternativa sostenible para el ecosistema y seguro para la salud de los consumidores y plantadores. Esta opción combina y aprovecha las propiedades beneficiosas de las plantas mediante sus componentes y propiedades activas, que son prácticas para la creación de insecticidas, propias a su alta eficacia en la disputa hacia padecimientos tropicales e insectos, así como por su alto rendimiento por hectáreas obtenido resultados tanto monetario como la siembra.

Infoagro (2020) menciona que la nutrición vegetal no se limita a proveer nutrientes a los cultivos, porque la creencia de que "más es mejor" es errónea. Si bien es fundamental garantizar una cantidad adecuada de nutrientes para el óptimo adelanto de las plantas, asimismo es recurrente que su crecimiento sea equilibrado y controlado para evitar un exceso de vigor que puede provocar problemas que afecten la salud de la planta y la validez del cultivo.

Proaño (2004) después de investigar que el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*) en Ecuador es común por sus adecuadas condiciones geográficas y climáticas. Promoviendo su desarrollo mediante la labor agrícola, especialmente en las provincias del país. Las principales provincias que destacan son: Tungurahua, Chimborazo, Carchi, Azuay, Cañar, Loja y Cotopaxi. El clima, la altitud y el suelo son favorables para dicho cultivo. El ciclo de crecimiento de las plantas varía de un país a otro debido a sus condiciones climáticas. La siembra y cosecha tarda 6 meses el cual es producido a escala nacional.

AGQlabs (2000) determinó que los microorganismos tienen una función esencial en el sistema del suelo, y las enzimas presentes sirven como indicadores de dichas funciones. Toda la acción de los microorganismos puede medirse conforme la actividad de una enzima asociada a la célula viva, como la deshidrogenasa, la cual, desempeña un papel clave en la vía respiratoria. Las proteasas, presentes en la superficie de la tierra, donde la mayor parte del nitrógeno orgánico se halla en forma de proteínas, son responsables de mineralizar estas

sustancias, transformándolas en nitratos y nitritos. De igual forma, las fosfatasas descomponen los compuestos de fósforo orgánico, facilitando la conexión entre la planta y la reserva de fósforo orgánico en el suelo. Cabe destacar que la actividad enzimática en los suelos orgánicos es significativamente mayor en comparación con los suelos convencionales.

Montes de Oca (2014) determinó que las enzimas desempeñan un rol primordial en la totalidad de los procesos que se desarrollan en el suelo, cumpliendo funciones esenciales que facilitan la estimación de moléculas orgánicas y tienen una participación clave en los ciclos del nitrógeno, fósforo y carbono, además, su papel es decisivo en procesos como la mineralización, inmovilización de nutrientes y la fijación biológica del nitrógeno. En el contexto de la mineralización, intervienen en la descomposición de compuestos orgánicos complejos en sustancias asimilables por las plantas, acelerando las etapas críticas de este proceso, dicha función es clave, porque su actividad está directamente relacionada con la liberación de nutrientes inorgánicos provenientes del componente orgánico. Las enzimas presentes en el suelo pueden ser extracelulares, liberadas durante el metabolismo o tras la muerte celular, o intracelulares, formando parte de la biomasa microbiana. También pueden adsorberse en el componente orgánico y en el método coloidal, lo que sugiere que el suelo actúa como una reserva temporal.

Balota y Chávez (2010) mencionan que las enzimas desempeñan un eje decisivo en la agricultura y en el período de nutrientes, porque son continuamente sintetizadas, acumuladas, inactivadas y descompuestas en el suelo. Comprender la actividad deshidrogenasa de un suelo proporciona una visión general de la cantidad de energía en movimiento dentro del suelo. Considerando que la calidad del suelo está determinada por sus propiedades físicas, químicas, biológicas y bioquímicas, es necesario tomar en cuenta las variaciones en estas características al momento de evaluar las permutaciones en la eficacia del suelo

Pedro de Montes (2014) investigó que las enzimas son proteínas especiales que se armonizan con un sustrato determinado para establecer reacciones bioquímicas que no alteran su estructura. En la tierra, son cruciales para la innovación de energía y el lapso de nutrientes. Estas enzimas logran ser vulneradas por elementos del ambiente como la temperatura y el pH. Procedentes de plantas, animales y microorganismos, se hallan en células muertas y

despojos celulares, absorbidas por arcillas e incorporadas en el humus. Las enzimas son primordiales en la totalidad de las transformaciones del suelo, siendo cruciales para la creación de elementos orgánicos y los ciclos de fósforo, carbono y nitrógeno. Son primordiales para mineralizar, inmovilizar nutrientes y fijar el nitrógeno. En el transcurso de mineralización, se convierten los combinados orgánicos limitados en sustancias que las plantas pueden absorber, catalizando etapas clave que liberan nutrientes inorgánicos de la materia orgánica. Por ello, su actividad está relacionada estrechamente con los nutrientes inorgánicos en el suelo.

Terralia (2018) investigó que, en cuanto a la mineralización, las enzimas convierten agregados orgánicos en sustancias que las plantas pueden asimilar, catalizando etapas críticas en la emancipación de alimentos inorgánicos de la materia orgánica. Ciertas enzimas presentes en el suelo son extracelulares, redimidas en la desintegración y muerte celular, mientras que otras son intracelulares, formando así las biomasas microbianas o quedan succionadas en el componente orgánico y el sistema coloidal. Es decir, el suelo podría funcionar como un depósito transitorio, lo que implica que la acción enzimática no siempre está directamente relacionada con la acción microbiana

1.2 Categorías fundamentales o marco conceptual

1.2.1 Ajo

El ajo (*Allium sativum*) es parte del linaje de las liliáceas y tiene su origen en Europa. Su base está compuesta de entre 8 o 10 bulbillos, estos forman lo que comúnmente se llama cabeza de ajo. De la cabeza crecen las raíces verdaderas, encargadas de nutrir a la planta. Las hojas son largas, delgadas, verdes, ligeramente cilíndricas. Las flores se apiñan en un racimo en umbela, en un tono blanco verdoso. El fruto es un receptáculo con tres huecos que contienen las semillas circulares y de tonalidad negra. La reproducción ocurre de manera vegetativa, por el sembradío de bulbillos, mismo que poseen un lubricante altamente volátil. (Quintero, 2018).

1.2.1.1 Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía del ajo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Asparagales
Familia:	Amaryllidaceae
Género:	*Allium*
Especie:	*Allium sativum*
Nombre común:	*Ajo*

Fuente: (Hernán Pinzón, 2018).

1.2.1.2 Descripción botánica

Terralia (2018) menciona que las plantas perennes que se cultivan como anuales, apomícticas, con bulbos formados por dientes de 3-6 cm de diámetro, cada uno envuelto por una capa tunicada y con una envoltura común de color blanquecino. Posee dos brácteas espatiformes unidas que forman un apéndice largo. Los tépalos, que pueden ser blanquecinos, rosados, verdosos o púrpuras, miden entre 3 y 5 mm de largo, siendo los externos lanceolados y agudos y los internos ovado-oblongos. Los estambres son exertos. El ovario es ovoideo-oblongo, con el ápice emarginado. Su número cromosómico es 2n = 16,48. Se cultiva principalmente por sus bulbos, que se utilizan como verdura, y se propaga mediante bulbillos o dientes del bulbo, identificando las partes del ajo que son las siguientes:

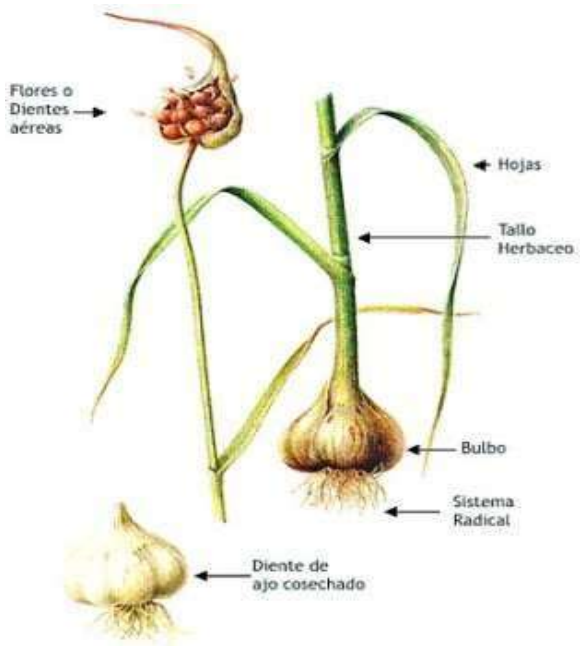
Tallos: Crece a partir del bulbillo central, es liso, puede alcanzar una altura de 30 a 80 cm, termina en una umbela que está protegida por un espato blanco, largo y puntiagudo, en la umbela se encuentran las flores.

Hojas: largas, alternas, ligeramente cilíndricas, planas, aquilladas, de unos 6 x 1-3 cm, con el ápice agudo y de color verde glauco.

Flores: Las flores tienen pedicelos de 1-2 cm y se agrupan en umbelas de 2,5-5 cm de diámetro,

estando contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente durante la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se disponen en umbelas. Cada flor cuenta con 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo. Aunque se han reconocido clones fructíferos, los pequeños porcentajes de florecimiento de las semillas y el bajo vigor de las plántulas hacen que el ajo se clasifique como un apomíctico imprescindible, término que describe su potencial para generar embriones sin necesidad de fecundación previa

Bulbo: Escapo cilíndrico de hasta 1,5 m y cubierto casi hasta la mitad por las hojas.



Fuente: (El huerto, 2015)

1.2.1.3 Requerimientos

El ajo no requiere de un clima específico para su cultivo, aunque en temperaturas frías su sabor se torna más picante. Desde los 0ºC de temperatura, comienza su desarrollo vegetativo, presenta de 2 a 3 hojas, tolera adecuadamente las temperaturas bajas, además, se adapta de forma eficiente a la totalidad de los terrenos utilizados para el cultivo de cereales, suelos de textura franca o con cierta presencia de arcilla, con cantidades moderadas de cal y abundancia de potasa, que son los más favorables para su perfeccionamiento (Dalgo, 2020).

Suelo: El nivel de acidez del suelo puede variar entre 5,5 y 8,3 (siendo ideal un pH de 6,2 a 7), para el cultivo en terrenos de textura arcillosa y pesada, se aconseja efectuar la plantación en caballones (Terralia, 2018).

Clima: El ajo puede cultivarse en diversos climas, con cultivos que se adaptan a cada región, no obstante, las zonas cálidas y lluviosas no son apropiadas para su siembra, requiriendo un periodo frío al inicio o a la mitad de la fase de crecimiento, con temperaturas que oscilen entre 0 °C y 15 °C, para favorecer la formación de los bulbos. Las plantas, por lo general, no desarrollan bulbos si la temperatura está por lo alto de 25 °C, por lo cual, las temperaturas idóneas deben ser moderadas durante el crecimiento de la planta, con una etapa de bajas temperaturas para inducir la formación de la cabeza de ajos, seguida de meses más calurosos durante la maduración (Suarez, 2012).

Agua: El ajo necesita riego constante para que el suelo permanezca rociado en el transcurso de la fase inicial de desarrollo de las plantas. La frecuencia de riego debe reducirse cuando los bulbos comiencen a desarrollarse. Aproximadamente de 10 a 20 días previos a la cosecha, se debe interrumpir el riego por completo (Silva, 2017)

1.2.1.4 Labores culturales

Benavides (2013) señala las siguientes labores culturales en el cultivo de ajo:

Preparación del terreno: Las labores deben comenzar unos seis meses antes del sembradío y consistirán en una labor de arado profundo (30-35 cm), el cual permitirá la aireación del suelo.

Plantación de bulbillos: La siembra suele efectuarse en el octavo u onceavo mes del año, aunque en ocasiones se hacen siembras tardías a etapas últimas del doceavo mes o principios del primer mes del año. Se puede llevar a cabo en platabandas o caballones, este método es adecuado para cultivos de gran extensión y en regiones donde el riego presenta dificultades (zonas de secano), estas se construyen con un ancho de 2 a 3 metros y una trayectoria de 0,7 a 1 metro entre ellas, los sembradíos se realizan en hoyos previamente separados, dejando 30 cm entre las filas y 20 a 25 cm entre las plantas de una misma fila.

Fertilización: En este sentido, para poder producir se requiere un 2,33 % de nitrógeno,

1,42 % de ácido fosfórico y 2,50 % de potasa, no obstante, estas cantidades pueden reducirse según la productividad de la superficie terrestre. Los fertilizantes orgánicos bien descompuestos deben integrarse de forma uniforme en el terreno con cierta anticipación a la siembra, los nitrogenados en forma de nitratos se aplica entre 1 y 2 en el período de evolución, el manejo de abono fosfórico mejora la capacidad de conservación del producto (Salazar, 2002).

Riego: El riego no es imprescindible porque puede considerarse dañino, excepto en inviernos, primaveras extremadamente secas y en suelos muy sueltos.

Deshierba: Implica el manejo de pasadas con cultivadora y el deshierbe con azadón después de cada siembra para eliminar las malezas entre las hileras de las plantas. En términos generales, es necesario un deshierbe a lo largo del ciclo hasta el tiempo de su cosecha.

Recolección: En las plantaciones de otoño se requieren 8 meses para alcanzar la cosecha, mientras que en las de primavera se necesita de 4 y 4,5 meses. El instante adecuado para la recolección es cuando las hojas están completamente secas, el cual indica que es la etapa óptima para su cosecha. En suelos sueltos, las cabezas se desentierran halando de las hojas, en suelos compactos es recomendable utilizar palas puntiagudas o legonas. Las plantas extraídas se dejarán en la parcela de 4 a 5 días (si el tiempo lo permite) y luego se trasportan en carretas a los depósitos para su categorización y ensartado, finalmente se deberá higienizar de la tierra adherida.

1.2.1.5 Plagas y enfermedades

- **Enfermedades**

Severo Ochoa (2023) menciona algunas enfermedades frecuentes que se dan en la siembra de ajo, como:

- **Podredumbre verde (*Penicilium sp*.):** Es un padecimiento frecuente que perjudica al ajo, se distingue por provocar daños en los dientes, donde primeramente aparece una capa de pelusa blanca que posteriormente adopta un tono azul verdoso en consecuencia de la esporulación del hongo. La planta afectada presenta una coloración amarilla y

experimenta un debilitamiento, por lesiones generadas en el proceso de cultivo o incluso por heridas nativas de dónde están emergiendo.

- **La roya (*Puccinia alli*):** Se presenta por medio de pústulas de coloración pardo-anaranjada, mediante el paso del tiempo, se transforman en un tono pardo-oscuro, afección que se observa con mayor repetición en el ajo blanco, la diseminación de la roya se produce por el viento, que penetra por las estomas de las hojas, por el cual apresura la maduración y generando una notable disminución en los beneficios de la siembra, es esencial implementar medidas de prevención y tácticas de control apropiadas en favor de cuidar la siembra y reducir el efecto negativo de esta plaga.
- **Blanquilla (*Stemphillium vesicarum*):** Es la invasión de hongos que se presenta al término del tiempo de la siembra. Dicha invasión estimula una deshidratación prematura y acelerada de la planta, y en casos extremos, conllevar a la pérdida total de la plantación. Esta afectación se identifica por la visualización de sombras circulares y elípticas de tono blanco o grisáceo en las hojas. Esta enfermedad, es recurrente y común en el ajo morado. Los ambientes propicios para el progreso de la blanquilla envuelven temperaturas entre 16-25 ºC, jornadas de sereno o neblina y aumentos exagerados de la humedad.
- **Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*):** Esta afección se ve favorecida por temperaturas que oscilan entre 17 y 22 ºC, instante donde el hongo irrumpe en las raíces y desarrolla el micelio, los signos externos se manifiestan mediante el amarillamiento y el secado de las hojas.

❖ **Plagas**

- **Nematodos (*Ditylenchus dipsaci*):** Son minúsculos gusanos que se nutren de las células vegetales del ajo, pueden provocar un engrosamiento anómalo de los bulbos, lo que afecta su calidad y disminuye el rendimiento. Hoy en día, los perjuicios causados por los nematodos son reducidos, gracias al empleo de semillas libres de patógenos como a la práctica de rotación de los terrenos de cultivo (Sotres, 2007).
- **Ácaro del Ajo (*Acarus tulipae*):** Esta plaga se establece en la masa de los dientes de ajo, aquí se multiplica y ocasiona daños significativos, llegando a inutilizar por

completo el diente. Su aparición se distingue con facilidad, porque se observan manchas de color amarillento, que corresponden a áreas necrosadas provocadas por el enmohecimiento del tejido dañado, manchas que suelen localizarse cerca del nervio céntrico de las hojas. Al finalizar el ciclo, la plaga desciende hacia el bulbo y, conforme el almacenamiento, se despliega entre los mantos de piel y la pulpa, lo que provoca deshidratación y una reducción en su peso (Sotres, 2007).

- **Gusano Rojo (*Dyspessa ulula*):** Esta plaga forma parte de la estirpe de los lepidópteros y se distingue por ser nocturno, se lo visualiza debido a que deposita sus huevos en el asiento de las plantas, y cuando los gusanos brotan, se dirigen directamente al bulbo, ocultándose en el transcurso del cultivo e impidiendo un tratamiento. Una vez cosechado el ajo, los gusanos inician a nutrirse de las cabezas de ajo, consumando su fase larvaria en un lapso de 40 a 50 días (Quintero, 2018).
- **Polilla de Ajo Almacenado (*Ephestia sp.):*** El efecto que produce en las cabezas de ajo afectándolos hasta clasificarlos como desecho, además, de afectar el aspecto de los bulbos, porque dejan restos sedosos en los dientes de ajo. Las principales implicados de estos perjuicios son las larvas, orugas prolongadas, de cerca de 1 cm de longitud, presentan una coloración blanquecina que generan perjuicios en los cultivos (Pinzón, 2018).

1.2.1.6 Productos enzimáticos

Bioestimimulante (Bio Plant): Hormona de enraizamiento para plantas 100% orgánica. Esta mezcla de esporas de la variedad Trichoderma protege a la planta terapéutica contra ataques y enfermedades mediante la creación de micorrizas, colonizando el suelo y las raíces y previniendo la presencia de hongos dañinos.

Los microorganismos del suelo ofrecen múltiples beneficios. Los más destacados en nuestro enraizador orgánico son:

- Mejora la calidad del suelo
- Protección del cultivo en situaciones adversas

Tabla 2. Composición del producto

COMPOSICIÓN	PORCENTAGE (%)
Nitrógeno total (N)	15%
Fosforo total disponible (P2O5)	40%
Potasio total disponible(K2O)	15%
Diluyentes y compuestos relacionados	30%
TOTAL	100%
Toxicidad	Producto que no ofrece peligro

Gómez, 2024

Principales características

Es un fertilizante ultra-soluble de formula completa recomendando para completar y corregir diferencias nutricionales en variados cultivos. Contiene nitrógeno y potasio, componentes mínimos en forma de quelatos, que juntamente con sus agentes fuertes son ingredientes de compatibilidad y fitohormonas que hacen de este fertilizante para fertirriego de máxima asimilación y rápida penetración al interior de las plantas.

Tabla 3. Dosificación

Cultivo	Dosis
Rosales	**2.5 – 5 ml/l**
Leguminosas	**2.5 – 5 ml/l**
Cítricos	**2.5 – 5 ml/l**
Gramíneas	**2.5 – 5 ml/l**
Hortalizas	**2.5 – 5 ml/l**

Gómez, 2024

- Se debe aplicar directamente en el suelo.
- Es importante mezclar el BioPlant con agua para que se filtre con mayor rapidez.
- Se requiere realizar la mezcla en un recipiente con agua con la dosis adecuada.
- Se debe aplicar con una bomba de aspersión.
- La mezcla tiende a dañarse, por lo que se debe usar el mismo día.
- No se recomienda combinarlo con otros productos químicos.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de la aplicación de complejos enzimáticos orgánicos sobre la producción del cultivo de ajo (*Allium sativum*) bajo cubierta.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar las respuestas agronómicas del cultivo de ajo (*Allium sativum*) a la aplicación de complejos enzimáticos.

- Evaluar el rendimiento del cultivo de ajo (*Allium sativum*) a la aplicación de complejos enzimáticos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del experimento

El trabajo investigativo fue realizado en la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias "UTA" situada en Querochaca, provincia de Tungurahua; con una altitud de 2 865 msnm. Con coordenadas geográficas de 01° 22' 35" de Latitud Sur y 78° 36' 21" de Longitud Oeste. (INAMHI, 2015).

3.2 Características del lugar

3.2.1 Agua

El agua que se utilizó del sistema de riego Ambato-Huachi-Pelileo, fue almacenada en un reservorio y se administró al cultivo mediante un sistema de riego por goteo de acuerdo a sus necesidades.

3.2.2 Clima

Los datos de humedad y temperatura ambiental se registraron semanalmente con ayuda de un termohigrómetro digital y se consignó en la tabla que se detalla desde los dos meses de edad del cultivo de ajo hasta el día de la cosecha:

Tabla 4. Humedad y Temperatura

Características	
Humedad relativa	69%
Temperatura máxima obtenida	35.7 °C
Temperatura mínima obtenida	2.4 °C
Temperatura media	19.04 °C

Gómez, 2024

3.2 Equipos y materiales

3.2.1 Material experimental

El material vegetal que se utilizó para la investigación es el ajo peruano, cuyo cultivo estaba establecido de 2 meses de edad.

3.2.2 Materiales y equipos

Bomba mochila manual de 20 litros de capacidad, balde de 4 litros, tanque de 100 litros, vaso de precipitación, rastrillo, flexómetro, calibrador, termohigrómeto digital.

3.2.3 Material de oficina

Equipo de cómputo, papel bond A4, libreta de campo, esferográfico.

3.2.4 Insumos agrícolas

Bioestimulantes (Bio Plant), Hakaphos naranja, sulfato de cobre pentahidratado, sulfato mono potasico, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, ácido húmico, micronutrientes.

3.3 FACTORES DE ESTUDIO

3.3.1 Dosis

D1=2.5 ml L^{-1}

D2 = 3.75 ml L^{-1}

D3 = 5ml L^{-1}

3.3.2 Frecuencias

F1= cada 30 días

F2= cada 15 días

3.4 Diseño Experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones. Las diferencias significativas entre tratamiento se analizaron mediante la altura de la planta, diámetro basal y peso del bulbo, el cual se aplicó la prueba de Tukey al 5% para

determinar tratamientos que presentan diferencias significativas entre las variables analizadas teniendo como referencia al testigo.

Tabla 5. Tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	
D1F1	2.5 ml. L^{-1}	cada 30 días
D1F2	2.5 ml. L^{-1}	cada 15 días
D2F1	3.75 ml. L^{-1}	cada 30 días
D2F2	3.75 ml. L^{-1}	cada 15 días
D3F1	5 ml. L^{-1}	cada 30 días
D3F2	5 ml. L^{-1}	cada 15 días
T		

Se trabajó con 7 tratamientos con arreglo factorial $3 * 2 + 1$, con 3 repeticiones.

Gómez, 2024

3.5 Descripción del ensayo

Tabla 6. Área experimental

N° de camas	3
Largo de cama	**38 m**
Ancho de cama	**1 m**
N° de parcelas/cama	**21**
Largo de parcela	**5.40 m**
Ancho del camino	**0.50 m**

Gómez, 2024

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Descripción del cultivo

El cultivo de ajo se encontraba en una etapa inicial con 2 meses de edad, desde su plantación con una distancia de 20 cm entre hileras de 4 filas y una distancia entre planta de 5cm.

3.6.2 Deshierba

El control de malezas se realizó de manera manual para evitar lastimar los ajos, se efectuó cada 15 días y para el camino se utilizó un azadón, esta actividad se realizó cada 30 días.

3.6.3 Riego

Se utilizó un sistema de riego con un espaciamiento entre empaques de 15 cm, con el fin de evitar un exceso de agua y prevenir pudriciones, así como para suministrar nutrientes.

3.6.4 Fertilización

Se utilizó fertilizantes durante la etapa de investigación en base a la necesidad del cultivo, se aplicó bioestimulantes (Bio Plant), hakaphos naranja, sulfato de cobre pentahidratado, sulfato monopotasico, sulfato de magnesio, nitrato de calcio, ácido húmico, micronutrientes, las dosis que se detallan a continuación se diluyó en un recipiente de 60 litros de capacidad, luego se hizo inyección directa.

- Se aplicaron las dosis del bioestimulantes (BioPlant)
- Se aplicó 3 libras de hakaphos naranja
- 200 ml de sulfato de cobre pentahidratado
- 231g sulfato monopotasico
- 297 g sulfato de magnesio
- 1584 g nitrato de calcio
- 100 g ácido húmico
- 20 g micronutrientes

3.6.5 Control fitosanitario

Para prevenir la pudrición se utilizó 60 ml de cobre en 20 L de agua.

3.7 Variable Respuesta

Las variables caracterizadas fueron de acuerdo con la aplicación de los planes orgánico y químico, las cuales son:

3.7.1 Presencia de Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*)

Se observó la presencia de podredumbre blanca en la segunda repetición en cinco plantas, lo cual para tratar y prevenir que se prolongue se aplicó cobre pentahidratado a razón de ml. L^{-1} dirigido al cuello de las plantas en las tres repeticiones.

3.7.2 Procesamiento de la Información

Una vez obtenidos los datos de campo se procedió a realizar un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%, todos los análisis estadísticos se los elaboró por medio del programa Statistix10.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Altura de planta

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta en cm a los 30, 60 y 90 días.

TRATAMIENTO	30 días	60 días	90 días
D1F1	68.4 AB	70.73 A	73.11 A
D1F2	68.3 AB	69.90 A	71.18 A
D2F1	64.71 AB	68.61 AB	69.23 AB
D2F2	68.66 AB	69.73 A	69.73 A
D3F1	65.66 AB	66.95 AB	66.95 AB
D3F2	70.4 A	71.76 A	71.76 A
T	59.26 B	60.91 B	60.91 B

Gómez, 2024

La altura de la planta se midió a los 30 días observando que el de mayor altura es el tratamiento D3F2 (70.4), mientras que el testigo fue el de mínimo crecimiento (59.26). A los 60 días el tratamiento de mayor crecimiento fue D3F2 (71.76), a diferencia del testigo (60.91) que es el de menor crecimiento y a los 90 días el de mayor crecimiento fue D1F1 (73.11), mientras que el testigo (60.91) fue el de menor crecimiento ya que no se aplicó el producto BioPlant para que influya al crecimiento a través de los complejos enzimáticos que estimulan el crecimiento de la planta. Montes de Oca (2014) menciona que los catalizadores del suelo son elaborados por plantas y microorganismos los cuales son primordiales para la innovación de energía y el ciclaje de alimentos, lo que permite que la planta tenga un adecuado y vigoroso crecimiento.

Comparamos en la figura 1 (anexos pag.47) que a los 60 días el crecimiento de la planta es

notorio y significativo, corroborando que los complejos enzimáticos aplicados mediante el producto BioPant contribuyó de manera efectiva.

No obstante, al presentar un crecimiento longitudinal y al aplicar el producto en el cultivo de ajo, no existió mayor problema como enfermedades y plagas. Dalgo (2020) menciona que las enzimas contribuyen al crecimiento al obtener los nutrientes que son obligados para fortalecer, ser sanas y vigorosas. En tal virtud, el manejo de enzimas en las plantas permite activar nutrientes del sustrato como los fertilizantes, brindando el alimento necesario para su crecimiento. Además, fomenta el incremento de nuevas raíces al eliminar las raíces muertas, lo que facilita una mayor absorción de nutrientes y un crecimiento saludable. Las enzimas también ayudan a eliminar la exuberancia de sales minerales acumuladas en el sustrato.

4.2 Diámetro basal del tallo

Tabla 8. Prueba de Tukey para diámetro basal del tallo en cm a los 30, 60 y 90 días.

TRATAMIENTO	30 días	60 días	90 días
D1F1	5.69 AB	6.20 A	7.23 A
D1F2	6.97 A	7.20 A	7.62 A
D2F1	5.39 AB	6.43 A	7.10 A
D2F2	6.53 AB	7.13 A	7.56 A
D3F1	6.64 AB	6.76 A	7.13 A
D3F2	6.09 AB	7.30 A	7.81 A
T	4.24 B	4.35 B	4.93 B

Gómez, 2024

En la toma de datos del diámetro basal a los 30, 60 y 90 días observamos un crecimiento de manera ascendente notoria. Hinojosa (2007) menciona que mediante un análisis mineral de

modelo de suelo se determina el cambio de fertilidad en que se encuentra el suelo, para obtener mejor calidad tanto en crecimiento y engrose de la planta aplicando productos a base orgánica como lo es BioPlant, el cual estimula al crecimiento y engrose del vegetal sin dañar el suelo.

A los 30 días observamos cambios progresivos en los tratamientos, el de mayor diámetro basal fue D1F2 (6.97 cm) y de menor diámetro el Testigo (4.24 cm), ya que no recibió ninguna dosis del producto BioPlant, a los 60 días el engrose del diámetro basal es notorio el cual fue de mayor diámetro basal D3F2 (7.30cm), mientras que el Testigo (4.35 cm), siendo el de menor diámetro basal, a los 90 días el del diámetro basal incrementó su engrose obteniendo el de mayor diámetro D3F2 (7.81 cm), mientras que el testigo sigue encontrándose en el de menor engrose (4.93 cm) estando en el rango más bajo, Narváez (2010) menciona que la actividad enzimática puede servir como indicador de la calidad para el crecimiento de la planta. Por ejemplo, la actividad de enzimas como la fosfatasa y la celulasa son las mejores en suelos ricos en materia orgánica, mientras que la actividad de la ureasa es mayor en suelos con alta fertilidad, lo que al final del día contribuye a que el ajo alcance un mayor engrose en el diámetro basal.

4.3 Diámetro polar del bulbo en cm.

TRATAMIENTOS	$\bar{x}$	Rango
D1F1	3.60	A
D1F2	3.17	AB
D2F1	3.67	AB
D2F2	3.41	AB
D3F1	3.20	AB
D3F2	3.53	AB
T	3.08	B

Gómez, 2024

En la toma final de datos el de mejor diámetro polar del bulbo fue D1F1 (3.60) cm ocupando el rango A (alto), seguido por los demás tratamientos compartiendo el rango AB (medio), a diferencia del testigo (3.08 cm) que fue el de menor crecimiento ubicándose en el rango B (bajo), González (2007) menciona que, en las plantas las enzimas participan en la biosíntesis de productos secundarios y de hormonas. Los complejos enzimáticos involucran una amplia familia de genes de protección y resistencia con una diversidad de funciones clave en las plantas, en las cuales intervienen en diversos procesos metabólicos de importancia para el óptimo crecimiento del diámetro y peso del bulbo.

4.4 Diámetro ecuatorial del bulbo en cm.

TRATAMIENTOS	X	Rango
D1F1	**3.7**	AB
D1F2	**3.68**	AB
D2F1	**3.8**	AB
D2F2	**3.89**	AB
D3F1	**3.58**	AB
D3F2	**3.92**	A
T	**3.37**	B

Gómez, 2024

En la toma de datos del diámetro ecuatorial del bulbo el de mayor diámetro fue D3F2 (3.92 cm), ubicándose en el rango A (alto) y el de menor diámetro fue el testigo (3.37 cm) ocupando el rango B (bajo), al no obtener el tratamiento en el total del ciclo de estudio. Hurtado (2020) indica que BIO PLANT es un abono natural para los cultivos que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y microorganismos para optimar el sustrato inerte, lo cual permite el engrosamiento del bulbo. Existen dos tipos de abonos, uno que se destina a las raíces diluyéndolo en el agua de riego y otro foliar que se pone en las hojas, que en el caso del cultivo de ajo el óptimo es en la raíz, porque permite el ingreso directamente al bulbo y distribuya al resto de la planta.

4.5 Peso del bulbo.

F de V	GL	SC	CM	F	P
Rep.	2	7.041	3.5205		
Trat.	6	107.572	17.9287	2.55	0.0793
Error	12	84.459	7.0383		
Total	20	199.072			

Gómez, 2024

Grand Mean 18.248

CV 14.54

Mediante la prueba Tukey reflejó que existió un peso notorio entre los tratamientos, a diferencia del testigo que obtuvo el menor crecimiento, el cual se mantuvo así hasta su cosecha, los datos del peso del bulbo no presentan diferencia estadística, pero si se evidencio una diferencia matemática. Piñón (2010) menciona que la acción enzimática es fundamental para el crecimiento y la productividad del cultivo de ajo. Productos orgánicos como BioPlant que favorece al suelo, a base de complejos enzimáticos. Además, favorece a que la planta tenga una mejor respuesta ante un estrés ambiental, con las enzimas, ayudando que la siembra de ajo obtenga un mejor peso del bulbo.

CONCLUSIONES

- Se evaluó la aplicación de complejos enzimáticos en el cultivo de ajo *Aliun sativum* en tres dosis con dos frecuencias, donde evidencio el resultado final con la mejor altura D1F1 (73.11 cm) siendo la dosis de 2.5 ml. L^{-1} con la frecuencia de cada 30 días, en cuanto a diámetro basal el de mejor grosor fue D3F2 (7.81 cm) con la dosis 5ml. L^{-1} con la frecuencia de cada 15 días. En cuanto al peso mediante la prueba Tukey al 5% existió un crecimiento notorio entre los tratamientos no presentó una diferencia estadística pero si matemática en sus valores, contrario al testigo que fue el de menor crecimiento, mencionando que su cosecha fue a los 5 meses ya que al ser bajo cubierta aceleró su ciclo el cual es de 6 meses, mencionando que no existió la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo.

- El crecimiento y peso fue a la par entre los tratamientos a diferencia del testigo que fue el de menor peso, ya que no obtuvo ninguna dosis durante todo el ciclo del cultivo

RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones se recomienda realizar una réplica con las mismas dosis en el mismo sitio experimental o que presente similares condiciones climáticas y al aire libre ya que bajo cubierta presento un resultado favorable, también se sugiere realizar la toma de datos y aplicaciones de complejos enzimáticos en horas de la mañana con el fin de evitar deshidratación o marchitamiento en las plantas por el cambio de temperatura.

- Se sugiere al agricultor el uso de complejos enzimáticos orgánicos para sus cultivos ya que no son dañinos para el ser humano ni el suelo ya que por ser orgánico no degrada los minerales del mismo para próximos cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Balezentienė L. 2012. Hydrolases Related to C and N. Cycles and Soil Fertility Amendment: Responses to Different Management Styles of Agro-Ecosystems. Pol. Bandick AK and Dick RP. 1999. Field management effects on enzyme activities. Soil Biology and Biochemistry 31:1471-1479.

Benavides, C. (2013). Revista tierra adentro. Obtenido de Cultivo de Ajo http://revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/65-cultivo-de- tomate-de-arbol#:~:text=Selecci%C3%B3n%20de%20la%20planta%20madre,maduros%20y%20en%20buen%20estado.&text=Extracci%C3%B3n%20y%20lavado%20de%20semillas,una%20malla%20fina%20de%20alambre.&te

Bolton J.R., Elliot L.F., Papendick R.I., Bezdicek D.F. 1985. Soil Bordones A. 2018. Comparación de la efectividad en la protección de cultivos a base de insecticidas orgánicos en la producción de ajo (allium sativum). Obtenido de https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1817

Caravaca F., Masciandaro G., Ceccanti B. 2002. Land use in relation CitInform@. CIT Canaan-Ayacucho. INEA-Oficina General de Información Tecnológica. No002-2006. (Citado julio 20. 2012) Disponible en Internet: http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0005/index.htm#tecnologia_can aan_ajo.

Dalgo, N. (2020). CULTIVO DEL AJO Y SUS PROBLEMAS FITOSANITARIOS 2012 (en línea). Evaluación de un sistema de manejo integrado de complejos enzimáticos en diferentes cultivos, Pichincha. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21455/1/T- UCE-0004- CAG-244.pdf

Dick RP. 1994. Soil Enzyme Activity as an Indicator of Soil Quality. In: Doran JW et al., editors. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, WI. p 107-124.

El Huerto (2015). El cultivo de ajo y sus partes. Obtenido de https://elhuertocm.wordpress.com/2015/11/19/el-ajo/ElProductor 2017.

García M. (2000). Complejos enzimáticos en las plantas. Obtenido de https://oa.upm.es/837/1/02200009.pdf

González D. (2007). EL COMPLEJO ENZIMÁTICO CITOCROMO P450 EN LAS PLANTAS Y SUS VENEFICIOS PRINCIPALES. Obtenido de
Hinojosa (2007). Crecimiento basal con complejos enzimáticos. Obtenido en https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ininv/article/download/251/233/931
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992007000400003

Hurtado (2020). BioPlant en diferentes cultivos de plantas. Obtenido de https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/721

Ideagro. s.f. (2019). La importancia de la actividad enzimática en el suelo para la agricultura. Ideagro. Obtenido en https://ideagro.es/la-importancia-de-la-actividad-enzimatica-en-el-suelo-para-la-agricultura/

INAMHI. 2015. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador.

INTAGRI, (2016). Cultivo de ajo Allium sativum. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-cultivo-de-ajo#:~:text=El%20ajo%20se%20puede%20sembrar,la%20posici%C3%B3n%20de
J. Environ. Stud. 21(5):1153-1159.

Mansilla F. (2012). Complejos enzimáticos en la producción de ajo. Obtenido de https://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh212/cientifico_rh212.pdf
microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. Soil Biology and Biochemistry 17:297-302.

Montes de Oca P. (2014). Actividad enzimática del suelo –Deshidrogenasa, β-Glucosidasa, Fosfatasa y Ureasa- bajo diferentes cultivos. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377- 94242014000100003

Narváez (2010). Complejos enzimáticos en el suelo. Obtenido en https://microbioma.es/la-actividad-enzimatica-como-indicador-de-salud-de-los- suelos/

Nuño L. 2020. Ventajas de productos enzimáticos en la producción de ajo. Obtenido de https://servalesa.com/ajo-y-bioestimulantes-el-tandem-perfecto/parámetros bioquímicos en suelos. Ed. C. García, F. Gil, T. Hernándes y C. Trasar. España. Mundiprensa. 371 p.

Paz-Ferreiro J., Trasar-Cepeda C., LEIRÓS M.C., SEOANE S., GIL-
Pedro de Montes (2014), La importancia de la actividad enzimática en el suelo para la agricultura. Agronomía Costarricense, 38(1), 23-38. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377- 94242014000100003

Pinzón H. 2018. Taxonomía y origen del ajo Allium sativum. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2366/Ver_Document o_2366.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quintero J. 2018. Origen del cultivo de ajo, producción y cuidado. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_01.pdf

Robles, L.; A. González; D. Crawford; W. Chun: «Review of Agricultural and Medicinal Applications of Basiodiomycete Mushrooms», Tecnociencia Chihuahua 2

Salazar J., (2002). El Ajo y su producción agrícola complementaria. Obtenido de https://es.scribd.com/document/376643498/INFORME-AJO.

Silva M. (2017) El ajo vino desde la antigüedad para quedarse en la cocina. Obtenido de https://agrotendencia.tv/agropedia/agricultura/cultivos/el-cultivo-del-ajo/

Sotres F. 2007. Biochemical properties of acid soils under native grassland in a temperate humid zone. New Zealand Journal of Agricultural Research 50(4):537- 548.

Stefanic, 1984. Researches concerning a biological index of soil fertility. En: Nemes, M.P., Kiss, S., Papacotea, P., Stefanic, C., Rusan, M. (Eds). Fifht Symposium on Soil Biology. Rumanian National Society of Soil Science Bucharest, pp. 33-45

Suarez M. 2012. Producción de ajo bajo cubierta. Obtenido de https://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh212/cientifico_rh212.pdf

Terralía (2018). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales: Composición de la producción y cuidado del ajo (Allium sativum). Terralía.https://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutri cionales/view_composition?book_id=1&composition_id=5303 to soil chemical and biochemical properties in a semiarid Mediterranean environment. Soil and Tillage Research 68(1):23-30.

ANEXOS

F de V	GL. 30, 60, 90 días	SC. 30 días	CM 30 días	F. valor 30 días	SC. 60 días	CM 60 días	F. valor 60 días	SC. 90 días	CM 90 días	F. valor 90 días
Rep.	2	4.322	2.1608		2.008	1.0039		1.128	0.5642	
Trat.	6	248.848	41.4746	3.23	237.022	39.5037	4.91	265.778	44.2964	6.41
Error	12	154.29	12.8575		96.512	8.0427		82.889	6.9074	
Total	20	407.46			335.543			349.795		

Anexo 1. Análisis de varianza de altura para 30, 60 y 90 días.

Gómez, 2024

A los 30 días	**A los 60 días**	**A los 90 días**
Grand Mean 66.488	Grand Mean 68.371	Grand Mean 69.736
CV 5.3	CV 4.15	CV 3.77

Anexo 2. Altura de planta a los 30 días cm.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	70.80	68.70	65.70	**68.40**
D1F2	69.60	69.20	66.10	**68.30**
D2F1	57.05	64.80	72.30	**64.72**
D2F2	67.80	70.40	67.80	**68.67**
D3F1	67.00	67.10	62.90	**65.67**
D3F2	70.60	68.80	71.80	**70.40**
T	58.50	60.10	59.20	**59.27**

Gómez, 2024

Anexo 3. Altura de planta a los 60 días cm.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	72.50	71.29	68.40	**70.73**
D1F2	71.50	71.40	66.82	**69.91**
D2F1	65.48	66.15	74.20	**68.61**
D2F2	69.30	71.25	68.65	**69.73**
D3F1	67.55	69.50	63.80	**66.95**
D3F2	72.56	69.90	72.82	**71.76**
T	59.63	61.80	61.30	**60.91**

Gómez, 2024

Anexo 4. Altura de planta a los 90 días cm.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	75.53	73.80	70.01	**73.11**
D1F2	72.45	71.50	69.60	**71.18**
D2F1	66.10	66.50	75.10	**69.23**
D2F2	70.10	71.80	68.90	**70.27**
D3F1	69.35	69.80	67.00	**68.72**
D3F2	74.95	72.56	73.20	**73.57**
T	61.60	62.30	62.30	**62.07**

Gómez, 2024

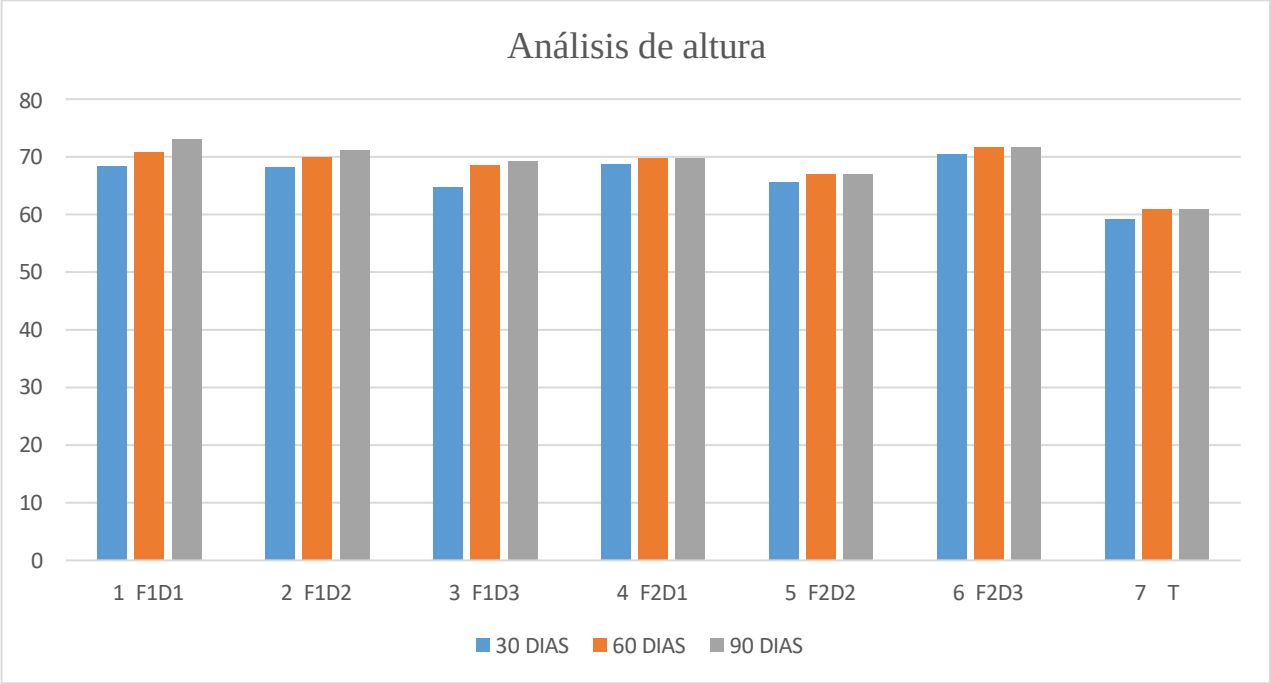


Figura 1. Comparación de medidas de crecimiento a los 30, 60 y 90 días

Gómez 2024

Anexo 5. Análisis de varianza de diámetro basal a los 30,60, 90 días.

F de V	GL. 30, 60, 90 días	SC. 30 días	CM 30 días	F. valor 30 días	SC. 60 días	CM 60 días	F. valor 60 días	SC. 90 días	CM 90 días	F. valor 90 días
Rep.	2	0.7000	0.35000		0.0244	0.01218		0.0717	0.03584	
Trat.	6	15.5291	2.58819	2.98	18.9244	3.15407	9.93	7.0861	2.84768	27.99
Error	12	10.4309	0.86924		3.8120	0.31767		1.2208	0.10174	
Total	20	26.6600			22.7607			18.3786		

Gómez, 2024

A los 30 días.	**A los 60 días**	**A los 90 días**
Grand Mean 5.939	Grand Mean 6.484	Grand Mean 7.057
CV 15.70	CV 8.69	CV 4.52

Anexo 6. Diámetro basal de la planta en cm a los 30 días cm.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	4.86	6.10	6.12	**5.69**
D1F2	7.41	7.20	6.31	**6.97**
D2F1	5.20	4.08	6.90	**5.39**
D2F2	5.60	6.90	7.10	**6.53**
D3F1	6.63	6.20	7.10	**6.64**
D3F2	6.06	7.40	4.82	**6.09**
T	4.01	4.70	4.02	**4.24**

Gómez, 2024

Anexo 7. Diámetro basal de la planta en cm a los 60 días.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	4.86	6.10	6.12	**5.69**
D1F2	7.41	7.20	6.31	**6.97**
D2F1	5.20	4.08	6.90	**5.39**
D2F2	5.60	6.90	7.10	**6.53**
D3F1	6.63	6.20	7.10	**6.64**
D3F2	6.06	7.40	4.82	**6.09**
T	4.01	4.70	4.02	**4.24**

Gómez, 2024

Anexo 8. Diámetro basal de la planta en cm a los 90 días.

TRATAMIENTOS	I	II	III	TOTAL
D1F1	7.32	7.00	7.37	**7.23**
D1F2	7.60	7.90	7.37	**7.62**
D2F1	7.21	6.80	7.30	**7.10**
D2F2	7.30	7.50	7.90	**7.57**
D3F1	6.90	6.80	7.70	**7.13**
D3F2	7.90	7.90	7.63	**7.81**
T	4.80	5.30	4.70	**4.93**

Gómez, 2024

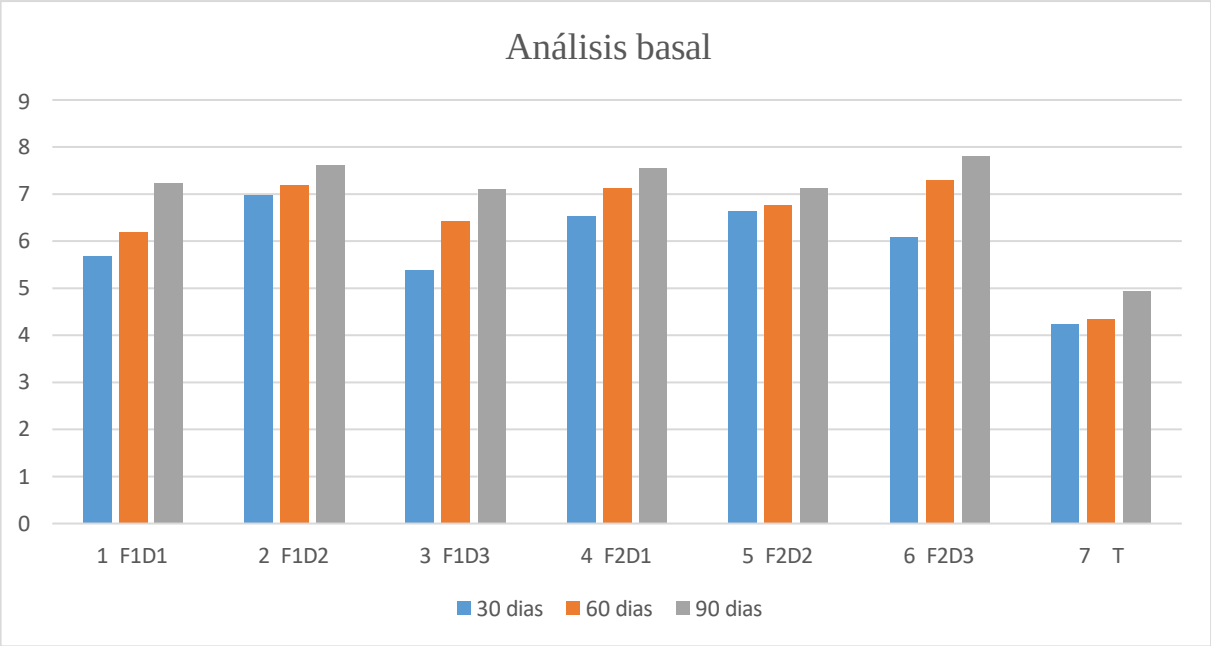


Figura 2. Comparación de medidas de crecimiento a los 30, 60 y 90 días.

Gómez 2024

Anexo 9. Toma de datos de la altura de la planta.



Anexo 10. Toma de datos diámetro basal.



Anexo 11. Preparación del producto BioPlant.



Anexo 12. Cosecha del cultivo de ajo.



Anexo 13. Peso del bulbo.

