

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOINSUMOS EN BASE A
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN TRES VARIETADES DEL CULTIVO DE
TOMATE (*Solanum Lycopersicum* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL
PATACAMAYA”**

ALEJANDRO RODRIGO QUISPE LLIULLI

LA PAZ – BOLIVIA

2023

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOINSUMOS EN BASE A MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN TRES VARIETADES DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum
Lycopersicum* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA**

*Tesis de Grado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

ALEJANDRO RODRIGO QUISPE LLIULLI

ASESORES:

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

Ing. M. Sc. Reynaldo Quispe Tarqui

COMITÉ REVISOR:

Ing. M. Sc. Estanislao Poma Loza

Ing. Milton Indalicio Macias Villalobos

Ing. Esther Tinco Mamani

APROBADA

Presidente comité examinador

LA PAZ – BOLIVIA

2023

DEDICATORIA

“Para mis queridos padres

Sr. Ignacio Quispe Quispe y Sra. Maria Lliulli, que desde pequeño me inculcaron la disciplina de estudiar y luchar por los sueños”

AGRADECIMIENTO

A Dios y al universo por haber conspirado para mantenerme firme y no decaer durante este gran esfuerzo que comprendió mi carrera como Ingeniero Agrónomo.

A la Universidad Mayor de San Andrés, por abrirme las puertas y así poder desarrollar mis estudios universitarios, a la vez permitirme realizar prácticas pre profesionales.

Al plantel docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por toda la enseñanza impartida durante toda mi formación profesional.

A la estación experimental de Patacamaya que me abrió las puertas para poder realizar el presente trabajo de investigación donde además de contar con excelentes profesionales, se encuentra una gran familia.

A mis tutores Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta y Ing. M. Sc. Reynaldo Quispe Tarqui quienes con sus conocimientos y apoyo me guiaron a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

A mi tribunal revisor, Ing. Esther Tinco Mamani, Ing. Milton Indalicio Macias Villalobos y Ing. M. Sc. Estanislao Poma Loza que contribuyeron en la revisión del documento

Al Banco de Desarrollo Productivo (BDP) por el apoyo financiero

A la fundación PROINPA por el apoyo con los bioinsumos requeridos durante la investigación.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos, quienes estuvieron conmigo en este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	II
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	3
1.2. Justificación	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos	4
2.3. Hipótesis	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Microorganismos eficientes	5
3.1.1. <i>Bacillus subtilis</i>	7
3.1.2. <i>Trichoderma harzianum</i>	8
3.1.3. <i>Azospirillum brasilense</i>	8
3.1.4. <i>Paenibacillus polymyxa</i>	9
3.1.5. <i>Penicillium bilaii</i>	10
3.1.6. <i>Bacillus pumilus</i>	10
3.1.7. Uso excesivo de agroquímicos	11
3.2. Cultivo de Tomate	12
3.2.1. Origen del Tomate	12
3.2.2. Descripción morfológica del tomate	12
3.2.3. Importancia	13
3.2.4. Clasificación Taxonómica	13
3.2.5. Características Botánicas	14
3.2.5.1. Sistema Radicular	14
3.2.5.2. El tallo	14
3.2.5.3. Las Hojas	14
3.2.5.4. La inflorescencia	14
3.2.5.5. Las Flores	14
3.2.5.6. El fruto	15
3.3. Variedades de tomate	15
3.3.1. Crecimiento determinado	15
3.3.2. Crecimiento indeterminado	16
3.3.3. Valor nutricional del tomate	17
3.4. Requerimientos edafoclimáticos del tomate	17
3.4.1. Temperatura	18
3.4.2. Humedad	19
3.4.3. Fotoperiodo	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.1. Localización	22
4.2. Materiales	23
4.2.1. Material Biológico	23
4.2.2. Material de Campo	23
4.2.3. Material de gabinete	23

4.3.	Metodología	24
4.3.1.	Descripción del ambiente de estudio	24
4.3.1.1.	Ambiente atemperado	24
4.3.1.2.	Vaciado de hormigón	24
4.3.1.3.	Techo y paredes de la carpa solar	25
4.3.1.4.	Automatizado	26
4.3.2.	Preparación del terreno	26
4.3.3.	Almácigo	26
4.3.4.	Elaboración del sistema de riego	27
4.3.5.	Trasplante	29
4.3.6.	Refallo	30
4.3.7.	Aporque y Deshierbe	30
4.3.8.	Tutorado y Poda	30
4.3.9.	Control Fitosanitario	31
4.4.	Toma de datos	31
4.5.	Cosecha	31
4.6.	Registro de temperatura	32
4.7.	Diseño experimental	32
4.7.1.	Tipo de muestreo	32
4.7.2.	Modelo Lineal Aditivo	32
4.7.3.	Características del campo experimental	34
4.7.4.	Croquis del experimento	35
4.8.	VARIABLES DE RESPUESTA	36
4.8.1.	Comportamiento de temperatura dentro de la carpa solar	36
4.8.1.1.	Temperatura	36
4.8.1.2.	Temperatura del cabezal de automatizado	36
4.8.2.	VARIABLES AGRONÓMICAS	37
4.8.2.1.	Altura de planta	37
4.8.2.2.	Diámetro de tallo	37
4.8.2.3.	Número de flores	37
4.8.2.4.	Número de Frutos	37
4.8.2.5.	Diámetro de fruto	37
4.8.3.	VARIABLES FENOLÓGICAS	38
4.8.3.1.	Días a la floración	38
4.8.3.2.	Días a la Cosecha	38
4.8.4.	VARIABLES DE RENDIMIENTO	38
4.8.4.1.	Rendimiento kg/m ²	38
4.8.4.2.	Rendimiento g/planta	38
4.8.5.	VARIABLES ECONÓMICAS	38
4.8.5.1.	Análisis económico de costos parciales por tratamientos	38
4.8.5.2.	Beneficio bruto	39
4.8.5.3.	Costos Variables	39
4.8.5.4.	Relación beneficio costo	40
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	VARIABLES TÉRMICAS DENTRO DE LA CARPA SOLAR	41
4.1.1.	Temperaturas dentro de la carpa solar durante el desarrollo del cultivo	41
4.2.	Características físicas y químicas del suelo	45
4.3.	VARIABLES FENOLÓGICAS	47

4.4.	VARIABLES AGRONÓMICAS	49
4.4.1.	Altura de Planta	49
4.4.2.	Diámetro de tallo	53
4.5.	VARIABLES FENOLÓGICAS	55
4.5.1.	Número de flores	55
4.5.2.	Diámetro de fruto	57
4.5.3.	Número de Frutos	60
4.5.4.	Días a la floración	64
4.5.5.	Días a la cosecha	68
4.6.	VARIABLES DE RENDIMIENTO	69
4.6.1.	Rendimiento kg/m ²	69
4.6.2.	Rendimiento por planta	74
4.7.	VARIABLES ECONÓMICAS	79
4.7.1.	Beneficio Bruto	79
4.7.2.	Costos Variables (C.V.)	81
4.7.3.	Beneficio neto	82
4.7.4.	Relación Beneficio - Costo	82
5.	CONCLUSIONES	84
6.	RECOMENDACIONES	85
7.	BIBLIOGRAFÍA	86
8.	ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación Taxonómica del Tomate (Solanum Lycopersicum L.)</i> _____	13
Tabla 2. <i>Diferencia del Tomate Determinado e Indeterminado</i> _____	16
Tabla 3. <i>Valor Nutricional del Tomate</i> _____	17
Tabla 4. <i>Efectos Fisiológicos por Bajas Temperaturas</i> _____	20
Tabla 5. <i>Materiales de Construcción para Cerchas por Unidad</i> _____	25
Tabla 6. <i>Material Utilizado para la Instalación del Riego</i> _____	28
Tabla 7. <i>Factores de estudio o tratamientos</i> _____	34
Tabla 8. <i>Características del campo experimental</i> _____	35
Tabla 9. <i>Promedio de temperaturas máximas y mínimas dentro de la carpa solar</i> _____	41
Tabla 10. <i>Datos Mensuales del Municipio de Patacamaya</i> _____	43
Tabla 11. <i>Análisis Físico – Químico del Suelo</i> _____	46
Tabla 12. <i>Análisis de Varianza para Altura de Planta al Inicio de la Floración 25 de junio Inicio de Floración.</i> _____	50
Tabla 13. <i>Análisis de Varianza para Diámetro de Tallo</i> _____	53
Tabla 14. <i>Análisis de Varianza del Número de Flores (Con Raíz Cuadrada)</i> _____	55
Tabla 15. <i>Análisis de Varianza de Diámetro de Fruto</i> _____	57
Tabla 16. <i>Análisis de Varianza para Número de Frutos</i> _____	60
Tabla 17. <i>Análisis de Varianza Días a la floración</i> _____	64
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza para Días a la Cosecha</i> _____	68
Tabla 19. <i>Análisis de Varianza para Rendimiento kg/m²</i> _____	69
Tabla 20. <i>Análisis de Varianza. Rendimiento kg/planta</i> _____	74
Tabla 21. <i>Beneficio bruto por m²</i> _____	80
Tabla 22. <i>Costos variables</i> _____	81
Tabla 23. <i>Beneficio Neto por m²</i> _____	82
Tabla 24. <i>Beneficio/Costo</i> _____	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Patacamaya</i> _____	22
Figura 2. <i>Croquis del experimento</i> _____	36
Figura 3. <i>Cambios de la Temperatura por Día Mes de Junio</i> _____	42
Figura 4. <i>Interacción de Temperaturas Externas e Internas</i> _____	44
Figura 5. <i>Periodo de Desarrollo y Manejo del Cultivo de Tomate</i> _____	48
Figura 6. <i>Comparación de Medias (Fisher). Variedad de Tomate</i> _____	51
Figura 7. <i>Comparación Medias (Fisher). Bioinsumos</i> _____	51
Figura 8. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Número de Flores. Variedades de Tomate</i> _____	56
Figura 9. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Diámetro de Fruto. Bioinsumos</i> _____	58
Figura 10. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Diámetro de Fruto. Variedades de Tomate</i> _____	59
Figura 11. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Número de Frutos. Bioinsumos</i> _____	62
Figura 12. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Número de Frutos. Variedades de Tomate</i> _____	63
Figura 13. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Bioinsumos</i> _____	65
Figura 14. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Variedades de Tomate</i> _____	65
Figura 15. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Bioinsumos x Variedades de tomate</i> _____	66
Figura 16. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Bioinsumos</i> _____	70
Figura 17. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Variedades de Tomate</i> _____	71
Figura 18. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Bioinsumos x Variedades de Tomate</i> _____	72
Figura 19. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento gr/planta. Bioinsumos</i> _____	75
Figura 20. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento gr/planta. Variedades de Tomate</i> _____	76
Figura 21. <i>Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento gr/planta. Bioinsumos x Variedades de Tomate</i> _____	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Resultados del análisis físico – químico del suelo _____	98
Anexo B. Datos del sensor de temperatura y humedad del ambiente DHT 11 ____	99
Anexo C. Construcción de la carpa solar de policarbonato _____	102
Anexo D. Recopilación de fotografías durante la investigación _____	106

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los predios de la Estación Experimental Patacamaya que está situada en la Provincia Aroma del departamento de La Paz (Altiplano Central de Bolivia). Sus coordenadas geográficas son 17°15'32'' de Latitud Sur, y 67°56'29'' de Longitud Oeste, a una altitud de 2785 m.s.n.m. a una distancia de 101 km desde la ciudad. El objetivo general de la investigación fue: Evaluar el efecto de aplicación de *Tricobal* y *Energy top* en 3 variedades del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad Pierre, Roma y Super Rio en ambientes atemperados. Donde, el trabajo de campo fue evaluado mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial de 12 tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de 36 unidades experimentales. El ensayo se realizó en una carpa solar de 24 m de largo x 6 m de ancho donde todo el desarrollo vegetativo de la planta fue para evaluar el rendimiento a través de los tratamientos.

Los resultados que se obtuvieron demuestran que la interacción de los bioinsumos trae beneficios positivos, siendo el T11 (combinación de Tricobal+ Energy Top con Variedad de tomate Super Rio) el que obtuvo el mejor promedio que es igual a 0.3367 kg/planta. además, que para la variable peso de fruto por planta, la combinación de cepas nativas que aportan ambos productos fue efectivo. Por tanto, debe considerarse que el cultivo en invierno es más susceptible a las temperaturas mínimas que oscilan alrededor de 0°C. dichas temperaturas causaron deformaciones de los frutos, aborto floral.

ABSTRACT

This research was carried out on the premises of the Patacamaya Experimental Station, which is located in the Aroma Province of the department of La Paz (Central Altiplano of Bolivia). Its geographical coordinates are 17°15'32" South Latitude, and 67°56'29" West Longitude, at an altitude of 2785 meters above sea level. at a distance of 101 km from the city. The general objective of the research was to evaluate the effect of applying Tricobal and Energy top in 3 varieties of the tomato crop (*Solanum Lycopersicum L.*) variety Pierre, Roma and Super Rio in temperate environments. Where, the field work was evaluated through the Completely Random Design (DCA) with a bifactorial arrangement of 12 treatments and three repetitions, making a total of 36 experimental units. The trial was carried out in a 24 m long x 6 m wide solar tent where all the vegetative development of the plant was to evaluate the performance through the treatments.

The results obtained show that the interaction of bio-inputs brings positive benefits, being T11 (combination of Tricobal+ Energy Top with Super Rio tomato variety) the one that obtained the best average, which is equal to 0.3367 kg/plant. In addition, for the variable fruit weight per plant, the combination of native strains that provide both products was effective. Therefore, it should be considered that the crop in winter is more susceptible to minimum temperatures that oscillate around 0°C. these temperatures caused deformations of the fruits, floral abortion.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el origen de la agricultura nuestros ancestros comenzaron con la domesticación de plantas nativas, fertilizar el suelo y a combatir las plagas con materia orgánica. De esta forma en el último siglo se abandonó el uso de insumos agrícolas. (Tavera *et al.*, 2014)

Asimismo, en el mundo entero, la agricultura orgánica es cada vez menos aplicada, ya que no cubre con los requerimientos y sustentabilidad para el mercado. Pero la agricultura orgánica viene adquiriendo gran importancia social por los beneficios que ofrece a la salud humana y al medio ambiente. Según Salinas (2014) La agricultura orgánica sufre un cambio importante al establecer una combinación entre las prácticas agrícolas tradicionales y las prácticas agrícolas que incorporan la innovación tecnológica empleando técnicas amigables con el ambiente.

Esto indica que se debe buscar innovaciones tecnológicas que ayuden a mejorar los rendimientos en la producción de alimentos orgánicos.

El cultivo de tomate es de origen sudamericano (Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia y Chile) donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. El tomate es una fuente importante de ciertos minerales, como el potasio y el magnesio. De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora de nuestro organismo. Por esta razón el tomate en nuestro país es considerado como una de las hortalizas de

mayor importancia por los consumidores, lo valorizan por sus nutrientes de vitaminas y minerales. (Blanco, 2018)

En la búsqueda del incremento de su producción y de la calidad del producto se han incorporado diversas tecnologías, una estrategia alternativa que está dando buen resultado para aumentar la productividad es la utilización de microorganismos que además de ser antagonistas de los agentes infecciosos, desplazan a estos de una manera natural (control biológico).

Una alternativa no química para el control del tomate consistiría en la aplicación de hongos benéficos como *Trichoderma harzianum* un hongo que está presente en casi todos los suelos del mundo. Este se caracteriza por colonizar rápidamente las raíces de las plantas, logrando mecanismos para mejorar el desarrollo radicular de las plantas además de tener efectos antagónicos en patógenos del suelo. (Valderrama *et al.*, 2015)

La presente investigación evaluará el efecto de los productos *Tricobal* y *Energy top* productos registrados por el SENASAG y certificados para la producción orgánica, en tres diferentes variedades de tomate (*Solanum Lycopersicum L.*).

Estos productos son controladores y destructores de enfermedades teniendo un mejor efecto fisiológico en el desarrollo y producción del cultivo de tomate. Además, se incorpora a *Azospirillum brasiliense*, *Bacillus pumilus*, *Penicillium balaii* y *Paenibacillus spp.* Estos son inoculantes microbianos que fijan el nitrógeno del aire y solubilizadores de fosforo. (Fundación PROINPA, 2022)

1.1. Antecedentes

El estudio de los microorganismos es importante hasta la fecha, ya que debemos optar a nuevos métodos para conservar, cuidar y mejorar los suelos productivos dentro de ambientes controlados. Entonces, caracterización y clasificación de Trichodermas nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal” donde se recolecto, aísló, selecciono, identifico y caracterizo morfológica y molecularmente las cepas nativas de *Trichoderma sp.* (Vallejo, 2014)

1.2. Justificación

La agricultura orgánica o ecológica no utiliza métodos de producción intensiva, esto ocasiona que el productor enfocado a este tipo de agricultura sea cuestionado por toda la tecnología que se va implementando con el tiempo al movimiento convencional. Por el contrario, la producción orgánica no cuenta con muchos recursos en su innovación pero cuenta con más argumentos para ella, y estas son: Respeto a la vida, Seguridad alimentaria, promueve la convivencia y el respeto a la naturaleza, fomenta el empleo de huerto y producción de insumos, promueve el conocimiento y la sabiduría del campesino etc. (Blanco, 2018)

El tomate tradicionalmente es uno de los cultivos hortícolas más importantes en el consumo alimenticio y en la mayoría de productores los rendimientos no alcanzan los niveles deseables de 40-50 TM/ha. Para mejorar los rendimientos, existe amplia gama de manipulaciones agronómicas, que en su mayoría dependen de insumos químicos que provocan impacto ambiental, contaminación de mantos freáticos y problemas en la salud humana de productores y consumidores, esto hace que, actualmente las

tendencias de producción buscan alternativas tecnológicas más eficientes y amigables al medio ambiente. Los productos: Acaritop, Bigor Top y Tricobal tuvieron rendimientos significativos en la producción de quinua entre el 2013 y 2017 alcanzando un incremento del promedio de rendimiento del 55,1%.

Entonces, la investigación pretende evaluar la aplicación de *Tricobal* que es un Biofungicida y promotor de crecimiento, y el biofertilizante *Energy top* que es un fijador de nitrógeno, solubilizador de fosforo y biocontrolador en el cultivo de tomate. Además, estos bioinsumos están conformados por varios microorganismos eficientes el cual fueron proporcionados por la fundación PROINPA.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de aplicación de *Tricobal* y *Energy top* en 3 variedades del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad Pierre, Roma y Super Rio en ambientes atemperados en la Estación Experimental de Patacamaya.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico y fenológico de 3 variedades del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad pierre, roma y super rio bajo el efecto de aplicación en *Tricobal* y *Energy top*.
- Comparar las variables de rendimiento de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) variedad Pierre, Roma y Super Rio en los diferentes tratamientos.
- Determinar la viabilidad económica de cada tratamiento en estudio, a través de un análisis de relación beneficio-costos.

2.3. Hipótesis

Ha: La aplicación de los bioinsumos presenta diferencias significativas en: la producción, en el rendimiento, en el costo de producción de la presente investigación.

Ho: La aplicación de los bioinsumos no presenta diferencias significativas en: la producción, en el rendimiento, en el costo de producción de la presente investigación.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Microorganismos eficientes

EM significa microorganismos eficientes. Su concepto y tecnología fue desarrollado por el Doctor Teuro Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y el estudio se completó en 1982. Los organismos predominantes anaeróbicos mezclados en enmiendas comerciales agrícolas; Está compuesto por organismos benéficos y altamente eficaces. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. (Blanco, 2018)

El desarrollo de nuevas técnicas en el desarrollo de microorganismos ha hecho posible obtener bioabonos de mejor calidad, mejorando el ecosistema y aumentando el rendimiento de la región. Es decir, se puede usar los microorganismos para la recuperación de suelos. (Suárez, 2009)

En los países de Colombia, Brasil, México, Nicaragua, Venezuela, Costa Rica y Cuba, ya cuentan con bastas experiencias en el manejo de bioinsumos. Por lo tanto, ya se cuenta con mejores métodos y tecnologías para la aplicación de microorganismos del género *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus* y Micorrizas. (Calero H. *et al.*, 2019)

La implementación de microorganismos aumenta la oferta de metabolitos al implementarlos, sin embargo, al realizar abonos líquidos se puede obtener reacciones más rápidas y con mayor desempeño. (Gutiérrez *et al.*, 2013)

La inoculación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/planta mejora la calidad y salud del suelo, y el crecimiento, producción, calidad de los productos.

Los EM es un concentrado líquido que contiene unas 80 variedades de microorganismos que incluye tanto especies aeróbicas que respiran oxígeno, como anaeróbicas y cuyo logro es que coexistan y se complementen, lo que les confiere un alto poder antioxidante. (Martinez, 2006, p. 13)

Esto indica que el principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas.

La tecnología de los (*efficient microorganisms*), es una alternativa para tratamiento de los suelos y agua, estos cuentan con bastante variedad de microorganismos que una vez asociados cumplen características metabólicas complementarias entre sí. (Cardona & García, 2008)

Según Perero & Vilcahuano, (2006) El EM puede aumentar significativamente los efectos benéficos en suelos buenos y prácticas agrícolas como rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza conservacionista, reciclado de residuos de cultivos y biocontrol de plagas. Es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculado al suelo sirve como:

- Corrector de salinidad: al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (sodio y cloro).
- Des bloqueador de suelos: pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos.
- Acelerador de la descomposición de los desechos orgánicos (Compost, Bocashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación.

El uso de microorganismos es muy necesario para poder obtener buenos resultados. Es decir, si solamente utilizamos abonos el tomate llega a requerir hasta 100 gramos por planta sin aprovechar eficientemente este. Entonces deben combinarse con microorganismos. (Restrepo, 2001)

3.1.1. *Bacillus subtilis*

El género bacillus se caracteriza por ser endosporas resistentes al calor. La especie bacillus pertenece a al Reino Bacteria; Filo Firmicutes; Clase Bacilli; Orden Bacillales y Familia Bacillaceae. (Maughan & Van der Auwera, 2011)

El *Bacillus subtilis* reduce la concentración de virus en plantas, aumentando el crecimiento y reduciendo la propagación del Virus. (Maldonado *et al.*, 2008)

La especie Bacillus se encuentra propagado en todo el mundo debido a su habilidad de formar endosporas, el cual les confiere resistencia y potencia de supervivencia en diversos hábitats, tanto acuáticos como terrestres.(Tejera *et al.*, 2011)

La combinación de *Bacillus* y *Trichoderma* resultan muy eficientes en el control de enfermedades, llegando a la misma eficiencia de fungicidas químicos. (Maketon *et al.*, 2008)

El género *Bacillus subtilis* no tiene buenos niveles de control de patógenos respecto al género *Trichoderma*, ya que estos tienden a inhibir muy rápido a los hongos patógenos (Astorga *et al.*, 2014)

3.1.2. *Trichoderma harzianum*

Las enzimas de los Tricodermas son sinérgicas entre sí con otras enzimas antifúngicas y con otros materiales, llegando a combinarse con otros bioinsumos generando efectos de resistencias sistémicas en las plantas. (Martínez *et al.*, 2013)

Se obtuvieron resultados similares al control de tres enfermedades fúngicas, con la misma eficiencia de fungicidas químicos utilizando una combinación de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma Harzianum*. (Maketon *et al.*, 2008)

El género *Trichoderma* inhiben el crecimiento de hongos patógenos como el *Penicillium sp.* ya que en pruebas fijas este invade totalmente al hongo patógeno, erradicándolo del lugar con altos niveles de eficiencia. (Astorga *et al.*, 2014)

3.1.3. *Azospirillum brasilense*

Actúa a través de un proceso enzimático, que permite fijar nitrógeno y hacerlo asimilable y disponible para la planta. También secreta importantes cantidades de sustancias promotoras de crecimiento. (Fundación PROINPA, 2022)

El *Azospirillum brasilence* tiene efectos significativos en aportes de nitrógeno en las primeras fases del cultivo del trigo favoreciendo el crecimiento hasta la etapa de floración, ya que no afecta significativamente a la formación de granos. (Rodrigues *et al.*, 2014)

Los efectos del *Azospirillum brasilence* se presentan eficientemente durante el crecimiento de la planta, presentando rendimientos similares a los agroquímicos y mantiene las características físico-químicas de los suelos. (García *et al.*, 2012)

3.1.4. *Paenibacillus polymyxa*.

Paenibacillus polymyxa produce la enzima nitrogenasa, que transforma el N atmosférico en nitrógeno orgánico que por mineralización genera nitrógeno mineral que es absorbido por las plantas. También induce la síntesis de Ácido Indol Acético (AIA), importante promotor de crecimiento y de metabolitos que promueven la germinación de la semilla y el desarrollo reproductivo de la planta. Actúa como biocontrolador al producir metabolitos y antibióticos. (Fundación PROINPA, 2022)

La bacteria *Paenibacillus polymyxa* cumple una función de bioinsecticidas en algunas especies de lepidópteros y a la vez cumple como biofertilizante con la aportación de nitrógeno al suelo (Hussien *et al.*, 2011)

Asimismo, la bacteria *Paenibacillus polymyxa* presenta características de resistencia a antibióticos, con el propósito de implementarlo con más eficiencia en el medio ambiente. (Agudelo, 2015)

3.1.5. *Penicillium bilaii*

El *Penicillium bilaii* excreta ácidos orgánicos y enzimas que solubilizan fósforo, haciéndolo disponible para la planta. Sintetiza la fitohormona etileno que induce el desarrollo radicular. (Fundación PROINPA, 2022)

El *Penicillium bilaii* genera mejores rendimientos en las primeras fases de crecimiento de la planta, al solubilizar formas del fósforo que de otro modo no estarían disponibles. (Gleddie, 1993)

El *Penicillium bilaii* produce una variedad de metabolitos beneficiosos para el crecimiento y la supervivencia de las plantas de tomate, así como también defienden del ataque de ciertos patógenos mejorando significativamente el crecimiento de las raíces en las plántulas de tomate en comparación de otras especies. (Mushtaq *et al.*, 2012)

3.1.6. *Bacillus pumilus*

El *Bacillus pumilus* produce ácidos orgánicos que solubilizan fósforo y también produce metabolitos con enzimas líticas, que funcionan como supresores de fitopatógenos del complejo damping off. (Fundación PROINPA, 2022)

Al igual que el *Bacillus subtilis* que presenta potencial para solubilizar fosfatos inorgánicos el *Bacillus pumilus* de igual forma cumple con dicho potencial, el cual puede prepararse para bioinsumos. (Cabra *et al.*, 2017)

3.1.7. Uso excesivo de agroquímicos

Los productos químicos que se emplean en el uso agrícola, afectan el bienestar de la salud pública. Escaloma *et al.* (2021), las personas que están expuestas a las partículas de este producto, pueden ser más sensibles a desarrollar Parkinson.

El uso excesivo de los plaguicidas dañar las áreas agrícolas, pero sólo un 0.1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicado llega a la plaga, mientras que el restante circula por el medio ambiente, contaminando posiblemente el suelo, agua y Fauna. (Torres & Capote, 2004)

La Toxicidad aguda y crónica provocada a los productores es más elevada ya que, el uso frecuente hace más resistentes a las plagas provocando un aumento de la dosificación de estos. (Ibarra *et al.*, 2019)

Los fertilizantes químicos, son muy utilizados en el sector agrícola; no obstante, el abuso en su utilización genera residuos que producen salinización, problemas en el drenaje, compactación del suelo y disminución de la actividad microbiana comprometida en la nutrición vegetal. (Medina *et al.*, 2017)

El uso de productos Agroquímicos es muy beneficioso para el sector agrícola. Pero, el abuso de dichas sustancias degrada los suelos, entonces una alternativa a los productos químicos es el uso de microorganismos de montaña. (Alarcon *et al.*, 2020)

3.2. Cultivo de Tomate

3.2.1. Origen del Tomate

El tomate es de origen sudamericano (Perú, Ecuador y Bolivia). La mayor diferencia varietal se encuentra en México, estableciéndose dicho país como centro de origen del tomate cultivado. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, y más tarde se difundió por todos los países en un principio utilizado como planta de ornamento en los jardines. (FAO, 2013)

Según Escaloma *et al.* (2009) El origen de la especie *solanum lycopersicum* se ubica en la región andina desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México donde se domesticó.

El tomate es originario de los Andes del Perú, gradualmente se esparció a lo largo de Suramérica, continuo su viaje por América central. Los aztecas lo nombraron “xitomatl”; fue allí donde fue cosechado, cultivado y mejorado. Produciendo una mayor diversidad de los frutos. (Brouwer & Elliott, 2006)

3.2.2. Descripción morfológica del tomate

Según Maroto (2008) clasifica al tomate como un arbusto perenne que se cultiva anualmente, puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Asimismo, existen variedades de crecimiento limitado (determinado) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminado)

El tomate puede sembrarse todo el año, pero presenta problemas según la época. En la época de lluvia es más susceptible a enfermedades mientras que en la época seca

es más afectado por la incidencia de plagas, estos problemas están acompañados de métodos de manejo y control. (Corpeño, 2004)

El tomate presenta dos hábitos de crecimiento, determinado e indeterminado. La planta indeterminada es de crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite, mientras que la planta determinada presenta menos hojas por inflorescencia y terminan en esta, teniendo un crecimiento limitado. (Escaloma *et al.*, 2009)

3.2.3. Importancia

Según Rural (2022) El jitomate o tomate es uno de los cultivos más importantes en el mundo por su importancia económica y por ser fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes, los minerales que contiene son calcio, fósforo, potasio y sodio y las vitaminas que contiene son A, B1, B2, y C.

3.2.4. Clasificación Taxonómica

Tabla 1

Clasificación Taxonómica del Tomate (Solanum Lycopersicum L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Solanum
Especie	<i>Lycopersicum</i>

Fuente: Semillaria (2015)

3.2.5. Características Botánicas

El tomate es una planta perenne, sensible a las heladas, se cultiva como anual.

3.2.5.1 Sistema Radicular

La raíz es profunda, alcanzando 1.5 m de profundidad; la mayor parte se encuentra en los primeros 50 cm. Comienza una raíz pivotante que en general se destruye con el trasplante, dando lugar a un sistema radical fibroso con numerosas raíces adventicias cuyo desarrollo se ve favorecido por el aporque.

3.2.5.2. El tallo

Tallo herbáceo, frágil, redondo erecto; luego se torna decumbente semi leñoso, con pelos glandulares. Puede alcanzar una altura de 40 hasta 250 centímetros de longitud.

3.2.5.3. Las Hojas

Son compuestas, alternas, formadas por más de nueve folíolos dentados y pelos granulares y se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna y opuesta, su color es de un verde más o menos intenso.

3.2.5.4. La inflorescencia

Puede ser de cuatro tipos; Racimo simple, cima unípara o simple, cima bípara o bifurcada y cima múltipara o ramificada

3.2.5.5. Las Flores

Son hermafroditas y está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo es decir con sépalos soldados entre sí, el androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo, el gineceo presenta de dos a treinta carpelos.

3.2.5.6. El fruto

Es una baya bi o plurilocular de forma muy variable (redondos, alargados periformes, o globulares y achatados), que puede alcanzar un peso de 600 gramos es de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopersina y caroteno.

3.3. Variedades de tomate

Según *Tomate «St. Pierre» Samen & Saatgut*, (s. f.) El tomate rojo St. Pierre es una antigua variedad francesa. Produce abundantes frutos redondos planos con un sabor agradablemente dulce y jugoso. Es una variedad medio tardía que produce sus primeros frutos maduros en agosto normalmente.

La variedad de tomate roma proviene de Italia, donde el fruto es bi o trilocular, es redondeado, achatado o con forma de pera, y el tamaño es homogéneo. Su principal peculiaridad es que esta variedad es resistente al *Fusarium* y *Verticillium*.

Según su hábito de crecimiento se clasifican en determinado e indeterminado. Mientras que en la investigación se implementó las variedades Pierre, Roma y Super Rio.

3.3.1. Crecimiento determinado

El tomate se considera de crecimiento determinado cuando los tallos principales y laterales detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad son de porte bajo y compacto la cosecha puede realizarse hasta tres veces. (López, 2016, p. 17)

3.3.2. Crecimiento indeterminado

Según CHEMONICS (2008), son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta unos 10 m. de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda entorno a un hilo de soporte.

Tabla 2

Diferencia del Tomate Determinado e Indeterminado

Crecimiento Indeterminado	Crecimiento Determinado
Ramificación débil	Fuerte tendencia a la ramificación
3 a 4 hojas por simpodio	1 a 2 hojas por simpodio
Floración y maduración distribuida en un largo tiempo	Floración y Maduración concentrada
Habito rastrero	Habito arbustivo
Siempre se podan y deben ralearse los frutos	No se realiza poda ni raleos de frutos
Producción a campo o invernáculo, siempre se conducen y cosechan manualmente	Producción a campo de estación, sin conducción con posibilidades de cosecha mecánica.
	Tomate industria o doble propósito

Fuente, Infoagro (2001)

3.3.3. Valor nutricional del tomate

El uso de compostas o vermicompostas utilizados en el cultivo de tomate dentro de invernaderos, tuvieron mejoras en su calidad. Es decir, aumentaron la cantidad de solidos solubles aumentando asimismo la producción. (De la Cruz *et al.*, 2009)

Tabla 3

Valor Nutricional del Tomate

Valor Nutricional del Tomate por 100 g de Sustancia Comestible			
Residuos (%)	6,0	Caroteno (mg)	0,5
Materia seca (g)	6,2	Tiamina (mg)	0,06
Energía (kcal)	20,0	Riboflavina (mg)	0,04
Proteínas (g)	1,2	Niacina (mg)	0,6
Fibra (g)	0,7	Vitamina C (mg)	23
Calcio (mg)	7,0	Valor Nutritivo Medio (VNM)	2,39
Hierro (mg)	0,6	VNM por 100 g de materia seca	38,5

Fuente: Agroinformación - El cultivo del tomate (s.f.)

3.4. Requerimientos edafoclimáticos del tomate

Agroinformación - El cultivo del tomate. (s. f.) El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

3.4.1. Temperatura

Torrez (2015), la maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C, así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

Para la producción de tomate fuera de temporada es necesario acudir a las carpas solares o invernaderos, Asimismo el tomate es afectado por la falta de horas luz y las bajas temperaturas aumentando sus costos de producción utilizando métodos de calefacción. (Saavedra & Tapia, 2009)

Para que un fruto pueda tener un óptimo cuaje se deben presentar condiciones favorables temperaturas oscilantes entre 17 y 19 °C, pero la temperatura optima es de 23 a 25 °C, sin embargo las temperaturas mínimas no deben disminuir los 10°C. (Hortalizas, 2012)

El factor temperatura afecta gravemente a la planta del tomate ya que temperaturas mayores a 32°C, alargan el estigma dificultando el paso del polen. Asimismo, temperaturas menores a 10°C dificultan la fecundación formando frutos huecos u deformes. (Proain, 2020)

Proain (2020) La condición climática para que se genere una buena polinización del tomate se produce a temperaturas entre 23 y 25 °C.

Una forma de tratar con las bajas temperaturas en tomate es usando los organismos genéticamente modificados (OGM) ya que presentan características de resistencia al frío. (Cruz, 2019). De la misma forma, debemos buscar nuevos métodos relacionados con los efectos del frío.

Según las estaciones del año la cosecha del tomate se la realiza de la siguiente forma; de tres a cuatro días en verano y un día en invierno, puede variar por el método y variedad del cultivo. (FAO, 2013).

3.4.2. Humedad

El método de riego por nebulización es un fuerte aliado para combatir las bajas temperatura, ya que mostro efectos significativos con respecto a la humedad relativa del ambiente facilitando la fecundación de las flores con respecto a los que no se aplicó este método. (Harel *et al.*, s. f.)

Una buena obtención de frutos dependerá de la humedad relativa optima del 70%, al no cumplir con este requerimiento el polen se queda en la antera o no puede ingresar al estigma. Llegando a tener consecuencias muy altas en los rendimientos del cultivo. (Proain, 2020)

Las altas temperaturas y la baja humedad se combinan, provoca en las plantas que la asimilación del calcio se dificulte, aumentando con ello el porcentaje de pudrición apical.

Tabla 4

Efectos Fisiológicos por Bajas Temperaturas

Impacto del Frío en el Cultivo
Se reduce la fertilidad del polen
El ovario se deforma
Es común observar racimos de frutos muy grandes que se bifurcan con el aspecto de manos.
Los entrenudos se acortan.
El nitrógeno en exceso tiene un efecto contrario al producido por el calor (plantas se reduce en crecimiento).
Aumenta el número de tomate bofo o huecos.
Aumenta el número de lacras en los frutos, si las temperaturas bajan de 5°C.
En ciertas variedades aumenta el número de frutos deformes o con cara de gato.
Si la temperatura baja a -2°C — el punto mínimo de resistencia — las plantas mueren, si ésta permanece por dos horas continuas.
Las hojas de la planta se enrollan como medio de defensa contra las temperaturas extremas.

Fuente: Hortalizas “impacto de temperaturas extremas en el tomate (2021)”

3.4.3. Fotoperiodo

Según el fotoperiodo las plantas pueden clasificarse en tres grupos: Plantas de día corto, largo e indiferentes. La planta del tomate pertenece al grupo de indiferentes, es

decir, germina y florece en cualquier condición, pero reacción a la intensidad luminosa.
(Silva *et al.*, 2012)

El riego por inundación afecta al tomate durante el fotoperiodo, ya que disminuye el potencial hídrico de las plantas, mientras en el periodo de oscuridad la falta de oxígeno en la parte radical provoca mayor deshidratación en la parte aérea de las plantas.
(Dell'Amico *et al.*, 2002)

Según García (2017), el tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación. Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El experimento se realizó en la Estación experimental de Patacamaya, dependiente de la Facultad de Agronomía U.M.S.A. Ubicada en la Provincia Aroma del departamento de La Paz. Se halla a 3797 m.s.n.m. geográficamente está situada entre los paralelos $17^{\circ}15'35.27''S$ y $67^{\circ}56'36.22''O$.

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Estación Experimental de Patacamaya



4.2. Materiales

4.2.1. Material Biológico

En el presente trabajo de investigación se empleó una onza de semilla por cada variedad de tomate; Pierre, Roma y Super rio.

Asimismo, se aplicaron los siguientes bioinsumos; Tricobal, Energy Top y la combinación de ambos. Estos productos fueron donados por la fundación PROINPA a la Estación Experimental Patacamaya donde se realizó el experimento.

Para el abonamiento del suelo se utilizó el estiércol de oveja y llama, el cual será adquirido en la Estación Experimental Patacamaya.

4.2.2. Material de Campo

Se utilizaron las siguientes herramientas de trabajo; pala, picota, rastrillo y cinta métrica, motocultor, letreros de identificación, marbetes, regla, termómetro, Balanza analítica, Mochila aspersora y regla vernier.

Por lo tanto, dichas herramientas ayudaron de gran manera en la investigación, algunas para la tracción humana y otras para la recopilación de datos.

4.2.3. Material de gabinete

Para la parte de trabajo de gabinete se utilizaron los siguientes materiales: hojas de registro, computadora, cuaderno de campo, lapicero, tijera, cámara fotográfica. Dichos materiales sirvieron para controlar y seguir todos los procesos que se realizaron durante la investigación.

4.3. Metodología

El trabajo de investigación empezó el lunes 28 de diciembre del 2020 al viernes 3 de septiembre del 2021, con una duración de 308 días, desde el almácigo de las tres variedades hasta la cosecha. Se detalla a continuación las actividades que incluyo la investigación.

4.3.1. Descripción del ambiente de estudio

4.3.1.1. Ambiente atemperado

La investigación se realizó en una carpa solar de policarbonato con un diseño de dos aguas como se muestra en el Anexo 1D.

Donde, los materiales utilizados para la construcción de la carpa fueron los siguientes; pilares de concreto, adobes, fierro de construcción de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ pulgadas, cemento, arena, tablas para pilares de concreto. De este modo, las dimensiones utilizadas para la construcción de la carpa de policarbonato son las siguientes; Largo de 24 m, ancho de 6,20 m y una altura de 2,40 m.

4.3.1.2. Vaciado de hormigón

Este proceso de construcción consiste en mesclar el agua y el concreto para formar una estructura con resistencia especifica y se detalla a continuación:

La viga de encadenado para hormigón armado es fundamental para mantener la estabilidad de la construcción. Donde, se construyó pilares de hormigón para poder soportar el peso de la viga plana, como se muestra en el Anexo 2D y 3D.

El encofrado de hormigón debe ser preciso al añadirlo a la pared de adobe, Si no se realiza un buen armado del material. Entonces, el encofrado de la biga plana es aún más importante que el vaciado del pilar de hormigón, si no se realiza un buen armado del material este tiende a ceder por el peso del cemento.

4.3.1.3. Techo y paredes de la carpa solar

Para la construcción de las paredes se utilizaron 1840 adobes aproximadamente a valor de un boliviano por unidad.

La elaboración de las cerchas para el armado del techo es de gran importancia, ya que sin esta estructura no podremos colocar el policarbonato.

Las medidas utilizadas de cerchas para la carpa solar se mencionan en el siguiente cuadro:

Tabla 5

Materiales de Construcción para Cerchas por Unidad

Especificación Para 1 cercha	Unidad	Cantidad
Electrodo	Kg	1
Barra 3/8 de 12 metros para figura A	Unidad	2
Barra 3/8 de 12 metros para figura B	Unidad	1
Barra ½ de 15 centímetros para figura A	Unidad	30
Barra ½ de 18 centímetros para figura B	Unidad	30

Nota. Material utilizado para elaboración de cerchas, dirigidas hacia el techo de la carpa

Se utilizaron 9 cerchas para la estructura del techo, donde el Anexo 4D muestra el pintado y el soldado de las cerchas para así poder implementarlas sobre la biga plana, dicha implementación tiene el objetivo de resguardar y soportar las hojas de

policarbonato. Entonces, se utilizaron 15 hojas de 6 x 2,4 metros de policarbonato con una densidad de 8 milímetros, así como muestra el Anexo 5D y 6D. Finalmente, para tener una uniformidad en la regulación de la sombra al cultivo se optó por colocar la malla semi sombra sobre el techo de la carpa como se muestra en el anexo 7D y para la elaboración del marco para las ventajas se utilizó barras de hierro angulares, T angular y bisagras, de esta manera se realiza el ensamblaje por soldadura como se muestra en el Anexo 8D.

4.3.1.4. Automatizado

Se implemento la primera prueba piloto para el automatizado de la carpa solar el cual fue dotado para la investigación por Swisscontact. Donde, se presentaba un cerebro central encargado de controlar 8 ventiladores reguladores de energía y un solenoide en cargado de dar paso al agua para riego, con el objetivo de tener un control específico según la humedad del suelo.

4.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en el mes de diciembre del 2020, para realizar esta actividad se tuvo que nivelar el suelo lo mejor posible con ayuda de un motocultor, y consecutivamente incorporar abono de oveja y llama con la ayuda del mismo, como se muestra en el Anexo 1E

4.3.3. Almacigo

La preparación del almacigo se realizó en diciembre del 2020. El cual, se preparó por siembra indirecta y se utilizó un sustrato a base de humus de lombriz y arena, en una

proporción de 80% humus y 20% arena respectivamente la siembra fue en envases desechables reutilizables como se muestra en el Anexo 2E.

4.3.4. Elaboración del sistema de riego

En carpas solares se utiliza el riego por goteo, ya que esta llega a una eficiencia de riego del 90%, este método de riego es sectorizado directamente a la planta por el cual evitamos el exceso de humedad que generan los métodos de riego por aspersión e inundación. Entonces, la eficiencia del riego por goteo en la investigación hace que las plantas de tomate eviten el exceso de humedad en el ambiente evitando el ataque de enfermedades.

Los materiales utilizados en la implementación del equipo de riego fueron las siguientes:

Tabla 6*Material Utilizado para la Instalación del Riego*

Ramal Primario		
N°	Materiales	Cantidad
1	Tanque de agua 1000 l CAMPEON	1
2	Codo PVC de ½ “, Tigre	3
3	Tubería PVC de ½ “, 6 metros	1
4	Copla reductora PVC de 1” x ½ “	1
5	Niple PVC de 1 “, Tigre	2
6	Válvula Solenoide de 1 “	1
7	Unión universal PVC de ½ “, Tigre	1
8	Politubo reciclado de 1 “, 6 m	1
Red Secundaria		Cantidad
1	Grumet	8
2	Llave de paso cinta de riego por goteo 16 mm a toma derivación	8
3	Cinta de goteo con goteros a 50 cm, 24 m de largo	8
4	Tapon final cinta de goteo	8
5	Varilla de hierro	8

Nota. Materiales utilizados para el sistema de riego dentro de la carpa solar.

Finalmente, el solenoide de riego fue implementado gracias al apoyo de SWISSCONTACT y al BDP como se muestra en el Anexo 3E.

4.3.5. Trasplante

El trasplante se realizó el 10 de febrero a los 57 días después de la siembra, donde, se realizó la incorporación de los bioinsumos por planta, se aplicaron por tratamiento asignado y son las siguientes:

- Tricobal: se aplicó con los tratamientos cuatro, cinco y seis.
- Energy Top: se aplicó con los tratamientos siete, ocho y nueve
- Tricobal + Energy Top: se aplicó con los tratamientos diez, once y doce
- Y los tratamientos uno, dos y tres son parte del testigo (sin aplicación)

Entonces, cada tratamiento cuenta con tres repeticiones y 10 plantas por unidad llegando a 90 aplicaciones para el Tricobal, Energy Top y la Interacción de ambos llegando a un total de 270 aplicaciones, pues cada uno cuenta con un diferente método de aplicación y se detalla a continuación:

La aplicación de Tricobal necesitó 30 gramos por tratamiento, el cual se disolvió con 1000 ml de agua, cada planta requirió 100 ml al trasplante.

Para la aplicación de Energy top requirió de 15 ml por tratamiento, el cual se disolvió con 1000 ml de agua, cada planta requirió 100 ml al trasplante

Y, se realizó una combinación del Tricobal y Energy Top con 30 gramos y 15ml por tratamiento, el cual se disolvió con 1000 ml de agua, cada planta requirió 100 ml al trasplante.

Finalmente, por cada bioinsumo se aplicó 9 litros de sustrato el Anexo 4E enseña la aplicación del sustrato por planta.

4.3.6. Refallo

Terminado el trasplante se debe observar en el transcurso de diez días el prendimiento de los plantines de tomate ya que algunos no lograran prender al suelo, por tanto, debe realizarse el remplazo de esas unidades. Esta labor se realizó durante la noche con el propósito de evitar el shock durante el trasplante, además se debe uniformizar la población de diferentes tratamientos.

4.3.7. Aporque y Deshierbe

El aporque es indispensable para el cultivo ya que al enterrar los emisores de goteo aumenta la compactación del suelo y la planta debe tener aireación para así evitar que la raíces queden expuestas, el uso de esta técnica es necesario para tener mejores rendimientos en el cultivo como se muestra en el Anexo 5E

Finalmente, el deshierbe viene principalmente a mano del cultivo durante todo el ciclo.

4.3.8. Tutorado y Poda

La técnica del tutorado sirve para evitar que la planta seda por su propio peso y tenga un crecimiento adecuado como muestra en el Anexo 6E.

La poda o deschuponado se realiza para evitar el ataque de enfermedades por causa de exceso de sombra. Se utilizo una práctica mecánica usando una tijera de poda desinfectada con yodo como muestra en el Anexo 7E.

4.3.9. Control Fitosanitario

En el mes de junio y julio el cultivo paso una fase muy susceptible por la debilitación de las heladas, el cual se optó en usar purín de ortiga como se muestra en el Anexo 8E durante 6 semanas de la siguiente forma:

- Se extrajo brotes de itapallu u ortiga (*Urtica dioica*), el cual se procedió a picar 1 kg por cada 10 litros de agua y mezclarlo con lactobacillus para obtener un biofertilizante para combatir enfermedades y abono foliar.

4.4. Toma de datos

Se identificaron cinco plantas por tratamiento, las cuales son evaluadas en toda la investigación, por lo que se colocaron marbetes de identificación como muestra el Anexo 9E. Entonces, se tomarán datos genéricos cada quince días desde el momento de la aplicación del *Tricobal* y *Energy top*.

4.5. Cosecha

Solamente se realizó una sola cosecha ya que las bajas temperaturas afectaron el crecimiento de nuevas flores o generaban una alta intensidad de aborto floral.

La cosecha de los frutos se realizó cuando estos presentaron un color rojo pintón, finalizando con la investigación el día tres de septiembre del 2021.

Finalmente, por cada fruto cosechado se tomaron los siguientes datos; diámetro horizontal, diámetro vertical y peso por unidad, como muestra el Anexo 10E.

4.6. Registro de temperatura

Se registro temperaturas desde el momento del trasplante hasta la primera cosecha en el mes de septiembre del 2021. Cada semana se tomó datos por el automatizado de la carpa que tiene un sensor de temperatura y humedad DHT 11, como se muestra en el anexo 11E y 12E.

4.7. Diseño experimental

El trabajo de campo será evaluado mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial de 12 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento llegando a conformar 36 unidades experimentales. El ensayo se realizará en carpa solar de 24 m de largo x 6m de ancho observando todo el desarrollo vegetativo de la planta, para evaluar sobre todo el rendimiento a través de los tratamientos.

4.7.1. Tipo de muestreo

Se usará el muestreo probabilístico en la que la totalidad de la población del experimento, reunirá las características para su selección y representación del presente trabajo.

4.7.2. Modelo Lineal Aditivo

El modelo lineal aditivo, para un diseño completamente al azar, bi factorial, con parcelas divididas donde el factor A Bioinsumos (P.Grande) y el factor B Variedades de tomate (P.Menor), se interpretan en la siguiente fórmula:

Donde:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

X_{ij} = Observación del i-esimo tratamiento en la j-esimo repetición

μ = Media general

α_i = Efecto del i-esimo tratamiento del factor A (Bioinsumos)

ϵ_i = Error Parcela Mayor

β_j = Efecto del j-esimo tratamiento del factor B (Variedades de tomate)

$\alpha\beta_{ij}$ = interacción de los i-esimos tratamientos de los dos factores A,B (Bioinsumos x Variedades de tomate)

ϵ_{ij} = Error Parcela Menor

Tabla 7*Factores de estudio o tratamientos*

TRATAMIENTOS	VARIEDADES DE TOMATE CHERRY	APLICACIÓN DE TRICOBAL E ENERGYTOP
	FACTOR A	FACTOR B
Tratamiento 1	Variedad 1 (Pierre)	Sin aplicación
Tratamiento 2	Variedad 2 (Super Rio)	Sin aplicación
Tratamiento 3	Variedad 3 (Roma)	Sin aplicación
Tratamiento 4	Variedad 1 (Pierre)	Aplicación de (<i>trycobal</i>)
Tratamiento 5	Variedad 2 (Super Rio)	Aplicación de (<i>trycobal</i>)
Tratamiento 6	Variedad 3 (Roma)	Aplicación de (<i>trycobal</i>)
Tratamiento 7	Variedad 1 (Pierre)	Aplicación de (<i>Energy top</i>)
Tratamiento 8	Variedad 2 (Super Rio)	Aplicación de (<i>Energy top</i>)
Tratamiento 9	Variedad 3 (Roma)	Aplicación de (<i>Energy top</i>)
Tratamiento 10	Variedad 1 (Pierre)	Aplicación de (<i>trycobal y Energy top</i>)
Tratamiento 11	Variedad 2 (Super Rio)	Aplicación de (<i>trycobal y Energy top</i>)
Tratamiento 12	Variedad 3 (Roma)	Aplicación de (<i>trycobal y Energy top</i>)

4.7.3. Características del campo experimental

El ensayo se realizó en la Estación Experimental de Patacamaya, las características son las siguientes.

Tabla 8*Características del campo experimental*

Número total de tratamientos	12
Número de repeticiones	3
Área total del experimento	120 m ²
Número total de parcelas	3
Largo de las parcelas	2,5m
Ancho de las parcelas	1 m
Área de las parcelas	2,5 m ²
Distancia entre plantas	0,50 m
Distancia entre líneas	0,50 m
Número de plantas por parcela	10

4.7.4. Croquis del experimento

Las unidades experimentales, para una mejor visión y tratar de reducir el error experimental se instalarán 36 unidades experimentales, cada unidad experimental con 10 plantines distribuidas, en función al requerimiento de terreno del cultivo de tomate, las características se detallan en el siguiente croquis. Contando con un número total de 360 plantas de tomate.

Figura 2

Croquis del experimento

TESTIGO	Riego por Goteo	T1	T2	T3	T2	T3	T1	T3	T1	T2	PUERTA
		R1	R1	R1	R2	R2	R2	R3	R3	R3	
TRICOBAL		T10	T11	T12	T11	T12	T10	T11	T10	T12	
ENERGY TOP		R1	R1	R1	R2	R2	R2	R3	R3	R3	
		PASILLO									
ENERGYTOP	T7	T9	T8	T9	T8	T7	T8	T9	T7		
	R1	R1	R1	R2	R2	R2	R3	R3	R3		
TRICOBAL	T4	T5		T5	T4	T6	T5	T6	T4		
	R1	R1	T6R1	R2	R2	R2	R3	R3	R3		

Nota. La figura nos muestra el orden de los tratamientos dentro de la carpa solar

4.8. Variables de respuesta

4.8.1. Comportamiento de temperatura dentro de la carpa solar

4.8.1.1. Temperatura

Se tomaron datos de temperatura máxima y mínima a partir del trasplante de los plantines de tomate, llegando a cubrir todo el ciclo crecimiento y desarrollo del cultivo, mediante el cabezal de automatizado, de la misma se tomaron datos con termómetro digital.

4.8.1.2. Temperatura del cabezal de automatizado

El cabezal de automatizado guardo datos por hora de la temperatura, mostrando como la carpa reacciona en horas de la noche y la madrugada, ya que el experimento se lo realizo en meses donde la incidencia de heladas es alta, en el sector de Patacamaya.

Por tanto, la construcción de la carpa a base de policarbonato resistía muy levemente el cambio brusco de temperaturas.

4.8.2. Variables Agronómicas

4.8.2.1. Altura de planta

Para la variable de altura de planta se utilizó un flexómetro, el cual se hizo la medición cada 15 días hasta el final de la investigación ya que al tener el cultivo en meses de frío su crecimiento es alterado por el estrés térmico.

4.8.2.2. Diámetro de tallo

Para la medición del diámetro de tallo se utilizó regla vernier, el cual se hizo la medición cada 15 días.

4.8.2.3. Número de flores

Se realizó el conteo de número de flores y racimos después de los 45 días del trasplante con la finalidad de observar el número de flores abortadas por causa de la estación fría.

4.8.2.4. Número de Frutos

Se realizó el conteo de frutos por planta cuando los frutos tuvieron un color rojo pintón dando inicio a la primera cosecha.

4.8.2.5. Diámetro de fruto

Se realizó la toma del diámetro de los frutos con la herramienta (regla vernier) al realizarse la primera cosecha.

4.8.3. Variables Fenológicas

4.8.3.1. Días a la floración

La obtención de la variable días a la floración se toma una vez que los tratamientos presentan más del 50% de emergencia de flores por unidad experimental

4.8.3.2. Días a la Cosecha

La obtención de la variable días a las Cosecha se toma una vez que los tratamientos presentan más del 50% de emergencia de flores por unidad experimental.

4.8.4. Variables de Rendimiento

4.8.4.1. Rendimiento kg/m²

Cada tratamiento estaba conformado por un área de un metro cuadrado, con unas dimensiones de 2m x 0.5m

4.8.4.2. Rendimiento g/planta

Se realizó la toma de la variable gramos/ planta al finalizar la cosecha.

4.8.5. Variables Económicas

4.8.5.1. Análisis económico de costos parciales por tratamientos

Para Finalizar se realizó el análisis económico en forma de costos parciales por tratamiento, contemplando en costo de producción y el ingreso por venta del rendimiento del cultivo.

4.8.5.2. Beneficio bruto

Llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado multiplicado por el precio del producto (Trigo (CIMMYT), 1988)

$$BB = RA \times PP$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto (Bs)

RA = Rendimiento Ajustado (Bs)

PP = Precio del producto (Bs)

4.8.5.3. Costos Variables

Los Costos variables están relacionados con los insumos comparados y la mano de obra utilizada para la actividad productiva, estos varían de un tratamiento a otro. Es fundamental tomar consideraciones de todos los costos relacionados con los insumos afectados por el cambio de tratamiento. Estos son los elementos relacionados con las variables experimentales Beneficio Neto. (CIMMYT, 1988)

Es el valor de los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP) (Trigo (CIMMYT), 1988)

$$BN = BB - CP$$

Donde:

BN = Beneficios Netos (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de Producción

4.8.5.4. Relación beneficio costo

Su cálculo se basa en la relación entre el valor actual de las entradas de efectivo futuras y el valor actual del desembolso original. (Aguilera Díaz, 2017)

- Si el valor beneficio/costo es mayor a 1 = Inversión Aceptada
- Si el valor beneficio/costo es igual a 1 = Inversión Dudosa
- Si el valor beneficio/costo es menor a 1 = Inversión rechazada

$$B/C = \frac{BB}{CP}$$

Donde:

B/C = Beneficio Costo (Bs)

BB = Beneficios Brutos (Bs)

CP = Costos de Producción

La regla básica del beneficio/costo (B/C), es que nuestra inversión sea rentable, si los beneficios son mayores que la unidad (B/C >1), mientras es aceptable cuando es igual (B/C =1) y no es rentable si es menor a la unidad (B/C <1) (Esan, 2017)

La regla básica de beneficio/costo (B/C), es que una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad (B/C>1), es aceptable cuando es igual (B/C=1) y no es rentable si es menor a la unidad (B/C<1) (IBTA, 1995).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran los efectos estudiados en el presente trabajo de investigación, los cuales se muestran a continuación:

4.1. Variables térmicas dentro de la carpa solar

4.1.1. Temperaturas dentro de la carpa solar durante el desarrollo del cultivo

La siguiente gráfica muestra las temperaturas registradas desde la implementación del cabezal de automatizado en la estación fría.

Tabla 9

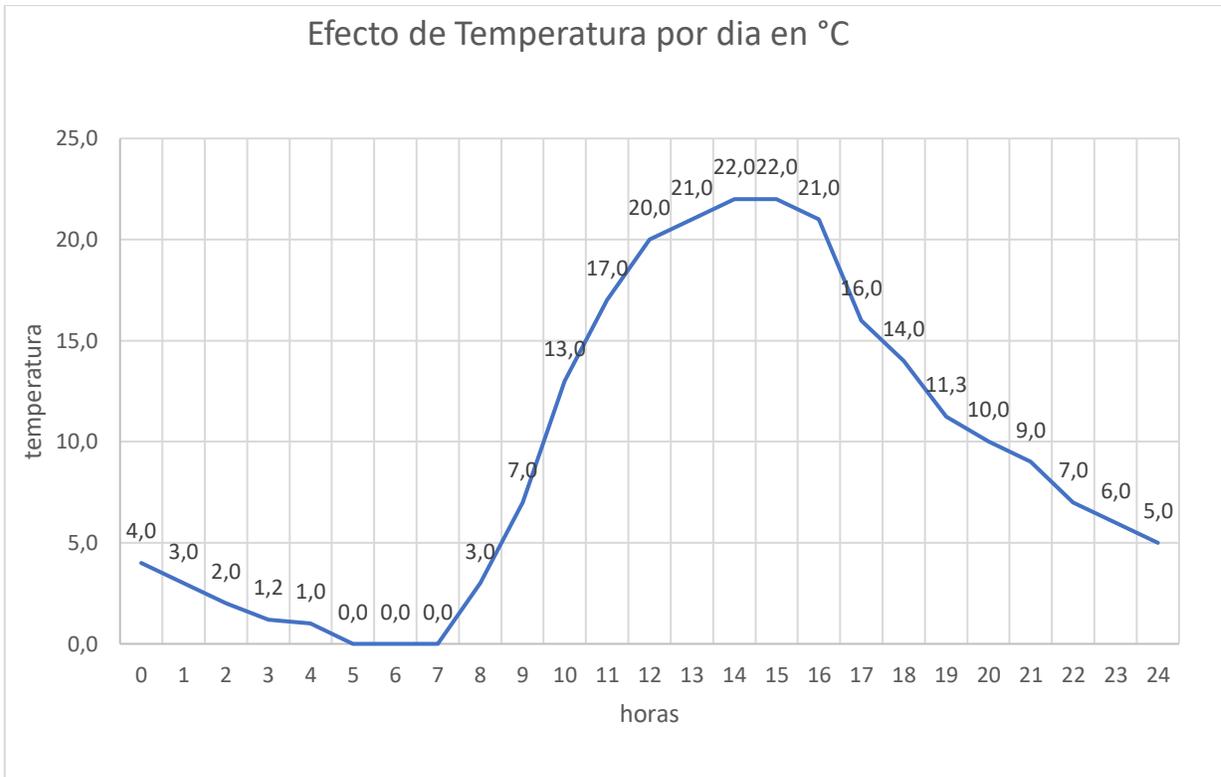
Promedio de temperaturas máximas y mínimas dentro de la carpa solar

Temperatura por DHT 11		
Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima
Marzo	33	2
Abril	33	1
mayo	29	1
junio	26	0
julio	27	2
agosto	23	4
septiembre	35	2

La tabla 9 muestra las temperaturas máximas y mínimas por un sensor DHT 11. Por lo que, en los meses de marzo a septiembre el cultivo paso por condiciones críticas ya que temperaturas menores a 10°C afectan su desarrollo, sin embargo, en los meses de abril, mayo y junio fueron los más críticos, llegando a temperaturas de menos dos y menos tres en las noches más frías.

Figura 3

Cambios de la Temperatura por Día Mes de Junio



Nota. Promedios de la temperatura mensual en el mes más crítico captados por el sensor DHT11 del automatizado.

La figura 3 muestra las fluctuaciones que tiene la temperatura durante las 24 horas del día, esto nos indica que a partir de las tres de la mañana los descensos de la temperatura son extremas aproximadamente hasta las 09:00 de la mañana. Entonces, el actual experimento paso por un estrés general dado por las bajas temperaturas que se presentan en ciertos periodos del día.

Tabla 10*Datos Mensuales del Municipio de Patacamaya*

Mes	Temperatura Máxima	Temperatura mínima
Marzo	21,2	-0,6
Abril	21,8	-4,8
Mayo	21,2	-9,6
Junio	20,4	-10,2
Julio	19,7	-10,9
Agosto	20,7	-9,0
Septiembre	21,1	-6,5

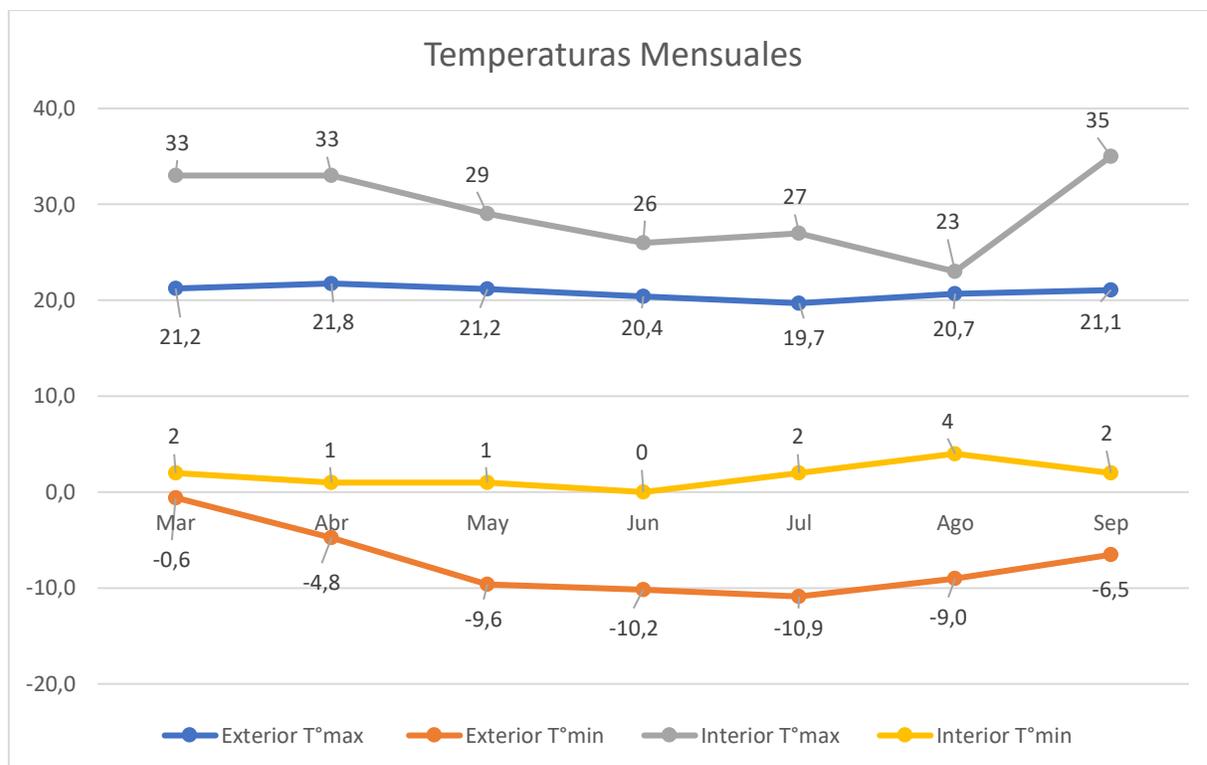
Nota. Los datos fueron obtenidos del SENAMHI.

La tabla 10 muestra las temperaturas máximas y mínimas que presenta el municipio de Patacamaya, el cual nos muestra temperaturas máximas de 21,75°C, en cambio la temperatura máxima presentada dentro de la carpa solar es de 35°C en el mes de septiembre.

Asimismo, Las temperaturas mínimas en el municipio de Patacamaya tienen un promedio de -10,88 °C, esto nos indica que durante los meses que se realizó la investigación las temperaturas mínimas son excesivas en afueras de la carpa. Entonces, la carpa solar amortiguo alrededor de -10,88°C ya que la mínima promediada es de 0°C en el mes junio.

Figura 4

Interacción de Temperaturas Externas e Internas



Nota. La figura muestra las temperaturas captadas por el solenoide de riego dentro de la carpa y por la estación meteorológica colocada por Senamhi.

Nota. Las temperaturas captadas comparan la amortiguación de temperaturas en los meses de marzo a septiembre.

La figura 4 muestra cómo se presentaron las temperaturas máximas y mínimas durante el periodo de la investigación. De igual importancia, el modelo de la carpa solar es nuevo, ya que lleva láminas de policarbonato de 8 milímetros el cual tiene que resistir con más eficacia los descensos de temperatura.

Las condiciones más críticas se presentaron en el mes de junio con 0°C como media del mes, esto nos indica que las plantas del tomate pasaron por un estrés térmico ya que temperaturas menores a los 10°C trae muchas consecuencias en el desarrollo del tomate como se muestra en la tabla 3.

El efecto de las heladas y las bajas temperaturas hacen que las hojas y otras partes de la planta puedan oscurecerse, los botones florales o las flores pueden caerse. Además, el descenso de temperaturas de 0°C o menos pueden tener un efecto nocivo durante las fases de mayor sensibilidad, especialmente si ocurre durante la floración y maduración. (Yzarra & López, 2021, p. 84)

La producción de tomate fuera de estación hace que los productores utilicen nuevas medidas preventivas contra las continuas heladas, entre estos están; Método de riego por goteo, sistemas de calefacción. Al no considerar estos inconvenientes bajamos los rendimientos del cultivo. (Saavedra & Tapia, 2009).

Entonces al no contar con un sistema que prevenga las fuertes heladas, esto implica los descensos de temperatura extremos dentro de la carpa solar, entonces la investigación tuvo menores rendimientos.

4.2. Características físicas y químicas del suelo

De acuerdo a los análisis obtenidos por el laboratorio de la facultad de agronomía en suelo presenta los siguientes resultados:

Tabla 11*Análisis Físico – Químico del Suelo*

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Clase Textural	-	Franco Arenoso
Nitrógeno Disponible	%	0,58
Fosforo Disponible	ppm	4,50
Potasio Disponible	Meq/100g S.	5,20
Materia Orgánica	%	5,30

La tabla 11 muestra que la clase textural del suelo es franco arenoso, este nos indica que el suelo es apto para el cultivo de tomate. De la misma forma, Cruz *et al.* (2004) menciona que los suelos preferidos por el tomates son los ligeros con buena materia orgánica y buen drenaje.

Mientras, la materia orgánica alcanza un valor de 5,30% el cual es muy bajo para la producción de tomate. Asimismo, Barahona *et al.* (2022) menciona. El contenido de materia orgánica fue un 83% más elevada en los suelos poco intervenidos con respecto a los suelos con actividad tomatera. Esto indica que la cantidad disponible de MO en el suelo de la investigación no basta para la producción de tomate, por lo que se optó a usar bioinsumos.

En cambio, para el fosforo disponible con un valor de 4,50 ppm calificado como bajo, por lo que, Jaramillo *et al.* (2007) menciona lo siguiente. La deficiencia de fósforo disminuye drásticamente la floración, la producción y la calidad del fruto; produce

raquitismo en la planta, los tallos son delgados y fibrosos con una coloración púrpura opaca; las hojas adquieren una coloración verde oscuro o azulado, acompañada de tintes bronceados o púrpuras.

Entonces, la incorporación de los bioinsumos aportara la asimilación de fósforo durante la investigación.

De la misma forma, el potasio tiene un valor de 5,20 meq/100g, suelo calificado como muy alto, Jaramillo *et al.* (2007) menciona. El potasio es vital para la fotosíntesis y esencial en la síntesis de proteína; ayuda a que la planta haga un uso más eficiente del agua, por su efecto osmorregulador.

Finalmente, el cultivo de tomate requerirá más cantidad de N, P, K ya que en la fase de fructificación es donde más parte de estos serán asimilados. (Betancourt & Pierre, 2013)

4.3. Variables fenológicas

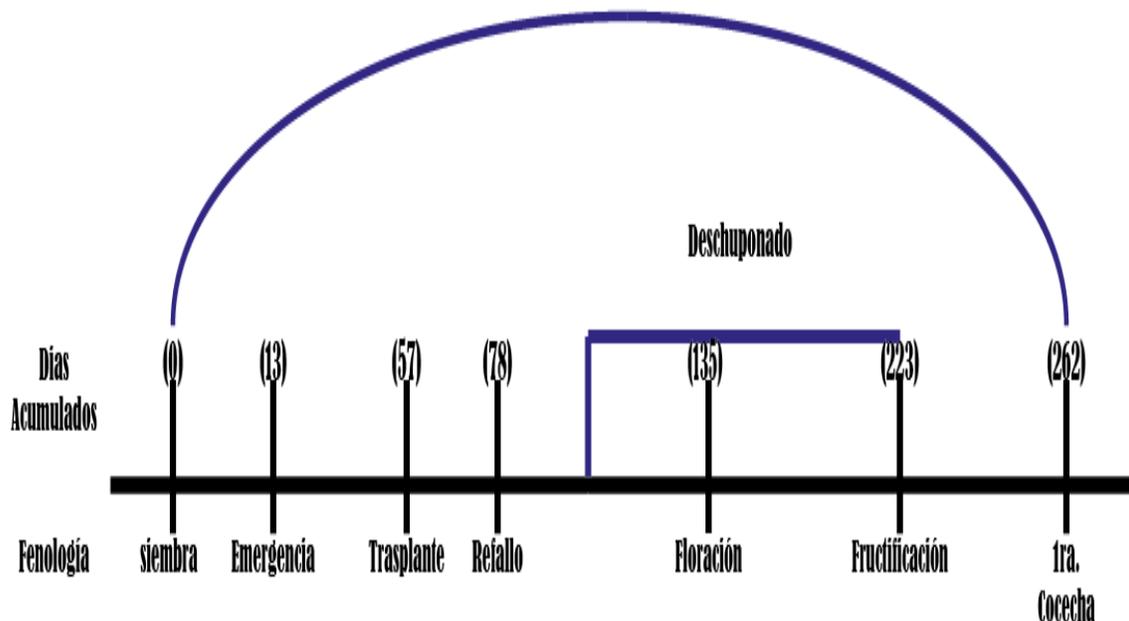
Durante el periodo de estudio se realizó la descripción física del manejo del cultivo de acuerdo a su desarrollo, estas etapas fueron:

- Días a la emergencia
- Días al trasplante e incorporación de bioinsumos
- Días al refallo
- Días de floración
- Días a la fructificación
- Días 1ra cosecha

Dichas etapas se describen a continuación:

Figura 5

Periodo de Desarrollo y Manejo del Cultivo de Tomate



En la Figura 5 se observa las fases fenológicas del cultivo durante todo el periodo de investigación. Podemos observar que el periodo de investigación fue dirigido en los meses de frío.

De hecho, toda la investigación tuvo un ciclo de 262 días, finalizando en la primera cosecha ya que el cultivo tuvo efectos negativos por realizar la siembra en la época correcta y lograr un crecimiento correcto y evitar temperaturas no favorables al cultivo.

Según la (FAO, 2013) La época de producción de tomate se realiza durante todo el año, con algunas restricciones o limitaciones en invierno. En cambio, la primavera y

verano demuestran todo su potencial y donde se presenta las mayores ocurrencias de plagas y enfermedades.

Según Escobar & Lee (2009) Cuando la flor ha alcanzado un completo desarrollo, se produce la fecundación del fruto como consecuencia de la polinización. El tiempo requerido desde el cuajamiento del fruto hasta que se desarrolla un fruto maduro oscila entre 7 y 9 semanas, en función de la variedad, la posición en el racimo y las condiciones ambientales.

En el mes de febrero se inició el trasplante de los plantines se incorporaron los bioinsumos de *Tricobal* y *Energy top*, dando comienzo al objetivo principal de la investigación, así comprobando su eficiencia.

Según Cruz (2019) El daño por frío es un desorden fisiológico que provoca características indeseables por debajo de 12 °C.

4.4. Variables agronómicas

4.4.1. Altura de Planta

Los datos tomados de altura de planta se plantearon a partir del trasplante cuando el cultivo obtuvo una uniformidad general en el crecimiento, hasta el 14 de mayo donde inicia la fase floración.

Tabla 12*Análisis de Varianza para Altura de Planta al Inicio de la Floración 25 de junio*

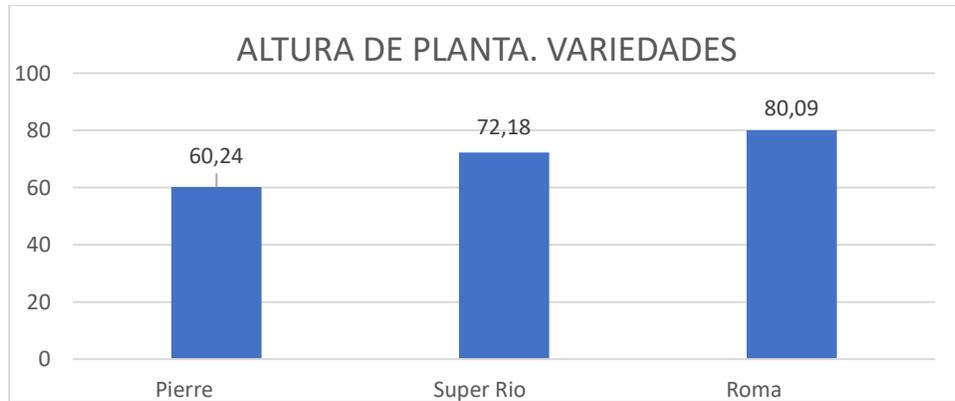
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumos	1859,87	3	619,96	6,41	0,016	*
Error Factor A	773,69	8	96,71			
Variedad de tomate	2396,54	2	1198,27	4,25	0,0331	*
Variedad de tomate*Bioinsumos	1081,44	6	180,24	0,64	0,6978	NS
Error Factor B	4511,96	16	282			
Total	10623,49	35				
C.V.	23,71					

La tabla nos muestra que hay un efecto de significancia (*) en la aplicación de bioinsumos con 0,0160 y las variedades de tomate con 0,0331. Mientras, la interacción entre las variedades de tomate y los bio insumos no mostro significancia (NS).

El coeficiente de variación es de 23,71% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 6

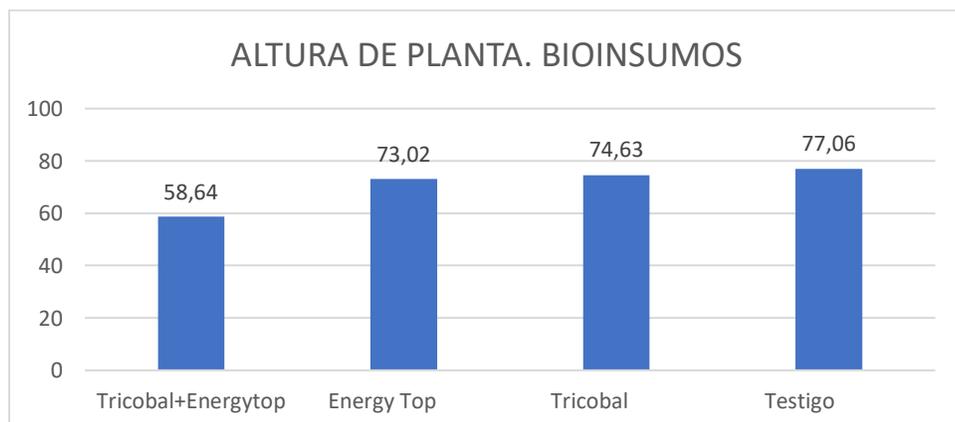
Comparación de Medias (Fisher). Variedad de Tomate



La figura 6 muestra los resultados en relación a la altura de planta. Donde, la variedad de tomate Pierre hasta el final del experimento mostro alturas fijas, este resultado nos indica que esta variedad es de crecimiento determinado. Mientras, la variedad de tomate super Rio presento características variadas llegando a ser de un tipo de crecimiento semi determinado. Finalmente, la variedad Roma presento elongaciones del tallo durante todo el experimento, esta característica nos indica que es de crecimiento indeterminado.

Figura 7

Comparación Medias (Fisher). Bioinsumos



La figura 7 muestra los resultados en relación a la aplicación de bioinsumos. La aplicación de Tricobal + Energy top logro una altura de planta de 58,64 cm, Energy Top 73,02 cm y la del Tricobal 74,63 cm. Sin embargo, el testigo (sin aplicación) obtuvo 77,06 cm. Estos resultados nos indican que los tratamientos sin aplicación (T1, T2, T3) se observó elongación del tallo, pero no presentaron una buena formación en la fase de floración y fructificación.

Los resultados obtenidos por Blanco (2019) menciona que la altura de planta obtenida por aplicación de abono de ovino obtuvieron 92,75 cm de altura de planta en los meses de primavera dicha investigación se efectuó en la ciudad del alto en el departamento de La Paz este resultado es superior al obtenido en esta investigación.

Según Romero *et al.* (2017) La prueba de cuatro biofungicidas tuvieron resultados significativos en relación a la altura de planta en el cultivo de tomate, el cual se trató al microorganismo *Trichoderma harzianum* con 190,7 cm teniendo mejores rendimientos que la investigación actual pero con diferentes variedades de tomate.

La altura de planta es muy dependiente de la región donde crece y la variedad del cultivo. Mamani (2022) plantea unos resultados de crecimiento en tomate Cherry de 129,33 cm con aplicación de *Trichoderma harzianum* en la estación experimental de Patacamaya. Es decir, la aplicación del microorganismo tiene un efecto significativo.

Los problemas que pueden haber afectado al rendimiento del cultivo fueron los siguientes; Adaptación del cultivo fuera de temporada, las altas temperaturas durante el día y las bajas temperaturas durante la noche.

Finalmente, no se hizo la comparación de interacción entre las variedades de tomate y los bioinsumos, ya que el análisis de varianza en la tabla 12 nos indica que no tienen una correlación entre sí, por esta razón se realizó la comparación de altura de planta independientemente.

4.4.2. Diámetro de tallo

Los datos tomados de diámetro de tallo se plantearon a partir del trasplante cuando el cultivo obtuvo una uniformidad general en el crecimiento, hasta el tres de septiembre, donde finaliza la investigación.

Tabla 13

Análisis de Varianza para Diámetro de Tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumo	16,17	3	5,39	1,95	0,276	N.S.
Error Factor A	22,11	8	2,76			
Variedad de tomate	2,29	2	1,15	0,63	0,222	N.S.
Var.Tomate*Bioinsumos	5,64	6	0,94	0,52	0,543	N.S.
Error Factor B	28,87	16	1,8			
Total	75,07	35				
C.V.	14,81					

La tabla 13 nos muestra que no hay un efecto de significancia (NS) en la aplicación de bioinsumos, las variedades de tomate y la interacción entre las variedades de tomate y los bio insumos.

El coeficiente de variación es de 14,81% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Los resultados obtenidos pueden haberse afectado por el efecto de la malla semisombra al 70% que se aplicó en el experimento, ya que el cultivo requiere más intensidad de luz. Según Márquez *et al* (2014) El efecto de la malla semi sombra de color negro mejora los rendimientos del cultivo de tomate Cherry un 166,66% pero con una capacidad de sombra menor a 67%.

El daño por frío provoca daños fisiológicos a la planta del tomate, y estos son cuando son menores a los 12°C una vez la temperatura del ambiente se reduce a niveles menores, estos presentan retraso de maduración y crecimiento. (Cruz, 2019).

El uso de Energy top tuvo el mejor resultado de la investigación con un valor de 10 mm en comparación del Tricobal con 8,84 mm y la combinación de ambos insumos con 9,31 mm. Siendo el testigo con el menor diámetro de tallo con 8,15 mm. Mientras en las variedades de tomate, la variedad Super Rio tiene en mejor resultado con un valor de 9.34 mm en comparación a las variedades Roma con un valor de 9,14 mm y la variedad Pierre con un valor de 8,73 mm.

El diámetro de tallo alcanzado por efecto del *Trichoderma harzianum* es de 10,32 mm, sin embargo, no hubo una alta diferencia en relación con los otros bioinsumos. (Romero *et al.*, 2017)

El uso de *Trichoderma harzianum* en tomate Cherry tuvo resultados de 15,11 mm con respecto al testigo de 11,23 mm, estas diferencias se dan por que el microorganismo acelera el sistema radicular. (Mamani, 2022)

4.5. Variables Fenológicas

4.5.1. Número de flores

Los datos obtenidos para la variable Número de flores se tomaron cuando el porcentaje de floración alcanzo a todos los tratamientos e inicia la fase de floración en todo el cultivo en la fecha 25 de junio.

Tabla 14

Análisis de Varianza del Número de Flores (Con Raíz Cuadrada)

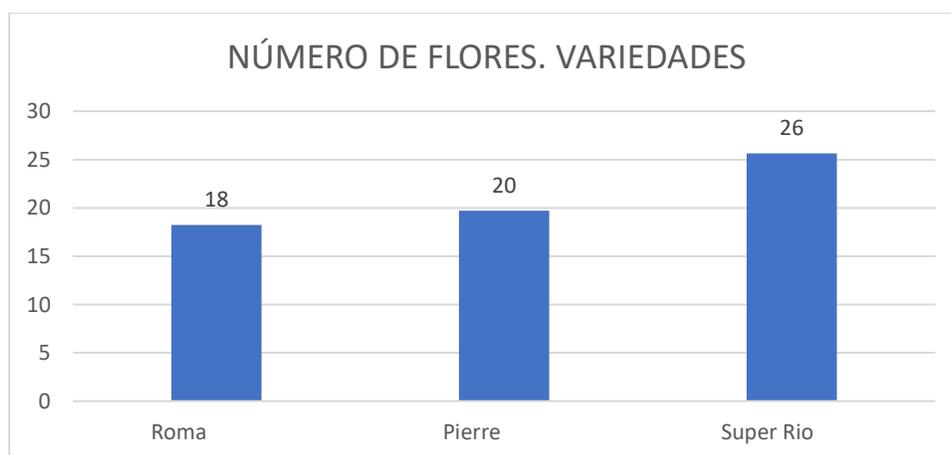
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumo	4,33	3	1,44	2,39	0,14	N.S.
Error Factor A	4,83	8	0,6			
Variedad de tomate	4,73	2	2,36	4,38	0,03	*
Variedad de tomate*Bioinsumos	3,16	6	0,53	0,97	0,47	N.S.
Error Factor B	8,64	16	0,54			
Total	25,68	35				
C.V.	16,28					

La tabla 14 nos muestra que no hay un efecto de significancia (NS) en la aplicación de bioinsumos y la interacción entre las variedades de tomate y los bioinsumos. sin embargo, si hay efecto de significancia entre las variedades de tomate.

El coeficiente de variación es de 16,28% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 8

Comparación de Medias (Fisher) para Número de Flores. Variedades de Tomate



Los resultados mostrados indican que la figura 8 muestran que la variedad de tomate Super Rio tiene una media de 26 flores planta, siendo la mejor entre las 3 variedades, mientras, la variedad Roma obtuvo un valor de 18 flores planta y la variedad Pierre obtuvo un valor de 20 flores planta.

Asimismo, Aguilar & Blanco (2021) alcanzaron resultados de número de flores en las variedad Super Rio con una media de 15 unidades por planta, y la variedad Roma con una media de 17 flores por planta, dicho trabajo fue realizado en el municipio de El Alto en el departamento de La Paz a 3870 m.s.n.m. Entonces estos resultados nos indican que la aplicación de los bioinsumos proporciona mejores desarrollos.

Gonzales (2006) realizo pruebas de abonos orgánicos líquidos en diferentes variedades de tomate alcanzando una media de número de flores por planta de 68

unidades, sin embargo, muy pocas fueron fecundadas por factores medio ambientales, siendo el más influyente la temperatura llegando a mínimos de 6,5°C por la madrugada, interrumpiendo su fecundación, ya que el mínimo alcanzado debería ser de 15°C. Esta investigación fue realizada en la localidad de Choquenaira de la provincia Ingavi, al sudoeste de la ciudad de La Paz.

De igual manera Usnayo (2016) Los efectos negativos de las temperaturas mínimas y máximas, las que influyeron en la floración, disminuyendo el número de flores por racimo y por consiguiente, el número de frutos, así como también aumentando las malformaciones, es decir que este factor climático no se mantuvo dentro del rango que exige el cultivo de tomate. (p. 28)

Finalmente, esto nos indica que el efecto de las temperaturas es muy influyente en el rendimiento del cultivo de tomate y trae muchas consecuencias como se muestra en la tabla 2.

4.5.2. Diámetro de fruto

Tabla 15

Análisis de Varianza de Diámetro de Fruto

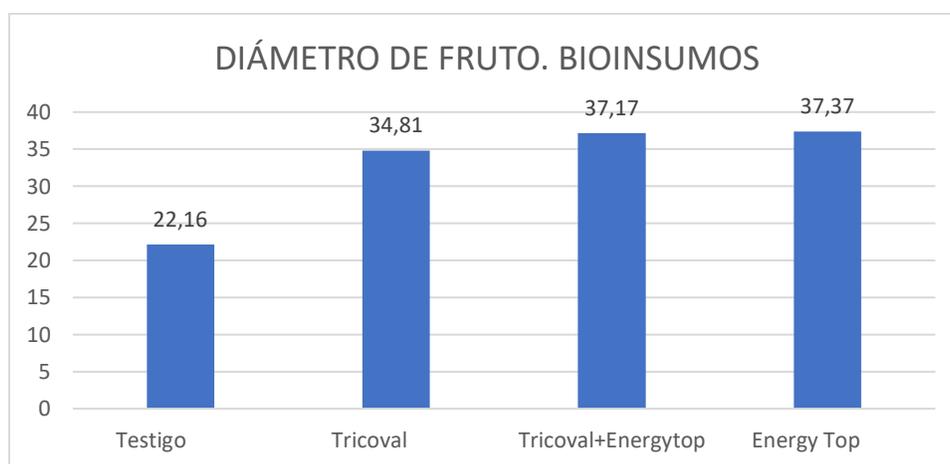
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumo	1414,11	3	471,37	9,54	0,00509	**
Error Factor A	395,16	8	49,39			
Variedad de tomate	1024,35	2	512,18	7,59	0,0048	**
Variedad de tomate*Bioinsumos	553,35	6	92,23	1,37	0,28612	N.S.
Error Factor B	1079,11	16	67,44			
Total	4466,08	35				
C.V.	24,98					

El análisis de varianza de la tabla 15 nos muestra los siguientes resultados. Hay efectos de significancia (**) con respecto a los bioinsumos. También hay efectos de alta significancia (**) con respecto a las variedades de tomate. Pero, la interacción entre los bioinsumos y las variedades de tomate no tuvo significancia (NS).

El coeficiente de variación es de 24,98% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 9

Comparación de Medias (Fisher) para Diámetro de Fruto. Bioinsumos

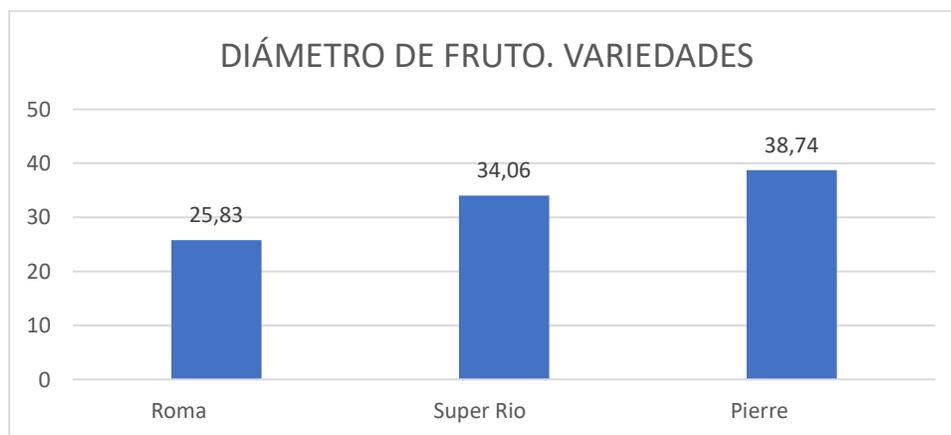


Los resultados mostrados en la figura 9 muestra que los bioinsumos tuvieron mejor eficiencia por separado. El bioinsumo Energy Top obtuvo una media de 37,37 mm de diámetro de fruto, Tricobal obtuvo una media de 34,81 mm, el diámetro de fruto alcanzado por la mezcla de Tricobal y Energy Top obtuvo una media de 37,17 mm y el testigo (sin aplicación) obtuvo una media de 22,16 mm.

Estos resultados nos indican que los bioinsumos tienen efectividad en la fase de fructificación ya que son muy superiores al testigo (Sin aplicación). Aunque de igual manera la maduración de los frutos tuvo muchos problemas por los efectos de la temperatura, ya que el cultivo se desarrolló fuera de temporada.

Figura 10

Comparación de Medias (Fisher) para Diámetro de Fruto. Variedades de Tomate



Los resultados mostrados en la figura 10 muestran que la variedad de tomate Pierre tiene una media de 38,74 mm de diámetro de fruto, siendo la mejor entre las tres variedades. Mientras la Variedad Super Rio obtuvo un valor de 34,06 mm de diámetro y la Variedad Roma obtuvo un valor de 25,83 mm de diámetro.

La aplicación de insumos agrícolas trae beneficios en el desarrollo del cultivo de tomate y mucho mejor en un ambiente similar. Según (Gonzales, 2006) La obtención de diámetro de fruto por aplicación de abonos líquidos tuvo efectos significativos con una media de 42,1 mm en comparación con el testigo(sin aplicación) de 38 mm.

Finalmente, estos resultados nos indican que la interacción de los microorganismos proporciona mejores desarrollos en el cultivo de tomate.

4.5.3. Número de Frutos

Se tomaron los datos de número de frutos en la primera cosecha 3 de septiembre, donde finaliza la investigación.

Tabla 16

Análisis de Varianza para Número de Frutos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumo	12,04	3	4,01	6,92	0,01298	*
Error Factor A	4,64	8	0,58			
Variedad de tomate	14,04	2	7,02	10,7	0,00112	**
Variedad de tomate*Bioinsumo	7,77	6	1,3	1,97	0,12977	N.S.
Error Factor B	10,5	16	0,66			
Total	49	35				
C.V.	24,32					

La tabla 16 indica que la aplicación de los diferentes bioinsumos tuvo un efecto de significancia (*) y se tiene un efecto de alta significancia (**) en el número de frutos por variedad, pero la asociación de los bioinsumos con las variedades de tomate no tuvo una relación entre sí.

El coeficiente de variación es de 24,32% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Sin embargo, el crecimiento de número de los frutos fue afectado por la variación de la temperatura, es decir, las flores no pudieron fecundar con efectividad por varias razones:

- El ovulo fecundaba de forma anormal, creciendo frutos vacíos por efecto de bajas temperatura.
- El polen se secaba muy rápido evitando la formación de fruto.
- Las flores morían por efecto de las bajas temperaturas.

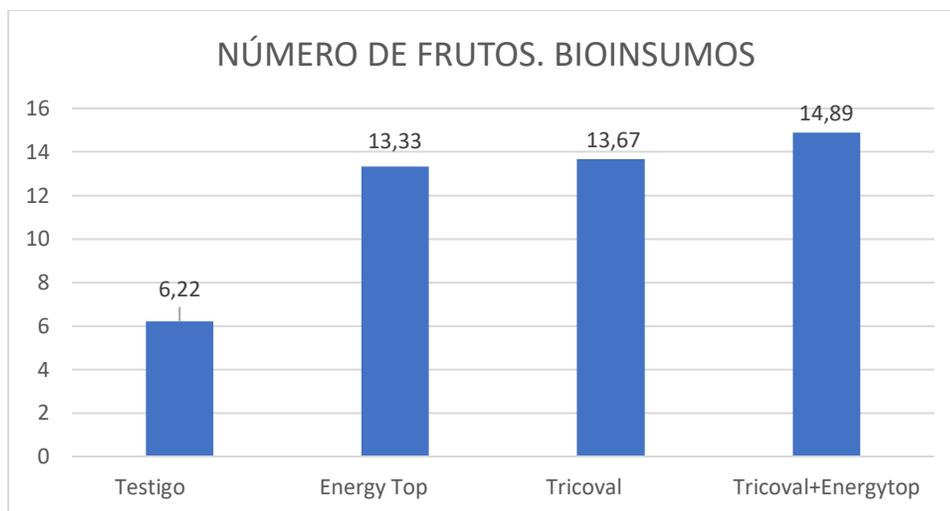
Chaves & Gutiérrez (2016) Demostraron que incrementos masivos de temperaturas afectan el desarrollo de las plantas y comportamiento post cosecha...La correcta fructificación del tomate se restringe al rango de 10-23 °C de temperatura nocturna, pues fuera de ella pueden reducirse la cantidad.

En épocas no óptimas las temperaturas extremas provocan una reducción de frutos por racimo y de menor tamaño. (Rodríguez *et al.*, 2019)

La investigación finalizo con la primera cosecha, porque las caídas de temperaturas afectaban el brote de nuevas flores para continuar la investigación y asimismo provocaban el ataque de enfermedades por las variantes de temperaturas.

Figura 11

Comparación de Medias (Fisher) para Número de Frutos. Bioinsumos



Los resultados mostrados en la figura 11 muestra los bioinsumos que tuvieron mejor eficiencia por separado. La combinación de Tricobal + Energy Top obtuvo el mejor rendimiento con una media de 15 frutos por planta, el bioinsumo Tricobal obtuvo una media de 14 frutos por planta, el Energy top tiene una media de 13 frutos por planta y el testigo (Sin aplicación) tiene una media de 6 frutos por planta.

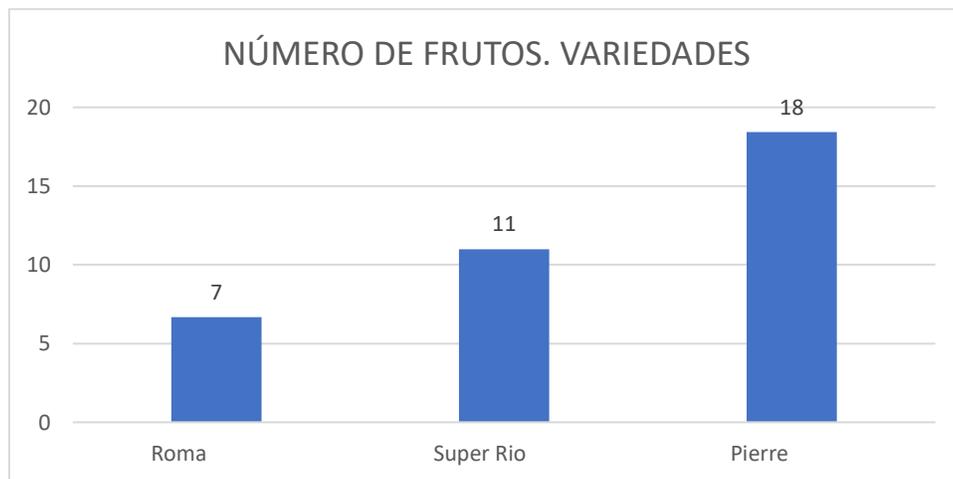
Estos resultados nos indican que los bioinsumos tuvieron efectividad en la fase de fructificación ya que son muy superiores al testigo (Sin aplicación). Aunque la maduración de los frutos tuvo muchos problemas por los efectos de la temperatura, ya que el cultivo se desarrolló fuera de temporada.

El rendimiento por abonos líquidos en diferentes variedades de tomate tiene un rendimiento de 9 frutos por planta, en comparación al testigo (sin aplicación) con 6 frutos por planta. (Gonzales, 2006)

Esto nos indica que la aplicación de los bioinsumos tiene efectos significativos en el desarrollo de los frutos, pero muchos frutos fueron afectados por la incidencia del frío, provocando deformidad en su formación, este efecto causa la formación de frutos vacíos.

Figura 12

Comparación de Medias (Fisher) para Número de Frutos. Variedades de Tomate



Los resultados mostrados en la figura 12 muestra las diferencias que tienen las variedades de tomate en la comparación de medias. La variedad de tomate Pierre obtuvo el mejor resultado en comparación a las variedades Super Rio y Roma.

Según Aguilar & Blanco (2021) Plantean que la diferencia en número de frutos entre las variedades de tomate fueron las siguientes: Variedad redondo, super rio y santa clara con 13 frutos, la variedad roma con 17 frutos, la variedad rio grande con 14 frutos, la variedad platense con 7 frutos. Estos resultados indican que la variedad roma tiene un mejor rendimiento al de la variedad super rio con 17 frutos.

4.5.4. Días a la floración

Se tomaron los datos de días a la floración según se presentaban en las parcelas menores.

Tabla 17

Análisis de Varianza Días a la floración

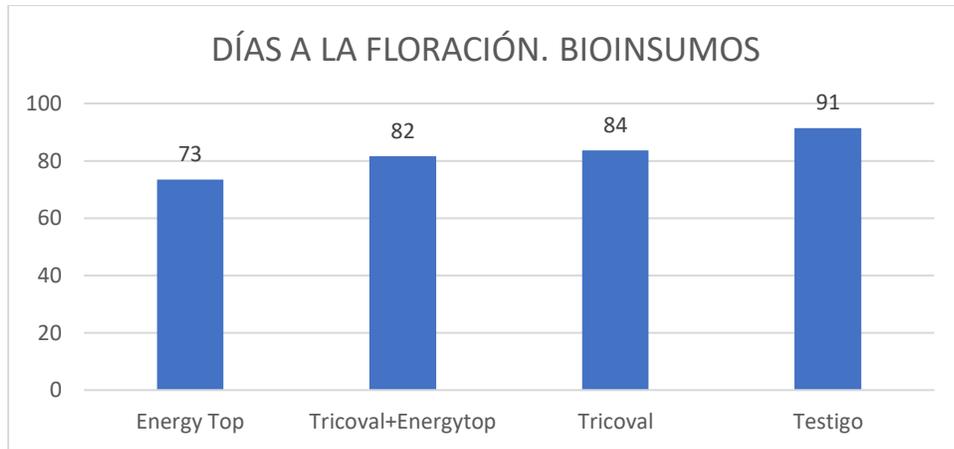
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumos	1476,11	3	492,04	80,52	<0,0001	**
Error Factor A	48,89	8	6,11			
Variedad de tomate	340,17	2	170,08	80,57	<0,0001	**
Variedad de tomate*Bioinsumos	502,06	6	83,68	39,64	<0,0001	**
Error Factor B	33,78	16	2,11			
Total	2401	35				
C.V.	1,04					

El análisis de varianza de la tabla 17 nos muestra los siguientes resultados. Hay efectos de alta significancia (**) con respecto a las variedades de tomate, Bioinsumos y la interacción entre ambos.

El coeficiente de variación es de 1,04 % indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 13

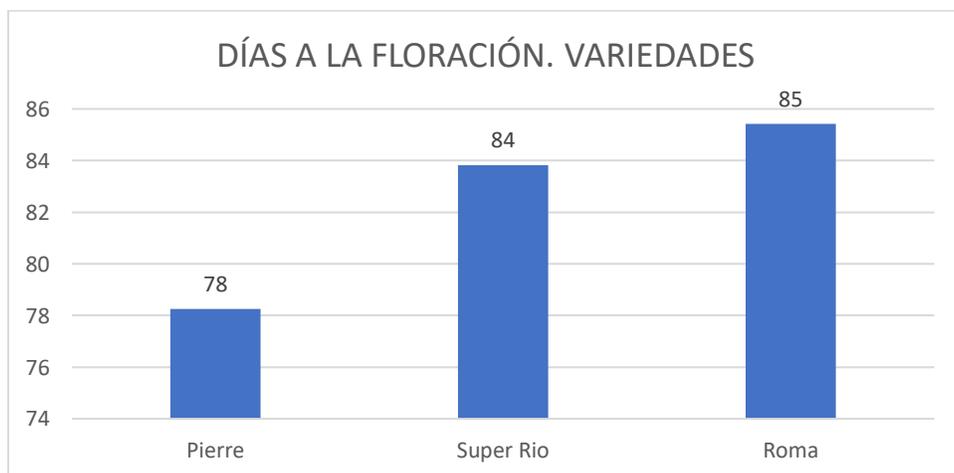
Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Bioinsumos



La figura 13 muestra que el testigo (Sin aplicación) obtuvo una media de 91 Días mostrando el peor desempeño, dando un mayor número de días en llegar a la fase de floración, esto indica que la aplicación de los bioinsumos tiene un efecto en el desarrollo de la planta, siendo el Energy top el que tuvo una mayor eficiencia con una media de 73 días para llegar a la fase de floración.

Figura 14

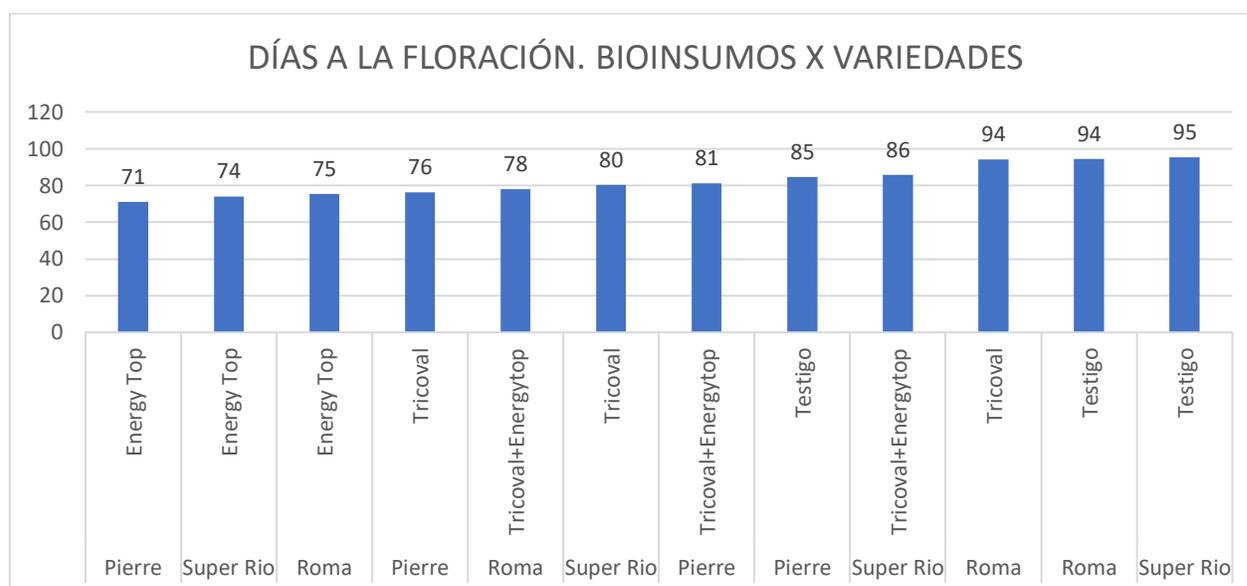
Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Variedades de Tomate



La figura 14 muestra que la variedad de tomate Roma tiene una media de 85 días, demostrando que esta variedad demora más tiempo en entrar a la fase de floración con respecto a las otras variedades, siendo la variedad de tomate Pierre la que se desarrolló más rápido con una media de 78 días.

Figura 15

Comparación de Medias (Fisher) para Días a la floración. Bioinsumos x Variedades de tomate



La figura 15 indica que la interacción del bioinsumos Energy top con la variedad de tomate Pierre tuvo el mejor desempeño al entrar a la fase de floración con 71 días del trasplante, en comparación al testigo (sin aplicación) con la variedad Super Rio que tuvo una diferencia de 95 días al trasplante, esto nos indica que la interacción de microorganismos benéficos que tienen los bioinsumos del Tricobal y Energy Top trae efectos significativos.

Asimismo, La interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad Pierre tuvo una media 76 días, mientras la interacción del Super Rio tuvo una media de 80 días y la variedad

Roma con una media 94 días, esto nos indica que la variedad Pierre tuvo una mejor interacción con el bioinsumo Tricobal llegando más antes a la fase de floración.

De la misma forma, la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad roma tuvo una media de 78 días, mientras la interacción con la variedad Pierre tuvo una media de 81 días y la interacción con la variedad Super rio tuvo una media de 85 días. Esto nos indica que la variedad de tomate que tuvo una mejor interacción con los bioinsumos fue la Roma.

El testigo (sin aplicación) con la variedad Pierre tuvo una media de 84 días, en cambio la variedad Roma tuvo una media de 94 días y la variedad super Rio tuvo una media de 95 días. Entonces, entre las variedades de tomate sin la interacción de algún bioinsumos nos muestra que la variedad Pierre obtuvo un mejor desarrollo en relación a las variedades Super Rio y Roma.

Según Blanco (2019) la aplicación de humus de lombriz en tomate Cherry logro una media de 64,25 días y la aplicación con estiércol de ovino una media de 73 días, teniendo una diferencia de 9 días en comparación a la aplicación del humus.

De la misma forma, en la actual investigación el testigo que cuenta con estiércol de ovino y es el que tardo más días en el desarrollo de las flores, esto nos indica que la aplicación de los bioinsumos tuvo efecto para el desarrollo temprano de días a la floración, con una diferencia de 24 días en comparación del testigo, demostrando que los bioinsumos tienen un efecto más acelerado.

La investigación realizada por Aguilar (2021) indica los siguientes resultados: La variedad de tomate Roma obtuvo una media de 46 días para la variable de días a la

floración después del trasplante y la variedad de tomate Súper Rio obtuvo una media de 31 días para la variable de días a la floración después del trasplante, bajo condiciones de cultivo hidropónico

Finalmente, en los datos obtenidos en la presente investigación obtuvo mejores rendimientos en la variable de días a la floración.

4.5.5. Días a la cosecha

El experimento solamente llegó hasta la primera cosecha, ya que el efecto de las bajas temperaturas afectó el crecimiento de nuevos frutos y la planta al estar bajo constante estrés tendió a debilitarse.

Tabla 18

Análisis de Varianza para Días a la Cosecha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumos	33,44	3	11,15	1,55	0,28	N.S.
Error Factor A		8	7,19			
Variedad de tomate	3,17	2	1,58	0,21	0,81	N.S.
Variedad de tomate*Bioinsu..	49,06	6	8,18	1,07	0,42	N.S.
Error factor B	121,78	16	7,61			
Total	265	35				
C.V.	1,92					

La tabla 18 nos indica que no hay ningún efecto de significancia en la aplicación de los bioinsumos, y las variedades de tomate y en la interacción entre ambos. Esta

situación se debe a que solamente se realizó la primera cosecha durante la investigación.

El coeficiente de variación es de 1,92 %, los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

4.6. Variables de Rendimiento

Debido a las bajas temperaturas mostradas en la tabla 9 y 10, la investigación sufrió altas consecuencias en su desarrollo, llegando a temperaturas de 0°C en el interior de la carpa y de -10,9°C al exterior de la carpa, aunque la carpa amortiguó más de 10°C el cultivo de tomate no pudo soportar la exposición a estas condiciones extremas, entonces, la investigación finalizó una vez realizada la primera cosecha.

4.6.1. Rendimiento kg/m²

Para la obtención del rendimiento se calculó tomando los datos por cada tratamiento ya que cada tratamiento es de un metro cuadrado.

Tabla 19

Análisis de Varianza para Rendimiento kg/m²

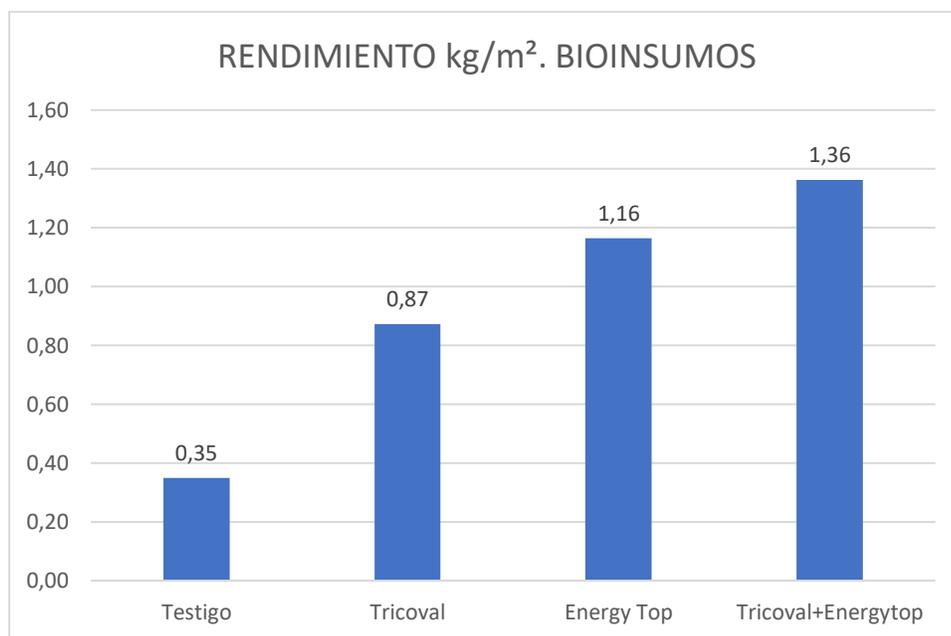
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Bioinsumos	1349,75	3	449,92	7,05	0,01233	*
Error Factor A	510,54	8	63,82			
Variedad de tomate	2084,19	2	1042,1	20,55	0,00004	**
Variedad de tomate*Bioinsumos	1085,1	6	180,85	3,57	0,01949	*
Error Factor B	811,34	16	50,71			
Total	5840,92	35				
C.V.	25,58					

La tabla 19 indica hay efecto de significancia en la aplicación de los bioinsumos (*), de igual forma existe efecto de alta significancia en la aplicación de las variedades de tomate (**) y hay efecto de significancia en la interacción de los bioinsumos con las variedades de tomate (*).

El coeficiente de variación es de 25,58 % indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 16

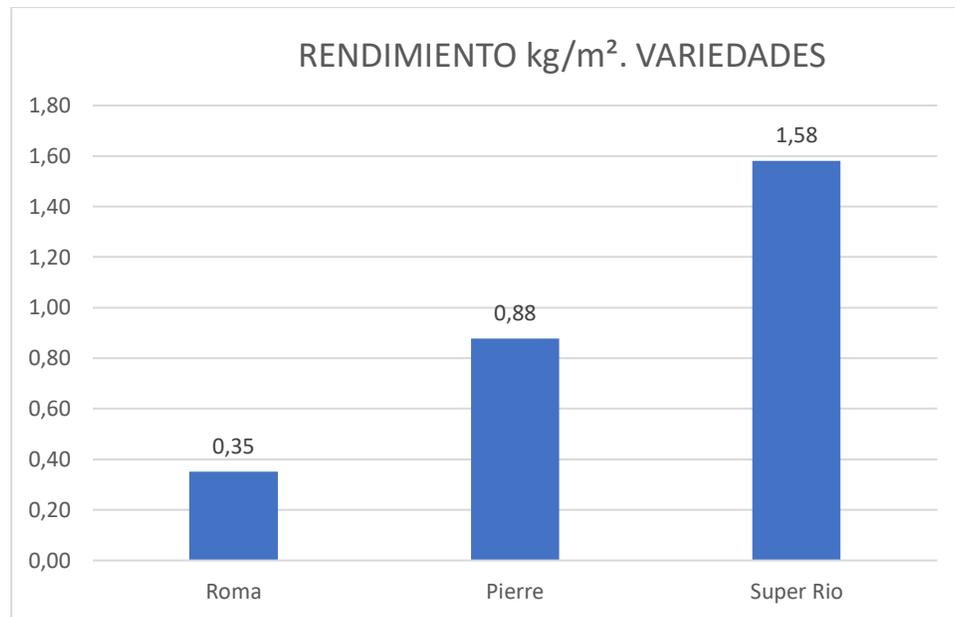
Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Bioinsumos



La figura 16 muestra que hay una alta diferencia en el rendimiento de los bioinsumos con el testigo. Donde, la combinación del bioinsumo Energy top + Tricobal fue el mejor con una media de rendimiento de 1,36 kg/m² en comparación con el testigo (sin aplicación) que tiene una media de rendimiento de 0,35 kg/m².

Figura 17

Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Variedades de Tomate

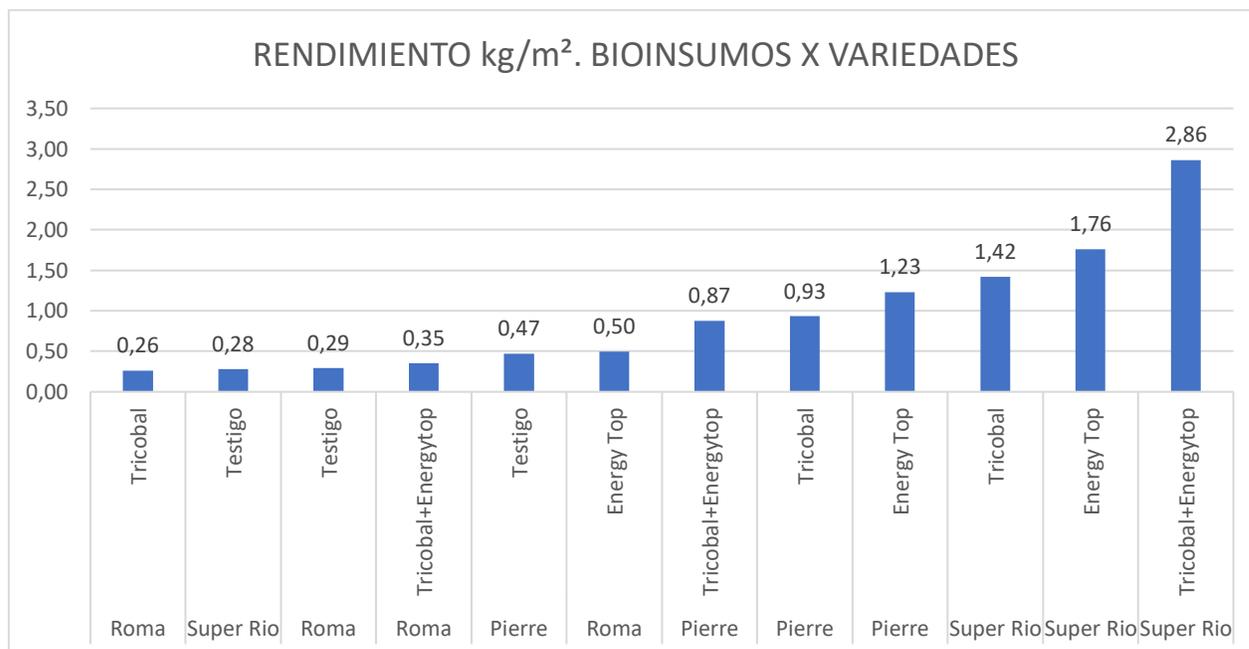


La figura 17 nos muestra que hay una alta diferencia entre las variedades. La variedad de tomate super rio con una media de 1,58 kg/m², siendo esta la mejor entre las variedades. Mientras, la variedad roma es la que obtuvo menores resultados con una media de 0,35 kg/m². Estos resultados nos indican que la variedad roma no se adaptó muy bien, donde, las causas principales para su baja adaptabilidad pueden ser las siguientes:

- Al tener un crecimiento indeterminado la planta fue más afectada por el efecto de las bajas temperaturas, presentando un mayor aborto floral
- El efecto del frio inicio mucho en la formación de los frutos, ya que estos tendían a formarse espacios vacíos en los frutos, el cual causo grandes problemas en la cantidad de productividad.

Figura 18

Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento kg/m². Bioinsumos x Variedades de Tomate



La figura 18 nos muestra la interacción de los bioinsumos con las variedades de tomate. Donde, la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy top con la variedad de tomate Super Rio tuvo el mejor resultado con una media de 2,86 kg/m², la interacción del bioinsumo Energy top con la variedad de tomate Super rio tuvo una media de 1,76 kg/m², la interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Super rio tuvo una media de 1,42 kg/m², la interacción del bioinsumo Energy top con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 1,23 kg/m², La interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 0,93 kg/m², la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy top con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 0,87 kg/m², la interacción del bioinsumo Energy top con la variedad

de tomate Roma tuvo una media de 0,5 kg/m², la interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 0,47 kg/m², la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 0,35 kg/m², la interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 0,29 kg/m², la interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Super Rio tuvo una media de 0,28 kg/m² y la interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 0,26 kg/m².

Entonces, la comparación de medias para el rendimiento de kg/m² muestra que la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad de tomate Super Rio tuvo el mejor rendimiento en la investigación en comparación a la interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Roma, donde tuvimos rendimientos sumamente bajos, pero este rendimiento se debe a que la variedad de tomate roma no pudo adaptarse a la estación fría siendo el más afectado entre las otras variedades.

Asimismo, en la investigación realizada por Aguilar & Blanco (2021) en el municipio del alto-La Paz llegaron a un rendimiento de 2,19 kg/m² con respecto a la variedad de tomate Super Rio y 2,44 kg/m² con la variedad de tomate roma, pero obtuvieron un mayor rendimiento con la variedad de tomate Rio Grande llegando a una media de rendimiento de 3,21 kg/m² bajo cultivo hidropónico.

El trabajo realizado por Quispe (2021) Donde estableció diferentes niveles de biól en tomate alcanzo un rendimiento de 9.45 kg/m² en el municipio de Achocalla.

Finalmente, se deduce que se debe tratar diferentes formas de mantener los ambientes atemperados en invierno porque en lugares críticos como Patacamaya

debemos optar a algún método para mantener las temperaturas altas ya que el descenso de temperaturas afecta a gran medida la producción en estos meses.

4.6.2. Rendimiento por planta

Al realizar la cosecha una gran cantidad de frutos se hallaban dañados o mal desarrollados por causa del frío, ya que el tomate empieza a presentar problemas en su desarrollo al tener temperaturas menores a los 10°C, de tal manera que no se los consideraron porque no presentaron las características adecuadas.

Tabla 20

Análisis de Varianza. Rendimiento g/planta

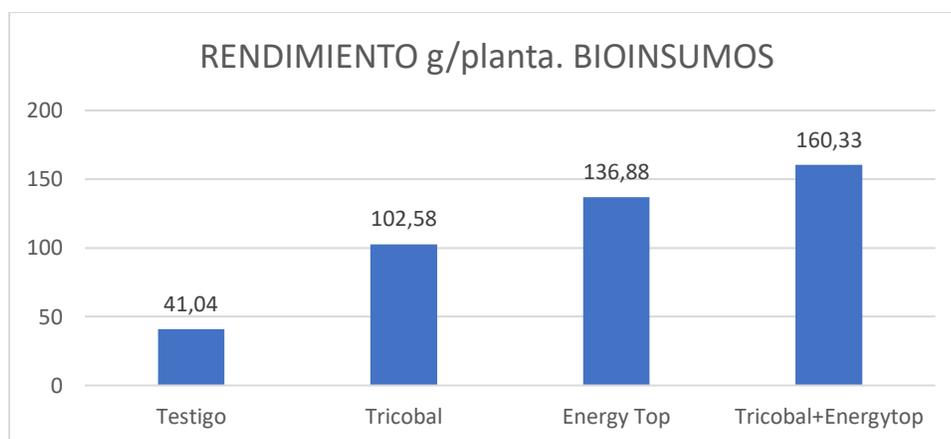
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia	C.V.
Bioinsumo	1349,75	3	449,92	7,05	0,01233	*	25,58
Error Factor A	510,54	8	63,82				
Variedad de tomate	2084,19	2	1042,1	20,55	0,00004	**	
Variedad de tomate*Bioinsumos	1085,1	6	180,85	3,57	0,01949	*	
Error Factor B	811,34	16	50,71				
Total	5840,92	35					

La tabla 20 indica que hay efecto de significancia en la aplicación de los bioinsumos, de igual forma en la aplicación de los bioinsumos con las variedades de tomate y hay efecto de alta significancia en las variedades de tomate. Esta situación se debe a que solamente se realizó la primera cosecha durante la investigación.

El coeficiente de variación es de 25,59% indicándonos que los datos son confiables y están dentro del rango establecido, el coeficiente de variación no conforme parte desde porcentajes mayores a 30%. (Vázquez & Ortiz, 2015)

Figura 19

Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento g/planta. Bioinsumos

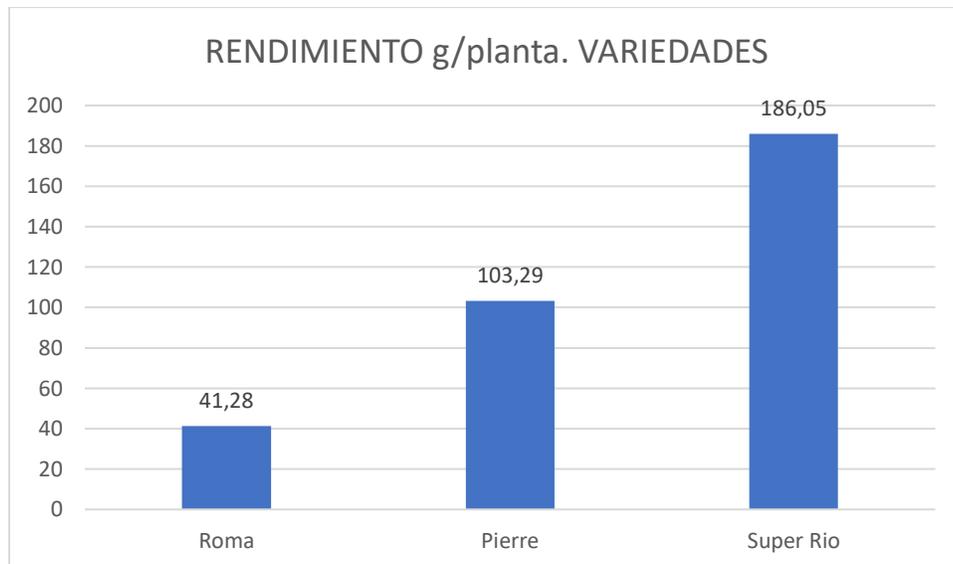


La figura 19 muestra por la prueba Fisher que entre la aplicación de bioinsumos la combinación de Tricobal + Energy Top obtuvo una media de 160,33 g/planta, siendo esta la que tubo mejor rendimiento en la variable de kg/planta. Mientras que el bioinsumos Energy top tubo una media de 136,88 g/planta, el bioinsumo Tricobal obtuvo una media de rendimiento de 102,58 g/planta. y el testigo (sin aplicación) obtuvo una media de 41,04 g/planta.

Asimismo, la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy top tuvo el mejor desempeño, esto se debe a que los organismos presentes en los productos realizaron de alguna forma su sincronía y así mejorando la asimilación de los nutrientes para la planta. Entonces, es circunstancial la aplicación de bioinsumos para tener mejores rendimientos, ya que el nitrógeno y el fosforo se vuelven asimilables gracias a los organismos que habitan en los Bioinsumos.

Figura 20

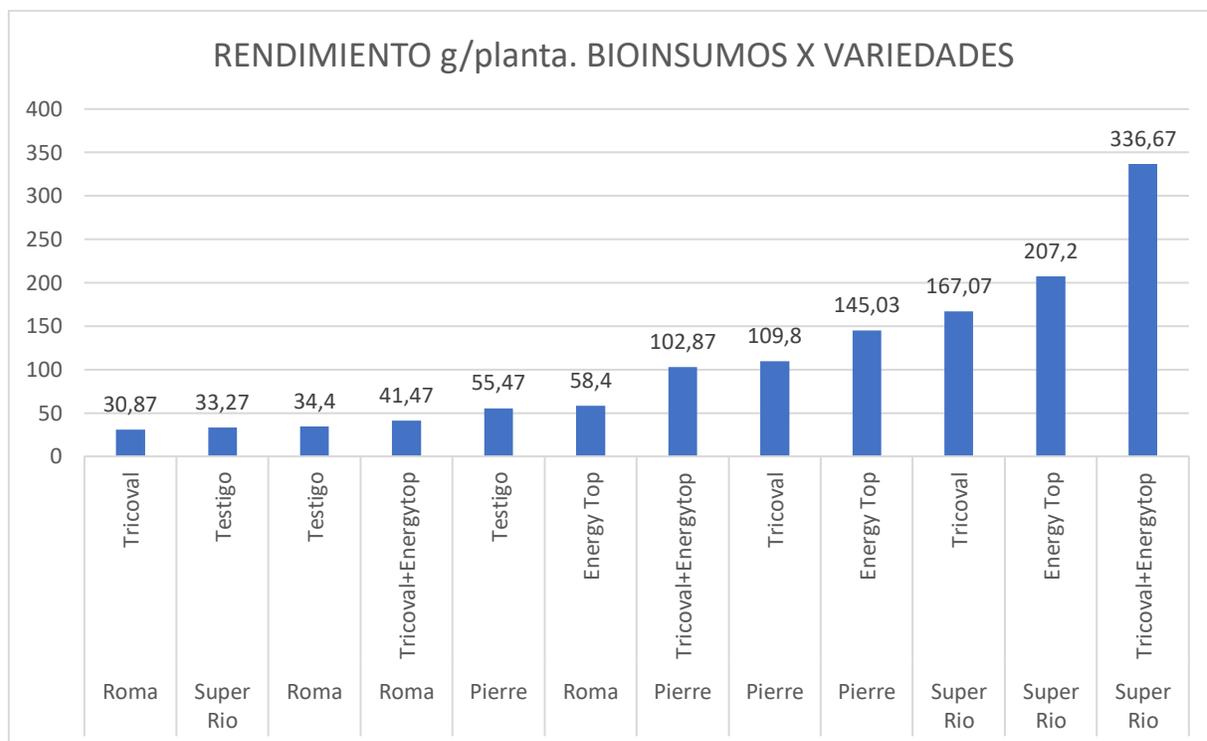
Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento g/planta. Variedades de Tomate



La figura 20 nos muestra que hay una alta diferencia entre las variedades. La variedad de tomate super rio con una media de 186,05 g/planta, siendo esta la mejor entre las variedades, mientras la variedad de tomate Pierre tiene una media de 103,29 g/planta y la variedad roma es la que menor resultados tuvo en la investigación con una media de 41,28 g/planta.

Figura 21

Comparación de Medias (Fisher) para Rendimiento g/planta. Bioinsumos x Variedades de Tomate



La figura 21 nos muestra la interacción de los bioinsumos con las variedades de tomate. Entonces, la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy top con la variedad de tomate Super Rio tuvo el mejor resultado con una media de 336.67 g/planta, la interacción del bioinsumo Energy top con la variedad de tomate Super rio tuvo una media de 207,20 g/planta. La interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Super rio tuvo una media de 167,07 g/planta. La interacción del bioinsumo Energy top con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 145,03 g/planta. La interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 109,08 g/planta. La interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 102,87 g/planta. La interacción

del bioinsumo Energy Top con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 58,40 g/planta. La interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Pierre tuvo una media de 55,47 g/planta. La interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 41,47 g/planta. La interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 34,40 g/planta. La interacción del testigo (sin aplicación) con la variedad de tomate Super Rio tuvo una media de 33,37 g/planta. La interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Roma tuvo una media de 30,87 g/planta.

Entonces, la comparación de medias nos muestra que la interacción de los bioinsumos Tricobal + Energy Top con la variedad de tomate Super Rio tuvo el mejor rendimiento en la investigación en comparación a la interacción del bioinsumo Tricobal con la variedad de tomate Roma, donde tuvimos rendimientos sumamente bajos. Sin embargo, se perdió mucha producción por el efecto fuera de estación

En la investigación planteada por Gabriel *et al.* (2016) usaron nuevos tipos de tomate híbrido proporcionados por la empresa ENZA ZADEN, donde su mayor rendimiento alcanzo 4,95 Kg/planta en las variedades redondas y es 18% superior su rendimiento de las variedades pera con 4,19 kg/planta. Estos resultados se obtuvieron bajo condiciones de invernaderos en Cochabamba en predios de la Fundación PROINPA. Asimismo, los datos obtenidos en la actual investigación son mucho menores, esto se debe a las condiciones críticas del altiplano Paceño.

De igual manera el trabajo realizado en el municipio de Achocalla en la comunidad Marquiri a una altitud de 3600 m.s.n.m realizado por Quispe (2021) donde evaluó el

rendimiento de tomate con diferentes niveles de biól, alcanzo un rendimiento de 3,78 kg/planta.

4.7. Variables Económicas

A partir del análisis económico, se puede conocer el beneficio/costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados. Con el propósito de poder recomendar los aspectos agronómicos y económicos más favorables de la investigación.

4.7.1. Beneficio Bruto

Para el cálculo del beneficio bruto se toma en cuenta el rendimiento ajustado, durante el transporte y manipuleo del cultivo en el momento de la cosecha que es de un 10%, el cual es restado del rendimiento del cultivo que se comercializa a un precio de 6 bs por cada 500 gramos tomando el precio establecido por Biomarket de la facultad de agronomía.

Tabla 21*Beneficio bruto por m²*

Tratamientos	Rendimiento Promedio (Kg/m²)	Rendimiento Ajustado (-10%)	Precio (Bs/kg)	Beneficio Bruto (Bs/m²)
T1	0,47	0,42	16	16,90
T2	0,28	0,25	16	16,54
T3	0,29	0,26	16	16,56
T4	0,93	0,84	16	17,77
T5	1,42	1,28	16	18,70
T6	0,26	0,24	16	16,50
T7	1,23	1,11	16	18,34
T8	1,76	1,59	16	19,35
T9	0,50	0,45	16	16,94
T10	0,87	0,79	16	17,66
T11	2,86	2,58	16	21,44
T12	0,35	0,32	16	16,67

Nota. Precio del tomate 8 bs por cada 500 gr. Según BIOMARKET (Facultad de Agronomía, 2021).

La tabla 21 nos muestra que el tratamiento T11 con la interacción de los Bioinsumos Tricobal + Energy top con la variedad de tomate super Rio obtiene el mejor Beneficio bruto con 21,44 Bs/m². Asimismo, el beneficio bruto de los tratamientos son los siguientes; T8 con 19,35 Bs/m², T5 con 18,70 Bs/m², T7 con 18,34 Bs/m², T4 con 17,77 Bs/m², T10 con 1,66 Bs/m², T9 con 16,94 Bs/m², T1 con 16,90 Bs/m², T12 con 16,67 Bs/m², T3 con 16,56 Bs/m², T2 con 16,54 Bs/m², T6 con 16,50 Bs/m².

Estos resultados se deben principalmente al rendimiento obtenido en los diferentes tratamientos.

4.7.2. Costos Variables (C.V.)

Los costos variables son los costos relacionados con el consumo de agua, que fue el único factor que vario en el presente estudio.

Tabla 22

Costos variables

<hr/>	
Tratamientos	Costos Variables Bs/m²
<hr/>	
T1	11,16
T2	11,16
T3	11,16
T4	14,17
T5	14,17
T6	14,17
T7	14,91
T8	14,91
T9	14,91
T10	15,91
T11	15,91
T12	15,91
<hr/>	

El precio de los bioinsumos utilizados en la siguiente investigación fueron: Tricobal con 100 Bs/kg y Energy top con 250 Bs/lts. ambos productos son elaborados por la fundación PROINPA.

La tabla 22, nos indica que los tratamientos 10, 11, 12. tienen el mayor costo, debido la interacción de ambos bioinsumos. Y así los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron el menor costo variable, y esto atribuye a que, no se aplicó ningún bioinsumo.

4.7.3. Beneficio neto

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción menos los costos variables y se muestra a continuación.

Tabla 23

Beneficio Neto por m²

Tratamientos	Beneficio Bruto Bs/m ²	Costos Variables Bs/m ²	Beneficio Neto Bs/m ²
T1	16,90	14,16	2,74
T2	16,54	14,16	2,38
T3	16,56	14,16	2,40
T4	17,77	14,17	3,61
T5	18,70	14,17	4,53
T6	16,50	14,17	2,33
T7	18,34	14,91	3,43
T8	19,35	14,91	4,44
T9	16,94	14,91	2,03
T10	17,66	15,91	1,75
T11	21,44	15,91	5,53
T12	16,67	15,91	0,76

Como se muestra en la tabla 23, el mayor beneficio neto es del tratamiento 11 con 5.53 Bs/m², y el que menor beneficio neto fue el tratamiento 12 con 0.76 Bs/m², sin embargo, los tratamientos fueron afectados por las extremas temperaturas los cuales bajaron de gran medida la producción.

4.7.4. Relación Beneficio - Costo

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción entre los costos variables.

Tabla 24

Beneficio/Costo

Tratamientos	Beneficio Bruto Bs/m²	Costos Variables Bs/m²	Beneficio Costo Bs/m²
T1	16,90	14,16	1,19
T2	16,54	14,16	1,17
T3	16,56	14,16	1,17
T4	17,77	14,17	1,25
T5	18,70	14,17	1,32
T6	16,50	14,17	1,16
T7	18,34	14,91	1,23
T8	19,35	14,91	1,30
T9	16,94	14,91	1,14
T10	17,66	15,91	1,11
T11	21,44	15,91	1,35
T12	16,67	15,91	1,05

La relación Beneficio – Costo presenta resultados mayores a 1 por lo que se considera a los tratamientos rentables. Esto nos indica que es aconsejable realizar la producción de tomate en invernaderos utilizando la aplicación de los bioinsumos Tricobal y Energy Top. Porque son económicamente rentable gracias a su baja aplicación por planta.

5. CONCLUSIONES

Los objetivos planteados para la investigación llegan a las siguientes conclusiones según los resultados obtenidos.

- Con respecto a las variables agronómicas la variedad de tomate roma alcanzo la mejor altura de planta, con una media estadística de 80,09 cm, en cambio, el diámetro de tallo no tuvo diferencias significativas.
- En cuanto a las variables fenológicas, numero de flores por planta, diámetro de fruto, número de frutos por planta y días a la cosecha no hubo diferencia significativa en la interacción entre los bioinsumos y las variedades de tomate. Al contrario, la variable días a la floración donde el tratamiento siete demoro menos, con una media estadística de setenta y uno días al trasplante.
- En cuanto a las variables de rendimiento, el rendimiento kg/m² donde el tratamiento once obtuvo el mejor rendimiento con 28,6 Tn/ha y el rendimiento por planta alcanzo 0,337 kg/planta.
- Para finalizar el análisis B/C indica que son rentables, y es aconsejable realizar la producción de tomate con las variedades Pierre y Super Rio, sin embargo, la variedad de tomate roma no tubo buenos rendimiento en la fase de invierno, donde el tratamiento T11 obtuvo el mejor rendimiento alcanzando un valor de 1.35 Bs/m² respecto al B/C esto nos indica que se gana 0.35 Bs por boliviano invertido. Entonces, es factible realizar un proyecto sustentable, aunque es necesario incorporar nuevos métodos para combatir el frio en los meses de invierno.

6. RECOMENDACIONES

Según los resultados mostrados en este trabajo de investigación:

- se recomienda utilizar la combinación de los bioinsumos Tricobal con Energy Top, ya que se obtuvieron los resultados más altos.
- Para realizar investigaciones fuera de temporada es recomendable buscar nuevos métodos para mantener las temperaturas óptimas en el cultivo y estos pueden ser
- Adaptación de termo ventiladores con paneles solares, para evitar gastos excesivos en el consumo de energía eléctrica y
- Realizar sistemas de climatización dentro de las carpas solares (calefacción del lugar con uso de tuberías a lo largo de toda la carpa)

Para investigaciones similares a la actual se recomienda la utilización de bioinsumos de aplicación foliar que pueden ayudar estimulando rebrotes del follaje en caso de heladas como “Vigor Top”.

De la misma forma, se debe incorporar nuevos mecanismos de automatizado para mantener un uso eficiente en el manejo de incorporación de agua y aplicación de bioinsumos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agroinformación—*El cultivo del tomate. 1ª parte.* (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2022, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

Agroinformación—*El cultivo del tomate. 3ª parte.* (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2022, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>

Agudelo-Guerrero, A. M. (2015). Caracterización de *Paenibacillus* sp. JH1 aislada del agua de mar de la Bahía de Cartagena. *Universidad de los Andes*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17717/u714152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aguilar Paredes, G. M. (2021). *Evaluación de seis variedades de tomate (Lycopersicum esculentum) en cultivo hidropónico con sustrato sólido en el municipio de El Alto* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/26642>

Aguilar Paredes, G. M., & Blanco Villacorta, M. W. (2021). Evaluación de seis variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) en cultivo hidropónico con sustrato sólido en el municipio de El Alto | *Apthapi*. *Apthapi* 7(3):2236-2241. *Septiembre-Diciembre, 2021. ISSN: 2519-9382.* <http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/110>

Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.

Alarcon Camacho, J., Recharte Pineda, D. C., Yanqui Díaz, F., Moreno LLacza, S. M., Buendía Molina, M. A., Alarcon Camacho, J., Recharte Pineda, D. C., Yanqui Díaz, F., Moreno LLacza, S. M., & Buendía Molina, M. A. (2020). Fertilizar con

- microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67-73. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.08>
- Astorga-Quirós, K., Meneses-Montero, K., Zúñiga-Vega, C., Brenes-Madriz, J., & Rivera-Méndez, W. (2014). Evaluación del antagonismo de *Trichoderma* sp. Y *Bacillus subtilis* contra tres patógenos del ajo. *Revista Tecnología en Marcha*, 27(2), 82. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i2.1929>
- Barahona-Amores, L. A., Samaniego-Sánchez, R., Villarreal-Núñez, J., & Cruz-Lombardo, A. D. L. (2022). MODIFICACIÓN DE PROPIEDADES DEL SUELO POR LA CONTINUA SIEMBRA DE TOMATE INDUSTRIAL EN AZUERO, PANAMÁ. *Ciencia Agropecuaria*, 35, Art. 35.
- Betancourt, P., & Pierre, F. (2013). Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. Var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, Estado Lara. *Bioagro*, 25(3), 181-188.
- Blanco Callata, P. D. (2019). Aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* miller) variedad cherry en ambientes atemperados en el municipio de El Alto | Apthapi. *Apthapi* 5(1):1390-1406., *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica –UMSA*. <http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/16>
- Blanco Villacorta, M. W. (2018). *Producción orgánica de cultivos.pdf*. Google Docs. https://drive.google.com/file/u/0/d/1jtRhIMZcEfqxyTEf3BCHmFZ743Ao-vWI/view?usp=embed_facebook

- Brouwer, C., & Elliott, M. (2006, marzo). El Tomate, sus Datos e Historia. *Extensión Cooperativa de Texas del Condado de Harris*, 2.
- Cabra Cendales, T., Rodríguez González, C. A., Villota Cuásquer, C. P., Tapasco Alzate, O. A., & Hernández Rodríguez, A. (2017). Bacillus EFFECT ON THE GERMINATION AND GROWTH OF TOMATO SEEDLINGS (*Solanum lycopersicum* L). *Acta Biológica Colombiana*, 22(1), 37-44. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n1.57375>
- Calero H., A., Quintero R., E., Pérez D., Y., Olivera V., D., Peña C., K., Castro L., I., Jiménez H., J., Calero H., A., Quintero R., E., Pérez D., Y., Olivera V., D., Peña C., K., Castro L., I., & Jiménez H., J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67-78. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Cardona Gómez, J., & García Galindo, L. A. (2008). *Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica*. <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8207>
- Chaves-Barrantes, N. F., & Gutiérrez-Soto, M. V. (2016). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 255. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21904>
- CHEMONICS. (2008). PROGRAMA DE DIVERSIFICACION HORTICOLA Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. *Chemonics International Inc*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>

- Corpeño, B. (2004). Manual del Cultivo del Tomate. *CENTRO DE INVERSION, DESARROLLO Y EXPORTACION DE AGRONEGOCIOS*, 38.
- Cruz, A. B., Barra, J. E., Castillo, R. F. del, & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores: *Ecosistemas*, 13(2), Art. 2.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572>
- Cruz Cortés, R. A. (2019). *CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO POR FRIO EN TOMATE (Solanum lycopersicum L.) GENÉTICAMENTE MODIFICADO*.
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/2533>
- de la Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello, M. A., Robledo-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C., & Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y ciencia*, 25(1), 59-67.
- Dell'Amico, J. M., Torrecillas, A., Rodríguez, P., & Morales, D. (2002). *RESPUESTA DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill.) A 36 HORAS DE INUNDACIÓN EN DOS MOMENTOS DEL FOTOPERÍODO*. 8.
- Esan, B. (2017, enero 24). *El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas | Conexión ESAN*. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas>
- Escaloma Aguilar, M. Á., Becerra, M., Noriega Armella, M. I., Cerdán Fernández, C., Tercero Pérez, A., & Vilis Hernández, M. I. (2021). *Agricultura sin glifosato. Alternativas para una transición agroecológica*. Greenpeace México.
<https://www.greenpeace.org/mexico/publicacion/49117/agricultura-sin-glifosato-alternativas-para-una-transicion-agroecologica>

Escaloma, V., Alvarado, P., Monardez, H., Claudio, U., & Martin, A. (2009). *MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE*. 60.

Escobar, H., & Lee, R. (2009). Manual de Producción de Tomate Bajo Invernadero. © *Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*.
https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29_-_manual_produccion_de_tomate.pdf

FAO. (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. 72.

Fundación PROINPA. (2022). *Fundación PROINPA*. <https://www.proinpa.org/web/>

Gabriel, J., Angulo, A., Velasco, J., & Guzmán, R. (2016). *Adaptación de híbridos de tomate indeterminado [Solanum lycopersicum L. (Mill.)] bajo condiciones de invernadero Adaptation of indeterminate tomato hybrids [Solanum lycopersicum L. (Mill.)] under greenhouse conditions*. 7(2), 19.

García Mendoza, S. G. (2017, diciembre 7). *Efecto de las mallas sombra de diferentes colores y una cubierta plástica sobre el rendimiento y calidad del cultivo de tomate*. <http://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/325>

García-Olivares, J., Mendoza-Herrera, A., & Mayek-Pérez, N. (2012). EFECTO DE Azospirillum brasilense EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ EN EL NORTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO. *Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional. Blvd. del Maestro esq. Elías Piña s/n, Col. Narciso Mendoza,. Reynosa, 88710 Tamaulipas, México. nmayek@ipn.mx*, 6.

- Gleddie, S. C. (1993). *Response of pea and lentil to inoculation with the phosphate-solubilizing fungus *Penicillium bilaii* (Provide™)*.
<https://harvest.usask.ca/handle/10388/10523>
- Gonzales Mamani, A. (2006). *Aplicacion de abono organico liquido en el cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum* L.) bajo ambiente protegido en la localidad de Choquenaira* [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/11032>
- Gutiérrez, L. A., Seguro, S., Arenas, J. E., & Moreno, J. G. (2013). Evaluación del poder fertilizante de dos abonos orgánicos preparados con microorganismos eficientes en plantas de tomate y maíz | Journal of Agriculture and Animal Sciences. *Editorial Lasallista*.
<http://179.1.108.245/index.php/jals/article/view/375>
- Harel, D., Fadida, H., Alik, S., & Gantz, S. (s. f.). El Efecto de la Temperatura Media Diaria y la Humedad Relativa con relación al Polen, el Cuaje de los Frutos y el Rendimiento del Tomate en Cultivos Comerciales Protegidos. *NAANDANJAIN*, 4.
- Hortalizas. (2012, julio 19). Impacto de temperaturas extremas en el tomate. *Hortalizas*. <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/impacto-de-temperaturas-extremas-en-el-tomate/>
- Hussien, A. I., Abd El-Ghaffar, N. I., El-Sayed Hatem, A., Aldebis, H. K., & Vargas-Osuna, E. (2011). Actividad insecticida y fijadora de nitrógeno de la bacteria transformada *PaeniBacillus polymyxa* que expresa Cry1C. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2), 192-197.

- Ibarra, J. A., López, C. A. V., Moreno, M. R. C., Reyes, P. D. L., Servin, J. A. B., Apodaca, M. E. M., & Sandoval, N. C. R. (2019). Agroquímicos organofosforados y su potencial daño en la salud de trabajadores agrícolas del campo sonoreño. *CIENCIA ergo-sum*, 26(1 (marzo-junio)), 8.
- Jaramillo, J., Fao, S., Rodriguez, V. P., Guzman, M., Zapata, M., Rengifo Martinez, T., Antioquia, G. de, & Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria, A. (2007). *Buenas practicas agricolas (BPA) en la produccion de tomate bajo condiciones protegidas*. Roma (Italy) FAO. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s00.pdf>
- López Marín, L. M. (2016). *MANUAL TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE Solanum lycopersicum*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Maketon, M., Apisitsantikul, J., & Siriraweeikul, C. (2008). Greenhouse evaluation of *Bacillus subtilis* AP-01 and *Trichoderma harzianum* AP-001 in controlling tobacco diseases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39, 296-300. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000200018>
- Maldonado-Cruz, E., Ochoa-Martínez, D. L., & Tlapal-Bolaños, B. (2008). Efecto del ácido acetil salicílico y *Bacillus subtilis* en la infección causada por Cucumber mosaic virus en calabacita. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(1), 55-59.
- Mamani Calani, R. I. (2022). *Efecto de la aplicación de (Trichoderma harzianum) y dosis de humus de lombriz en el cultivo de tomate cherry (Lycopersicum sculentum Miller) en la Estación Experimental Patacamaya* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/27739>

- MAROTO BORREGO, JOSE VICENTE. (2008). *Elementos de Horticultura General*. Mundi-Prensa Libros.
- Márquez-Quiroz, C., Robledo-Torres, V., Benavides-Mendoza, A., Vázquez-Badillo, M. E., Cruz-Lázaro, E. D. la, Estrada-Botello, M. A., & López-Espinosa, S. T. (2014). Uso de mallas sombra: Una alternativa para la producción de tomate cherry. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(2), 175-180.
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 1-11.
- Martinez, M. A. R. (2006). TECNOLOGÍA DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS (EM) APLICADA A LA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE. *Alchemia Bio-Cultura*, 43.
- Maughan, H., & Van der Auwera, G. (2011). Bacillus taxonomy in the genomic era finds phenotypes to be essential though often misleading. *Infection, Genetics and Evolution*, 11(5), 789-797. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.02.001>
- Medina, M. T. Á., Ramírez, M. A. N., & Amezaga, T. R. W. (2017). CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR DEL TOMATE ROJO FRESCO EN MÉXICO. 5(3), 14.
- Mushtaq, S., Nasim, G., Khokhar, I., & Mukhtar, I. (2012). Effects of Penicillium extracts on germination vigour in subsequent seedling growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45(8), 932-937. <https://doi.org/10.1080/03235408.2011.603965>

- Perero González, H., & Vilcahuano Suárez, J. (2006). *Obtención de un abono organizado por tratamiento anaeróbico a partir de la gallinaza*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/815>
- Proain, T. A. (2020, octubre 26). *EFEECTO DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA PARA LA POLINIZACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE*. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/efecto-de-la-temperatura-y-la-humedad-relativa-para-la-polinizacion-en-el-cultivo-de-tomate>
- Quispe Huarachi, R. O. (2021). *Producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) con tres niveles de biol en ambiente protegido en Achocalla provincia Murillo del departamento de La Paz* [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/27737>
- Restrepo, _Jairo. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
<https://repositorio.iica.int/handle/11324/6568>
- Rodrigues, L. F. O. S., Guimarães, V. F., Silva, M. B. da, Pinto Junior, A. S., Klein, J., & Costa, A. C. P. R. da. (2014). Características agronômicas do trigo em função de Azospirillum brasilense, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 31-37.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100005>
- Rodríguez, G. R., Ramos, T. H., González, E. B., & Herrera, Y. C. (2019). ¿‘AEGEAN’, TOMATE PARA INVIERNO O PARA VERANO EN CUBA? 13.

- Romero Arenas, O., Amaro Leal, J. L., Damian Huato, M. Á., Valencia de Ita, M. D. los A., Rivera Tapia, J. A., & Huerta Lara, M. (2017). Biopreparados de *Trichoderma* spp. Para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 113(4). <https://doi.org/10.12706/itea.2017.019>
- Rural, S. de A. y D. (2022, marzo 22). *El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial*. gob.mx. <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-jitomate-hortaliza-mexicana-de-importancia-mundial?idiom=es>
- Saavedra C, A., & Tapia I, L. (2009). RELACIÓN DE LOS EFECTOS CLIMÁTICOS SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE (LYCOPERSICUM ESCULENTUM MILL) EN EL VALLE DE AZAPA, PROVINCIA DE ARICA, ENTRE LOS AÑOS 1995-2005. *Idesia (Arica)*, 27(2), 91-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292009000200011>
- Salinas, E. (2014). La agricultura orgánica como modelo alternativo. ©ECORFAN-Bolivia,16. https://www.ecorfan.org/bolivia/series/Topicos%20selectos%20de%20Recursos_V/Articulo%209.pdf.
- Silva, J. H., Pereira, T. M., Nascimento, J. W., Tannure, F. P., & Duarte, M. M. (2012). *Germinação e crescimento inicial de tomate italiano (Lycopersicon esculentum Mill.): Efeitos do fotoperíodo*. 4.
- Suárez Segura, D. M. (2009). *Caracterización de un compuesto orgánico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento del Magdalena*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3270>

- Tavera Cortés, M., Escamilla-García, P., Alvarado-Raya, H., Edmar, S., & Silvia, G. (2014). Regional Development Model Based on Organic Production of Nopal. *Modern Economy*, 05, 239-249. <https://doi.org/10.4236/me.2014.53025>
- Tejera-Hernández, B., Rojas-Badía, M., & Heydrich-Pérez, M. (2011). Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 42, No. 3, pp. 131-138, septiembre-diciembre, 2011., 42(3), 9.
- Tomate «St. Pierre» (*Solanum lycopersicum*) | Es bueno saber... | Semillas A-Z | Semillas S - Samen & Saatgut. (s. f.). Recuperado 28 de noviembre de 2022, de [https://www.magicgardenseeds.es/Es-bueno-saber.../Tomate-'St.-Pierre'-\(Solanum-lycopersicum\)-A.1013-](https://www.magicgardenseeds.es/Es-bueno-saber.../Tomate-'St.-Pierre'-(Solanum-lycopersicum)-A.1013-)
- Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: Uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental: *Ecosistemas*, 13(3), Art. 3. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201>
- Torrez Quispe, V. (2015). *Productividad de 63 híbridos de tomate, (Solanum lycopersicon Miller) introducidos en la Estación Experimental de Cota Cota* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5645>
- Trigo (CIMMYT), C. I. de M. de M. y. (1988). *La formulacion de recomendaciones a partir de datos agronomicos: Un manual metodologico de evaluacion economica*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1063>

- Usnayo Laura, P. (2016). *Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el rendimiento del cultivo de tomate en la producción otoño—Invierno en ambiente protegido* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/8359>
- Valderrama, R., Alcántara, L., & Limón, D. (2015). *La complejidad de la educación ambiental: Ideas y estrategias didácticas de los docentes—ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042817301374>
- Vallejo Ilijama, M. T. (2014). *Caracterización y clasificación de trichodermas nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/7691>
- Vázquez, A. L., & Ortiz, F. J. G. (2015). *Métodos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad*. Ed. Universidad de Cantabria.
- Yzarra Tito, W. J., & López Ríos, F. M. (2021). MANUAL de OBSERVACIONES FENOLÓGICAS. *Servicio de Meteorología e Hidrología – SENAMHI. PERU*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Zamorano, E. A. P., Pedraza, W. J., Nuñez, J. M., & wpedraza@zamorano.edu. (s. f.). *Biblioteca Digital Escuela Agrícola Panamericana Zamorano* [Biblioteca Digital]. <https://bdigital.zamorano.edu>; Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Recuperado 27 de mayo de 2022, de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3040>

8. ANEXOS

Anexo A. Resultados del análisis físico – químico del suelo



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



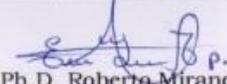
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Ing. Marco Patiño **FECHA DE ENTREGA:** 07/10/2020
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Patacamaya
Muestra suelo

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	58	Bouyoucos
	Limo	%	25	
	Arcilla	%	17	
	Clase Textural	-	Franco Arenoso	
Densidad Real		g/cm ³	1.819	Picnómetro
Densidad Aparente		g/cm ³	0.909	Probeta
pH en H₂O relación 1:5		-	7.24	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	3.36	Potenciometría
Carbonatos libres		-	Fuertemente calcáreo	Efervescencia HCL
Calcio intercambiable		meq/100g S.	34.49	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable		meq/100g S.	0.06	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable		meq/100g S.	2.81	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable		meq/100g S.	5.20	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Capacidad de Intercambio Catiónico		meq/100g S.	43.17	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Bases intercambiables (Ca, Mg, Na, K)			42.56	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica)
Nitrógeno total		%	0.58	Kjendahl
Materia orgánica		%	5.30	Walkley y Black
Carbono Orgánico		%	3.07	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	4.50	Espectrofotometría UV-Visible



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
LAFASA


Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo B. Fichas Técnicas de los Bioinsumos

Anexo 1B

Ficha Técnica del Tricobal





Tricobal

PROMOTOR DE CRECIMIENTO

www.proinpa.org

Tricobal combina los mecanismos de acción de tres microorganismos (*Trichoderma harzianum*, *T. koningiopsis*, *Bacillus subtilis*) permitiendo un eficiente y excelente control de patógenos de suelo.

CARACTERÍSTICAS

- Suprimen patógenos del suelo como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., etc.
- Activan la resistencia sistémica inducida (RSI), logrando que la planta se auto proteja del ataque de diversos patógenos, no solo del área radicular sino también del follaje.
- Produce varias fitohormonas que promueven el crecimiento y vigor de la planta, el engrosamiento de tallos y mayor volumen radicular.
- Incrementan la masa radicular, el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

COMPOSICIÓN

<i>Trichoderma harzianum</i> (1,2 x 10 ⁹ ufc/cc)	150 g/kg
<i>Trichoderma koningiopsis</i> (1,2 x 10 ⁹ ufc/cc)	50 g/kg
<i>Bacillus subtilis</i> (1,5 x 10 ¹⁰ ufc/cc)	100 g/kg
Ingredientes Inertes	700 g/kg

INSTRUCCIONES DE USO

Cultivo	Dosis	Aplicación
Quinua, Cañahua y Amaranto, Tomate	200 g/ha (peletizado)	Mezclar 200 g de Tricobal con 100 ml de Energy Top y 150 ml de agua hasta formar una mezcla pastosa, luego añadir la semilla y mezclar de manera uniforme, dejar secar a la sombra.
Maíz, Trigo, Leguminosas	200 g/ha (peletizado)	Preparar una solución pastosa con agua o Energy Top . Aplicar a la semilla mezclando de manera homogénea la dosis recomendada, según el cultivo y la cantidad de semilla utilizada por hectárea.
Hortalizas, Ornamentales, Café, Cacao y Frutales	200 - 500 g/m ³ (almácigo/trasplante)	Aplicar la dosis recomendada de Tricobal al sustrato. Mezclar la dosis recomendada en un envase de 10 lt, sumergir las raíces de las plantas en el envase y proceder al trasplante.

Aplicar una sola vez a la semilla, al momento de la siembra. Si el suelo está muy contaminado por patógenos se debe realizar una segunda aplicación después de 15 a 30 días luego de la emergencia. El producto no provoca fitotoxicidad.

COMPATIBILIDAD

Tricobal puede aplicarse con insecticidas y fertilizantes foliares. Se puede mezclar con el inoculante microbiano **Energy Top**, complementando sus acciones de mejorar la nutrición de las plantas y el control de patógenos.

INFORMES Y VENTAS

Fundación PROINPA Oficina Principal:
Cochabamba, Bolivia - Zona El Paso
Av. Elias Meneces s/n., Km 4
Teléfono: 4319660 - Cel. 76972108 
La Paz: 72582112  Oruro: 71717344 
Valles/Yungas: 77570534 



Anexo 2B

Ficha Técnica del Energy Top

ENERGY TOP

Fundación
PROINPA

“FIJADOR DE NITROGENO, SOLUBILIZADOR DE FOSFORO, BIOCONTROLADOR”

Jimmy Ciancas, Oscar Navia, Giovanna Plata, Antonio Gandarillas / Fundación PROINPA/a.gandarillas@proinpa.org

PROINPA ha logrado desarrollar un producto de última generación que está formulado en base a cuatro microorganismos, dos fijadores de N de vida libre¹, uno ya conocido en la agricultura de Santa Cruz *Azospirillum brasilense* y otro menos conocido pero muy usado en Norte América por ser muy eficiente, *Paenibacillus polymyxa*, que sobrevive condiciones adversas gracias a que puede formar una estructura de conservación llamada “endospora”.

Estos fijadores son combinados con dos solubilizadores de P, un hongo *Penicillium bilaii* y una bacteria *Bacillus pumilus*. Es frecuente que en muchos suelos exista un buen contenido de fósforo total, pero el mismo no está soluble en el suelo, por tanto no es asimilado por la planta. Para ayudar a resolver este déficit es esencial que en el suelo se encuentren presentes poblaciones de microorganismos solubilizadores de P. Se debe destacar que *Penicillium* mediante su crecimiento micelial tiene gran capacidad de colonizar el suelo y que *B. pumilus* forma endosporas (Figura 1) que le permiten sobrevivir en condiciones adversas.

CITOPLASMA
RIBOSOMAS
PLÁSMIDO
PARED CELULAR
MEMBRANA CELULAR
CROMOSOMA
FLAGELOS

Exosporio
Citoplasma
Membrana Citoplasmática
DNA
Capa Cortical
Corteza (Peptidoglicano)

Figura 1. Célula vegetativa bacteriana (izquierda) y endospora (derecha)

Como resultado de esta formulación, PROINPA ha obtenido un biofertilizante eficiente y eficaz que combina las capacidades de proveer a la planta de N y P, que lleva el nombre comercial de **Energy Top**, con una alta concentración de los cuatro microorganismos y larga residualidad en los suelos.

CARACTERÍSTICAS

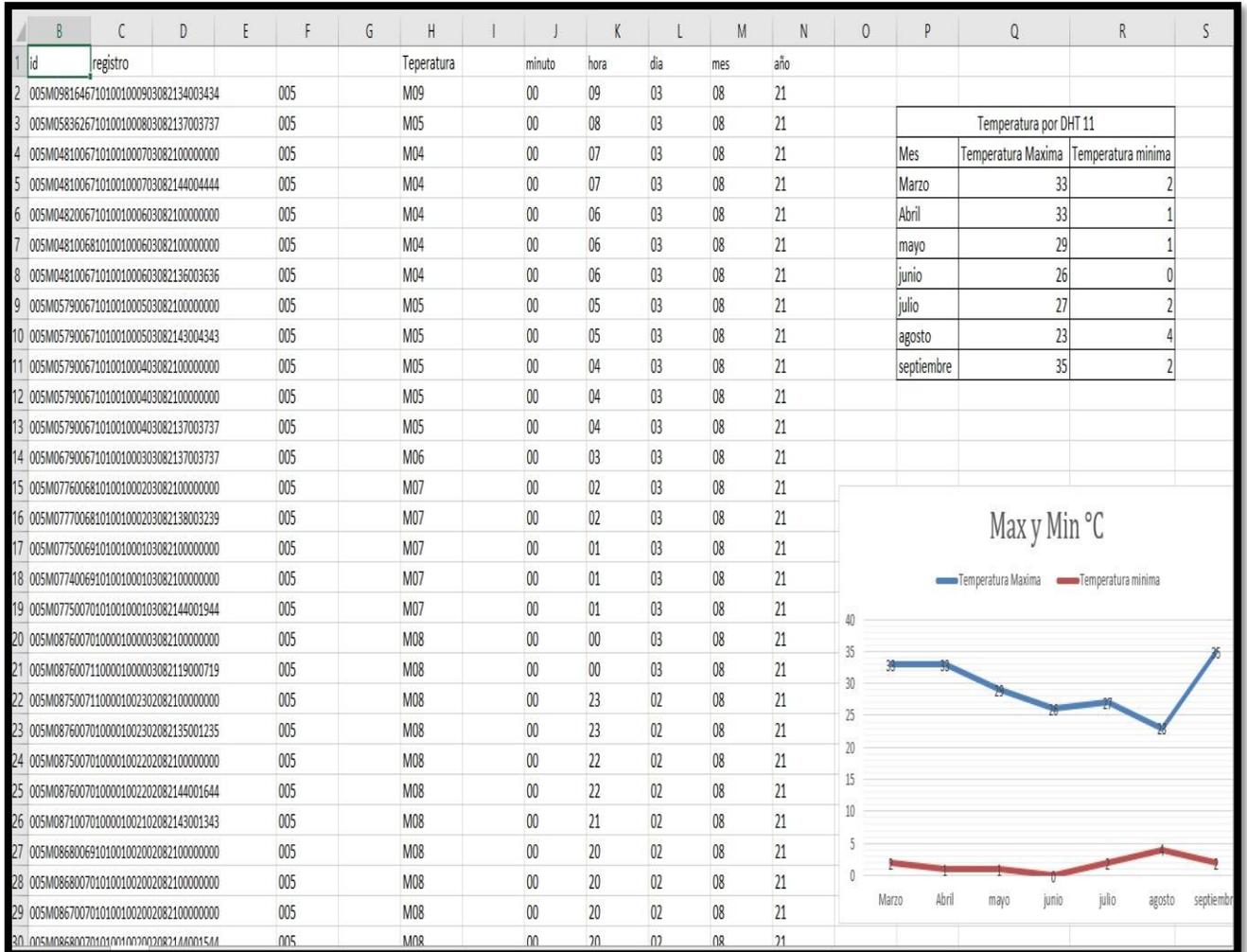
El Energy Top al ser un biofertilizante que aporta al aprovechamiento del N y P, también favorece el desarrollo radicular y la formación de raicillas secundarias (Figura 2), mejorando así la capacidad de absorción de agua y nutrientes, que ayudan a la planta a tolerar períodos de sequía. Energy Top, gracias a que cuenta con *B. pumilus* y *P. polymyxa*, también logra un efecto biocontrolador, ayudando a suprimir patógenos de suelo como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia* spp., *Macrophomina* spp. Finalmente, destacar que experiencias en Santa Cruz, en cultivos como soya, maíz y trigo, tratados con Energy Top logran un mayor stand de plantas, mayor desarrollo foliar e incrementos de rendimiento entre 10 y 30%.

¹ Fijadores de N. Son conocidas ampliamente las rizobias, bacterias fijadoras de N que entran en simbiosis con las raíces, aquí se encuentran los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. Otro grupo de bacterias, que cada día toman más importancia son las bacterias no simbiotes o de vida libre, que viven en la rizósfera, fijando N atmosférico que luego es aprovechado por las raíces.

Anexo C. Datos del sensor de temperatura y humedad del ambiente DHT 11

Anexo 1C

Datos Capturados por el Sensor de Automatizado



Anexo D. Construcción de la carpa solar de policarbonato

Anexo 1D

Estructura del Techo "Forma 2 Aguas"



Anexo 2D

Encofrado de Pilar de Hormigón



Anexo 3D

Encofrado de Biga Plana



Anexo 4D

Armado y Pintado de las Cerchas



Figura 5D

Implementación de las cerchas en la carpa solar



Anexo 6D

Implementación de policarbonato a la estructura de la carpa



Anexo 7D

Implementación de Malla Semi Sombra al 70%



Nota. Se implemento la malla semi sombra para el cuidado del cultivo de tomate.

Anexo 8D

Elaboración del Marco para Ventanas



Nota. Se realizo el soldado de los angulares para el marco de las ventanas que se utilizara en la carpa solar.

Anexo E. Recopilación de fotografías durante la investigación

Anexo 1E

Preparación del Terreno



Nota. Se realizo la preparación del terreno junto a la construcción de la carpa solar.

Anexo 2E

Almácigo de las Tres Variedades de Tomate



Nota. Se realizo el almácigo de las tres variedades Pierre, Roma y Super Rio.

Anexo 3E

Solenoides de Riego



Nota. El solenoide de riego fue implementado gracias al apoyo de SWISSCONTACT y al BDP.

Anexo 4E

Aplicación del Bioinsumo al Realizar el Trasplante



Nota. Una vez se realizó la mezcla de cada bioinsumo según los tratamientos se implementó el sustrato a cada una de las plantas.

Anexo 5E

Aporque y Deshierbe del Cultivo



Anexo 6E

Tutorado



Nota. Para realizar esta técnica usamos alambre galvanizado e hilo de construcción

Anexo 7E

Poda o Deschuponado



Anexo 8E

Aplicación de Purín de Ortiga



Nota. Se aplico la solución con una mochila dosificadora de 20 litros a horas de la tarde para evitar la rápida evaporación del insumo.

Anexo 9E

Adhesión de los Marbetes



Nota. Se implemento cinco marbetes por cada tratamiento donde cada uno cuenta con 10 plantas

Anexo 10E

Cosecha de Frutos



Nota. Solamente se realizó una cosecha ya que las bajas temperaturas afectaron el crecimiento de nuevas flores o generaban una alta intensidad de aborto floral.

Anexo 11E

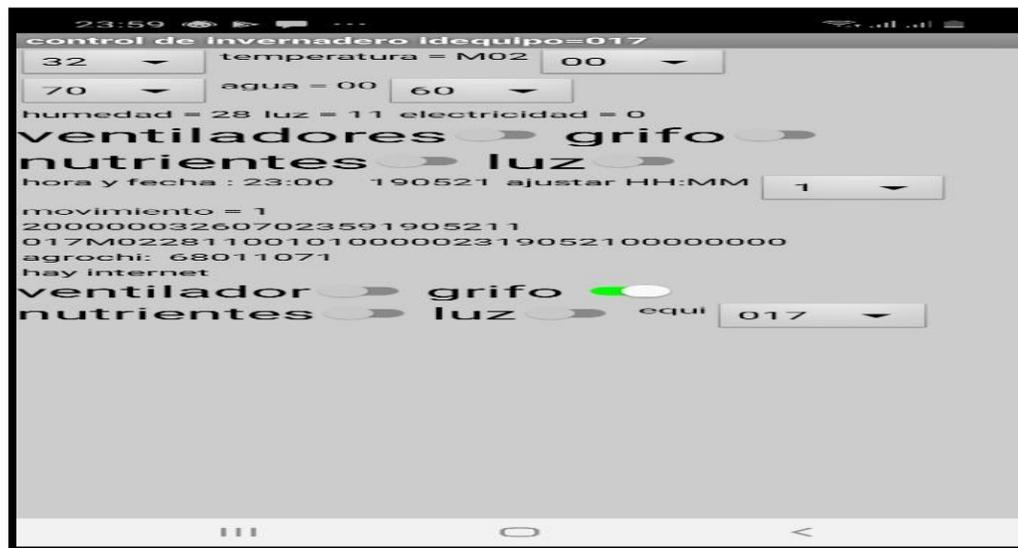
Temperatura Máxima y Mínima



Nota. La figura 21 muestra las temperaturas altas y bajas tomadas desde un termómetro digital

Anexo 12E

Medición de la Temperatura por la Aplicación de Celular



Nota. La figura 22 nos muestra todas las variables que trabajo la aplicación y cuales podemos manipular.