

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) como suplemento a la fertilización mineral, orgánica y prevención de la Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*), en San Joaquín Azuay

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

Jonnathan Miguel Asmal Molina

Carlos Geovanny Jachero Pauta

Director:

Fernando Gerardo Bermúdez

ORCID:  0000-0002-6998-8083

Cuenca, Ecuador

2024-01-25

Resumen

Esta investigación evaluó el efecto de tres bioestimulantes como un método de prevención para *Plasmodiophora brassicae* en *Brassica oleracea* var. Capitata (col repollo). Durante los últimos años, el rendimiento de col repollo, está siendo afectado por un hongo denominado *Plasmodiophora brassicae* (hernia de la col), presente y prolifero en los suelos hortícolas de la parroquia San Joaquín Azuay, por este motivo, los agricultores, han sentido la necesidad de utilizar métodos, que en muchos casos son inadecuados para los cultivos y al final representan un mayor costo de producción. Esta investigación planteó un diseño de bloques al azar en parcelas divididas, en donde las parcelas principales son los tipos de abono (sin abono, pollinaza, pollinaza + urea, bocashi) y las subparcelas son las dosis de bioestimulantes: Dosis 1 (0 cm³), dosis 2 (LisToo 0,25 cm³), dosis 3 (LisToo 0,50 cm³), dosis 4 (LisToo 1 cm³), dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) y dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha). En donde se establecieron 24 tratamientos con 5 repeticiones. Demostrando que el tratamiento T14: pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) presentó mejores resultados para las variables: cobertura, altura, número de hojas, diámetro, peso y rendimiento del repollo en relación al resto de tratamientos con bioestimulantes comerciales y al testigo. Sin embargo, para las variables de incidencia y severidad de *Plasmodiophora brassicae*, se registró significancia solo a los 30 d.d.t., en comparación con todos los tratamientos.

Palabras clave: plasmodiophora brassicae, bioestimulante, brassica oleracea, incidencia, severidad



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

This research evaluated the effect of three biostimulants as a prevention method for *Plasmodiophora brassicae* on *Brassica oleracea* var. capitata (cabbage). During the last few years, cabbage yields have been affected by a fungus called *Plasmodiophora brassicae* (cabbage hernia), present and proliferated in the horticultural soils of the San Joaquín Azuay parish. For this reason, farmers have felt the need to use methods, which in many cases are inadequate for the crops and in the end represent a higher production cost. This research proposed a randomized block design in divided plots, where the main plots are the types of fertilizer (no fertilizer, pollinaza, pollinaza + urea, bocashi) and the subplots are the doses of biostimulants: Dose 1 (0 cm³), dose 2 (LisToo 0.25 cm³), dose 3 (LisToo 0.50 cm³), dose 4 (LisToo 1 cm³), dose 5 (Cytokin 250 cm³/ha) and dose 6 (Biozyme 0.5 l/ha). Twenty-four treatments were established with five replications. It showed that the T14 treatment: pollinaza + urea + dose 2 (LisToo 0.25 cm³) presented better results for the variables: cover, height, number of leaves, diameter, weight and cabbage yield in relation to the rest of the treatments with commercial biostimulants and the control. However, for the variables of incidence and severity of *Plasmodiophora brassicae*, significance was recorded only at 30 d.d.t., in comparison with all the other treatments.

Keywords: plasmodiophora brassicae, biostimulants, brassica oleracea, incidence, severity



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción.....	9
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos.....	11
3. Revisión bibliográfica.....	12
3.1. Pollinaza.....	12
3.2. Cultivo de <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i> (Col repollo)	13
3.3. <i>Plasmodiophora brassicae</i> (Hernia de la col)	13
3.4. Los bioestimulantes	14
3.5. Compuestos y contenido de los bioestimulantes.....	15
4. Materiales y métodos.....	19
5. Resultados y Discusión	25
Conclusiones.....	39
Recomendaciones	40
Referencias	41
Anexos	48

Índice de figuras

Figura 1. Síntomas de hernia de la col (<i>Plasmiodiophora brassicae</i>).....	14
Figura 2. Presentación del bioestimulante LisToo	16
Figura 3. Presentación comercial del bioestimulante Cytokin	17
Figura 4. Presentación del bioestimulante Biozyme	18
Figura 5. Delimitación geográfica del área de estudio.....	19
Figura 6. Diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas	20
Figura 7. Porcentaje de cobertura a los 60 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (%)	25
Figura 8. Porcentaje de cobertura a los 90 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (%)	26
Figura 9. Altura de la planta a los 60 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (cm)	27
Figura 10. Número de hojas a los 30 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (u).....	28
Figura 11. Número de hojas a los 60 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (u).....	29
Figura 12. Diámetro del repollo en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (cm).....	30
Figura 13. Peso del repollo en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (kg)	31
Figura 14. Rendimiento de <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (t/ha).....	32
Figura 15. Porcentaje de incidencia de <i>Plasmiodiophora brassicae</i> a los 30 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (%)	33
Figura 16. Porcentaje de severidad de <i>Plasmiodiophora brassicae</i> a los 30 días en <i>Brassica oleracea</i> var. Capitata (%)	35

Índice de tablas

Tabla 1. Contenido de nutrientes en pollinaza.....	12
Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación	20
Tabla 3. Factores utilizados en la investigación.....	21
Tabla 4. Características de las unidades experimentales	22
Tabla 5. Escala para evaluar la severidad ocasionada por “Hernia de la col” (<i>Plasmodiophora brassicae</i>).....	24
Tabla 6. Análisis económico de los costos variables para los tratamientos por ciclo de cultivo en una hectárea de producción	36
Tabla 7. Análisis costo/beneficio de los tratamientos por ciclo de cultivo en una hectárea ..	37
Tabla 8. Resumen de significancia de las variables de la investigación	38

Agradecimiento

Agradecemos por sus conocimientos, paciencia, orientación y tiempo en la realización de esta investigación al Ing. Fernando Bermúdez, PhD., y al Ing. Patricio Peñafiel, quienes fueron respectivamente nuestro director y codirector de la tesis. Además, un agradecimiento especial a los miembros que conformaron el comité revisor: Dr. Eduardo Chica, Dra. Ximena Palomeque, Ing. Walter Larriva, por su asistencia y seguimiento durante el trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial al Ing. Luis Minchala por su asesoría en el diseño de campo, de la misma manera para laboratorio de suelos por su asistencia y recursos y finalmente, agradecemos a todas las personas que nos colaboraron durante la fase de campo de esta investigación.

Dedicatoria

Dedico los logros de este proyecto a Dios, que me ha permitido culminar los estudios de mi carrera, a mi padres, hermanos, esposa e hija, por los consejos y el apoyo incondicional, brindado a lo largo de mi carrera universitaria, por la motivación, compromiso para alcanzar esta meta en mi vida, así como el cariño que me han otorgado.

Y por último una dedicatoria especial a nuestros profesores y tutores por compartir sus conocimientos, amistad y apoyo en el transcurso de la carrera.

Jonnathan Asmal

Una dedicatoria con mucho cariño a mi familia por su apoyo incondicional para culminar una meta importante en nuestra vida, por enseñarme a luchar con razón y confianza. En especial quiero dedicar este logro a mi mamá que es parte fundamental de mi vida y mi principal apoyo.

A mi Ángel de la Guarda, mi abuelita María Concepción Rojas Narváez Elizabeth, que, aunque ya no está conmigo sé que desde el lugar que ella se encuentre me cuida y me protege, por lo que tuve, lo que tengo y tendré, gracias Dios, con amor y admiración.

De la misma manera a nuestros profesores por habernos compartido sus conocimientos, amistad y apoyo incondicional en el transcurso de nuestra carrera.

Carlos Jachero

Introducción

La col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) es una hortaliza de gran demanda gastronómica a nivel mundial (Jinde, 2014), por sus características nutritivas, ricas en calcio, magnesio, vitamina A, B6 y C (Zamora, 2016). Actualmente se estima una producción de 71.803.269 t/año, de las cuales 33,881,515 le pertenecen a China (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). En el Ecuador la producción es de 11,007 t/año (FAO, 2019), distribuidas en provincias de la sierra ecuatoriana como: Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Loja y Azuay, las cuales presentan las condiciones edáficas y climáticas idóneas para la producción de hortalizas (Mera, 2018; Vallejo, 2013).

En la provincia del Azuay, el 85% de las comunidades y barrios de la parroquia de San Joaquín se dedican a la producción de hortalizas, alrededor de 26 especies hortícolas se cultivan conjuntamente con plantas medicinales (Viñansaca, 2019), en terrenos ubicados en la zona céntrica de la parroquia (GAD, 2015; Romero, 2019), destinando el 20% de la producción hacia un amplio sector urbano de la ciudad de Cuenca y sus alrededores; y la diferencia se la comercializa a provincias como Cañar, El Oro, parte del Guayas y el Oriente (Guamán & Tacuri, 2014). De esta producción el 5,2 % cultivan *Brassica oleracea* var. *Capitata* en los predios (Sotamba & Sánchez, 2013).

Los agricultores manifiestan tener bajos rendimientos en su producción (Romero, 2019; Zea, Chilpe, Sánchez & Chica, 2020; Sotamba & Sánchez, 2013), esto se corrobora mediante una encuesta realizada por el equipo de investigación 2020, en la cual, se mencionan las causas que están generando pérdidas en la producción como: malas prácticas agrícolas, falta de sanitización de los cultivos, exceso de aplicación de abonos orgánicos sin descomponer (pollinaza), baja calidad de semilleros, mala rotación de cultivos, deficiencia en capacidad de diagnóstico y control oportuno de plagas y enfermedades, escaso asesoramiento técnico y uso inadecuado de agroquímicos (Viñansaca, 2019; Sotamba & Sánchez, 2013; Álvarez & Armendáris, 2015). Los problemas mencionados anteriormente pueden causar pérdida de fertilidad en los suelos, provocando riesgos de afección a los agricultores y daños al medio ambiente (Araujo, 2014).

La pollinaza es un residuo rico en materia orgánica, nitrógeno y minerales, que provee al suelo nutrientes para las plantas, esta debe pasar por un tratamiento de compostaje para eliminar bacterias (coliformes fecales), hongos y reducir la incidencia de patógenos en el suelo (Tipan, 2017; Wu Loli, 2020); pero si es utilizada sin previo tratamiento, de manera

indiscriminada y continua, provoca problemas de contaminación en el suelo con altos contenidos de sales y nutrientes; como consecuencia se reduce formas de vida benéficas, disminuye la capacidad de drenaje e incrementa el desarrollo de microorganismos patógenos que dificultan la mineralización del nitrógeno (López & Pauta, 2012; Mullo, 2012).

Se ha evidenciado en los predios encuestados la aplicación excesiva y sin previo compostaje de pollinaza, con $1,4 \text{ kg/m}^2$ (14 t/ha), cuando la dosis recomendada según (Parra, 2013; Cajamarca, 2012; Rivera, 2017), es $0,3 \text{ kg/m}^2$ (3 t/ha) por ciclo del cultivo, pero durante el año se realiza como mínimo 3 ciclos del cultivo, eso significa que la cantidad de pollinaza aplicada sin descomponer es 42 t/año, incluyendo las malas prácticas agrícolas mencionadas en el párrafo anterior y el uso común de la urea, que en dosis excesivas puede acidificar el suelo (Boccolini, 2016), están generando ambientes adecuados para el desarrollo de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) en los terrenos.

La hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) es una enfermedad según Telenchana (2015), que ocasiona abultamientos o protuberancias (hipertrofias) en las raíces, reduciendo la capacidad de transporte de agua y nutrientes, como consecuencia la parte aérea de la planta no se desarrolla y las hojas se marchitan en los momentos más secos del ambiente (IIAP, 2014; Almachi, 2013), además esta enfermedad se encuentra en la mayoría de los predios agrícolas de San Joaquín (Rivera, 2017). Por esta razón, el estudio se enfoca en el uso de bioestimulantes en el cultivo *Brassica oleracea* var. *Capitata* como una práctica de remediación agrícola.

La utilización de bioestimulantes para la agricultura ha tomado importancia en los últimos años (Martí, Ramírez, Valero, Casanova, Quintana & Matos, 2014), estos productos no dejan residuos tóxicos en el suelo, su aplicación no causa daños a las personas, se complementan bien con fertilizantes y productos fitosanitarios, además mejoran la absorción, asimilación y eficiencia de los nutrientes presentes en el suelo aumentando la disponibilidad de los mismos para la planta (Du Jardin, 2015; Cabrera, 2011; Calero, Pérez & Pérez D., 2016; Reyes, 2014). El presente estudio pretende evaluar el efecto de tres bioestimulantes en col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) como suplemento a la fertilización mineral, orgánica y prevención de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) en San Joaquín Azuay, dando a conocer un método de prevención para la enfermedad.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres bioestimulantes en col repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) como suplemento a la fertilización mineral, orgánica y prevención de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) en San Joaquín Azuay.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo y rendimiento de col repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata) en respuesta a la aplicación de los bioestimulantes.
- Evaluar la incidencia y severidad de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) en col repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata).
- Realizar el análisis de los costos variables de los tratamientos evaluados.

3. Revisión bibliográfica

3.1 Pollinaza

La producción hortícola en San Joaquín consume gran cantidad de pollinaza (abono a partir de excretas de pollo de engorde con una cama de cascarilla de arroz), el cual aporta materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), cobre (Cu) y hierro (Fe) (Benites, Lozano, Torres & Toasa, 2013), al suelo y la planta. Sin embargo, su aplicación se hace de forma directa sin ningún tratamiento de descomposición o compostaje, incrementando el riesgo de problemas de contaminación en el suelo con altos contenidos de sales y nutrientes; reduciendo formas de vida benéficas, además disminuye la capacidad de drenaje e incrementa el desarrollo de microorganismos patógenos que dificultan la mineralización del nitrógeno (López & Pauta, 2012; Mullo, 2012). Por tal motivo, recomiendan desarrollar procesos de compostaje en abonos orgánicos para eliminar bacterias (coliformes fecales), hongos y reducir la incidencia de patógenos perjudiciales en el suelo (Tipan, 2017; Wu Loli, 2020).

Tabla 1. *Contenido de nutrientes en pollinaza*

Nutriente	Unidad	Pollinaza
pH	%	7,01
C.E.	ms/cm	17,55
M.O.	%	50
C/N	%	13,77
Nitrógeno total	%	2,86
Fósforo (P)	%	1,65
Potasio (K)	%	1,9
Calcio (Ca)	%	4,46
Cobre (Cu)	ppm	52
Hierro (Fe)	ppm	1003
Zinc (Zn)	ppm	235
Humedad	%	21,40

Fuente: FAO, (2013).

3.2 Cultivo de *Brassica oleracea* var. *Capitata* (Col repollo)

En el Ecuador se cultivan alrededor de 900 ha de *Brassica oleracea* var. *Capitata* con un rendimiento promedio anual de 12.93 t/ha. (Rea, 2012). Siendo la provincia de Cotopaxi la mayor productora de col repollo a nivel nacional con 25200 t/año, seguido de Imbabura, Pichincha y en un cuarto puesto la provincia del Azuay con 698 t/año (Guambo, 2011). Esta hortaliza perteneciente a la familia de las crucíferas, con un ciclo de cultivo que oscila entre los 90 - 100 días, es originaria de las costas del Mediterráneo y Europa Occidental; posee un sistema radicular fibroso y abundante, forma un tallo pequeño al principio para luego engrosarse, sus hojas son de color verde claro con nervaduras muy pronunciadas, las flores solo tienen cuatro pétalos dispuestos en forma de cruz de color amarillo y el fruto tiene un diámetro de 2 a 3 mm, de color café o gris. (Rengifo, 2013).

3.3 *Plasmodiophora brassicae* (Hernia de la col)

En los últimos años el bajo rendimiento de ciertas especies hortícolas de la familia *Brassicaceae* se le atribuye a *Plasmodiophora brassicae* que provoca la enfermedad conocida como hernia de la col, los productores han usado métodos de control ineficientes para combatir la enfermedad, siendo la utilización de cal agrícola el método más aplicado (Viñansaca, 2019).

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en los Estados Unidos de América en 1852. Para 1875 el científico ruso Woronin, logró identificar a su agente causal y le dio el nombre de *Plasmodiophora brassicae*, que ataca a las raíces provocando protuberancias; reduciendo la capacidad de transporte de agua y nutrientes, como consecuencia la parte aérea no desarrolla bien y las hojas se marchitan en los momentos más secos del ambiente (Telenchana, 2015; IIAP, 2014; Almachi, 2013).

Sobrevive en el suelo en forma de esporas de resistencia, llamadas zoosporangios que pueden permanecer vivas por varios años (10 años o más), cuando las esporas consiguen las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo (suelo húmedo, ácido con temperatura entre 20 - 25 °C), eclosionan y atacan a las raíces de las hortalizas, además si estas plantas infectadas se pudren, las esporas se liberan al suelo y pueden ser transportadas mediante herramientas, equipos, animales y personas hacia otras parcelas o terrenos (Almachi, 2013).

En un estudio realizado por Balaguera, Beleño & Wiest, (2015), pudieron observar que las raíces engrosadas (hipertrofia) y malformadas, con abultamiento esféricos (quistes), presentaban pudrición con un olor muy fuerte característico de la enfermedad. Además,

clorosis, marchitamiento y colores verdes más claros de lo normal en la parte aérea; sumado la defoliación basal del tallo y el comienzo de la pudrición del mismo (Figura 1).

Figura 1. Síntomas de hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*)



Según IIAP, (2014); Almachi, (2013), recomiendan comprar y sembrar plántulas que no tengan la enfermedad en suelos con buen drenaje en donde no se haya desplegado la enfermedad, no utilizar gallinaza porque crea condiciones que favorecen el desarrollo de la misma. Además, no se debe regar con agua que atraviesa por campos contaminados y tomar en cuenta condiciones de asepsia como lavado de herramientas, maquinaria y finalmente se debe ejecutar un programa de rotación de cultivos durante un período de 7 a 10 años.

3.4 Los bioestimulantes

Son sustancias o microorganismos que, al aplicarse en pequeñas cantidades (dosis l/ha) actúan en la fisiología de las plantas, mejorando la eficiencia nutricional, absorción y asimilación de nutrientes, aumenta la tolerancia al estrés biótico, abiótico y fortalece su crecimiento y desarrollo, independientemente del contenido de nutrientes (AGROCALIDAD, 2020). Los bioestimulantes no son sustancias destinadas a corregir deficiencias nutricionales, por lo cual, las plantas requieren aplicaciones de fertilizantes (Du Jardin, 2015; Valverde, Moreno, Quijije, Castro, Merchán & Ortega, 2020).

Los bioestimulantes actúan sobre la parte vegetativa o el sistema radicular Cabrera, Borrero, Rodríguez, Angarica & Rojas, (2011). Incrementan los rendimientos de los cultivos, estimula y vigoriza desde la germinación hasta la fructificación, reduce el ciclo del cultivo, sirven como un excelente complemento de fertilizantes y productos fitosanitarios, potenciando la acción

de los fertilizantes, lo que permite reducir entre 30 % y 50 % la dosis recomendada con menor costo de producción (Du Jardin, 2015).

A continuación, se citan algunas investigaciones sobre bioestimulantes. En una investigación realizada en el sector de Vista Alegre, Perú, se evaluó el rendimiento de brócoli variedad Waltham 29, bajo la aplicación de 2 bioestimulantes (Biogen y Fertimar) aplicados a nivel foliar, se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento Biogen 800 l/ha con una producción de 4.39 t/ha, en el caso de Fertimar 800 g/ha fue la mejor en características de rendimiento y peso de inflorescencia (Coronado, 2015).

En otro estudio realizado en Chimborazo, se evaluó la eficacia de tres fertilizantes orgánicos (Eco-abonaza, Bocashi y Ferthigue) en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada (*Brassica oleracea* var. Capitata), los mejores tratamientos fueron: fertilizante Ferthigue con una dosis de 103 g/planta y fertilizante Eco-abonaza con una dosis de 255 g/planta (Cabrera, 2011).

En una investigación realizada en los cantones de Guachapala y Cuenca se evaluó el rendimiento y desarrollo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Fortuna, bajo la aplicación de 1 l/ha del bioestimulante Generate. Los tratamientos evaluados fueron dos; aplicación de 1 l/ha del bioestimulante y el testigo sin bioestimulante. El experimento demostró incrementos en el rendimiento (mayor número de frutos) y desarrollo del cultivo (mayor altura del tallo). Sin embargo, no se observó un efecto directo en variables como número de hojas y diámetro de tallo (Ordoñez, 2019).

Podemos citar varios estudios que ha demostrado la eficacia de los bioestimulantes en diferentes cultivos como en fréjol (Calero, Pérez & Pérez, D., 2017), hortalizas (Liriano, Núñez, Hernández & Castro, 2015; Viciado, Leiva, Calero & Meléndrez, 2015; Nuñez, et al., 2017), maíz (Peña, Rodríguez, Olivera, Fuentes & Meléndrez, 2011; Masaquiza, 2016); arroz (Martí et al., 2014), banano (Hensel & Restrepo, 2009), café arábigo (Valverde et al., 2020), albahaca (Reyes, 2014), pimiento (Cabrera et al., 2011).

3.5 Compuestos y contenido de los bioestimulantes

Se clasifican de acuerdo con su origen o su composición, haciendo énfasis en los que contienen fitohormonas. Los bioestimulantes son materiales que pueden contener minerales como Na, Se, Si, Al, Co y sustancias orgánicas: glicina, betaína, prolina (Aceves, 2019), en su mayoría son cocteles de compuestos, en los cuales, se mezclan extractos de plantas terrestres, algas, microorganismos, hasta extractos de animales, e incluso aminoácidos.

Los cocteles contienen productos orgánicos en bajas concentraciones, con funciones catalizadoras y reguladoras del metabolismo de las células, e incluso poseen una gran variedad de vitaminas (B1, B6, B9, C, D, E), (Aceves, 2019), dentro de sus formulaciones contienen hormonas en bajas cantidades (menos de 0,1 g/l) conjuntamente con compuestos antioxidantes, hongos micorrízicos y endosimbiontes bacterianos (*Rhizobium*), carbohidratos, enzimas, coenzimas, antibióticos, ácidos orgánicos, macro y micronutrientes (Saborio, 2002).

3.5.1 Bioestimulante LisToo

El bioestimulante vegetal LisToo; la composición del producto está protegida como secreto industrial, pero contiene fitohormonas, aminoácidos, ácidos orgánicos, quelatos, macro y micronutrientes. (Peñafiel, datos no publicados) (Figura 2).

Figura 2. *Presentación del bioestimulante LisToo*



3.5.2 Bioestimulante Cytokin

Cytokin® es un bioestimulante que estimula el crecimiento vegetal, facilitando la nutrición de las plantas; promueve el brote, desarrollo de yemas, espigas, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la planta (Edifarm, 2016). En cuanto a la composición química contiene diferentes tipos de citoquininas, siendo una de ellas es forma de kinetin, basado en actividad biológica 0.01 % (Edifarm, 2016) (Figura 3).

Figura 3. Presentación comercial del bioestimulante Cytokin



En una investigación realizada en la provincia de Los Ríos, se evaluó el efecto de dos bioestimulantes comerciales: Ryzup y Cytokin en el crecimiento de las plantas de cacao clon nacional (*Theobroma cacao* L.). Se evidenció que la aplicación de Cytokin (300 cm³/planta) inhibe el crecimiento de la raíz y de la planta; en el caso de Ryzup (30 g/planta) generó mayor altura de planta, recomendando trabajar con dosis bajas del bioestimulante Cytokin (Arguello, 2015).

3.5.3 Bioestimulante Biozyme

Biozyme® es un bioestimulante de origen natural, que participa en el desarrollo de las plantas estimulando diferentes procesos metabólicos y fisiológicos. Composición Química: Extractos vegetales (78,87 %), nutrientes: Fe (0,49 %), Zn (0,37 %), B (0,30 %), Trazas de Mg y Mn, Fitohormonas: Giberelinas (0,00322 %), ácido indolacético (0,00322%), zeatina (0,00832%) y concentrado soluble (Agrizon, 2021) (Figura 4).

Figura 4. *Presentación del bioestimulante Biozyme*



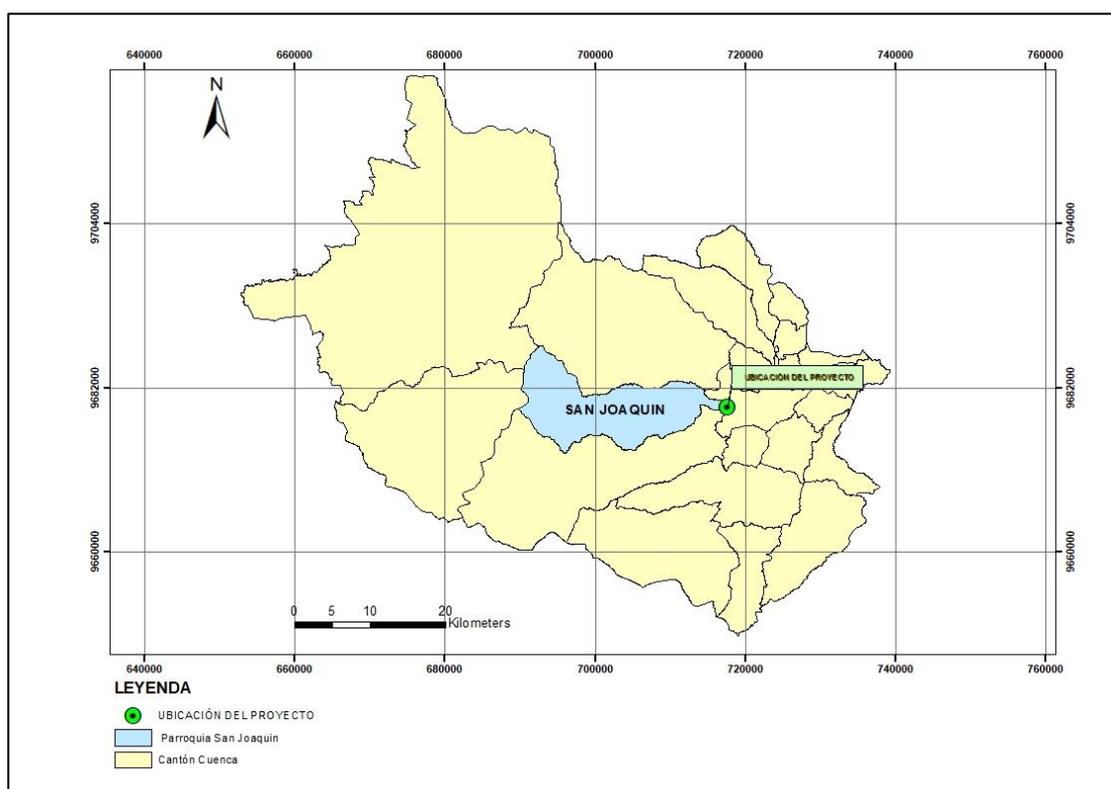
En una investigación realizada en el cantón San Gabriel, Carchi, se determinó el comportamiento agronómico del maíz híbrido Brasilia 8501 en cuanto a rendimiento, los bioestimulantes fueron: Goemar BM-86, Biozyme TF y Evergreen. Los resultados demostraron que Biozyme TF con una dosis 2,0 y 1,5 l/ha incrementan la longitud, diámetro de la mazorca, peso de 100 granos, obteniendo mayor rendimiento del grano y mejor beneficio neto, en lo que respecta a los bioestimulantes Evergreen y Goemar BM-86 también registraron buen rendimiento del grano, superiores a los mostrados por el testigo (Suaréz, 2013).

4. Materiales y métodos

4.1 Ubicación del proyecto

La presente investigación está ubicada en la provincia del Azuay, en la ciudad de Cuenca, situada en un terreno de la parroquia San Joaquín a una altura aproximada 2633 m. s. n. m., con las siguientes coordenadas UTM 2°53'34" S, 79°02'59" W (Figura 5). Posee una temperatura media anual de 12 a 14 °C, con precipitaciones promedio anuales entre 850 a 1100 mm (GAD, 2015).

Figura 5. Delimitación geográfica del área de estudio

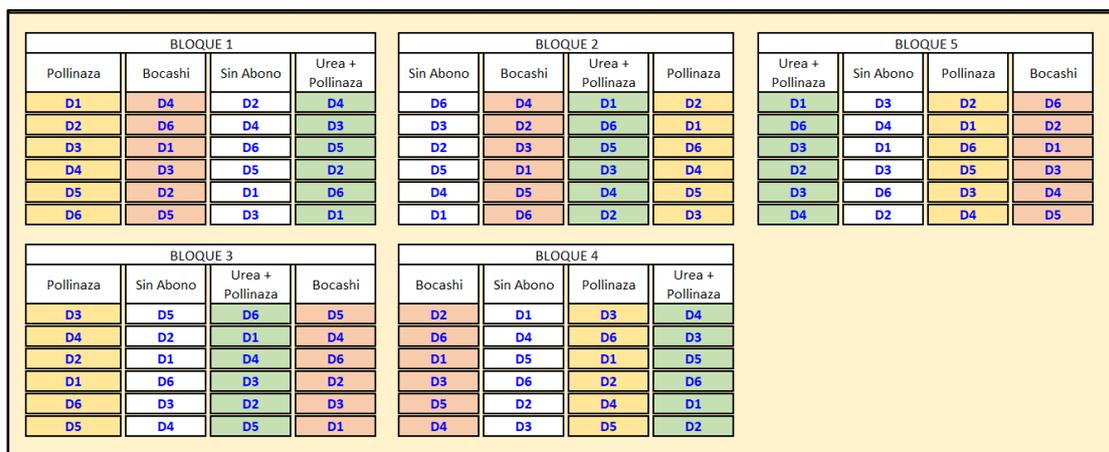


Los materiales biológicos, de campo y de oficina utilizados en esta investigación se puede observar con detalle en el anexo A, B, C.

4.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, en donde las parcelas principales son los tipos de abonos y las subparcelas son las dosis de bioestimulantes, con cinco repeticiones por cada tratamiento (Figura 6).

Figura 6. Diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas



Dosis 1 (D1): testigo, dosis 2 (D2): lisToo (0,25 cm³), dosis 3 (D3): lisToo (0,50 cm³), dosis 4 (D4): lisToo (1 cm³), dosis 5 (D5): cytokin (250 cm³/ha), dosis 6 (D6): biozyme (0,5 l/ha).

Tabla 2. Tratamientos utilizados en la investigación

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Sin abono + dosis 1 (0 cm³ Bioestimulante)
T2	Sin abono + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³)
T3	Sin abono + dosis 3 (LisToo 0,50 cm³)
T4	Sin abono + dosis 4 (LisToo 1 cm³)
T5	Sin abono + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha)
T6	Sin abono + dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha)
T7	Pollinaza + dosis 1 (0 cm³ Bioestimulante)
T8	Pollinaza + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³)
T9	Pollinaza + dosis 3 (LisToo 0,50 cm³)
T10	Pollinaza + dosis 4 (LisToo 1 cm³)
T11	Pollinaza + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha)
T12	Pollinaza + dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha)
T13	Pollinaza + urea + dosis 1 (0 cm³ Bioestimulante)
T14	Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³)
T15	Pollinaza + urea + dosis 3 (LisToo 0,50 cm³)

T16	Pollinaza + urea + dosis 4 (LisToo 1 cm ³)
T17	Pollinaza + urea + dosis 5 (Cytokin 250 cm ³ /ha)
T18	Pollinaza + urea + dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha)
T19	Bocashi + dosis 1 (0 cm ³ Bioestimulante)
T20	Bocashi + dosis 2 (LisToo 0,25 cm ³)
T21	Bocashi + dosis 3 (LisToo 0,50 cm ³)
T22	Bocashi + dosis 4 (LisToo 1 cm ³)
T23	Bocashi + dosis 5 (Cytokin 250 cm ³ /ha)
T24	Bocashi + dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha)

4.3 Factores de estudio

Tabla 3. Factores utilizados en la investigación

FACTOR A		FACTOR B	
3 abonos y 1 sin Abono		Bioestimulantes	
Pollinaza	D1 = 0 cm ³	Dosis 1 = Testigo	
Urea + Pollinaza	D2 = 0,25 cm ³	Dosis 2 - Bioestimulante LisToo	
Bocashi	D3 = 0,50 cm ³	Dosis 3 - Bioestimulante LisToo	
Sin abono	D4 = 1 cm ³	Dosis 4 - Bioestimulante LisToo	
	D5 = 250 cm ³ /ha	Dosis 5 - Bioestimulante Cytokin	
	D6 = 0,5 l/ha	Dosis 6 - Bioestimulante Biozyme	

Tabla 4. Características de las unidades experimentales

Área de subparcela de dosis de bioestimulantes (factor b)	7 m ²
Área de la parcela neta	2,5 m ²
N° de plantas por bloque de repetición	672
N° de plantas por parcela de abonos	168
N° de plantas por subparcela de dosis de bioestimulantes	28
N° de repeticiones	5
N° de plantas por parcela neta	10
Largo de la parcela neta	2,5 m
Ancho de la parcela neta	1 m
Total, de plantas en el estudio	3360
Ancho para caminos, afuera de cada bloque	0,50 m
Ancho entre camas	0,20 m
Área aproximada para todo el proyecto	1024 m ²

4.4 Metodología

Se procedió a la preparación del suelo como trazado de las unidades experimentales y la incorporación de los diferentes insumos, según los tratamientos de la (Tabla 2), con respecto a la preparación del bocashi se adjunta en el (Anexo D)., y la incorporación de las dosis de bioestimulantes (Anexo H). A continuación, se procedió a la siembra de las plántulas de col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*), paso seguido, se realizó los cuidados culturales que se aplican para este cultivo (Rivera, 2017).

4.4.1 Metodología para el objetivo específico 1

Evaluar el desarrollo y rendimiento de col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) en respuesta a la aplicación de los bioestimulantes

Para evaluar el desarrollo vegetativo en *Brassica oleracea* var. *Capitata* se procedió a medir en 10 plantas de la parcela neta, las siguientes variables: cobertura vegetal (%) a los 60, 90 días después del transplante (d.d.t.), para altura de la planta (cm) y número de hojas (u) se midió a los 30 y 60 d.d.t., y para el rendimiento se evaluó después de la cosecha: diámetro del repollo (cm), peso del repollo (kg) y rendimiento t/ ha.

4.4.2 Metodología para el objetivo específico 2

Evaluar la incidencia y severidad de Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*) en col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)

Para evaluar la cantidad de plantas infectadas y el daño producido por *P. brassicae* en *B. oleracea* var. *Capitata* se procedió a medir la incidencia y la severidad en el cultivo (Anexo J).

Incidencia ocasionada por *Plasmodiophora brassicae*

Para la incidencia se registró datos a los 30, 60 y 90 días d.d.t., se eligieron 5 plantas al azar de la subparcela en cada medición, dichas plantas deben presentar síntomas de la enfermedad como marchitez, amarillamiento o inhibición de su crecimiento Almachi, (2013). Para determinar la incidencia se utilizó la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Ecuación para calcular el porcentaje de incidencia en *Brassica oleracea* var. *Capitata*

$$\% \text{ Incidencia de } Plasmodiophora \text{ brassicae} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

Fuente: Almachi, (2013).

Severidad ocasionada por *Plasmodiophora brassicae*

La severidad se evaluó a los 30, 60 y 90 días d.d.t., utilizando 5 plantas al azar de la subparcela en cada medición, de esta manera no se sacrificó las plantas de la parcela neta, las mediciones se realizaron mediante una escala de severidad (Tabla 5).

Tabla 5. Escala para evaluar la severidad ocasionada por *Hernia de la col (Plasmodiophora brassicae)*

Escala	Descripción
0	No hay infección
1	1 - 25 % de raíces infectadas
2	26 - 50 % de raíces infectadas
3	51 - 75 % de raíces infectadas
4	> 75 % de raíces infectadas

Fuente: Xu, Hong, Choi & Kim, (2014).

4.4.3 Metodología para el objetivo específico 3

Realizar el análisis de los costos variables de los tratamientos evaluados

Para medir el costo-variable se realizó el análisis económico en función de cada variable de cada tratamiento en estudio, identificando el mejor tratamiento en términos económicos.

4.5 Análisis estadístico

El análisis se realizó con Infostat - Software estadístico. Con los datos obtenidos, se realizaron la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, encontrando la distribución normal en los datos. Para observar la significancia de los datos se aplicó un ANOVA por cada período de monitoreo a los 30, 60 y 90 días.

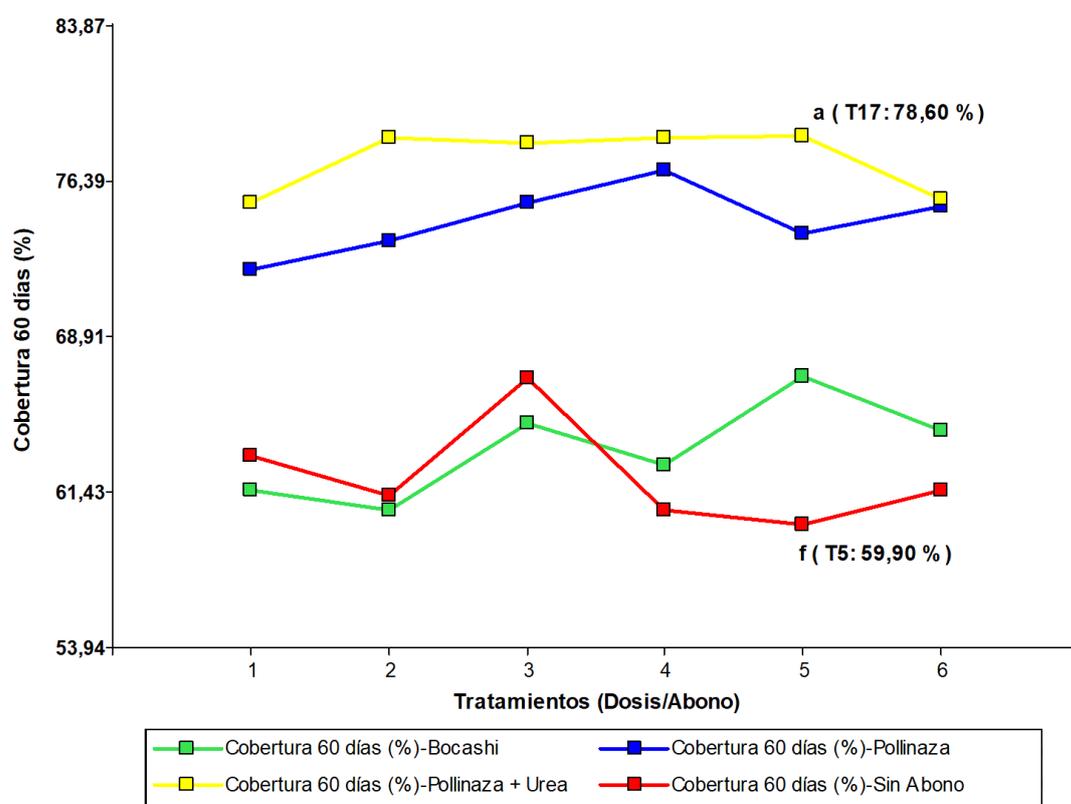
5. Resultados y Discusión

5.1 Cobertura (%)

5.1.1 Cobertura a los 60 días

De acuerdo al análisis del ANOVA, para la variable cobertura a los 60 días, el factor abonos presenta diferencias altamente significativas $p < 0.0001$. Por su parte, para el factor dosis y la interacción de abonos/dosis no son significativas. La cobertura promedio de los tratamientos es de 69,41 %. CV = 7,98 (Anexo K).

Figura 7. Porcentaje de cobertura a los 60 días en Brassica oleracea var. Capitata (%)

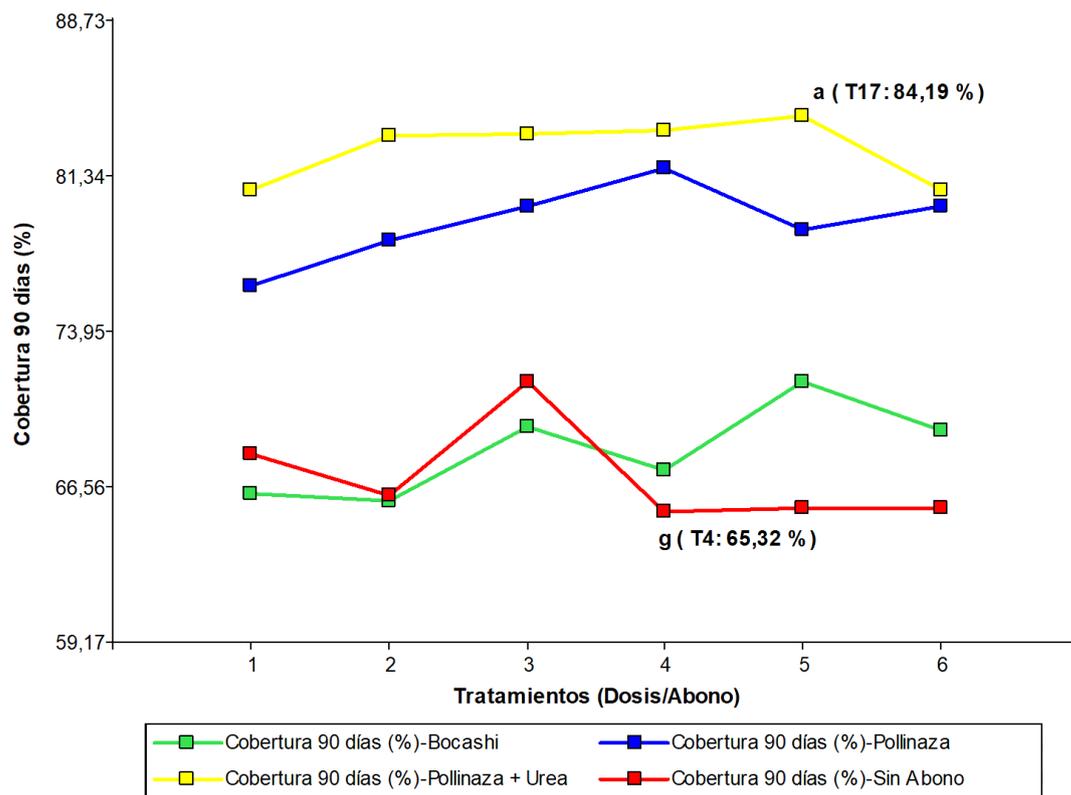


El comportamiento de la cobertura a los 60 días, evidencia que el mejor tratamiento fue T17: Pollinaza + urea + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) con 78,60 % de cobertura, mientras que el más bajo fue el tratamiento T5: Sin abono + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) con 59,90 % de cobertura (Figura 7).

5.1.2 Cobertura a los 90 días

El análisis del ANOVA para la variable cobertura a los 90 días, factor abonos, presenta diferencias altamente significativas $p < 0.0001$. Sin embargo, no se encontró interacción para dosis/abonos y tampoco para dosis. La cobertura promedio es de 74,24 % entre todos los tratamientos. CV = 7,29 (Anexo L).

Figura 8. Porcentaje de cobertura a los 90 días en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (%)

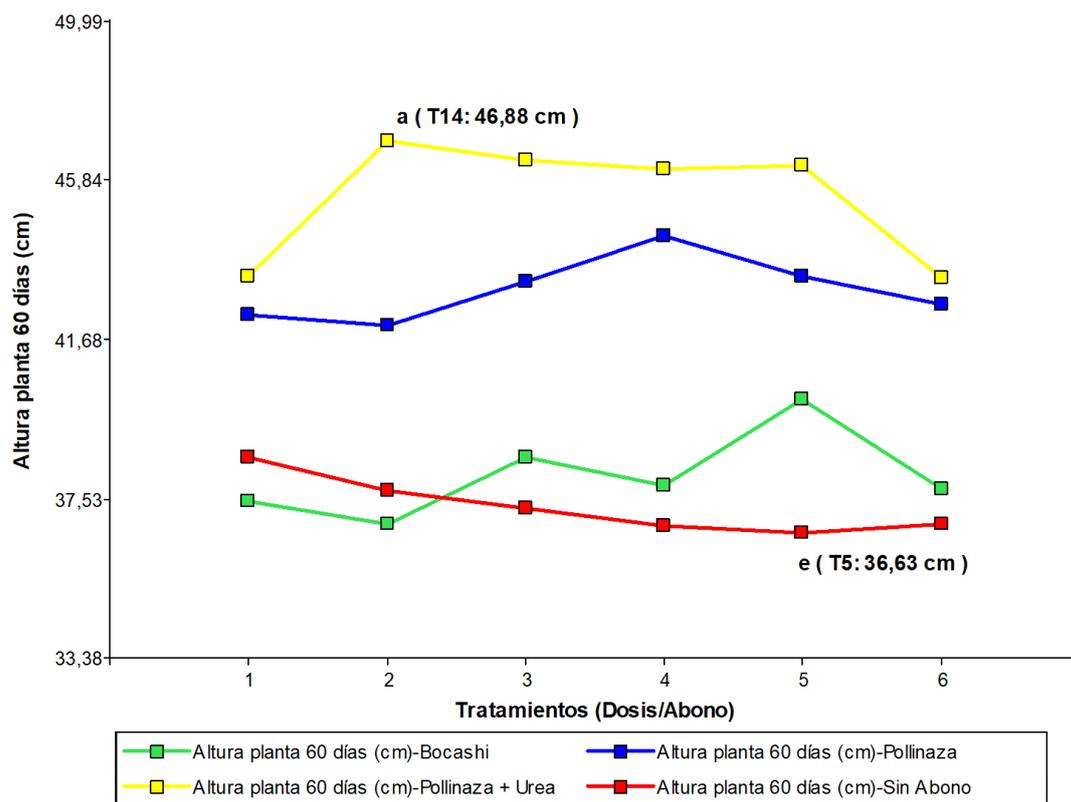


El análisis realizado a los 90 días, presentó que el mejor tratamiento fue T17: Pollinaza + urea + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) con 84,19 % de cobertura en relación, al tratamiento T4: Sin abono + dosis 4: (LisToo 1 cm³), el cual presentó un bajo porcentaje de cobertura con 65,32 % (Figura 8). Sin embargo, no se encontró investigaciones para el análisis de esta variable.

5.2 Altura de la planta (cm)

Para la variable altura de la planta a los 30 días, no presentó diferencias significativas (Anexo M). Aunque, a los 60 días para el factor abonos si muestra diferencias altamente significativas $p < 0.0001$. Sin embargo, la interacción entre dosis/abonos y dosis no presentan significancia. La altura promedio es de 40,95 cm en los tratamientos. CV = 6,79 (Anexo N).

Figura 9. *Altura de la planta a los 60 días en Brassica oleracea var. Capitata (cm)*



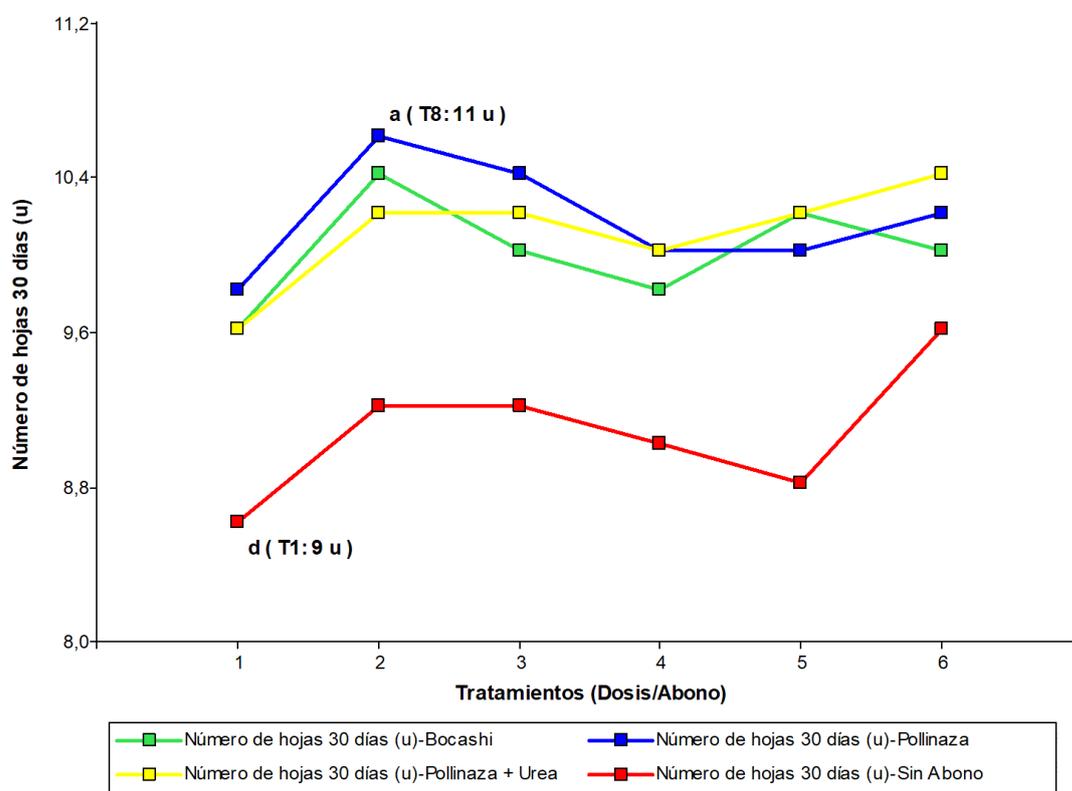
El comportamiento de los datos para la variable altura de la planta a los 60 días presentó que el mejor tratamiento fue T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 46,88 cm, en relación, al tratamiento T5: Sin abono + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) presentando un bajo porcentaje de altura con 36,63 cm (Figura 9). Los datos mencionados coinciden con lo citado por Ardisana et al. (2020) manifiestan que al utilizar los bioestimulantes, influyen en la absorción y asimilación de nutrientes, además incrementan la tolerancia a distintos tipos de estrés.

5.3 Número de hojas (u)

5.3.1 Número de hojas a los 30 días

Según el análisis del ANOVA, para la variable número de hojas a los 30 días, el factor abonos $p < 0.0124$, y dosis $p < 0.0099$, presentan diferencias significativas, mientras que la interacción de abonos/dosis no son estadísticamente significativas. El promedio de hojas entre los tratamientos es 10 hojas. CV = 6,55 (Anexo O).

Figura 10. Número de hojas a los 30 días en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (u)

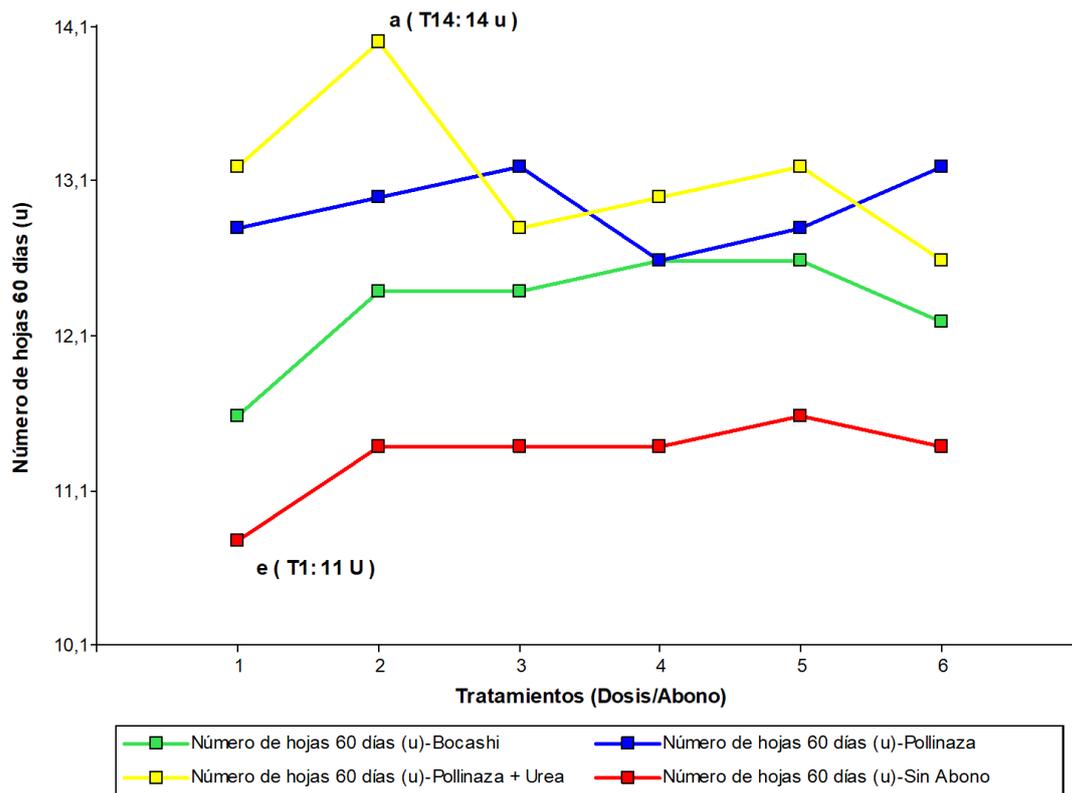


En la variable número de hojas a los 30 días, el tratamiento que mejor resultado registró fue T8: Pollinaza + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 11 hojas, en relación al testigo, quien presentó un menor número de hojas con 9 (Figura 10).

5.3.2 Número de hojas a los 60 días

Los resultados del análisis de número de hojas a los 60 días, demostraron que el factor abonos $p < 0.0001$, y dosis $p < 0.0663$ presentan diferencias significativas. Sin embargo, la interacción de abonos/dosis no es significativa. Con un promedio de 12 hojas entre los tratamientos. CV = 4,94 (Anexo P).

Figura 11. Número de hojas a los 60 días en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (u)

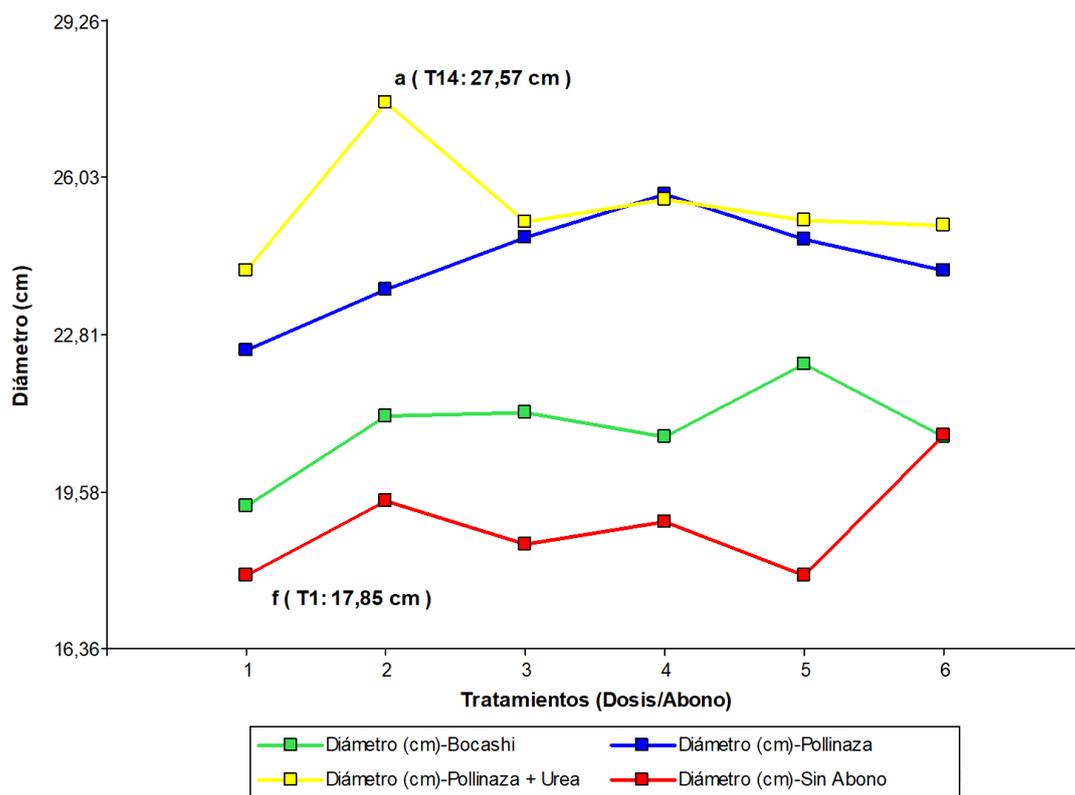


La variable número de hojas a los 60 días, presentó al mejor tratamiento T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 14 hojas, a diferencia del testigo, que presentó un menor número de hojas con 11 (Figura 11). Este valor concuerda con lo obtenido por Gutiérrez (2013) quien mediante la utilización de abono más bioestimulante comercial (Gallinaza 15 t/ha + Kimelgran 30 kg/ha), obtuvo un promedio de 13 hojas a los 60 días d.d.t.

5.4 Diámetro del repollo (cm)

Mediante el análisis del ANOVA, para la variable diámetro del repollo, presentan diferencias significativas el factor abonos $p < 0.0001$ y el factor dosis $p < 0.0312$. no obstante, la interacción de abonos/dosis, no es significancia. El diámetro promedio entre los tratamientos es 22,36 cm. CV = 8,97 (Anexo Q).

Figura 12. Diámetro del repollo en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (cm)

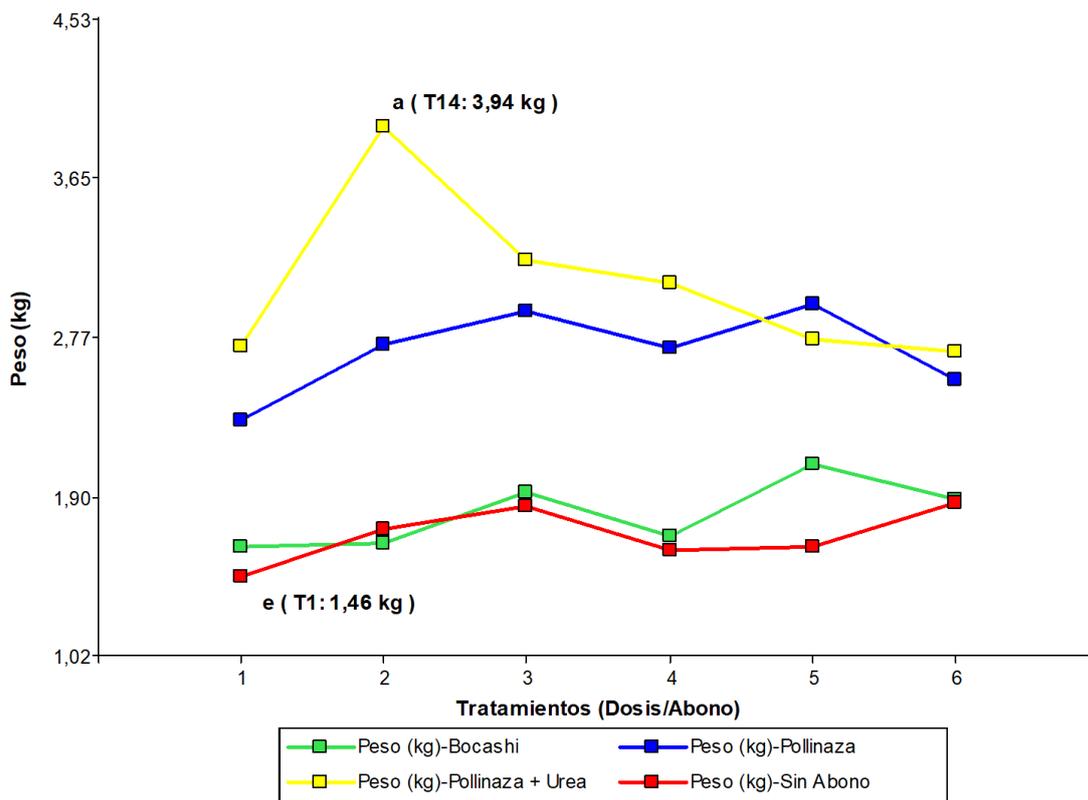


El comportamiento de los datos para la variable diámetro del repollo, demostró que el mejor tratamiento fue T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 27,57 cm, en comparación del testigo, que presentó un menor diámetro con 17,85 cm (Figura 12). Estos valores discrepan con Ghimire & Shrestha (2019) y Álvarez et al. (2012) mencionan que al utilizar similares tratamientos obtuvieron diámetros menores del repollo. Situación similar cita Alcántara et al. (2019) mediante el uso de microorganismos eficaces, registraron diámetros del repollo entre 20 y 18 cm.

5.5 Peso del repollo (kg)

Realizado el ANOVA de la variable peso del repollo, el factor abonos $p < 0.0001$., presenta diferencias altamente significativas. Por el contrario, para el factor dosis y para la interacción de abonos/dosis no es significativa. El peso promedio es 2,31 kg entre los tratamientos. CV = 24,99 (Anexo R).

Figura 13. *Peso del repollo en Brassica oleracea var. Capitata (kg)*

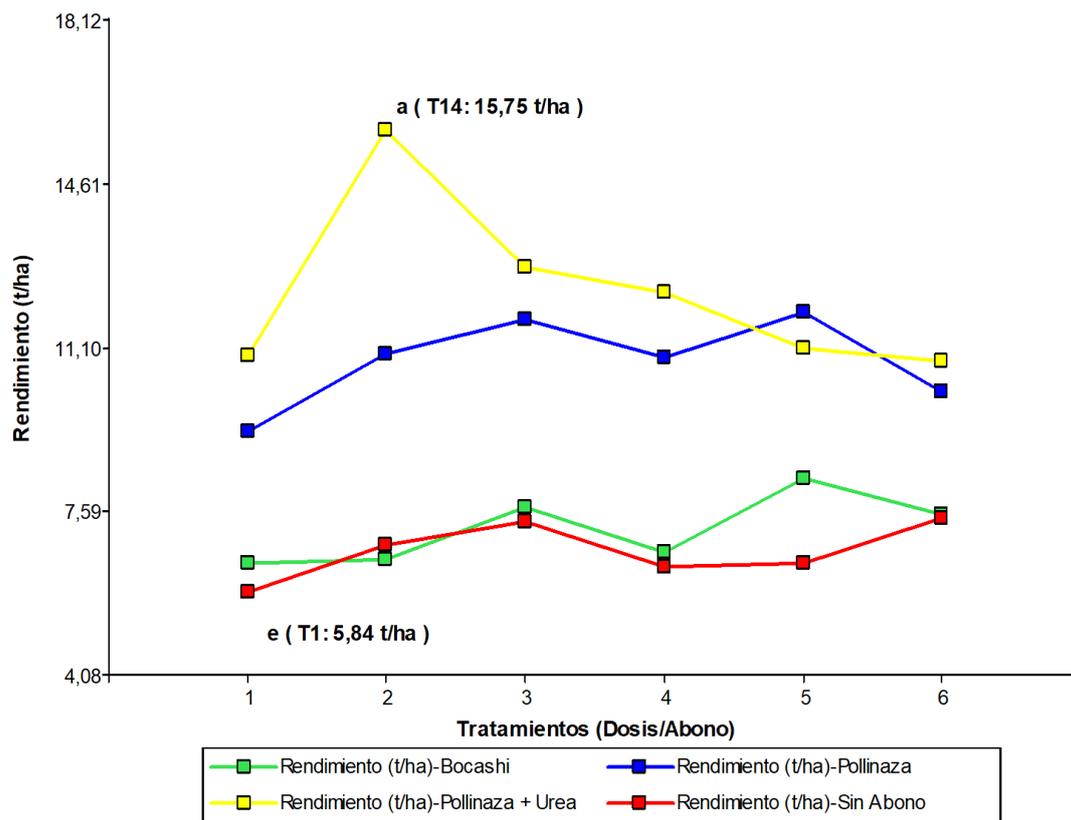


Para la variable peso del repollo el mejor tratamiento fue T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 3,94 kg por repollo, en comparación del testigo, que presentó un menor peso de repollo con 1,46 kg (Figura 13). Este valor fue superior a lo mencionado por Álvarez et al. (2012) con la utilización de microorganismos eficaces obtienen un peso promedio por repollo de 1,31 kg.

5.6 Rendimiento (t/ha)

Al realizar el ANOVA de la variable rendimiento, el factor abonos $p < 0.0001$, presenta diferencias altamente significativas. Sin embargo, el factor dosis y la interacción abonos/dosis no es significativa. El rendimiento promedio de los tratamientos es 9,25 t/ha. CV = 24,98 (Anexo S).

Figura 14. Rendimiento de *Brassica oleracea* var. *Capitata* (t/ha)

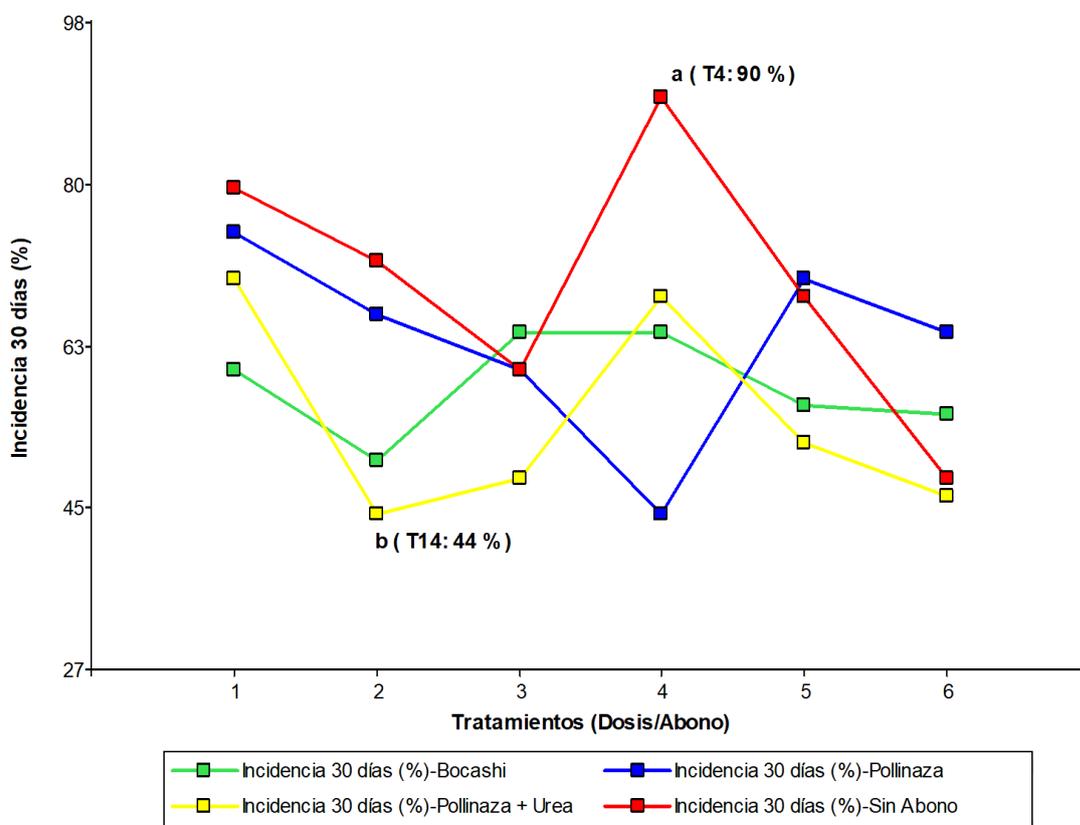


Los datos registrados para la variable rendimiento, demostró que el mejor tratamiento fue T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 15,75 t/ha, en comparación del testigo, que presentó un menor rendimiento con 5,84 t/ha (Figura 14). Este valor discrepa con los resultados obtenidos por Álvarez et al. (2012) con la utilización de microorganismos eficaces obtienen un rendimiento de 11,05 t/ha.

5.7 Incidencia de *Plasmodiophora brassicae* (%)

El análisis del ANOVA para la variable incidencia a los 30 días presentó diferencias altamente significativas, para el factor abonos $p < 0.0070$, factor dosis $p < 0.0343$., y para la interacción de abonos/dosis $p < 0,0874$., manifestando un promedio de incidencia de *P. brassicae* de 61,4 %, entre todos los tratamientos. CV = 29,75 (Anexo T). Sin embargo, no se registró significancia para la variable incidencia a los 60 y 90 días (Anexo U, V).

Figura 15. Porcentaje de incidencia de *Plasmodiophora brassicae* a los 30 días en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (%)



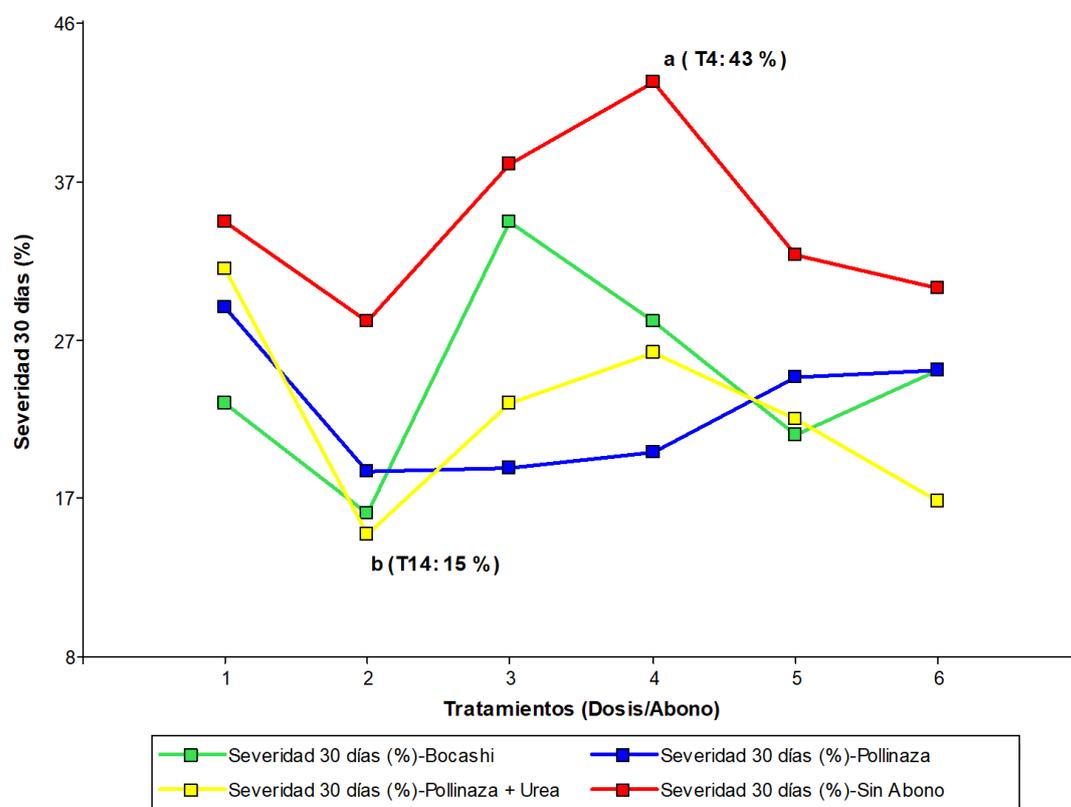
El comportamiento de los datos a los 30 días de incidencia, registró que el tratamiento T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 44 % fue el mejor con respecto al T4: Sin abono + dosis 4 (LisToo 1 cm³) con 90 % de incidencia (Figura 15). Estos valores discrepan con la investigación de Ghimire & Shrestha (2019) manifiestan que al utilizar abonos descompuestos (Vermicompost) + enmiendas (Cal agrícola) + (Microorganismos eficaces) registraron incidencias menores al 27%.

Otros investigadores como, Orozco (2015) con la aplicación de bioestimulante Yonex 4 cm³/l obtuvo un porcentaje de reducción del 32,02 %. Irokawa et al. (2020) redujo la incidencia en un 79% al aplicar bioestimulantes. Suada et al. (2019) con la aplicación de 15 g de *Trichoderma spp.*, en 150 cm³ obtuvo una incidencia del 7,1 %. De esta manera, podemos mencionar que actualmente existen algunos métodos de control que han demostrado eficacia en la reducción del porcentaje de la incidencia de *Plasmodiophora brassicae*.

5.8 Severidad de *Plasmodiophora brassicae* (%)

Los resultados del ANOVA para la variable severidad de *Plasmodiophora brassicae* a los 30 días, registró diferencias significativas para el factor abonos $p < 0,0262$ y para dosis $p < 0,0173$, mientras que la interacción de abonos/dosis no presentó significancia. El porcentaje promedio de severidad de *Plasmodiophora brassicae* es de 25,9 % en todos los tratamientos. CV = 38,38 (Anexo W). Sin embargó, no se registró significancia para la variable severidad a los 60 y 90 días (Anexo X, Y).

Figura 16. Porcentaje de severidad de *Plasmodiophora brassicae* a los 30 días en *Brassica oleracea* var. *Capitata* (%)



Los datos registrados para la variable severidad a los 30 días, demostró que el mejor tratamiento fue T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) con 15 % de severidad en relación al T4: Sin abono + dosis 4 (LisToo 1 cm³) con 43 % de severidad (Figura 16).

Estos valores discrepan a los obtenidos por Ghimire & Shrestha (2019) redujo la severidad de la enfermedad en 45,83 %, al igual que Medina et al. (2019) mencionan que el vermicompost y las enmiendas orgánicas mejoran las propiedades del suelo permitiendo mayor asimilación de nutrientes e incluso se lo puede utilizar para remediación de suelos agrícolas.

5.9 Análisis costo variable

Se realizó el análisis económico de los tratamientos estudiados, tomando en cuenta los costos de insumos, manejo del cultivo, y bioestimulantes, además se lo calculó para una hectárea de superficie (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis económico de los costos variables para los tratamientos por ciclo de cultivo en una hectárea de producción

Concepto/Insumos del cultivo	Dosis 1	Dosis 2	Dosis 3	Dosis 4	Dosis 5	Dosis 6
40 mil plántulas	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Bioestimulantes	0	250	500	1000	16	22
Control fitosanitario	30	30	30	30	30	30
Deshierbe	800	800	800	800	800	800
Riego por gravedad	60	60	60	60	60	60
Total/ciclo cultivo	\$1.890,0	\$2.140,0	\$2.390,0	\$2.890,0	\$1.906,0	\$1.912,0
Pollinaza	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5
Insumos del cultivo	1890	2140	2390	2890	1906	1912
Total/ciclo cultivo	\$2.962,5	\$3.212,5	\$3.462,5	\$3.962,5	\$2.978,5	\$2.984,5
Pollinaza	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5	1072,5
Urea	154	154	154	154	154	154
Insumos del cultivo	1890	2140	2390	2890	1906	1912
Total/ciclo cultivo	\$3.116,5	\$3.366,5	\$3.616,5	\$4.116,5	\$3.132,5	\$3.138,5
Bocashi	1904,8	1904,8	1904,8	1904,8	1904,8	1904,8
Insumos del cultivo	1890	2140	2390	2890	1906	1912
Total/ciclo cultivo	\$3.794,8	\$4.044,8	\$4.294,8	\$4.794,8	\$3.810,8	\$3.816,8

Dosis 1 (0 cm³ bioestimulante), dosis 2 (lisToo 0,25 cm³), dosis 3 (lisToo 0,50 cm³), dosis 4 (lisToo 1 cm³), dosis 5 (cytokin 250 cm³/ha) y dosis 6 (biozyme 0,5 l/ha), por ciclo de cultivo.

El tratamiento T22: Bocashi + dosis 4 (LisToo 1 cm³) fue el más costoso con \$ 4794,8, mientras que el tratamiento T11: Pollinaza + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) fue el de menor costo con \$ 2978,5 por ciclo de cultivo en una hectárea. Sin embargo, estos valores no se ven reflejados en relación costo/beneficio, los cuales se presentan a continuación (Tabla 6).

Tabla 7. Análisis costo/beneficio de los tratamientos por ciclo de cultivo en una hectárea

Sin Abono			
Tratamientos	Costo producción por ciclo de cultivo	Venta	% Beneficio
T1	\$1.890,00	\$8.000,00	323,28
T2	\$2.140,00	\$8.000,00	273,83
T3	\$2.390,00	\$10.000,00	318,41
T4	\$2.890,00	\$8.000,00	176,82
T5	\$1.906,00	\$8.000,00	319,73
T6	\$1.912,00	\$10.000,00	423,01
Pollinaza			
Tratamientos	Costo producción por ciclo de cultivo	Venta	% Beneficio
T7	\$2.962,50	\$12.000,00	305,06
T8	\$3.212,50	\$14.000,00	335,8
T9	\$3.462,50	\$14.000,00	304,33
T10	\$3.962,50	\$12.000,00	202,84
T11	\$2.978,50	\$14.000,00	370,04
T12	\$2.984,50	\$12.000,00	302,08
Pollinaza + Urea			
Tratamientos	Costo producción por ciclo de cultivo	Venta	% Beneficio
T13	\$3.116,50	\$12.000,00	285,05
T14	\$3.366,50	\$18.000,00	434,68
T15	\$3.616,50	\$16.000,00	342,42
T16	\$4.116,50	\$14.000,00	240,09
T17	\$3.132,50	\$14.000,00	346,93
T18	\$3.138,50	\$12.000,00	282,35
Bocashi			
Tratamientos	Costo producción por ciclo de cultivo	Venta	% Beneficio
T19	\$3.794,80	\$8.000,00	110,81
T20	\$4.044,80	\$8.000,00	97,78
T21	\$4.294,80	\$10.000,00	132,84
T22	\$4.794,80	\$8.000,00	66,85
T23	\$3.810,80	\$14.000,00	267,38
T24	\$3.816,80	\$10.000,00	162

El tratamiento T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) obtuvo mayor costo/beneficio con 434,68 %; en comparación a los tratamientos con bioestimulantes comerciales, T17: Pollinaza + urea + dosis 5 (Cytokin 250 cm³/ha) con 346,93 % y T18: Pollinaza + urea + dosis 6 (Biozyme 0,5 l/ha) con 282,35 %. Cabe mencionar que el bioestimulante biozyme presentó el mejor comportamiento en parcelas sin ningún tipo de abono (Tabla 7). Estos resultados difieren, lo mencionado por Díaz et al. (2017) mediante la aplicación de micorriza + gallinaza + fertilización química, alcanzaron un costo/beneficio del 309,78 % más que el testigo.

Tabla 8. Resumen de significancia de las variables de la investigación

Variables	30 días			60 días			90 días			Cosecha		
	Factor A	Factor B	Factor A X B	Factor A	Factor B	Factor A x B	Factor A	Factor B	Factor A x B	Factor A	Factor B	Factor A x B
Cobertura vegetal				*	ns	ns	*	ns	ns			
Altura de la planta	ns	ns	ns	*	ns	ns						
Número de hojas	*	*	ns	*	*	ns						
Diámetro del repollo										*	*	ns
Peso del repollo										*	ns	ns
Rendimiento Kg/ha										*	ns	ns
Incidencia de <i>Plasmodiophora Brassicae</i>	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
Severidad de <i>Plasmodiophora Brassicae</i>	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

SI (*) = $p < 0,10$; No (ns) = $p > 0,10$; Factor A = Abonos, Factor B = Dosis, Factor A x B = Abonos x Dosis.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir lo siguiente:

- La aplicación del tratamiento T14 a base de pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³), presentó mejores resultados en las variables evaluadas: (cobertura, altura, número de hojas, diámetro, peso, rendimiento del repollo), frente a los bioestimulantes comerciales y al testigo. Sin embargo, los tratamientos que contenían bocashi, no demostró buenos resultados en comparación a pollinaza y pollinaza + urea.
- Del mismo modo el tratamiento T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³), demostró mejores resultados en las variables de incidencia y severidad a los 30 d.d.t., frente al resto de los tratamientos. Sin embargo, no se observó significancia a los 60 y 90 días de la investigación.
- Durante la realización del proyecto se observó la diversidad de factores que ocasionan la dispersión de la enfermedad, como ejemplo: el uso de herramientas sin una adecuada desinfección como azadones, picos, arados, botas, etc., los mismos, son utilizados en diferentes predios durante el día de trabajo y pueden propagar las esporas del patógeno, estas al reaccionar con ciertas condiciones de temperatura y humedad se proliferan. Incluso el método de riego utilizado es por gravedad, el agua recorre las parcelas infectadas esparciendo la enfermedad, siendo esta una situación preocupante para el horticultor.
- El mejor tratamiento en relación al costo beneficio fue el T14: Pollinaza + urea + dosis 2 (LisToo 0,25 cm³) presentando un beneficio del 434,68 %. Por otro lado, es importante resaltar que los tratamientos de bocashi fueron los de mayor costo de producción y obtuvieron porcentajes inferiores de beneficio.

Recomendaciones

- Realizar desinfecciones del suelo mediante la utilización de enmiendas a base de cal agrícola para neutralizar el pH, esto genera un ambiente inadecuado para el desarrollo del patógeno.
- El uso de coberturas naturales eliminaría el deshierbe, que actualmente lo realizan los jornaleros con las mismas herramientas y en diferentes predios proliferando la enfermedad, con la cobertura se protege al suelo de la luz solar directa reduciendo el estrés hídrico en las hortalizas.
- Elaborar un historial del predio, con los diferentes ciclos de cultivo durante el año de producción, con la finalidad de generar asociaciones y rotaciones de cultivos para no repetir las mismas especies y familias, debido que esto ocasiona extracción de minerales similares y proliferación de plagas y enfermedades.
- Se recomienda la aplicación de abonos descompuestos para reducir la incidencia de enfermedades que pueden contener los abonos como la pollinaza, de esta manera se cuida y facilita el aprovechamiento de los nutrientes para las plantas.
- Utilización de microorganismos eficaces, debido que estos, aumentan la disponibilidad de los nutrientes presentes en el suelo y facilitan la asimilación por las raíces de las plantas, como las micorrizas y rizo bacterias.
- Uso de barreras vivas alrededor del lote de cultivo como mecanismo de defensa y retención de insectos plagas, se puede utilizar diferentes especies de plantas aromáticas.
- Limpieza y desinfección de herramientas para evitar la proliferación de patógenos en diferentes predios.
- Se recomienda para estudios posteriores evaluar la dosis de aplicación del bocashi en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *Capitata*, pues en esta investigación no presentó resultados significativos.

Referencias

- Aceves, M. O. (2019). *Consideraciones técnicas para la preparación de abonos foliares de fabricación casera*. Pensamiento Actual, 19(33), 106-120.
- Agrizon. (15 de marzo del 2021). *Ficha técnica de Biozyme TF 1 litro*. Recuperado 15 de marzo del 2021 de <https://www.e-agrizon.com/producto/biozyme-1-lit/>.
- Alcántara-Cortés, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. Nova, 17(32), 109-129.
- Almachi Paneluisa, V. E. (2013). *Evaluación de dos híbridos de Brócoli (Brassica oleracea var. itálica) a tres Métodos Alternativos, aplicados a dos dosis, para el control de Hernia de la col (Plasmodiophora brassicae Wor.)*, en la Hacienda Limache–Mulaló–Cotopaxi.
- Álvarez Cabrera, T. F., & Armendáris Jarque, J. E. (2015). *La industria de semillas hortícolas y la producción de hortalizas en el Ecuador, en el marco de la soberanía alimentaria*.
- Álvarez, J. L., Núñez, D. B., Liriano, R., & Terence, G. (2012). *Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (Brassica oleracea L.) en condiciones de organopónico semiprotegido*. Centro Agrícola, 39(4), 27-30.
- Araujo, E. (2014). *Caracterización y Evaluación de la asociación y rotación de policultivos de maíz y hortalizas en la parroquia San Joaquín de la provincia del Azuay*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Arguello Cedeño, E. F. (2015). *Efecto de la aplicación de dos bioestimulantes comerciales en el crecimiento de las plantas de cacao clon nacional (Theobroma cacao l) en la Zona de Buena Fe* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Arredondo Navarro, E. (2018). *Estudio de las condiciones agroclimáticas para evaluar la viabilidad de la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas en una zona tropical del Ecuador*.
- Balaguera, E. A., Beleño, S. G., & Wiest, M. C. (2015). *Plasmodiophora brassicae como agente patógeno*, 15. Retrieved from UNIVERSIDAD DE CUENCA Janneth Elizabeth ViñansacaJimbo55https://www.academia.edu/24266820/Plasmodiophora_brassicae_como_agente_patogeno_fitopatologia_Universidad_pedagogica_y_tecnologica_de_

Colombia_facultad_de_Ciencias_Agropecuarias_Ingenieria_Agronomica_Tunja_2015.

Benites Zari, F. M., Lozano Salcedo, L. A., Torres Nazareno, M. A., & Toasa, V. (2013). *Recolección, manejo y transformación de la pollinaza en abono orgánico en el cantón Duran*.

Boccolini, M. F. (2016). *Impacto de la aplicación prolongada de urea sobre la comunidad de bacterias oxidantes del amoníaco en un suelo argudol típico de Argentina* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba).

Cabrera Martínez, P. F. (2011). *Evaluación de la eficiencia de tres Fertilizantes Orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de Col Morada (Brassica oleracea Var. Capitata)* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-Fajardo, A., Angarica-Baró, E. M., & Rojas-Martínez, O. (2011). *Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (Capsicum annun, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido*. Ciencia en su PC, (4), 32-42.

Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Cuenca - Ecuador.

Calero, A., Pérez, Y., & Pérez, D. (2016). *Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMas-E en el comportamiento agro productivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Monfragüe Desarrollo Resiliente, 7(2), 161-176.

Coronado Bermeo, J. L. (2015). *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de brócoli*.

Díaz-Franco, A., Alvarado-Carrillo, M., Alejandro-Allende, F., & Ortiz-Chairez, F. E. (2017). *Uso de abono orgánico y micorriza arbuscular en la producción de repollo*. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 16(1), 15-21.

Du Jardin, P. (2015). *Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation*. Scientia horticulturae, 196, 3-14.

Edifarm Vademécum Agrícola, (2016). *Bioestimulante Natural*, Certificado para Agricultura Orgánica, CYTOKIN producto orgánico certificado por: WSDA. © Recuperado 15 de

marzo/del/2021/de/https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/CYTOKIN-20181018-110333.pdf.

FAO. (2019). *Datos sobre alimentación y agricultura. FAOSTAT: División de Estadística*. Roma, Italia.

GAD San Joaquín, 2015. *Diagnóstico de la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015*. GADP San Joaquín.

Ghimire, A., & Shrestha, S. (2019). *Effect of Cultural and Biological Treatments in Managing Clubroot Disease of Cabbage in Sidhuwa, Nepal*. International Journal of Applied Sciences and Biotechnology, 7(1), 96-101.

Gossen, B. D., McDonald, M. R., Hwang, S. F., Strelkov, S. E., & Peng, G. (2013). *A comparison of clubroot development and management on canola and Brassica vegetables*. Canadian Journal of Plant Pathology, 35(2), 175-191.

Guamán Parra, J. A., & Tacuri Quizhpi, M. P. (2014). *Estudio de la demanda de productos hortícolas en los hogares de la ciudad de Cuenca y su relación con la producción de la parroquia San Joaquín Bajo*.

Guambo López, M. F. (2011). *Estudio Bioagronómico de 20 Cultivares de Col (Brassica oleracea L. var. Capitata), ESPOCH, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*.

Gutiérrez Villacorta, H. *Abonamiento con gallinaza, Kimelgran y agrifhos Ca y sus efectos sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de col repollo (Brassica oleracea var. Capitata, hibr. good season) en Zungarococha, distrito de San Juan Bautista, Loreto*.

Guzmán, E. (2020). *Uso efectivo de Bioestimulantes frente al estrés abiótico*. INTAGRI video conferencia. México.

Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., ... & Montoya-Bazán, J. (2020). *Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador*. Cultivos Tropicales, 41(4).

Heinrich, A., & Stone, A. (2014). *Clubroot (Plasmodiophora brassicae) control strategies on brassicas: Oregon Processed Vegetable Commission Continuing Project Report, 2014*.

- Hensel, J., & Restrepo, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), 2014. "Plasmodiophora en brócoli" Universidad de los Andes (ULA), Mérida - Venezuela. *laboratorio de fitopatología.
- Irokawa, F. M., Zambolim, L., & Parreira, D. F. (2020). *Interaction between a biostimulant and cyazofamid in the control of clubroot of crucifers under conditions of high disease density*. Summa Phytopathologica, 46, 46-48.
- Jinde Pilamunga, V. A. (2014). *Efecto de la temperatura y tiempo de secado en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de cuatro hortalizas: col de repollo (Brassica oleracea var. Capitata cv. bronco), col morada (Brassica oleracea var. Capitata f. rubra), lechuga iceberg tipo salinas (Lactuca sativa var. Capitata) y espinaca (Spinacia oleracea L.), troceadas con previa aplicación de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum)* (Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos).
- López Salcedo, M. G., & Pauta Placencia, D. X. (2012). *Efectos en la calidad del agua y del suelo por el uso de la pollinaza como fertilizante en los pastos de la zona de Cruz pamba-Cajas*.
- Mantilla Villacís, R. G. (2018). *Determinación de metales pesados y pérdidas postcosecha en dos hortalizas de consumo directo pimiento (Capsicum annun) y cebolla (Allium cepa)* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Martí, P. R. M., Ramírez, J. G., Valero, E. D. L. C. C., Casanova, C. J. R., Quintana, C. F., & Matos, W. T. (2014). *Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (Oryza sativa) en Aguada de Pasajeros*. Revista Científica Agroecosistemas, 2(2).
- Masaquiza Chimbolema, J. C. (2016). *Valoración del rendimiento de maíz (Zea mays) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la isla, Cantón Cumandá*.
- Medina-Sauza, R. M., Álvarez-Jiménez, M., Delhal, A., Reverchon, F., Blouin, M., Guerrero-Analco, J. A., ... & Barois, I. (2019). *Earthworms building up soil microbiota, a review*. Frontiers in Environmental Sciences, 7, 81.
- Mera Enríquez, E. J. (2018). *Determinación de los factores asociados en la presencia de polilla del repollo (Plutella xylostella L.), en el cultivo de col (Brassica Oleracea, L), en*

la provincia de Imbabura cantón Antonio Ante sector Sagrado Corazón de Jesús (El Ángel: UTB, 2018).

Mullo Guaminga, I. (2012). *Manejo y Procesamiento de la Gallinaza.*

Muñoz Bazurto, G. E. (2010). *Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) y distanciamientos de siembra en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en huertos organopónicos.*

Núñez Sosa, D. B., Liriano González, R., Pérez Hernández, Y., Placeres Espinosa, I., & Sianeh Zawolo, G. (2017). *Respuesta de Daucus carota L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. Centro Agrícola, 44(2), 29-35.*

Ordoñez, F. (2019). *Evaluación de un bioestimulante comercial en el rendimiento y desarrollo del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) variedad Fortuna bajo condiciones de invernadero en la provincia del Azuay [Universidad de Cuenca].*

Orozco Arce, C. M. (2015). *Evaluación de productos ecológicos para el control de la hernia de las crucíferas (Plasmodiophora brassicae) en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea Var. Avenger), en la parroquia Izamba provincia de Tungurahua*

Peña, K., Rodríguez, J. C., Olivera, D., Fuentes, P. F., & Melendrez, J. F. (2016). *Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. Agronomía Costarricense, 40(2), 117-127.*

Pérez-Madruga, Y., López-Padrón, I., & Reyes-Guerrero, Y. (2020). *Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. Cultivos Tropicales, 41(2).*

Rea Betancourt, F. D. (2012). *Respuesta del cultivo de col (Brassica oleracea) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura.*

Rengifo Valqui, R. E. *Utilización de humus y tres concentraciones de gallinaza y su efecto en el rendimiento de col repollo (Brassica oleracea L.) var. Tropical Delight en bolsas de polietileno en Iquitos-Perú.*

Reyes Pérez, J. J. (2014). *Efecto de un bioestimulante natural como atenuante del estrés salino en variedades de albahaca (Ocimum basilicum L.).*

- Rivera Mendoza, R. A. (2017). *Diseño de un modelo de gestión de calidad para producción de brócoli (Brassica oleracea), en la parroquia San Joaquín, Cuenca–Ecuador* (Master's thesis, Universidad del Azuay).
- Romero, C. E. (2019). *Diagnóstico de Vulnerabilidades Socio Económicas: Actividades Vinculación con la Colectividad. Cuenca - Ecuador.*
- Saborío, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar. En: Meléndez, G. y Molina, E. (eds.) Fertilización foliar: principios y aplicaciones.* Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. p. 107-124.
- Salcedo Ruales, F. T. (2016). *Evaluación de la resistencia de cuatro variedades de brócoli a Plasmodiophora brassicae Woronin* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Santillán, P., & Amílcar, W. (2013). *Respuesta de dos híbridos de coliflor (Brassica oleracea var. botrytis), a la aplicación de abonos orgánicos.* Tumbaco, Pichincha.
- Sotamba Sanango, R. P., & Sánchez Dumas, J. S. (2013). *Estudio de comercialización hortícola en la parroquia San Joaquín Bajo-Cuenca.*
- Suada, I. K., Suwastika, A. A. N. G., Pradnyana, I. K. N., Shchegolkova, N., Poloskin, R., Gladkov, O., ... & Stepanov, A. (2019). *Application of Trichoderma spp. and Lignohumate to suppress a pathogen of clubroot (Plasmodiophora brassicae WOR.) and promote plant growth of Cabbage. Int J Biosci Biotechnol, 6, 79-94.*
- Suárez Navarrete, L. R. (2013). *Respuesta del cultivo de Maíz (Zea mays) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi* (Babahoyo: UTB, 2013).
- Telenchana, P. M. Y. (2015). *Aplicación de Productos Sello Verde en el Manejo de la Hernia de las Crucíferas (Plasmodiophora brassicae) en el Cultivo de Brócoli (Brassica oleracea var. Avenger), en las Condiciones Agroecológicas de Izamba. Universidad Técnica De Ambato, Cevallos, Ecuador.*
- Tipan Tuinga, T. D. J. (2017). *Caracterización de la calidad del abono de aves de postura y de engorde (Gallus domesticus), utilizado en la agricultura de San José de Puñachizag, cantón Quero.*
- Torres Nava, D. (2011). *Caracterización del sistema de producción de brócoli y efecto de la fertilización órgano mineral en la dinámica del nitrógeno* (Master's thesis).

- Vallejo Amaya, J. E. (2013). *Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio-económica de la región interandina*.
- Valverde-Lucio, Y., Moreno-Quinto, J., Quijije-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Gabriel-Ortega, J. (2020). *Biostimulants: An innovation in agriculture for coffee cultivation (Coffea arábica L)*. Journal of the Selva Andina Research Society, 11(1), 18-28.
- Velandia, J., Galindo, R., & de Moreno, C. A. (1998). *Evaluación de la gallinaza en el control de Plasmodiophora brassicae en repollo*. Agronomía Colombiana, 15(1), 1-6.
- Viciedo, D. O., Leiva, L., Calero, A., & Meléndrez, J. F. (2015). *Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (MNM) en el comportamiento agro-productivo de cultivos hortícolas*. Agrotecnia de Cuba, 39(7), 34-42.
- Viñansaca, J. (2019). "Alternativas de manejo de la hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) en la parroquia de San Joaquín, Cuenca – Ecuador". Cuenca – Ecuador.
- Wu Loli, D. A. (2020). *Evaluación de la biodegradación de la gallinaza a través del compostaje con ayuda de complejo microbiano ACF-SR (Aqua Clean) con sistema automático y monitorizado*.
- Xu, S. J., Hong, S. J., Choi, W., & Kim, B. S. (2014). *Antifungal activity of Paenibacillus kribbensis strain T-9 isolated from soils against several plant pathogenic fungi*. The plant Pathology Journal, 30(1), 102.
- Zamora, E. (2016). *El cultivo del Repollo*. México. Universidad de Sonora.
- Zea, P., Chilpe, J., Sánchez, D., & Chica, E. J. (2020). *Energy efficiency of smallholder commercial vegetable farms in Cuenca (Ecuador)*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 23(2).

Anexos

Anexo A

Materiales biológicos

Insumos biológicos	Unidad	Cantidad
Plantas de col repollo	Planta	3360
Pollinaza	kg	588 (30 sacos)
Urea	kg	6
Bioestimulante LisToo	cm ³	D2: 140
		D3: 280
		D4: 560
Bioestimulante Biozyme®	cm ³	14
Bioestimulante Cytokin®	cm ³	7
Bocashi	kg	
Pollinaza	kg	51
Polvo carboneras	kg	15
Pulidura de arroz	kg	5
Cascarilla arroz	kg	51
Cal agrícola	kg	3
Melaza	lt	1,5
Levadura	g	120
Sulfato Calcio	kg	5

Anexo B

Materiales de campo

Materiales	Unidad	Cantidad
Vasos plásticos	u	3
Azadón	u	2
Transplantador	u	2
Plástico negro	m ²	4
Pala	u	2
Flexómetro	u	1
Etiquetas	u	50
Libreta campo	u	2
Baldes plásticos	u	2
Cinta adhesiva	u	2
Termómetro	°C	1
Manguera	m	1
Martillo	u	2
Mascarillas	u	10
Botas	u	2
Balanza	lb/kg	1
Pirola	rollo	1
Clavos	lb	5
Madera 0,04 x 0,05 x 3	m	10
Plancha zinc	u	2
Pingos	m	6
SERRUCHO	u	1
Excavadora manual	u	1
Pilares madera	m	6
Sarón	m ²	16
Bomba de fumigar	u	1

Anexo C

Materiales de oficina

Computadora, cámara fotográfica, papel, lápiz, calculadora, tablero para apuntes, regla.

Anexo D*Preparación del bocashi*

Se realizó de acuerdo a la metodología planteada por Hensel & Restrepo, (2009).

Etapla 1: Colocación por capas, 51 kg de cascarilla de arroz, 51 kg de pollinaza, 15 kg polvo de carboneras, 5 kg de pulidura de arroz, 3 kg de cal agrícola, 5 kg de sulfato de calcio, luego se añadió a la mezcla 1,5 l de melaza, 120 g de levadura y se mezclaron de manera uniforme todos los ingredientes y se cubrió con plástico negro para evitar la exposición a factores climáticos.

Etapla 2: Al cuarto día, se dio vuelta la mezcla en la mañana y en la tarde para evitar que la temperatura interna sobrepase los 50 ° C, y a partir de ese día hasta el quinceavo, se dio vuelta una sola vez por día para alcanzar la maduración del abono.



Anexo E

Preparación del terreno



Anexo F

Transplante de Brassica oleracea



Anexo G

Control de malezas



Anexo H

Aplicación de los bioestimulantes



Anexo I

Evaluación del desarrollo vegetativo y rendimiento de B. oleracea var. Capitata



Anexo J

Evaluación de la incidencia y severidad de Hernia de la col (Plasmodiophora brassicae) en col repollo (Brassica oleracea var. Capitata)



Anexo K

Anova de la variable cobertura a los 60 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	6169,88	4	1542,47	16,81	0,0001
Abonos	5322,25	3	1774,08	19,34	0,0001
Bloques * Abonos	1100,8	12	91,73	2,99	0,0017
Dosis	134,47	5	26,89	0,88	0,5005
Abonos * Dosis	297,1	15	19,81	0,65	0,8279
Error	2453,46	80	30,67		
Total	15477,96	119			

Anexo L

Anova de la variable cobertura a los 90 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	5937,86	4	1484,47	15,4	0,0001
Abonos	5428,49	3	1809,5	18,77	0,0001
Bloques * Abonos	1156,81	12	96,4	3,29	0,0007
Dosis	138,78	5	27,76	0,95	0,4555
Abonos * Dosis	276,52	15	18,43	0,63	0,8428
Error	2345,07	80	29,31		
Total	15283,53	119			

Anexo M

Anova de la variable altura de la planta a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	577,85	4	144,46	11,82	0,0004
Abonos	55,71	3	18,57	1,52	0,2598
Bloques * Abonos	146,63	12	12,22	2,08	0,0275
Dosis	14,68	5	2,94	0,5	0,7756
Abonos * Dosis	42,31	15	2,82	0,48	0,9442
Error	470,06	80	5,88		
Total	1307,24	119			

Anexo N

Anova de la variable altura de la planta a los 60 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	2514,81	4	628,7	31,67	<0,0001
Abonos	1345,34	3	448,45	22,59	<0,0001
Bloques * Abonos	238,22	12	19,85	2,57	0,0062
Dosis	32,56	5	6,51	0,84	0,5233
Abonos * Dosis	96,59	15	6,44	0,83	0,6382
Error	618,01	80	7,73		
Total	4845,53	119			

Anexo O

Anova de la variable número de hojas a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	61,25	4	15,31	10,71	0,0006
Abonos	23,93	3	7,98	5,58	0,0124
Bloques * Abonos	17,15	12	1,43	3,44	0,0004
Dosis	6,77	5	1,35	3,26	0,0099
Abonos * Dosis	2,37	15	0,16	0,38	0,9806
Error	33,2	80	0,41		
Total	144,67	119			

Anexo P

Anova de la variable número de hojas a los 60 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	12,95	4	3,24	8,6	0,0016
Abonos	59,03	3	19,68	52,27	<0,0001
Bloques * Abonos	4,52	12	0,38	1	0,4575
Dosis	4,08	5	0,82	2,16	0,0663
Abonos * Dosis	8,63	15	0,58	1,53	0,1156
Error	30,13	80	0,38		
Total	119,33	119			

Anexo Q

Anova de la variable diámetro del repollo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	401,81	4	100,45	9,13	0,0013
Abonos	821,5	3	273,83	24,89	<0,0001
Bloques * Abonos	132	12	11	2,73	0,0038
Dosis	52,4	5	10,48	2,6	0,0312
Abonos * Dosis	63,4	15	4,23	1,05	0,4157
Error	322,11	80	4,03		
Total	1793,22	119			

Anexo R

Anova de la variable peso del repollo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	40,58	4	10,14	22,18	<0,0001
Abonos	41,17	3	13,72	30	<0,0001
Bloques * Abonos	5,49	12	0,46	1,37	0,1984
Dosis	3,02	5	0,6	1,8	0,1213
Abonos * Dosis	5,44	15	0,36	1,09	0,383
Error	26,73	80	0,33		
Total	122,42	119			

Anexo S

Anova de la variable rendimiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	647626405	4	1,62E+08	22,21	<0,0001
Abonos	661020412	3	2,2E+08	30,22	<0,0001
Bloques * Abonos	87490539,7	12	7290878	1,36	0,2008
Dosis	48310932,8	5	9662187	1,81	0,1207
Abonos * Dosis	87127805,3	15	5808520	1,09	0,3819
Error	427609545	80	5345119		
Total	1959185640	119			

Anexo T

Anova de la variable incidencia de *Plasmodiophora brassicae* a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	5615,42	4	1403,85	7,27	0,0033
Abonos	3817,5	3	1272,5	6,59	0,007
Bloques * Abonos	2317,92	12	193,16	0,58	0,8532
Dosis	4251,67	5	850,33	2,55	0,0343
Abonos * Dosis	8100	15	540	1,62	0,0874
Error	26706,67	80	333,83		
Total	50809,17	119			

Anexo U

Anova de la variable incidencia de *Plasmodiophora brassicae* a los 60 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	2025	4	506,25	0,76	0,5698
Abonos	2500	3	833,33	1,25	0,3338
Bloques * Abonos	7975	12	664,58	1,53	0,1303
Dosis	2600	5	520	1,2	0,3177
Abonos * Dosis	14180	15	945,33	2,18	0,0138
Error	34720	80	434		
Total	64000	119			

Anexo V

Anova de la variable incidencia de *Plasmodiophora brassicae* a los 90 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	2064,58	4	516,15	1,07	0,4122
Abonos	1349,17	3	449,72	0,93	0,4541
Bloques * Abonos	5773,75	12	481,15	1,85	0,0537
Dosis	736,67	5	147,33	0,57	0,7253
Abonos * Dosis	1403,33	15	93,56	0,36	0,9852
Error	20801,67	80	260,02		
Total	32129,17	119			

Anexo W

Anova de la variable severidad de *Plasmodiophora brassicae* a los 30 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	543,67	4	135,92	0,66	0,634
Abonos	2706,83	3	902,28	4,35	0,0271
Bloques * Abonos	2486,93	12	207,24	2,1	0,0259
Dosis	1448,63	5	289,73	2,93	0,0175
Abonos * Dosis	1469,4	15	97,96	0,99	0,4713
Error	7897,6	80	98,72		
Total	16553,05	119			

Anexo X

Anova de la variable severidad de *Plasmodiophora brassicae* a los 60 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	2798,41	4	699,6	1,35	0,3081
Abonos	2271,09	3	757,03	1,46	0,2746
Bloques * Abonos	6221,3	12	518,44	1,98	0,0373
Dosis	2175,82	5	435,16	1,66	0,1542
Abonos * Dosis	3487,28	15	232,49	0,89	0,5816
Error	20986,58	80	262,33		
Total	37940,49	119			

Anexo Y

Anova de la variable severidad de *Plasmodiophora brassicae* a los 90 días

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Bloques	5203,33	4	1300,83	4,86	0,0146
Abonos	1675,63	3	558,54	2,08	0,1558
Bloques * Abonos	3215	12	267,92	0,83	0,6175
Dosis	1453,54	5	290,71	0,9	0,4836
Abonos * Dosis	3580,63	15	238,71	0,74	0,7358
Error	25761,67	80	322,02		
Total	40889,79	119			