



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOINSUMOS:
Bacillus subtilis y Trichoderma spp EN PRECOSECHA Y
POSCOSECHA DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)
CAMPUS SALCHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio

Tutora:

Parra Gallardo Giovana Paulina, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio, con cédula de ciudadanía No. 1805196274, declaro ser autor del presente proyecto de investigación “Evaluación de la aplicación de dos bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”, siendo la Ingeniera Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 19 de agosto del 2022

Carlos Fabricio Sánchez Quinatoa

Estudiante

CC: 1805196274

Ing. Giovana Paulina Parra Garrardo, Mg.

Docente Tutora

CC: 1802267037

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SÁNCHEZ QUINATOACARLOS FABRICIO**, identificado con cédula de ciudadanía **1805196274**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de la aplicación de dos bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”, el cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Inicio de la carrera: Abril 2017 – Agosto 2017

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 03 de junio del 2022

Tutor: Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: “Evaluación de la aplicación de dos bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 19 días del mes de agosto del 2022.

Carlos Fabricio Sánchez Quinatoa

Ing. Cristian Tinajero Jiménez Ph.D.

EL CEDENTE

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOINSUMOS: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* EN PRECOSECHA Y POSCOSECHA DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*) CAMPUS SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”, de Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio, de la carrera de Ingeniería Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 19 de agosto del 2022

Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.

DOCENTE TUTORA

CC: 1802267037

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOINSUMOS: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* EN PRECOSECHA Y POSCOSECHA DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*) CAMPUS SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de trabajo de titulación.

Por los antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mercy Lucila Ilbay Yupa, Ph.D.

CC: 0604147900

Lector 2

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

CC: 0556897423

Lector 3

Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Msc.

CC: 0501518955

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María, por darme la vida y por darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de obtener mi título universitario.

A mi madre, que fue la persona que me brindo su apoyo y ayuda para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido hacerlo realidad sin ella.

Carlos Fabricio Sánchez Quinatoa

DEDICATORIA

A mi familia

El presente proyecto de investigación se lo dedico con todo mi amor y cariño a mi mamá Carmen Quinatoa, es la persona quien sola me ha sacado adelante y ha sido una de las personas que me motivaron a seguir adelante en todo este sueño, mi motivador personal es mi hermanita, la principal razón para alcanzar esta ilusión y algún día poderle brindar un mejor futuro. CECIBEL ESTO ES PARA TI.

A Dios por mantenerme todos los días con salud y permitir que este sueño compartido se hiciera realidad, dándome el conocimiento, la sabiduría y las ganas para lograr este sueño.

LAS AMO MUCHO

Carlos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DOS BIOINSUMOS: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* EN PRECOSECHA Y POSCOSECHA DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*) CAMPUS SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”.

AUTOR: Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi Parroquia Eloy Alfaro campus Salache en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Agronómica. Tuvo como objetivo evaluar la aplicación de dos bioinsumos *bacillus subtilis* y *trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”. Se aplicó un diseño de bloques completo al azar con un arreglo factorial de 2 x 2 x 3 x 2, dando un total de 24 tratamientos y 72 unidades experimentales. Su descripción es de la siguiente manera dos épocas, dos bioinsumos, tres dosis y dos índices de color. Las dosis de bioinsumos aplicadas fueron 0,0g 5,0g y 7,5g aplicados en precosecha y poscosecha. Los indicadores evaluados fueron incidencia de fisiopatías, pérdida de peso, firmeza, pH, sólidos totales y cenizas. Se obtuvieron los siguientes resultados: Dentro de las épocas de aplicación la mejor época fue E2 (poscosecha) con de 6,67 % de fisiopatías; 2,06 kg de firmeza, 4,17 °Brix y 20,36 % de cenizas mientras que E1 (precosecha) presentó 9,11 % de peso respecto al pH y humedad no mostró significancia. En cuanto al bioinsumo el mejor fue B2 (*Trichoderma spp*) con promedios de 7,78 % de fisiopatías; 2,06 kg de firmeza, 4,19 °Brix y 20,87 % de cenizas mientras que B1 (*Bacillus subtilis*) presentó 9,06 % de pérdida de peso y 4,37 de pH. Las dosis que demuestran mejor resultado es la D3 (7,5 g) con 5 % de fisiopatías mientras, 2,06 kg firmeza y 20,09 % de cenizas, en lo que se refiere al peso, pH, sólidos solubles y humedad no mostraron valores significativos. El mejor color para cosecha fue C1 (10% de color rojo) con promedios de 7,91 % de pérdida de peso; 2,06 kg de firmeza, 4,36 de pH, mientras que el color C2 (10 a 30 % de color rojo) presentó 4,18 °Brix, en los que se refiere a fisiopatías, humedad y cenizas ninguno de los índices de cosecha mostró significancia.

Palabras Claves: Tomate, bioinsumo, trichoderma, bacillus, precosecha, poscosecha, color de cosecha.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ASSESSMENT OF THE APPLICATION OF TWO BIO-INPUTS: *Bacillus subtilis* and *Trichoderma spp* IN PRE-HARVEST AND POST-HARVEST OF KIDNEY TOMATOES (*Lycopersicum esculentum*) CAMPUS SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2022”.

AUTHOR: Sánchez Quinatoa Carlos Fabricio

ABSTRACT

This research project was carried out in the province of Cotopaxi Parroquia Eloy Alfaro Salache campus in the laboratory of the Agronomic Engineering career. Its objective was to evaluate the application of two bioinputs *Bacillus subtilis* and *Trichoderma spp* in pre-harvest and post-harvest kidney tomato (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”. A complete randomized block design with a factorial arrangement of 2 x 3 x 2, giving a total of 24 treatments and 72 experimental units. Its description is as follows: two seasons, two bio-inputs, three doses and two color indices. The doses of bioinputs applied were 0.0g, 5.0g and 7.5g applied in pre-harvest and post-harvest. The indicators evaluated were incidence of physiopathies, weight loss, firmness, pH, total solids and ashes. The following results were obtained: Within the application seasons, the best season was E2 (postharvest) with 6.67% of physiopathies; 2.06 kg of firmness, 4.17 °Brix and 20.36% ash, while E1 (pre-harvest) presented 9.11% weight with respect to pH and humidity did not show significance. Regarding the bioinput, the best was B2 (*Trichoderma spp*) with averages of 7.78% of physiopathies; 2.06 kg of firmness, 4.19 °Brix and 20.87% ash, while B1 (*Bacillus subtilis*) presented 9.06% weight loss and 4.37 pH. The doses that show the best results are D3 (7.5 g) with 5% physiopathies, while 2.06 kg firmness and 20.09% ash, in terms of weight, pH, soluble solids and non-humidity. showed significant values. The best color for harvest was C1 (10% red) with averages of 7.91% weight loss; 2.06 kg of firmness, 4.36 pH, while color C2 (10 to 30% red) presented 4.18 °Brix, in which it refers to physiopathies, humidity and ashes, none of the indexes of harvest showed significance.

Keywords: Tomato, bioinput, trichoderma, bacillus, preharvest, postharvest, harvest color.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDO	xii
ÍNDICES DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTOS.....	3
4.1 Beneficiarios Directos.....	3
4.2 Beneficiarios Indirectos	3
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	5
6.1 Objetivo General	5
6.2 Objetivos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7

8.1 Origen.....	7
8.2 Taxonomía de tomate riñón.....	7
8.3 Morfología	7
8.4 Fisiología	8
8.5 Cosecha.....	9
8.5.1. Método y cuidados durante la cosecha	9
8.5.2. Grado de madurez de cosecha	10
8.6 Clasificación	11
8.6.1 Calibres	11
8.6.2 Categorías o Calidad.....	11
8.7. Poscosecha.....	12
8.7.1. Características o atributos de calidad	12
8.7.2. Control de calidad.....	13
8.7.2.1. Medición de la firmeza	13
8.7.2.2. Contenido de sólidos solubles y acidez total titulable.	13
8.7.2.3. Identificación de defectos de calidad.	14
8.7.3. Enfermedades de poscosecha	14
8.8. Bioinsumos	15
8.8.1. Manejo de fitopatologías por biocontrolador.....	15
8.9. Bacillus subtilis	16
8.9.1. Taxonomía	16
8.9.2. Modo de acción del Basillus.....	16
8.9.3. Control de patógenos	17
8.9.4. Métodos de aplicación de B. subtilis:.....	17
8.9.5. Beneficios de B. subtilis.....	17
8.10. Trichoderma spp.....	18
8.10.1. Taxonomía	18

8.10.2. Mecanismo de acción.....	18
8.10.3. Ventajas de Trichoderma.....	19
8.10.4. Control de fitopatógenos	19
9. HIPÓTESIS.....	20
9.1. Hipótesis nula (Ho).....	20
9.2. Hipótesis Alternativa (Ha)	20
10. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	20
10.1. Variable independiente	20
10.2. Variable dependiente	20
11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
11.1 Características del área de investigación del sitio de producción.....	22
11.2. Características del área de investigación en poscosecha.....	22
11.3. Modalidad básica de investigación	23
11.3.1. Investigación de campo.....	23
11.3.2. Investigación de laboratorio	23
11.3.3. Investigación bibliográfica Documental.....	23
11.4. Tipo de Investigación.....	23
11.4.1. Experimental	23
11.4.2. Cuantitativa	23
11.5. Técnicas de Investigación	23
11.5.1. Observación Directa.....	23
11.5.2. Comparativa	24
11.6. Materiales.....	24
11.6.1. Materiales de oficina.....	24
11.6.2. Materiales del ensayo.....	24
11.6.3. Equipos e instrumentos de laboratorio	24

11.7. Factores en estudio	25
11.8. Diseño experimental	25
11.8.1. Tratamientos en estudio	25
11.8.2. Análisis estadístico	27
11.8.3. Análisis Funcional	27
11.8.4. Características de la unidad experimental.....	28
11.9. Manejo específico del ensayo.....	28
11.9.1. Delimitación del área de ensayo en campo	28
11.9.2. Aplicación de los bioinsumos	28
11.9.3. Cosecha de tomate en la etapa de precosecha	29
11.10. Fase de laboratorio e indicadores a evaluar	29
11.10.1. Incidencia de plagas y enfermedades	29
11.10.2. Pérdida de peso.....	29
11.10.3. pH.....	29
11.10.4. Firmeza	30
11.10.5. Sólidos solubles totales (SST)	30
11.10.6. Determinación de humedad	30
11.10.7. Determinación Cenizas.....	30
12. análisis y discusión de resultados	31
12.1. Variable pérdida de peso.....	31
12.2. Variables fisiopatías y enfermedades	40
12.3. Variable firmeza	44
12.4. Variable pH.....	62
12.5. Variable solidos solubles.....	65
12.6. Variable humedad.....	74
12.7. Variable cenizas totales.....	75

13. CONCLUSIONES.....	81
14. RECOMENDACIONES.....	82
15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	83
16. ANEXOS.....	88

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos planteados.....	6
Tabla 2.	Clasificación taxonómica del tomate	7
Tabla 3.	Escala de madurez del Tomate riñón.....	10
Tabla 4.	Límites máximos de tolerancia de defectos por categoría expresados en porcentaje. 12	
Tabla 5.	Categorías para firmeza en tomate.....	13
Tabla 6.	Taxonomía de <i>Bacillus subtilis</i>	16
Tabla 7.	Taxonomía de <i>Trichoderma</i> spp.	18
Tabla 8.	Fitopatógenos controlados por <i>Trichoderma</i> spp.	19
Tabla 9.	Operacionalización de variables.	21
Tabla 10.	Ubicación del área de estudio.....	22
Tabla 11.	Ubicación de laboratorio.....	22
Tabla 12.	Tratamientos en estudio	26
Tabla 13.	Esquema del Análisis de Varianza.....	27
Tabla 14.	ANOVA para pérdida de peso de tomate a los 2, 4, 6, 8 , 10 , 12 y 14 días de llevado al laboratorio.....	32
Tabla 15.	Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable pérdida de peso de tomate a los 6, 8, 12 y 14 días de llevado al laboratorio	33
Tabla 16.	Test de Tukey (5%) para bioinsumos (B) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.	34
Tabla 17.	Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color (C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.....	35
Tabla 18.	Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumo (E*B) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.	36
Tabla 19.	Test de Tukey (5%) para época de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6 y 8 días de llevado al laboratorio..	37

Tabla 20. Test de Tukey (5%) para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) en la variable pérdida de peso de tomate en el día 12 de llevado al laboratorio.....	38
Tabla 21. Test de Tukey (5%) para época de aplicación con dosis con índice de cosecha por color (E*D*C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 6 días.	39
Tabla 22. ANOVA para la fisiopatías y enfermedades de tomate a los 14 días.	40
Tabla 23. Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.	41
Tabla 24. Test de Tukey (5%) para bioinsumo (B) en fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.	42
Tabla 25. Test de Tukey (5%) para dosis de bioinsumo (D) en fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.	43
Tabla 26. ANOVA para la variable firmeza del tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.....	45
Tabla 27. Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	46
Tabla 28. Test de Tukey (5%) para bioinsumo (B) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.....	47
Tabla 29. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación (D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	48
Tabla 30. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color (C) en la variable firmeza a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.	49
Tabla 31. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos (E*B) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	50
Tabla 32. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis (E*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	51
Tabla 33. Test de Tukey (5%) para época de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en la variable firmeza a los 11 y 14 días de llevado al laboratorio.	52
Tabla 34. Test de Tukey (5%) para bioinsumos por dosis de aplicación (B*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	53

Tabla 35. Test de Tukey (5%) para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	54
Tabla 36. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación con índice de cosecha por color (D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.....	55
Tabla 37. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	56
Tabla 38. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por color (E*B*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	57
Tabla 39. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis por índice de cosecha de color (E*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.....	58
Tabla 40. Test de Tukey (5%) para bioinsumos por dosis por índice de color (B*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.	59
Tabla 41. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis por índice de color (E*B*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.....	60
Tabla 42. ANOVA para la variable pH de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio	62
Tabla 43. Test de Tukey (5%) para bioinsumos en la variable pH a los 14 días de llevado al laboratorio	63
Tabla 44. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color en la variable pH a los 2, 5, 8 y 14 días de llevado al laboratorio	64
Tabla 45. ANOVA para la variable solidos solubles de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.....	66
Tabla 46. Test de Tukey (5%) para época de aplicación en la variable solidos solubles a los 8 y 11 días de llevado al laboratorio.....	67
Tabla 47. Test de Tukey (5%) para bioinsumo en la variable solidos solubles a los 5 días de llevado al laboratorio.....	68
Tabla 48. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color en la variable solidos solubles a los 2, 5, 8 y 11 días de llevado al laboratorio	69

Tabla 49. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumo (E*B) en la variable solidos solubles a los 14 días de llevado al laboratorio.....	70
Tabla 50. Test de Tukey (5%) para dosis por índice de color en la variable solidos solubles a los 2 días de llevado al laboratorio.....	71
Tabla 51. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis en la variable solidos solubles a los 5 días de llevado al laboratorio.....	72
Tabla 52. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis por índice de color (E*D*C) en la variable solidos solubles a los 2 días de llevado al laboratorio.....	73
Tabla 53. ANOVA para la variable humedad de tomate a los 2, 8 y 14 días de llevado al laboratorio	74
Tabla 54. ANOVA para la variable cenizas totales a los 2, 5 y 8 días.....	75
Tabla 55. Test de Tukey (5%) para época de aplicación en la variable cenizas a los 2 y 14 días de llevado al laboratorio.	76
Tabla 56. Test de Tukey (5%) para bioinsumos en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.....	77
Tabla 57. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación en la variable cenizas a los 8 días de llevado al laboratorio.....	78
Tabla 58. Test de Tukey (5%) para etapa de aplicación por bioinsumos (E*B) en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.....	79
Tabla 59. Test de Tukey (5%) para etapa de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cajas cosechadas con protección de espuma de poliuretano	9
Figura 2: Estados de madurez de los frutos de tomate.....	11
Figura 4: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre épocas de aplicación (E).	33
Figura 5: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre bioinsumos (B).....	34
Figura 6: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre índice de cosecha por color (C)...	35
Figura 7: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre épocas de aplicación por bioinsumos (E*B).....	36
Figura 8: Diferencia de pérdida de peso del tomate para épocas de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en el día 4, 6 y 8.	37
Figura 9: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre bioinsumos y índice de cosecha por color (B*C) a los 12 días.	38
Figura 10: Diferencia de pérdida de peso del tomate para época de aplicación con dosis y índice de cosecha por color (E*D*C) a los 6 días.	39
Figura 11: Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para época de aplicación (E) a los 14 días.....	41
Figura 12: Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para bioinsumo (B) a los 14 días.....	42
Figura 13: Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para dosis de bioinsumo (D) a los 14 días.....	43
Figura 14: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación (E) a los 14 días.	46
Figura 15: Diferencia de firmeza del tomate en bioinsumos (B) a los 14 días.	47
Figura 16: Diferencia de firmeza del tomate en dosis de aplicación (D) a los 14 días	48
Figura 18: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos (E*B) a los 14 días.....	50
Figura 19: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación*dosis (E*D) a los 14 días.....	51

Figura 20: Diferencia de firmeza del tomate en época de aplicación con índice de cosecha por color (E*D) a los 11 y 14 días.....	52
Figura 21: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos por dosis (B*D) a los 14 días.	53
Figura 22: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) a los 14 días.....	54
Figura 23: Diferencia de firmeza del tomate para dosis bioinsumos con índice de cosecha por color (D*C) a los 14 días.....	55
Figura 24: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) a los 14 días.....	56
Figura 25: Diferencia de firmeza del tomate en época de aplicación por bioinsumos por índice de cosecha de color (E*B*C) a los 14 días	57
Figura 26: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por dosis por índice de cosecha de color (E*D*C) a los 14 días.....	58
Figura 27: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos por dosis por índice de color (B*D*C) a los 14 días.	59
Figura 28: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos por dosis por índice de color (E*B*D*C) a los 14 días.....	61
Figura 29: Diferencia de pH del tomate para bioinsumos a los 14 días.	63
Figura 30: Diferencia de pH del tomate para índice de cosecha por color a los 2, 5, 8 y 14 días.	64
Figura 31: Sólidos solubles del tomate para época de aplicación a los 8 y 11 días de evaluación.	67
Figura 32: Sólidos solubles del tomate para bioinsumo a los 5 días de evaluación.	68
Figura 33: Sólidos solubles del tomate para índice de cosecha por color a los 2, 5, 8 y 11 días.	69
Figura 34: Sólidos solubles del tomate en época de aplicación por bioinsumos (E*B) a los 14 días.....	70

Figura 35: Sólidos solubles del tomate para dosis por índice de color a los 2 días de evaluación.	71
Figura 36: Sólidos solubles del tomate para época*bioinsumo*dosis a los 5 días de evaluación.	72
Figura 37: Sólidos solubles del tomate para época de aplicación*bioinsumo*dosis a los 2 días	73
Figura 38: Cenizas totales del tomate en época de aplicación a los 2 y 14 días de evaluación	76
Figura 39: Cenizas totales del tomate en bioinsumos a los 2 y 14 días de evaluación	77
Figura 40: Cenizas totales del tomate para dosis de aplicación a los 8 días de evaluación. ..	78
Figura 41: Cenizas totales del tomate en etapa de aplicación por bioinsumo a los 14 días. ..	79
Figura 42: Cenizas totales del tomate a los 14 días de evaluación.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Colocación de rótulos de tratamientos en campo	88
Anexo 2. Aplicación de bacillus subtilis y trichoderma spp, en la época precosecha	88
Anexo 3. Cosecha de tomate de los tratamientos de precosecha y poscosecha con dos índices de color.....	89
Anexo 4. Instalación del experimento en el laboratorio de poscosecha	89
Anexo 5. Aplicación de dos bioinsumos en época poscosecha con dos índices de color.....	90
Anexo 6. Primera toma de peso a las 5 frutas por tratamiento y repetición de dos épocas y dos índices de color.	90
Anexo 7. Medición de grados brix con la ayuda de un refractómetro.....	91
Anexo 8. Medición de pH con la ayuda de peachímetro.....	91
Anexo 9. Conteo de fisiopatías y enfermedades.....	91
Anexo 10. Determinación de humedad.....	92
Anexo 11. Determinación de cenizas.	92
Anexo 12. Determinación de cenizas.	92
Anexo 13. Aval de traducción.....	93

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Evaluación de la aplicación de dos bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”.

Fecha de inicio:

Julio 2022

Fecha de finalización:

Agosto 2022

Lugar de ejecución:

Ciudad Latacunga - Provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto de Investigación formativa Manejo de Cosecha y Poscosecha de cultivos

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto:

Tutor: Ing. Mg. Parra Gallardo Giovana Paulina

Lector 1: Ing. Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Lector 2: Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro

Lector 3: Ing. Mg. Marco Antonio Rivera Moreno

Coordinador del Proyecto

Nombre: Sánchez Quinatoa Carlos Fabrico

Teléfonos: 0989797372

Correo electrónico: carlos.sanchez6274@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Sublíneas de la investigación por carrera:

Producción Agrícola sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de la aplicación de dos bioinsumos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en dos épocas de aplicación (precosecha y poscosecha), utilizando tres dosis, cosechado en dos diferentes índices de color en tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) con el fin de conservar la fruta en poscosecha y en percha. El estudio llevó a cabo varios análisis fisicoquímicos basados en indicadores poscosecha: (peso, firmeza, pH, sólidos solubles y presencia de fisiopatías) para evaluar efecto de dos bioinsumos en la conservación del tomate riñón.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El tomate riñón es la hortaliza más cultivada en todo el mundo, pero este cultivo presenta problemas tanto en el campo como en poscosecha, lo que resulta en una disminución de la calidad del producto. Este último es aún más evidente durante la poscosecha, debido a la presencia continua de hongos patógenos derivados del campo como *Aspergillus*, *Botrytis* y *Rhizopus*, por lo que es necesario un tratamiento de desinfección adecuado con un enfoque orgánico y amigable con el medio ambiente como los bioinsumos ya que los consumidores prefieren consumir productos libres de químicos.

Entre los productos de control orgánicos se encuentra *Trichoderma spp* y *Bacillus subtilis* que al ser antagonista realizaría su control por competencia de espacio o nutrientes sobre hongos fitopatógenos, bacterias y nematodos y no son perjudiciales para el hombre.

El objetivo del presente trabajo consiste en generar una nueva estrategia para la conservación del tomate en poscosecha con la finalidad de brindar una alternativa a los productores especialmente a los que se dedican a producir y comercializar este cultivo, de manera que puedan controlar e inhibe la acción de varios hongos fitopatógenos y bacterias, sin alterar la calidad y las características organolépticas del tomate, de esta manera se podrá mejorar su rentabilidad económica, ya que la demanda de este producto se ha incrementado notablemente con importancia en parámetros como: calidad, dureza, peso, tamaño, días en percha y resistencia a plagas y enfermedades.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTOS

4.1 Beneficiarios Directos

Los beneficiarios de proyecto serán productores de tomate riñón del sector aledaños a la parroquia Los Andes, productores de la provincia de Tungurahua, estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.2 Beneficiarios Indirectos

Productores de tomate riñón a nivel nacional.

5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El tomate es el producto hortícola de mayor importancia económica por su consumo masivo, su demanda y su popularidad se ha visto aumentada debido a la alta producción y rentabilidad. En el año 2017 la producción mundial se incrementó en 5% respecto al año 2016, pasando de 51,190 t a 57,775 t (MAG, 2017). En Ecuador existen 2653 hectáreas plantadas, con una producción de 38,438 toneladas, siendo el rendimiento de 14,91 de t/ha. El cultivo de tomate riñón tiene una mayor producción en la Sierra (1976 ha), seguido por la producción de la Costa (633 ha) y con menor producción en la región amazónica (43 ha) (Moscoso Gómez, Loroña Alarcón, & Campoverde Santos, 2021). La provincia que lidera la producción de tomate riñón en la sierra es Cañar, seguida por Imbabura, Cotopaxi, Carchi, Tungurahua, Azuay y Chimborazo. Especialmente en varias zonas de la provincia de Tungurahua, se encuentra el 60 % de la producción con una superficie total sembrada de 3054 ha. (Cacoango Pilco, 2018).

El cultivo de tomate riñón es una alternativa para las familias campesinas, por ser un producto básico de la canasta familiar y por los ingresos que genera, pero presenta muchos problemas tanto en el campo como en poscosecha. Se estima que en el periodo poscosecha se presentan pérdidas promedio de 25.80 % lo que representa una pérdida económica de 3259.46 USD/ha. Las pérdidas en poscosecha están relacionadas principalmente con la manipulación desde la cosecha hasta el consumo debido a los daños mecánicos, almacenamiento, manipulación, transporte inadecuado y por el tiempo en percha (Carvajal, 2012).

La etapa de almacenamiento presenta pérdidas de 2.29% debido a que el fruto es altamente perecedero con una alta tasa respiratoria y sensibilidad a la deshidratación debido a las características de su piel ya que presenta un 94% de agua en su composición además es sensible

a la acción del etileno, a las podredumbres, a daños mecánicos y fisiológicos e incluso a la congelación (Escalona Contreras, 2019).

La presencia de podredumbres puede provocar alteraciones en la calidad dando una apariencia anormal externa o interna además de causar alteraciones en el metabolismo respiratorio, sabor y firmeza y afectar significativamente la composición fisicoquímica del pericarpo y del tejido locular (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008).

Dentro de las principales enfermedades asociadas al tomate, se encuentran las podredumbres relacionadas con bacterias como *Erwinia carotovora* y las podredumbres relacionadas a hongos como *Geotrichum candidum*, *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata*, las cuales aparecen en las lesiones generadas por daño por frío y/o heridas en los frutos. (Escalona Contreras, 2019)

A nivel técnico productores de tomate desconocen tratamientos de desinfección, lo cual ha generado riesgos sobre la conservación del mismo; y esto ha impactado negativamente al ingreso económico del productor ya que los productos en veces se dañan antes de la comercialización debido a la presencia bacterias y hongos derivados del campo.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Evaluar la aplicación de dos bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp* en precosecha y poscosecha de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*) Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022”.

6.2 Objetivos

- Establecer la mejor época de aplicación del bioinsumo para la conservación del tomate riñón.
- Evaluar el mejor bioinsumo para tratamiento sanitario.
- Determinar la mejor dosis de aplicación de bioinsumo para tratamiento sanitario.
- Identificar el mejor índice de cosecha por color en el cultivo de tomate riñón

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
OBJETIVO 1 Establecer la mejor época de aplicación de bioinsumos para la conservación del tomate riñón.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de dos bioinsumos en precosecha y poscosecha. • Registro de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Época de aplicación del bioinsumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro de Campo • Material Fotográfico.
OBJETIVO 2 Evaluar el mejor bioinsumo para tratamiento sanitario.	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de bioinsumo • Comparación de la aplicación de dos bioinsumos en el material de estudio. • Registro de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bioinsumo para tratamiento sanitario para el mejor comportamiento poscosecha del tomate • Tomates aplicados con bioinsumos 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro de Campo • Material Fotográfico
OBJETIVO 3 Determinar la mejor dosis de aplicación de bioinsumo para tratamiento sanitario.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de tres dosis en el material de estudio. • Registro de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis para tratamiento sanitario para el mejor comportamiento poscosecha del tomate. 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro de Campo • Material Fotográfico
OBJETIVO 4 Identificar el mejor índice de cosecha por color en el cultivo de tomate riñón.	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de material en estudio. • Comparación de cada índice de cosecha por color. • Registro de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de cosecha • Indicadores evaluados 	<ul style="list-style-type: none"> • Libro de campo, fotografías, • Calificación colorimétrica de los índices de cosecha.

Elaborado por: (Sánchez, 2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Origen

Su origen es americano, el principal origen de los tomates y especies afines es el centro de América del Sur, que comprende las regiones situadas a lo largo de la cordillera de los andes. Desde el sur de Ecuador hasta el norte de Chile. Era conocido en la lengua nahuatl por los aztecas como tomatl, y no se empezó a cultivar con fines alimenticios hasta el siglo XVIII (Santiago Matheus, 2005).

8.2 Taxonomía de tomate riñón

Tabla 2. Clasificación taxonómica del tomate

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Subgénero	Potatoe
Sección	Petota
Especie	S. Lycopersicum L.

Fuente: (Cocarico, 2017)

8.3 Morfología

El tomate es una planta que puede ser perenne o anual de porte arbustivo; se desarrolla de forma rastrera semirecta o erecta. (Cocarico, 2017)

Raíz: El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil. (Escalona, 2009)

Tallo: ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Cocarico, 2017).

Hojas: son compuestas e imparipinnadas, de borde dentado y hendidas con folíolos peciolados, se disponen de forma alternativa sobre el tallo, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Enríquez, 2017).

Flor: consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Escalona, 2009)

Fruto: baya bi o plurilocular, puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

La semilla: es plana y ovalada con dimensiones aproximadas de 3x2x1 mm. Si se almacena por periodos prolongados se recomienda hacerlo con la semilla con un valor de humedad de 5.5% o inferior. Una semilla de calidad deberá tener al menos el 95 % de germinación. (Arteaga, 2022)

8.4 Fisiología

La fisiología del cultivo del tomate depende de la etapa de desarrollo (etapas fenológicas). La primera etapa de desarrollo, denominada crecimiento vegetativo, tiene lugar desde que la plántula brota y emerge hasta la aparición de la primera inflorescencia. Como regla general, la primera inflorescencia aparece después de la formación de 5-10 hojas, cuando la planta alcanza una altura de más de 40 cm. En la segunda etapa de desarrollo, hay un desarrollo simultáneo de crecimiento y reproducción con la aparición de nuevas hojas e inflorescencias, a partir de las cuales se forman gradualmente los frutos. Entonces comienza la fase de producción, donde los primeros frutos comienzan a madurar y cosechar, durante la cosecha la planta continúa

formando nuevas hojas e inflorescencias. Eventualmente llega a una etapa de desarrollo en la que, debido a factores relacionados con el patrón de crecimiento o el método de manejo, el crecimiento de la planta se detiene espontáneamente o por inducción, y solo se conserva el desarrollo de la fruta existente. (Cocarico, 2017).

8.5 Cosecha

El momento más importante para la vida poscosecha del tomate es el exacto momento de la cosecha. La cosecha del tomate se inicia a los 75 ddt, dependiendo de la zona y época del año y se puede atrasar hasta 15 días. Una tomatara se puede cosechar 3 meses dependiendo del estado del cultivo, productividad y manejo durante el corte. (Cocarico, 2017).

8.5.1. Método y cuidados durante la cosecha

Se cosechan a mano, desprendiendo la fruta de la planta al presionar con el dedo pulgar sobre el cáliz o pezón de la fruta, en donde éste se une al pedicelo o pequeño tallo que la conecta a la rama. Normalmente, cuando cosechan el fruto, los agricultores eliminan el cáliz y el pedúnculo. Cuando los frutos se venden en racimos (cluster) le dejan el pedúnculo adherido al fruto. La cosecha se debe realizar con mucho cuidado para evitar hacerle heridas al fruto y este se debe colocar en tinas plásticas limpias, sin tirarlos, para evitar golpes, magulladuras y heridas. (López, 2017) & (Fornaris, 2007).

Figura 1: Cajas cosechadas con protección de espuma de poliuretano.



Fuente: (Rivero & Quiroga, 2020).

Debe tener buena dureza para soportar el manejo desde la cosecha hasta el consumidor. La firmeza de la fruta es uno de los factores más importantes y se utiliza para evaluar la calidad y el potencial para el transporte y el almacenamiento. A medida que la fruta madura, se vuelve menos resistente al daño mecánico (López, 2017).

El tomate se cosecha una vez a la semana, pero en ocasiones es necesario cosechar con más frecuencia para obtener frutas en su etapa óptima para el mercado y reducir el número de frutas

muy maduras. La cosecha queda a criterio del recolector, él es quien decide si el fruto ha alcanzado la madurez (fisiológica y comercial) necesaria para ser cosechado (Fornaris, 2007).

La madurez fisiológica es la etapa del desarrollo de la fruta en que se produce el máximo crecimiento y maduración. La madurez comercial valora las condiciones del fruto requeridas por un mercado. Puede no guardar relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento. El grado de madurez de la fruta y cosecha se determina mediante una escala de madurez de la fruta que contiene seis grados, pero el grado de madurez del fruto para el mercado local es el grado 2 o 3 (sazón avanzada). (López, 2017)

8.5.2. Grado de madurez de cosecha

Para determinar el momento adecuado de cosecha del tomate, se utilizan como índices de cosecha: el color y la firmeza del fruto.

Tabla 3. Escala de madurez del Tomate riñón

Grado de madurez	Características
(Grado 1) Mature-green o Sazón	La piel del tomate está completamente verde con tonalidades claras u oscuras (puede verse una estrella blanca en el extremo apical)
(Grado 2) Breakers o Sazón avanzado	10% de la superficie del fruto con colores amarillos y anaranjados a rojos.
(Grado 3) Turning o pintón inicial	10 al 30% de la superficie del fruto con colores amarillo, anaranjados a rojos.
(Grado 4) Pink o pintón Medio	30 al 60% de la superficie del tomate tiene color rosado o rojo.
(Grado 5) Light Red o pintón	60 al 90% de la superficie del tomate con colores rosados o rojo.
(Grado 6) Red o maduro firme	Más del 90% de la superficie del tomate con color rojo.

Fuente: (Pilataxi Ramírez, 2019)& (Rivero & Quiroga, 2020)

Figura 2: Estados de madurez de los frutos de tomate.



Fuente: (Pilataxi Ramírez, 2019)

8.6 Clasificación

Según Fornaris (2007) en algunas operaciones se realiza la primera etapa del proceso de selección y clasificación del tomate durante la cosecha, descartando en ese momento las frutas que no cumplen con las exigencias mínimas del mercado (frutas no-mercadeables), bien sea por tamaño, forma (deformidades), madurez excesiva, algún defecto considerado como daño severo, o por pudrición. Los tomates serán clasificados en calibres y categorías:

8.6.1 Calibres

De acuerdo con el mayor diámetro transversal de los frutos, los tomates serán identificados en rangos de calibres:

- Para los tomates de tipo cherry la diferencia entre los frutos de mayor y menor diámetro, dentro de un mismo envase no podrá exceder los 10mm.
- Para los tomates cuyo diámetro sea menor a 70 mm, la diferencia entre los frutos de mayor y menor diámetro, dentro de un mismo envase, no podrá exceder los 15mm.
- Para los tomates cuyo diámetro sea igual o mayor a 70 mm, la diferencia entre los frutos de mayor y menor diámetro, dentro de un mismo envase, no podrá exceder los 20 mm. (Cocarico, 2017)

8.6.2 Categorías o Calidad

Serán clasificados en tres categorías, de acuerdo con los límites de tolerancias de defectos establecidos en la tabla.

Tabla 4. Límites máximos de tolerancia de defectos por categoría expresados en porcentaje.

CATEGORIAS	TOTAL DEFECTOS	
	Graves	Levels
Extra	0	1
Categoría I	4	10
Categoría II	7	15

Fuente: (Claudio Villasanti, 2013)

8.7. Poscosecha

El periodo transcurrido desde la recolección de los productos en el campo hasta que son consumidos en estado fresco o son utilizados en un proceso de preproducción o transformación. Comprende las etapas de selección, clasificación, empaque, embalaje, transporte, y almacenamiento. Sin embargo, su realización total y parcial o la secuencia de ellas depende de cada cultivo (Cocarico, 2017).

8.7.1. Características o atributos de calidad

La calidad de un producto dependerá en gran medida de la variedad, de las condiciones climatológicas, del manejo de cultivo, de la madurez y método de cosecha, y del manejo postcosecha. Para la clasificación del tomate en grados de calidad según sus características cualitativas como color, forma, tamaño, firmeza, aspecto externo o apariencia (daños o defectos), se utilizan las normas correspondientes:

Si el tomate va a ser comercializado en el mercado externo, se deberá aplicar la norma correspondiente al país de destino. Un tomate de buena calidad debe tener aspecto fresco, con características propias de la variedad, y madurez adecuada según el tipo o variedad. Debe presentar uniformidad de color. Debe ser firme al tacto, bien desarrollado y formado; estar limpio y libre de pudriciones; libre o con manifestación leve de defectos de origen climático (granizo, quemaduras de sol, daño por frío), mecánico, entomológico, genético y fisiológico. No deben presentar olor y/o sabor extraño. Además de dichos atributos, las características organolépticas (sabor y aroma) y el valor nutritivo del fruto, son importantes para satisfacer la demanda de los consumidores. El sabor está determinado por el contenido de azúcar (fructosa

y glucosa), de ácidos orgánicos, y los compuestos volátiles. Lo que incide directamente sobre el gusto del consumidor, es la relación azúcar/acidez. En cuanto al valor nutritivo, los tomates tienen un alto contenido de agua (94%) y muy bajo de grasa; son una fuente importante de potasio, fósforo y magnesio (favorable para nervios y músculos); de vitaminas B1, B2, B5, E, A y C, y licopeno (antioxidante). Como el contenido de vitaminas, de licopeno y la relación azúcar/acidez se incrementan con la maduración del fruto, un tomate maduro presenta mejor sabor y valor nutritivo principalmente si ha madurado en la planta (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013)

8.7.2. Control de calidad

8.7.2.1. Medición de la firmeza

La firmeza depende del estado de madurez y del tipo y variedad de tomate. Es una característica decisiva en la producción de daños durante todas las etapas de la cadena, desde cosecha hasta el consumidor; incide marcadamente en la calidad y vida comercial de los frutos. En general, tanto para el manejo del producto como para el consumidor, es conveniente que el fruto permanezca firme. (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013)

Puede determinarse mediante aparatos medidores de textura o texturómetros, que miden la resistencia a la compresión del fruto. Para expresarla y clasificar el tomate se utilizan la tabla de categorías:

Tabla 5. Categorías para firmeza en tomate

Categoría	Firmeza (mm)
Muy firme	30-50
Firme	20-30
Moderadamente firme	15-20
Moderadamente blando	10-15
Blando	10

Fuente: (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013)

8.7.2.2. Contenido de sólidos solubles y acidez total titulable.

El contenido de sólidos solubles se determina en una muestra de jugo, con refractómetros termocompensados. Los tomates redondos tienen en general entre 3 a 5% de sólidos solubles,

dependiendo de la madurez de cosecha y la cultivar (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013).

La acidez total titulable se determina por titulación potenciométrica hasta pH 8,1 de 10 o 20 ml de jugo, con Na(OH) 0,1 N. Los tomates redondos presentan en general, una acidez de entre 0,3 a 0,5% de ácido cítrico, dependiendo del estado de madurez y la cultivar (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013).

8.7.2.3. Identificación de defectos de calidad.

Dentro de los defectos críticos que comprometen la buena calidad y vida postcosecha de los tomates están la podredumbre, inmadurez o sobremadurez; golpes o escaldaduras de sol; daños por helada; pudrición apical; heridas, y lesiones graves. En los defectos no críticos: heridas, y lesiones leves; manchas (incluye maduración irregular); frutos huecos o deformados. pueden originarse a partir de la cosecha, por un manejo inadecuado durante la misma, el empaque, almacenamiento, transporte y distribución. Dichos daños se intensifican con el tiempo: daño por frío, deshidratación, podredumbre, golpes, heridas, ablandamiento (Rivero M. , Quiroga, Gonzalez, & Moraga, 2013).

8.7.3. Enfermedades de postcosecha

Según Fornaris (2007) los agentes biológicos que provocan las mayores pérdidas en postcosecha son las bacterias y los hongos. Sin embargo, la mayoría de los desórdenes patológicos que se encuentran en postcosecha son originados en el cultivo antes de la cosecha. La incidencia y severidad de estos problemas son incrementados por los daños físicos y de frío, los cuales tornan a la fruta mucho más susceptible al ataque de enfermedades. Algunos de estos desórdenes patológicos, son los siguientes:

Alternaría spp: Ataca las hojas, tallos y frutas pudiendo producir su caída prematura o desarrollar manchas oscuras de color negro en el punto de inserción del tallo con el fruto (Genta, Bernal, & Guarinoni, 2009).

Pudrición del moho gris o mancha fantasma (Botrytis cinérea): Ataca hojas, tallos y frutas. Sobre los frutos se observa un ablandamiento con una consistencia acuosa de los tejidos en el punto de infección. Estas manchas son de forma irregular y alcanzan hasta 3 cm de diámetro. Generalmente son de color grisáceo. Posteriormente, el hongo desarrolla un micelio gris oscuro

y finalmente, el fruto es destruido por una podredumbre acuosa (Genta, Bernal, & Guarinoni, 2009).

Pudrición ojo de cabro (*Phytophthora parasitica*). E: Este hongo parásita hojas y produce un severo ataque al fruto. La infección ocurre en cualquier estado de crecimiento. El primer síntoma que se observa es un área acuosa en crecimiento que luego se extiende hasta la mitad de la superficie del tomate. La mancha se vuelve marrón y tiene una superficie firme y corrugada (Genta, Bernal, & Guarinoni, 2009).

Pudrición por *Rhizopus* *Rhizopus stolonifer* : Afecta al tomate cuando están en el galpón de maduración o en el preempacado. Este patógeno produce lesiones de gran tamaño. Las áreas afectadas quedan como si estuvieran hinchadas. No existen pérdidas de color, pero el tejido atacado queda acuoso (Genta, Bernal, & Guarinoni, 2009).

Podredumbre blanda bacteriana (*Erwinia corotovor*): Comienzan con una ligera depresión y mancha blanda acuosa. La mancha se agranda rápidamente y afecta la mayor parte de este órgano produciendo ablandamiento y dejando a los tejidos con un aspecto arenoso (López, 2017).

8.8. Bioinsumos

Un bioinsumo es un producto basado en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, o de microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad (o rendimiento), calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema (Mamani de Marchese & Filippone, 2018)

Los bioinsumos pueden ser clasificados desde distintos puntos de vista. Así por ejemplo en cuanto a su origen, pueden ser bioinsumos de origen vegetal o microbianos; y en cuando a su efecto sobre la planta, pueden ser clasificados en dos grandes grupos: biofertilizantes y biocontrolador. (Mamani de Marchese & Filippone, 2018)

8.8.1. Manejo de fitopatologías por biocontrolador

Control biológico o biocontrol, se define como la reducción de la densidad poblacional de un patógeno o de las actividades productoras de enfermedades generadas por él, en su estado activo o latente, mediante el uso de un organismo o de sus metabolitos, que ejerzan un control de manera natural (Viera, Tello, Martines, Navia, & Medina, 2020).

En la literatura científica se han reportado microorganismos con actividad de control frente fitopatógenos, algunas de estas especies estudiadas son bacterias del género *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. También se han reportado hongos como *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilanaceus* que poseen actividad antagónica frente a patógenos de cultivos (Viera, Tello, Martines, Navia, & Medina, 2020)

8.9. *Bacillus subtilis*

El género *Bacillus*, pertenece a la familia Bacillaceae, son bacterias en forma de bastón alargadas, Gram positivas, formadoras de endosporas con morfología oval, la cual les permite resistir a condiciones ambientales extremas e irradiaciones y se encuentran ampliamente distribuidas en el suelo. Este género bacteriano ha sido estudiado durante décadas, debido a la producción de más de dos docenas de antibióticos, siendo la Iturina A el más conocido. Las especies más conocidas de este género son *B. cereus*, *B. brevis*, *B. pumilus*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens* y *B. subtilis* (Sanchez, 2018).

8.9.1. Taxonomía

Tabla 6. Taxonomía de *Bacillus subtilis*

Taxonomía	
Dominio:	Bacteria
Filo:	Bacili
Clase:	Bacillale
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	<i>Bacillus</i>
Especie:	<i>Bacillus subtilis</i>

Fuente: (Sanchez, 2018)

8.9.2. Modo de acción del *Bacillus*

El control que ejerce sobre ciertos patógenos se da a partir de la competencia por la absorción de los nutrientes disponibles en la rizósfera de la planta huésped, lo cual induce la producción y secreción de metabolitos secundarios con actividad antibiótica, que inhiben el crecimiento de bacterias, oomicetos y hongos fitopatógenos (Sanchez, 2018).

8.9.3. Control de patógenos

Bacillus subtilis, es quizás la especie más conocida y estudiada desde hace 50 años, ya que además de ser productora de antifúngicos también se considera una bacteria promotora de crecimiento. No se ha reportado daños o efectos nocivos sobre el ser humano, animales, plantas, lo cual hace que se pueda usar en la agricultura como agente de control. (Sanchez, 2018).

Se ha reportado que entre el 4 – 5% del genoma de *B. subtilis* codifica para la producción de sustancias con actividad antifúngica, pertenecientes a las familias de las iturinas, fengicinas y surfactinas. Se ha demostrado de manera *in vitro* que *B. subtilis* presenta acción de control frente a más de 23 especies de microorganismos fitopatógenos. (Sanchez, 2018)

B. subtilis evita y reduce el efecto de estos patógenos del suelo: *Rhizoctonia*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp, *Phytophthora* spp., *Verticillium* spp., *Cenicillas*, *Mildius*, *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Colletotrichum* sp. (Guerrero, 2014)

8.9.4. Métodos de aplicación de *B. subtilis*:

- Al suelo, o bien junto con composta o lixiviado de la misma
- A la semilla
- Al sustrato en las charolas
- Al momento del trasplante
- Al follaje y a frutos directamente (Guerrero, 2014)

8.9.5. Beneficios de *B. subtilis*

- Inhibe e invade el crecimiento de la germinación de esporas
- Provee una barrera física para que los patógenos no se establezcan sobre la superficie de los tejidos
- Actúa como bioestimulante del crecimiento radicular
- Promueve la secreción de fitohormonas
- Mejora la asimilación de agua y nutrientes
- Induce a la planta a producir fitoalexinas, proporcionándole resistencia a las plantas al ataque de hongos y bacterias
- Disminuir los efectos de hongos fitopatógenos (Guerrero, 2014)

8.10. *Trichoderma* spp

Trichoderma es un hongo anaeróbico facultativo, de crecimiento rápido, presente de manera natural en la mayoría de los suelos agrícolas y suelos no perturbados. Existen más de 30 especies con efecto benéfico para la agricultura. (Pullupaxi, 2016).

Infante, et al (2009) indica que “la mayoría de las especies de *Trichoderma* presentan clamidiosporas, las cuales pueden ser intercalares y en ocasiones terminales. Las clamidiosporas toleran condiciones ambientales adversas, son estructuras de sobrevivencia y permiten que el hongo pueda perdurar a través del tiempo”.

8.10.1. Taxonomía

Tabla 7. Taxonomía de *Trichoderma* spp.

Taxonomía	
Reino:	Fungi.
División:	Mycota
Subdivisión:	Eumycota
Clase:	Hyphomycetes.
Orden:	Moniliales
Familia:	Moniliaceae
Género:	<i>Trichoderma</i> .

Fuente: (Infante, 2009)

8.10.2. Mecanismo de acción

En la acción biocontroladora de *Trichoderma* son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, los que tienen una acción directa frente al hongo fitopatógeno. Estos mecanismos se ven favorecidos por la habilidad de los aislamientos de *Trichoderma* para colonizar la rizosfera de las plantas. Además, se conoce que *Trichoderma* presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es de forma indirecta. Entre estos se pueden mencionar los que elicitán o inducen mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos como es la activación en la planta de compuestos relacionados con la resistencia (Inducción de Resistencia), con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante el proceso de infección; la solubilización de elementos nutritivos, que

en su forma original no son accesibles para las plantas. Tienen la capacidad, además, de crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés. Otros autores han sugerido distintos mecanismos responsables de su actividad biocontroladora, que incluyen, además de los mencionados, la secreción de enzimas y la producción de compuestos inhibidores. (Infante, 2009)

8.10.3. Ventajas de *Trichoderma*

Trichoderma spp., tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo. Aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y a hábitats donde los hongos causan enfermedades, le permiten ser un eficiente bio-agente de control. De igual forma, puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de agrodefensivos y otros químicos. Aparte, su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico, bajo diferentes sistemas de producción y cultivo (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015).

8.10.4. Control de fitopatógenos

Tabla 8. Fitopatógenos controlados por *Trichoderma* spp.

HONGOS CONTROLADOS	ENFERMEDAD	CULTIVO
<i>Botrytis cinerea</i>	Moho gris	Amplio rango de cultivos como: papa, tomate, frijol, mora, flores, tomate de árbol y pudriciones en poscosecha.
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Antracnosis	Amplio rango de cultivos como: arveja, papa, tomate, frijol, mora, flores, tomate de árbol y pudriciones en poscosecha.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Pudrición	Papa, tomate, frijol, tomate de árbol, banana, arveja, maíz, clavel, entre otros
<i>Pythium</i> spp	Pudrición algodonosa	Amplio rango de cultivos.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Pudrición algodonosa, volcamiento.	Zanahoria, tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc.
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Pudrición algodonosa, volcamiento.	Habichuela, tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc

Fuente: (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015)

9. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis nula (H₀)

- El índice de cosecha por color no influye en las características organolépticas del tomate.
- El uso de bioinsumos a diferentes dosis y etapa de aplicación no inhibe el deterioro microbiano del tomate.
- El uso de bioinsumos a diferentes dosis y etapa de aplicación no influye en comportamiento poscosecha del tomate.

9.2. Hipótesis Alternativa (H_a)

- El índice de cosecha por color influye en las características organolépticas del tomate.
- El uso de bioinsumos, diferentes dosis y etapa de aplicación inhibe el deterioro microbiano del tomate.
- El uso de bioinsumos a diferentes dosis y etapa de aplicación influye en el comportamiento poscosecha del tomate.

10. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

10.1. Variable independiente

- Épocas de aplicación de bioinsumos
- Tipos de bioinsumos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma spp*
- Dosis de bioinsumos
- Índices de cosecha por color

10.2. Variable dependiente

- Comportamiento del tomate riñón

Tabla 9. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INTRUMENTO METODOLÓGICO	TÉCNICA
Independiente	Épocas de aplicación	Precosecha Poscosecha	Tiempo	Bomba fumigación Bioinsumos	Registro en libro de campo
	Tipos de bioinsumos	B1: Bacillus subtilis B2: Trichoderma spp	Tiempo	Bomba fumigación	Registro en libro de campo
	Dosis de bioinsumo	0,0 5,0 7,5	Gramos	Tecnología de bioinsumos	Conteo de tiempo
	Índice de cosecha	Color	Escala colorimétrica	Esquema de índices de madurez con base al color del fruto	Comparación y registro en el libro de campo
Dependiente	Comportamiento del tomate	Peso	Gramos (g)	Balanza	Medición
		Firmeza	kg/cm ²	Penetrómetro	Medición
		pH	Escala de acidez 1 – 14	pH metro	Medición
		Sólidos solubles totales	° Brix	Brixómetro	Medición
		Porcentaje de enfermedades	Porcentaje	Observación	Conteo y Observación
		Humedad	Porcentaje	Estufa, balanza	Medición
		Cenizas	Porcentaje	Muflas, balanza	Medición

11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

11.1 Características del área de investigación del sitio de producción

La fase de campo se realizó en el cultivo de tomate riñón bajo cubierta (invernadero) de la señora Carmen Quinatoa en la provincia de Tungurahua.

Tabla 10. Ubicación del área de estudio.

Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Patate
Parroquia:	Los Andes
Caserío:	Erapamba
Longitud:	78°30'31" W
Latitud:	1°15'00" S
Altitud:	2462 m.s.n.m



Fuente: (Google earth, 2022)

Elaborado por: (Sánchez, 2022)

11.2. Características del área de investigación en poscosecha

El proyecto de investigación se realizó en el laboratorio de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el campus CEASA, en el laboratorio de Poscosecha.

Tabla 11. Ubicación de laboratorio.

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga
Parroquia:	Eloy Alfaro
Localidad:	Salache (CEYSA)
Longitud:	78°37'23" W
Latitud:	0°59'57" S
Altitud:	2727 m.s.n.m



Fuente: (Google earth, 2022)

Elaborado por: (Sánchez, 2022)

11.3. Modalidad básica de investigación

11.3.1. Investigación de campo

La investigación de campo se realizó en el cantón Patate de la provincia de Tungurahua, en la parroquia Los Andes, caserío Erapamba lugar de donde se obtuvo la materia prima (tomate riñón).

11.3.2. Investigación de laboratorio

El estudio se realizó en el laboratorio de poscosecha de la Universidad Técnica de Cotopaxi. La recolección de datos se realizó de acuerdo a las variables evaluadas, creando un libro de campo en la que se registraron los resultados de cada tratamiento para su posterior análisis.

11.3.3. Investigación bibliográfica Documental

Esta investigación se basó en una revisión bibliográfica de artículos científicos, libros, revistas, periódicos y otras publicaciones científicas sobre el tema de investigación, con el fin de formar recolectar información para la parte teórica y la sustentación del estudio .

11.4. Tipo de Investigación

11.4.1. Experimental

El estudio fue de tipo experimental, donde se manipularon variables por comprobar (dos épocas de aplicación, dos bioinsumos, tres dosis distintas de aplicación y dos índices de cosecha por color) bajo condiciones controladas con el fin de determinar su efecto sobre los indicadores (características físico-químicas y microbiológicos de tomate riñón). Este estudio, permitió la obtención de datos para su posterior análisis estadístico y consecución de objetivos.

11.4.2. Cuantitativa

La investigación fue cuantitativa porque se basó en datos obtenidos durante la investigación.

11.5. Técnicas de Investigación

11.5.1. Observación Directa

Mediante esta técnica se observó y evaluó los cambios que se presentaron en la investigación para cada tratamiento.

11.5.2. Comparativa

Se comparó y evaluó de la efectividad de cada tratamiento en estudio.

11.6. Materiales

11.6.1. Materiales de oficina

- Libro de campo
- Esfero
- Marcadores
- Laptop
- Hojas de papel bond A4

11.6.2. Materiales del ensayo

- Material vegetal (tomate)
- Bandejas
- Papel absorbente
- Papel aluminio
- Agua destilada
- Mandil
- Baldes
- Bomba de fumigar
- Cartones
- Tabla índice de madurez envase al color

11.6.3. Equipos e instrumentos de laboratorio

- Balanza digital de precisión
- pH metro
- Penetrómetro
- Licuadora
- Refractómetro digital
- Muflas
- Estufa
- Crisol

➤ Cuchillo

11.7. Factores en estudio

Factor A: Épocas de aplicación (E)

E1: Precosecha

E2: Poscosecha

Factor B: Bioinsumo (B)

B1: Bacillus subtilis

B2: Trichoderma spp

Factor C: Dosis (D)

D1: 0 g

D2: 5.0 g

D3: 7.5 g

Factor D: Índices de cosecha por color (C)

C1: Breakers.- 10% de la superficie del fruto con colores amarillos y anaranjados a rojos: que corresponde al índice 2.

C2: Turning.-10 al 30% de la superficie del fruto con colores amarillos y anaranjados a rojos: que corresponde al índice 3.

11.8. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial (2x2x3x2), constituido por 24 tratamientos con 3 repeticiones totalizando así 72 unidades experimentales (UE).

11.8.1. Tratamientos en estudio

Se evaluó un total de 24 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio.

Tabla 12. Tratamientos en estudio

Tratamientos		Descripción			Índices de cosecha por color
No	Símbolo	Época de aplicación	Bioinsumos	Dosis de Bioinsumo	
T1	E1B1D1C1	pre cosecha	Bacillus subtilis	0g	10 % de color rojo
T2	E1B1D1C2	pre cosecha	Bacillus subtilis	0g	10 al 30 % de color rojo
T3	E1B1D2C1	pre cosecha	Bacillus subtilis	5,0g	10 % de color rojo
T4	E1B1D2C2	pre cosecha	Bacillus subtilis	5,0 g	10 al 30 % de color rojo
T5	E1B1D3C1	pre cosecha	Bacillus subtilis	7,5 g	10 % de color rojo
T6	E1B1D3C2	pre cosecha	Bacillus subtilis	7,5 g	10 al 30 % de color rojo
T7	E1B2D1C1	pre cosecha	Trichoderma spp	0 g	10 % de color rojo
T8	E1B2D1C2	pre cosecha	Trichoderma spp	0 g	10 al 30 % de color rojo
T9	E1B2D2C1	pre cosecha	Trichoderma spp	5,0 g	10 % de color rojo
T10	E1B2D2C2	pre cosecha	Trichoderma spp	5,0 g	10 al 30 % de color rojo
T11	E1B2D3C1	pre cosecha	Trichoderma spp	7,5 g	10 % de color rojo
T12	E1B2D3C2	pre cosecha	Trichoderma spp	7,5 g	10 al 30 % de color rojo
T13	E2B1D1C1	pos cosecha	Bacillus subtilis	0 g	10 % de color rojo
T14	E2B1D1C2	pos cosecha	Bacillus subtilis	0 g	10 al 30 % de color rojo
T15	E2B1D2C1	pos cosecha	Bacillus subtilis	5,0 g	10 % de color rojo
T16	E2B1D2C2	pos cosecha	Bacillus subtilis	5,0 g	10 al 30 % de color rojo
T17	E2B1D3C1	pos cosecha	Bacillus subtilis	7,5 g	10 % de color rojo
T18	E2B1D3C2	pos cosecha	Bacillus subtilis	7,5 g	10 al 30 % de color rojo
T19	E2B2D1C1	pos cosecha	Trichoderma spp	0 g	10 % de color rojo
T20	E2B2D1C2	pos cosecha	Trichoderma spp	0 g	10 al 30 % de color rojo
T21	E2B2D2C1	pos cosecha	Trichoderma spp	5,0 g	10 % de color rojo
T22	E2B2D2C2	pos cosecha	Trichoderma spp	5,0 g	10 al 30 % de color rojo
T23	E2B2D3C1	pos cosecha	Trichoderma spp	7,5 g	10 % de color rojo
T24	E2B2D3C2	pos cosecha	Trichoderma spp	7,5 g	10 al 30 % de color rojo

Elaborado por: (Sánchez, 2022)

11.8.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico INFOSTAT v 17.0 y el programa Excel.

Tabla 13. Esquema del Análisis de Varianza.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	
	Repeticiones	(r -1)
Factor a (Épocas de aplicación)	(a -1)	1
Factor b (Bioinsumo)	(b -1)	1
Factor c (Dosis de bioinsumo)	(c -1)	2
Factor d (Índice de cosecha por color)	(d -1)	1
Factor a*b	(a-1) -(b-1)	1
Factor a*c	(a-1) -(c-1)	2
Factor a*d	(a-1) -(d-1)	1
Factor b*c	(b-1) -(c-1)	2
Factor b*d	(b-1) -(d-1)	1
Factor c*d	(c-1) -(d-1)	2
Factor a*b*c	(a-1) -(b-1) -(c-1)	2
Factor a*b*d	(a-1) -(b-1) -(d-1)	1
Factor a*c*d	(a-1) -(c-1) -(d-1)	2
Factor b*c*d	(b-1) -(c-1) -(d-1)	2
Factor a*b*c*d	(a-1) -(b-1) -(c-1) -(d-1)	2
Error	r*t	46
Total	(t. r)-1	71

Elaborado por: (Sánchez, 2022)

11.8.3. Análisis Funcional

Se realizó una Prueba de significancia Tukey ($\alpha = 0,05$) para los tratamientos y factores en estudio que presenten significancia estadística.

11.8.4. Características de la unidad experimental

La unidad experimental está formada por 24 tratamientos con 3 repeticiones, totalizando 72 unidades experimentales. Para cada unidad experimental se seleccionó 10 unidades experimentales, obteniendo como resultado 720 frutas.

Se ocupó 216 charoles rectangulares desechables normal de 10 x 14, dentro de cada bandeja y se ubicó 10 tomates de los cuales 5 tomates fueron para análisis no destructivos (fisiopatías y peso) y 5 tomates para análisis destructivos (firmeza, pH, sólidos solubles, cenizas).

11.9. Manejo específico del ensayo

11.9.1. Delimitación del área de ensayo en campo

El ensayo se estableció en un invernadero de 2400 m², el cual se encuentra diseñado por 6 series uniformes. Cada serie está conformada por 12 camas, con las siguientes medidas de largo 24m, y de ancho 0,40cm, la distancia entre cama fue de 0,60 cm, lo cual es el camino.

11.9.2. Aplicación de los bioinsumos

La aplicación se realizó con el uso de una bomba mochila de fumigar de 20 litros directamente al primer piso de fruta, para la aplicación de cada bioinsumo se realizó en 3 camas, para evitar problemas de mezcla con las otras dosis, se tuvo que saltar a otra serie con la finalidad de que la aplicación se eficaz.

Figura 3. Esquema de las aplicaciones de dos bioinsumos por dosis



11.9.3. Cosecha de tomate en la etapa de precosecha

El tomate fue cosechado al día siguiente de la aplicación del bioinsumo, se cosecho en base a los índices de color seleccionados, libre de daños, plagas y enfermedades. Para la recolección se utilizó baldes de plástico, para el transporte se empacan en cartón y se rotulan con números de dosis y color para evitar confusiones, y se los traslado al Laboratorio de poscosecha de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Una vez en laboratorio se procedió a clasificar los tomates de acuerdo al color de cosecha, al bioinsumo y a las dosis aplicadas, libre de daños mecánicos, plagas y enfermedades para evitar la contaminación de los demás tomates, adicional se consideró un mismo calibre para todos los tomates para mantener la uniformidad del ensayo.

11.10. Fase de laboratorio e indicadores a evaluar

11.10.1. Incidencia de plagas y enfermedades

Se determino mediante la cantidad de frutos dañados los datos se registraron pasando un día por un lapso de 14 días Este dato se expresó en (%) la cual se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ incidencia de fisiopatía} = \frac{\text{número de frutos enfermos}}{\text{numero de frutos}} * 100$$

Fuente: (AOAC, 2000)

11.10.2. Pérdida de peso

Se tomó un peso inicial al comienzo de la investigación y pasando un día se registró el peso de cinco tomates por unidad experimental con la ayuda de una balanza. Este dato se expresó en (%) la cual se calculó con la ecuación de (Guedes, 2012):

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_i - P_f}{P_i} x 100$$

11.10.3. pH

Se utilizó un tomate por cada unidad experimental, se procedió a licuarlo y obtener el zumo del mismo para introducir el pH-metro, los datos se registraron pasando tres días.

11.10.4. Firmeza

Se tomó un tomate por cada unidad experimental para medir la firmeza, se utilizó un penetrómetro de igual manera los datos se registraron pasando tres días. Este dato se expresó en (kg/cm²).

11.10.5. Sólidos solubles totales (SST)

Se utilizó el zumo del tomate y un refractómetro. El zumo obtenido de la muestra fue de un tomate, por repetición. La toma de los datos fueron cada tres días, este dato se lo represento en ° Brix.

11.10.6. Determinación de humedad

Se realizó por la técnica de secado en estufa; por medio de la evaporación del agua de la muestra mediante un calentamiento. Para ello se colocó 10 gramos de pulpa de tomate en un recipiente de aluminio tarado y se introdujo en una estufa por 48 horas a una temperatura de 62°C. Se realizó tres tomas de datos una inicial, una media y una final. Y se utilizó la siguiente ecuación para calcular el porcentaje de humedad:

$$\% \text{ humedad de muestra} = \frac{\text{Peso de agua evaporada}}{\text{Peso de muestra humeda}} * 100\%$$

Fuente: (AOAC, 2000)

11.10.7. Determinación Cenizas

Se tomó el peso de cada uno de los crisoles de porcelana y posteriormente se colocó la muestra dentro del crisol para después introducir en la mufla a una temperatura de 550 °C durante dos horas. La toma de datos fue tres (inicial, media y final). El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cenizas en base seca} = \frac{\text{Peso de cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Fuente: (AOAC, 2000)

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

12.1. Variable pérdida de peso

En la Tabla 14 se muestra los resultados generales del análisis de varianza para la variable pérdida de peso de tomate comparado entre diferentes fechas de pesaje (2, 4, 6, 8 , 10 , 12 y 14 días después de llevado al laboratorio). Se puede evidenciar que a los 2 días no hay significación estadística para la variable peso. Mientras que a los 4 días hubo un efecto significativo del bioinsumo (B), color (C) y de las interacciones época por bioinsumo y época con color . Al sexto día, hubo efectos para los factores época (E), bioinsumo (B) y color (C) y las interacciones época por bioinsumo, época con color y época por dosis por color. En el día 8 hubo significancia para los mismos factores e interacciones del día 6, exceptuando la interacción época por dosis por color. A los 10 días de llevado al laboratorio, se registró los mismos efectos de los factores bioinsumo (B) y color (C) y la interacción época con bioinsumo. En el día 12 se expresó un efecto del factor época (E), bioinsumo (B), color (C) y la interacción época por bioinsumo y bioinsumos con color. Finalmente, a los 14 días se expresó un efecto del factor época (E), bioinsumo (B), color (C) y la interacción época con bioinsumo sobre la pérdida de peso. Esto quiere decir que los bioinsumos, la etapa de aplicación y los índices de cosecha si influyen en el peso.

El coeficiente de variación alcanzado durante toda la investigación para la variable peso fue de 0 % a los 2 días, 23,27% a los dos días, 15,95% a los seis días, 13,45 % a los ocho días, 10,45 ,% a los diez días, 8,22 % a los doce días, 7,24 % a los catorce días, valores que hace notar un buen manejo del ensayo.

Tabla 14. ANOVA para pérdida de peso de tomate a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.

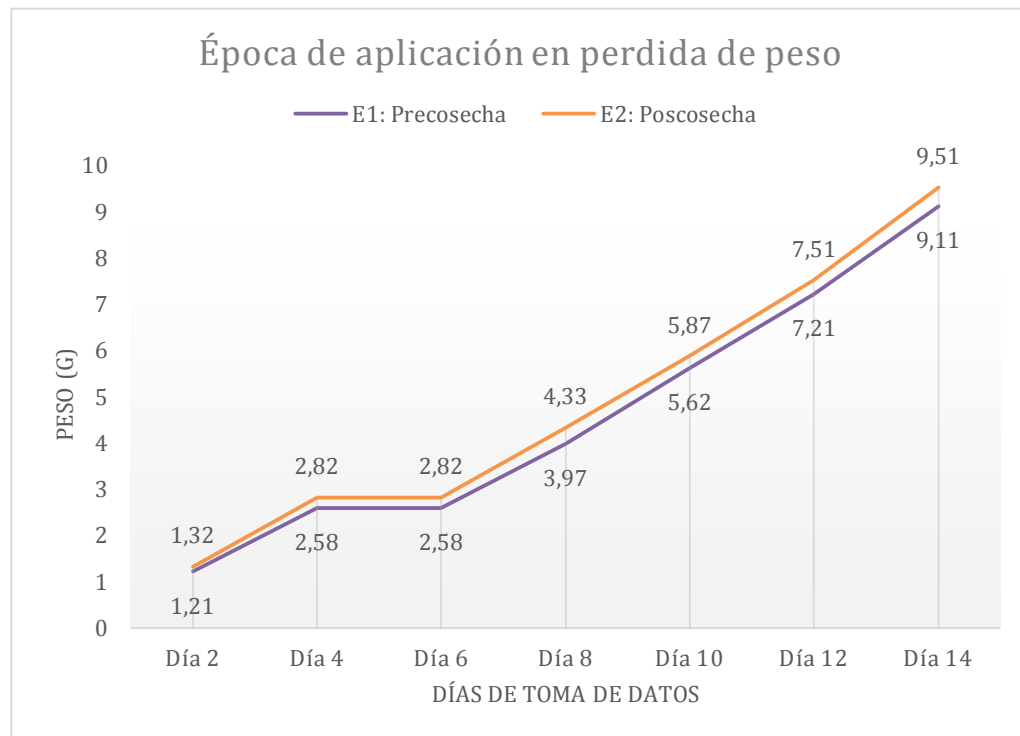
F.V.	gl	Día 2		Día 4		Día 6		Día 8		Día 10		Día 12		Día 14	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	sd	ns	0,0989	ns	0,0646	ns	0,0137	*	0,2987	ns	0,3798	ns	0,4435	ns
Factor E (Época de aplicación)	1	sd	ns	0,1347	ns	0,023	*	0,0086	*	0,0873	ns	0,0374	*	0,0164	*
Factor B (Bioinsumo)	1	sd	ns	0,0246	*	0,0057	*	0,0004	*	0,0009	*	0,0006	*	0,0033	*
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	sd	ns	0,6169	ns	0,0949	ns	0,1421	ns	0,2583	ns	0,3332	ns	0,5471	ns
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	sd	ns	<0,0001	*	<0,0001	*	<0,0001	*	<0,0001	*	<0,0001	*	<0,0001	*
Época*Bioinsumo (E*B)	1	sd	ns	0,0246	*	0,023	*	0,0027	*	0,0023	*	0,0007	*	0,0039	*
Época*Dosis (E*D)	2	sd	ns	0,7178	ns	0,4833	ns	0,4925	ns	0,6476	ns	0,9369	ns	0,9646	ns
Época*Color (E*C)	1	sd	ns	0,0167	*	0,0017	*	0,0132	*	0,1183	ns	0,0528	ns	0,1492	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	sd	ns	0,5307	ns	0,2607	ns	0,3805	ns	0,2961	ns	0,1575	ns	0,2101	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	sd	ns	0,051	ns	0,0619	ns	0,0758	ns	0,0745	ns	0,0374	*	0,0771	ns
Dosis*Color (D*C)	2	sd	ns	0,2196	ns	0,1604	ns	0,5242	ns	0,5442	ns	0,8713	ns	0,4598	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	sd	ns	0,2729	ns	0,1604	ns	0,3493	ns	0,477	ns	0,663	ns	0,3355	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	sd	ns	0,1797	ns	0,0777	ns	0,1062	ns	0,1368	ns	0,0861	ns	0,0886	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	sd	ns	0,1902	ns	0,0409	*	0,7256	ns	0,7693	ns	0,663	ns	0,9988	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	sd	ns	0,4925	ns	0,4833	ns	0,765	ns	0,9123	ns	0,32	ns	0,1345	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	sd	ns	0,4571	ns	0,2774	ns	0,9035	ns	0,6476	ns	0,2639	ns	0,2744	ns
Error	46														
Total	71														
CV %				23,27		15,95		13,45		10,45		8,22		7,42	
PROMEDIO		0		1,26		2,70		4,15		5,75		7,36		9,31	

Acorde a la prueba de Tukey en el día 6, 8, 12 y 14 se presentó dos rangos de significación. En el rango “A” se presentó época 1 (pre cosecha) con menor pérdida de peso del tomate respecto al peso inicial con promedios de 2,58 ; 3,97 ; 7,21 y 9,11 % respectivamente, mientras que en el rango “B” se presentó época 2 (pos cosecha) con una mayor pérdida de peso con promedios de 2,82 ; 4,33 ; 7,51 y 9,51% (Tabla 15).

Tabla 15. Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable pérdida de peso de tomate a los 6, 8, 12 y 14 días de llevado al laboratorio

Época	Dia 6		Dia 8		Dia 12		Dia 14	
	Medias %	Rangos	Medias %	Rangos	Medias %	Rangos	Medias %	Rangos
E1: Precosecha	2,58	A	3,97	A	7,21	A	9,11	A
E2: Poscosecha	2,82	B	4,33	B	7,51	B	9,51	B

Figura 4: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre épocas de aplicación (E).



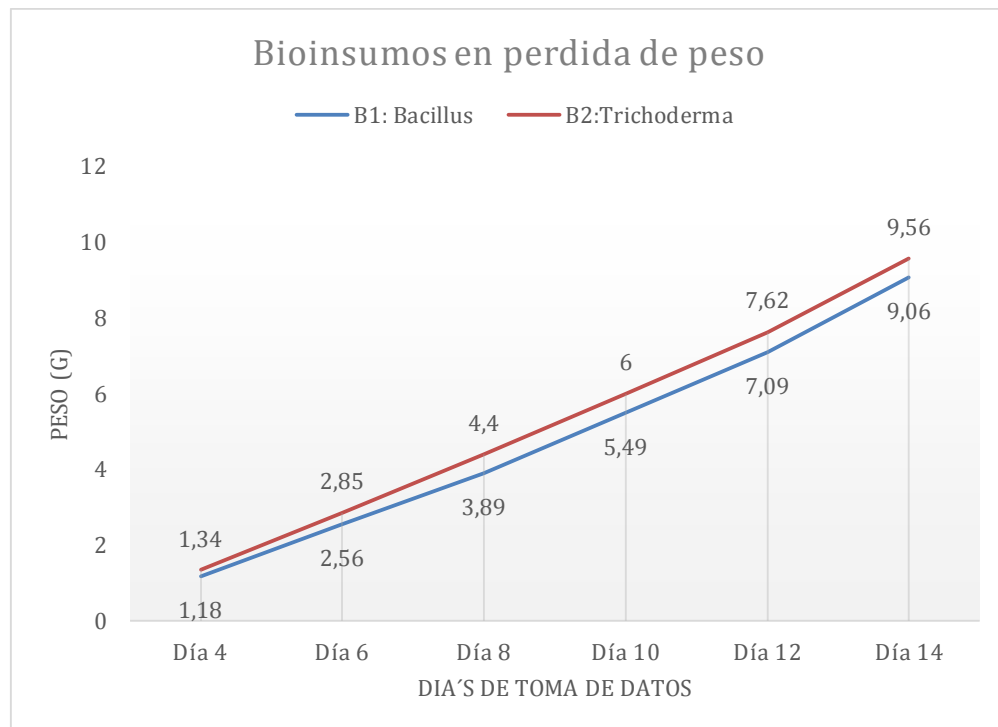
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Según la prueba de Tukey, se presentó dos rangos de significación. En el rango “A” se presentó el bioinsumo 1 (*Bacillus subtilis*), con medias de 1,18 ; 2,56 ; 3,89 ; 5,49 ; 7,09 y 9,06 % mostrando una menor pérdida de peso del tomate respecto al peso inicial, mientras que el bioinsumo 1 (*Trichoderma spp*) presento mayor pérdida de peso con promedios de 1,34 ; 2,85 ; 4,4 ; 6 ; 7,62 y 9,56 % respectivamente (Tabla 16).

Tabla 16. Test de Tukey (5%) para bioinsumos (B) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.

Bioinsumos	Dia 4		Dia 6		Dia 8		Dia 10		Dia 12		Dia 14	
	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos
B1: Bacillus	1,18	A	2,56	A	3,89	A	5,49	A	7,09	A	9,06	A
B2: Trichoderma	1,34	B	2,85	B	4,4	B	6	B	7,62	B	9,56	B

Figura 5: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre bioinsumos (B).



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Con la Prueba de Tukey al 5% para índice de cosecha por color (C) para la pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días, se identificó dos rangos de significación. El primer rango de significación fue para color 1 (10% rojo) con medias de 1,08 ; 2,35 ; 3,51 ; 4,77 ; 6,12 y 7,91%; mientras que, el tratamiento que presento la mayor pérdida de peso fue color 2 (10-30% rojo) con medias de 1,45 ; 3,06 ; 4,78 ; 6,73 ; 8,59 y 10,71 % respectivamente (Tabla 17).

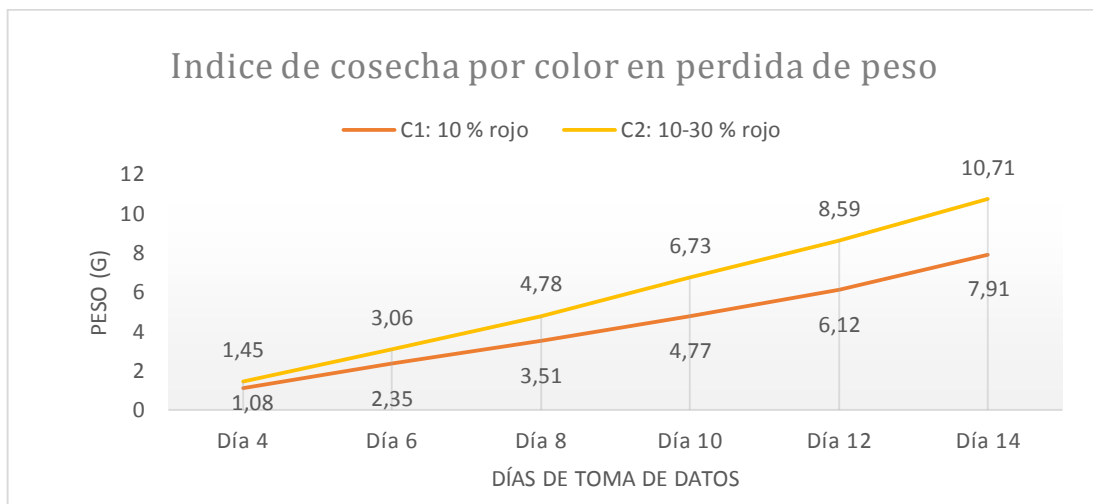
Estos resultados difieren a los reportados por Cando Chusín (2015) quien menciona que el índice de cosecha el factor C2 (Rojo) mantuvo mayor peso con 998,52g, en relación a C1 (Verde pintón), que con 978,33g se ubicó en el último rango esto debido a que estos frutos fueron cosechados más temprano y alcanzaban su madurez en un mayor número de días.

Tabla 17. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color (C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.

Color	Dia 4		Dia 6		Dia 8		Dia 10		Dia 12		Dia 14	
	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos
C1: 10 % rojo	1,08	A	2,35	A	3,51	A	4,77	A	6,12	A	7,91	A
C2: 10-30 % rojo	1,45	B	3,06	B	4,78	B	6,73	B	8,59	B	10,71	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre índice de cosecha por color (C).



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

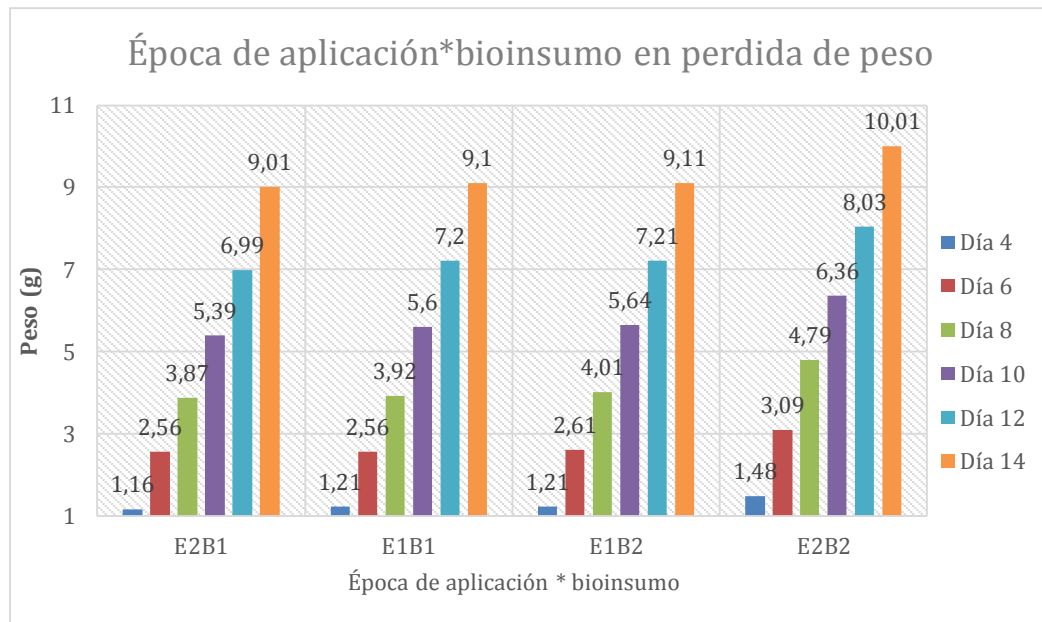
Realizada la Prueba de Tukey al 5% la interacción E2B1 (poscosecha*Bacillus) registro menor pérdida de peso en el tomate a medida que transcurrían los días presentando una media de 9,01% a los 14 días, mientras que la interacción E2B2 (poscosecha*Trichoderma) fue la que registró mayor pérdida de peso en el transcurso de los días presentando una media de 10,01 % a los 14 días. (Tabla 18)

Tabla 18. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumo (E*B) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días de llevado al laboratorio.

Época* bioinsumo	Dia 4		Dia 6		Dia 8		Dia 10		Dia 12		Dia 14	
	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos
E2B1	1,16	A	2,56	A	3,87	A	5,39	A	6,99	A	9,01	A
E1B1	1,21	A	2,56	A	3,92	A	5,6	A	7,2	A	9,1	A
E1B2	1,21	A	2,61	A	4,01	A	5,64	A	7,21	A	9,11	A
E2B2	1,48	B	3,09	B	4,79	B	6,36	B	8,03	B	10,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 7: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre épocas de aplicación por bioinsumos (E*B).



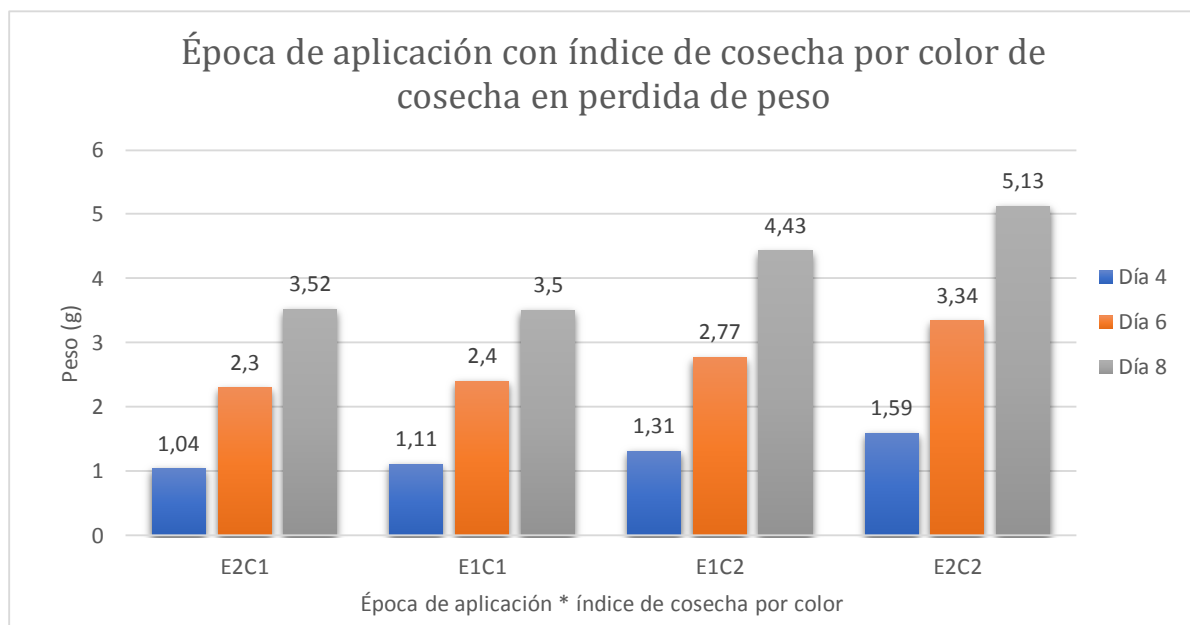
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Mediante la Prueba de Tukey al 5% se observa que la interacción E2C1 (poscosecha*10 % rojo) registro menor pérdida de peso en el tomate en los días 4 y 6, en el día 8 se presentó la interacción E1C1 (precosecha*10 % rojo) con una media de 3,5 % de pérdida de peso, mientras que el último lugar fue para la interacción E2C2 (poscosecha*10-30 % rojo) con una media de 5,13% en el octavo día. (Tabla 19)

Tabla 19. Test de Tukey (5%) para época de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 4, 6 y 8 días de llevado al laboratorio.

Día 4			Día 6			Día 8		
Época*color	Medias (%)	Rango	Época*color	Medias (%)	Rango	Época*color	Medias (%)	Rango
E2C1	1,04	A	E2C1	2,3	A	E1C1	3,5	A
E1C1	1,11	A B	E1C1	2,4	A B	E2C1	3,52	A
E1C2	1,31	B	E1C2	2,77	B	E1C2	4,43	B
E2C2	1,59	C	E2C2	3,34	C	E2C2	5,13	C

Figura 8: Diferencia de pérdida de peso del tomate para épocas de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en el día 4, 6 y 8.



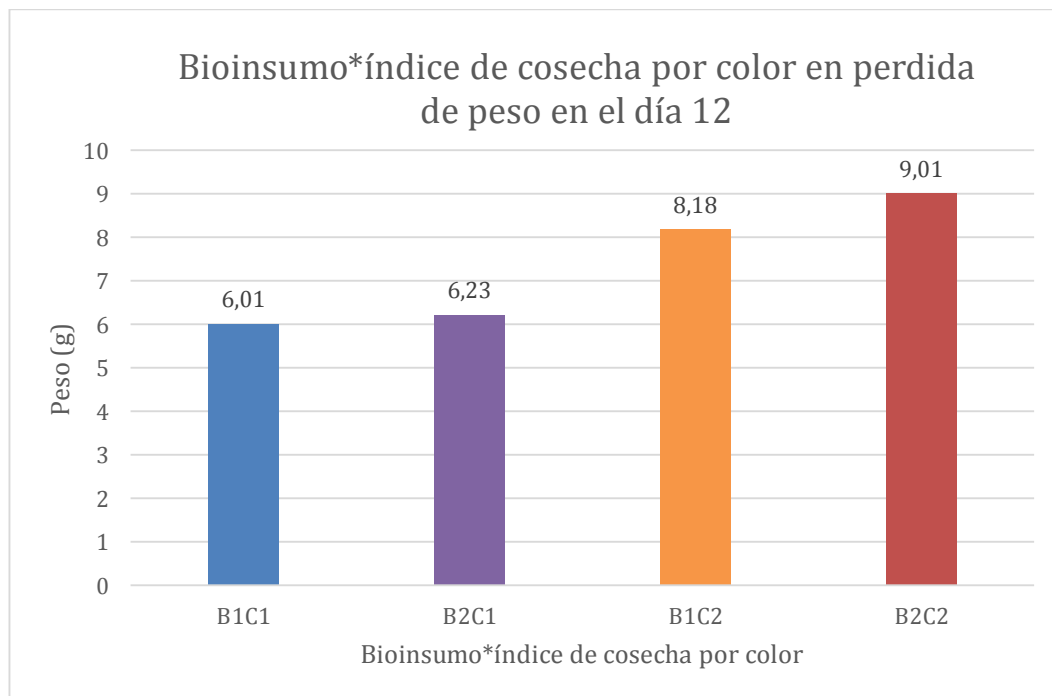
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa que la interacción B1C1 (Bacillus*10% rojo) registro menor pérdida de peso en el tomate en el día 12 con una media de 6,01% y en último lugar se presentó la interacción B2C2 (Trichoderma*10-30 % rojo) con una media de 9,01% de peso. (Tabla 20)

Tabla 20. Test de Tukey (5%) para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) en la variable pérdida de peso de tomate en el día 12 de llevado al laboratorio.

Día 12		
Bioinsumo*color	Medias	Rango
B1C1	6,01	A
B2C1	6,23	A
B1C2	8,18	B
B2C2	9,01	C

Figura 9: Diferencia de pérdida de peso del tomate entre bioinsumos y índice de cosecha por color (B*C) a los 12 días.



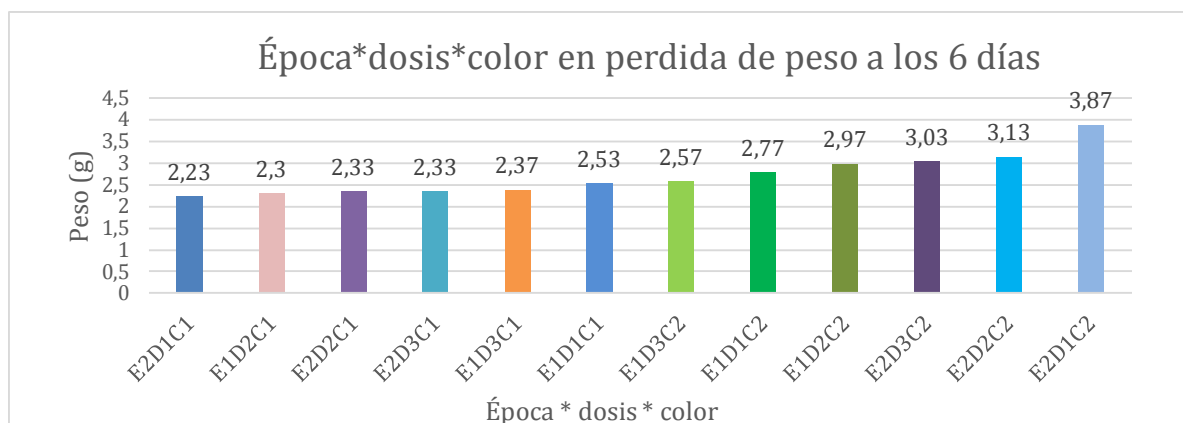
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

En la Prueba de Tukey al 5% para época de aplicación con dosis con índice de cosecha por color en la variable pérdida de peso a los 6 días, se ubica en primer lugar el E2D1C1 (poscosecha*0g*10% rojo) con menor pérdida de peso con una media de 2,3 % y en último lugar el tratamiento E2D1C2 (poscosecha*0g*10-30% rojo) con una media de 3,87%. (Tabla 21)

Tabla 21. Test de Tukey (5%) para época de aplicación con dosis con índice de cosecha por color (E*D*C) en la variable pérdida de peso de tomate a los 6 días.

Día 6		
E*D*C	Medias (%)	Rango
E2D1C1	2,23	A
E1D2C1	2,3	A B
E2D2C1	2,33	A B
E2D3C1	2,33	A B
E1D3C1	2,37	A B
E1D1C1	2,53	A B
E1D3C2	2,57	A B
E1D1C2	2,77	A B
E1D2C2	2,97	A B
E2D3C2	3,03	A B C
E2D2C2	3,13	B C
E2D1C2	3,87	C

Figura 10: Diferencia de pérdida de peso del tomate para época de aplicación con dosis y índice de cosecha por color (E*D*C) a los 6 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

12.2. Variables fisiopatías y enfermedades

Según el análisis de varianza para la variable fisiopatías y enfermedades se observa diferencias significativas a los 14 días para época de aplicación, bioinsumo y dosis lo que significa que influyen en la presencia de fisiopatías y enfermedades con un promedio de (10,28%) por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, las demás fuentes de variación no tuvieron significancia y se obtuvo un coeficiente de variación de 95,04%. Cabe mencionar que a los 2 ,4 ,6 ,8 ,10 y 12 días no existió diferencia significativa debido a que no existía presencia de fisiopatías y enfermedades por lo que no se pueden marcar diferencias de ningún tipo.

Tabla 22. ANOVA para la fisiopatías y enfermedades de tomate a los 14 días.

F.V.	Días 14			F	p-valor	sig.
	gl	SC	CM			
Repetición	2	144,44	72,22	0,76	0,4748	ns
Factor E (Época de aplicación)	1	938,89	938,89	9,84	0,003	*
Factor B (Bioinsumo)	1	450	450	4,72	0,0351	*
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	3411,11	1705,56	17,88	<0,0001	*
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	272,22	272,22	2,85	0,098	ns
Época*Bioinsumo (E*B)	1	138,89	138,89	1,46	0,2338	ns
Época*Dosis (E*D)	2	477,78	238,89	2,5	0,0929	ns
Época*Color (E*C)	1	50	50	0,52	0,4728	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	300	150	1,57	0,2185	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	50	50	0,52	0,4728	ns
Dosis*Color (D*C)	2	344,44	172,22	1,81	0,1759	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	77,78	38,89	0,41	0,6676	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	50	50	0,52	0,4728	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	33,33	16,67	0,17	0,8403	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	33,33	16,67	0,17	0,8403	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	33,33	16,67	0,17	0,8403	ns
Error	46	4388,89	95,41			

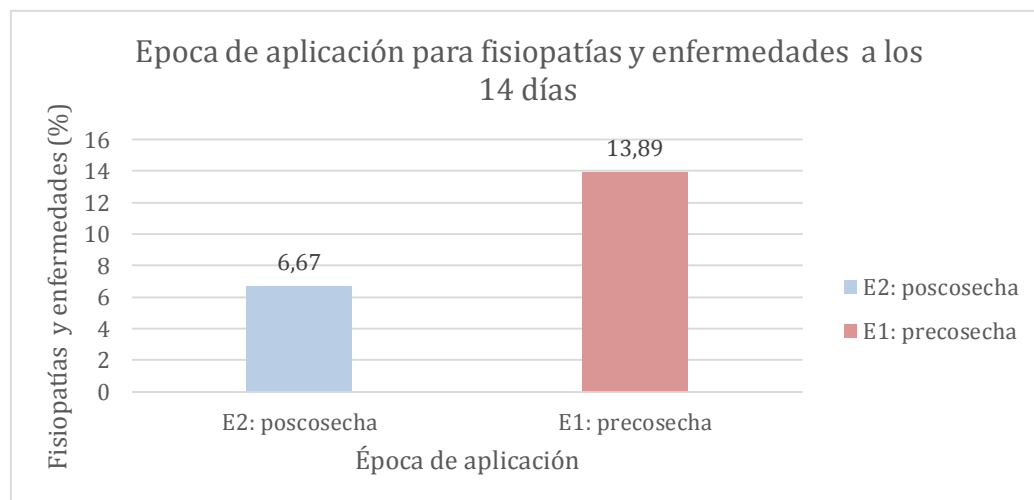
Total	71	11194,44
CV %		95,04
PROMEDIO	0	10,28

En la Prueba de Tukey al 5% para época de aplicación (E) en la variable fisiopatías y enfermedades a los 14 días, se presentan dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubica época 2 (poscosecha) con menor porcentaje de fisiopatías y enfermedades en el tomate con 6.67%, mientras que en el rango “B” se presentó época 1 (precosecha) con mayor porcentaje con 13,89% de fisiopatías y enfermedades. (Tabla 23)

Tabla 23. Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época	Medias	Rangos
E2: poscosecha	6,67	A
E1: precosecha	13,89	B

Figura 11: Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para época de aplicación (E) a los 14 días.



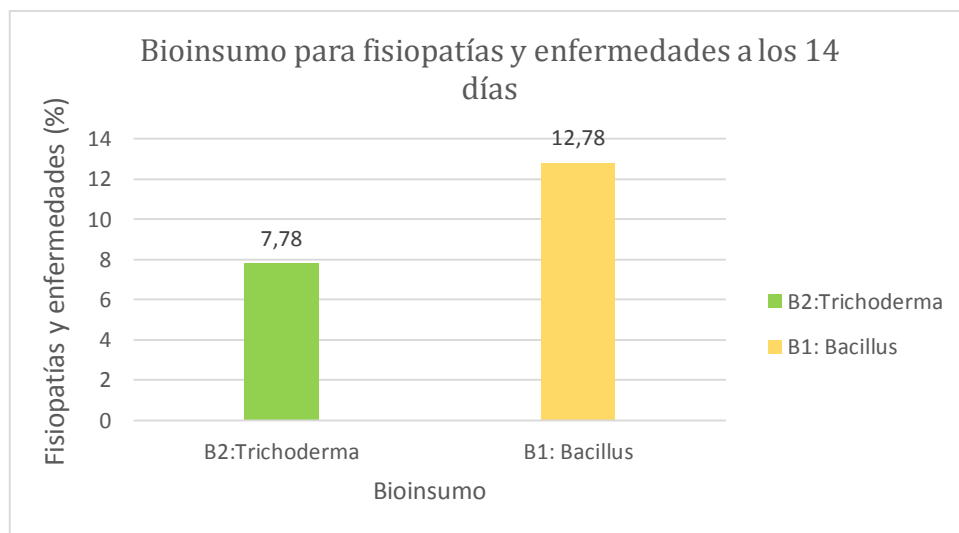
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Con la Prueba de Tukey al 5% para bioinsumo (B) en la variable fisiopatías y enfermedades a los 14 días se determinaron dos rangos de significación. En el rango “A” se ubicó el Bioinsumo 2 (*Trichoderma spp*) con 7,78 % de fisiopatías y enfermedades; mientras que en el rango “B” se ubicó el Bioinsumo 1 (*Bacillus subtilis*) con mayor fisiopatías y enfermedades 12,78 %. (Tabla 24) Estos resultados se ratifican por (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014) quien menciona que el *Trichoderma* es un hongo benéfico, que actúa sobre el hongo patógeno inhibiendo su crecimiento, esto pues se debe a la reducción en la esporulación y colonización del moho, que lo va cubriendo y suprimiendo su modo de infección.

Tabla 24. Test de Tukey (5%) para bioinsumo (B) en fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.

Día 14		
Bioinsumo	Medias (%)	Rangos
B2:Trichoderma	7,78	A
B1: Bacillus	12,78	B

Figura 12: Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para bioinsumo (B) a los 14 días.



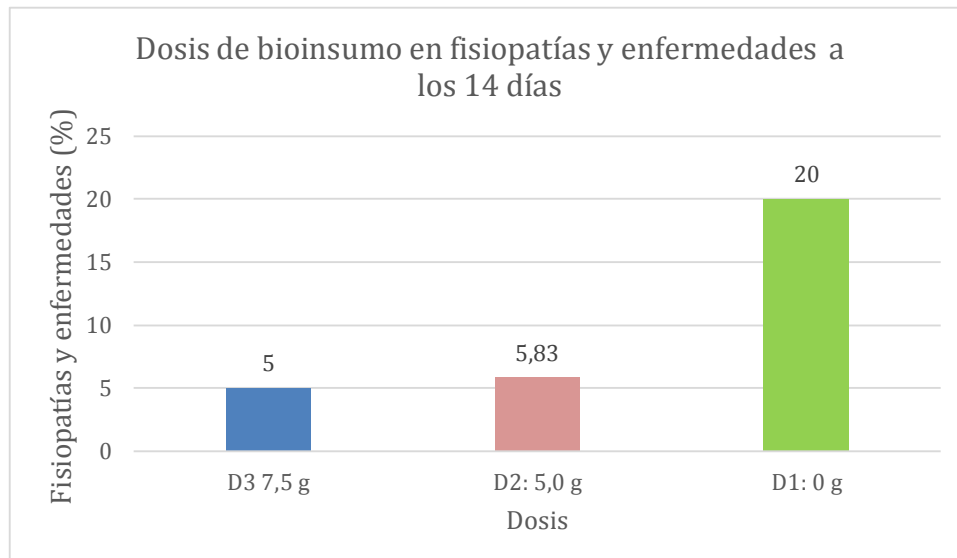
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Según la Prueba de Tukey al 5% para dosis de bioinsumo (D) en la variable porcentaje de fisiopatías y enfermedades a los 14 días, se determinaron dos rangos de significación, en el primer rango se ubican la dosis 3 (7,5 g) y dosis 2 (5,0 g) con medias de 5 y 5,83 % en comparación con la dosis 1 (testigo 0 g) que presenta una alta incidencia de fisiopatías y enfermedades con una media de 20%. Esto quiere decir que el bioinsumos surgió efecto según lo mencionado por (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014) (tabla 25).

Tabla 25. Test de Tukey (5%) para dosis de bioinsumo (D) en fisiopatías y enfermedades en tomate en el día 14 de llevado al laboratorio.

Día 14		
Dosis	Medias (%)	Rangos
D3: 7,5 g	5	A
D2: 5,0 g	5,83	A
D1: 0 g	20	B

Figura 13. Diferencia de fisiopatías y enfermedades en tomate para dosis de bioinsumo (D) a los 14 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

12.3. Variable firmeza

En la Tabla 26, se muestra el análisis de varianza para la variable firmeza de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio. Se puede evidenciar que a los 2, 5 y 8 días hubo un efecto solamente del factor índice de cosecha por color (C) sobre la firmeza del tomate lo que nos indica que el índice de cosecha si influye en la dureza de la pulpa.

En el día 11 presenta diferencias significativas para factor color (C) y la interacción época de aplicación por índice de cosecha por color (E*C). A los 14 días presenta diferencias significativas para todos los factores y interacciones lo que nos indica que el índice de cosecha, los bioinsumos, las dosis y la época de aplicación si influye en la presión de la pulpa del tomate por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

El coeficiente de variación fue de 6,51 a los 2 días; 8,62 a los 5 días y 10,36 % a los 8 días , 7,51% a los 11 días y 2,91% a los 14 días. Los promedios fueron 3,33; 2,63; 2,10; 2,06 y 2,03 kg/cm², respectivamente, lo que indica que hubo un deceso de la firmeza.

Tabla 26. ANOVA para la variable firmeza del tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.

F.V.	gl	Día 2		Día 5		Día 8		Día 11		Día 14	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	0,9288	ns	0,2873	ns	0,2266	ns	0,2819	ns	0,3757	ns
Factor E (Época de aplicación)	1	0,7869	ns	0,7962	ns	0,7882	ns	0,0635	ns	0,0002	*
Factor B (Bioinsumo)	1	0,7869	ns	0,7962	ns	0,7882	ns	0,7054	ns	0,0002	*
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	0,9288	ns	0,2873	ns	0,8041	ns	0,6506	ns	0,0022	*
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	<0,0001	*	0,0064	*	0,0047	*	0,0107	*	0,0002	*
Época*Bioinsumo (E*B)	1	0,7869	ns	0,4399	ns	0,4217	ns	0,7054	ns	0,0002	*
Época*Dosis (E*D)	2	0,9288	ns	0,6267	ns	0,9297	ns	0,3712	ns	0,0022	*
Época*Color (E*C)	1	0,7869	ns	0,7962	ns	0,7882	ns	0,0107	*	0,0002	*
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	0,9288	ns	0,6267	ns	0,9297	ns	0,1641	ns	0,0022	*
Bioinsumo*Color (B*C)	1	0,7869	ns	0,7962	ns	0,7882	ns	0,2598	ns	0,0002	*
Dosis*Color (D*C)	2	0,9288	ns	0,4229	ns	0,6032	ns	0,1641	ns	0,0022	*
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	0,9288	ns	0,8175	ns	0,8041	ns	0,8657	ns	0,0022	*
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	0,7869	ns	0,4399	ns	0,7882	ns	0,7054	ns	0,0002	*
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	0,9288	ns	0,9349	ns	0,9297	ns	0,8657	ns	0,0022	*
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	0,9288	ns	0,9349	ns	0,9297	ns	0,6506	ns	0,0022	*
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	0,9288	ns	0,253	ns	0,6032	ns	0,3712	ns	0,0022	*
Error	46										
Total	71										
CV %		6,51		8,62		10,36		7,51		2,91	
PROMEDIO		3,33		2,63		2,10		2,06		2,03	

• Nota: ns = no significativo

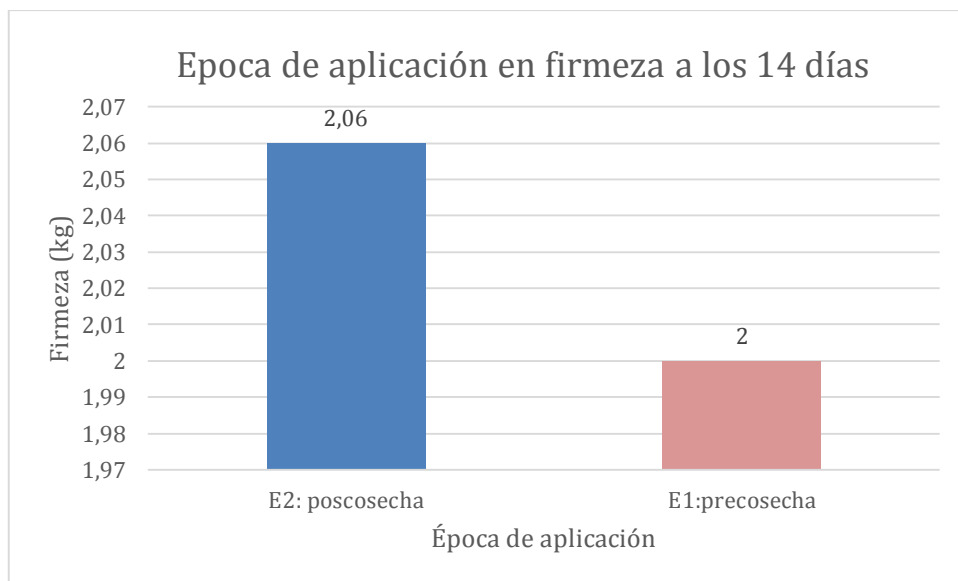
* = diferencias significativas al 5%

Con la Prueba de Tukey al 5% para época de aplicación en la variable firmeza a los 14 días, se determinaron dos rangos de significación. La mayor firmeza fue para época 2 (poscosecha) con una media de 2,06 kg; mientras que época 1 (precosecha) presento menor firmeza con una media de 2 kg. (tabla 27)

Tabla 27. Test de Tukey (5%) para época de aplicación (E) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época	Medias (kg)	Rangos
E2: poscosecha	2,06	A
E1:precosecha	2	B

Figura 14: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación (E) a los 14 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

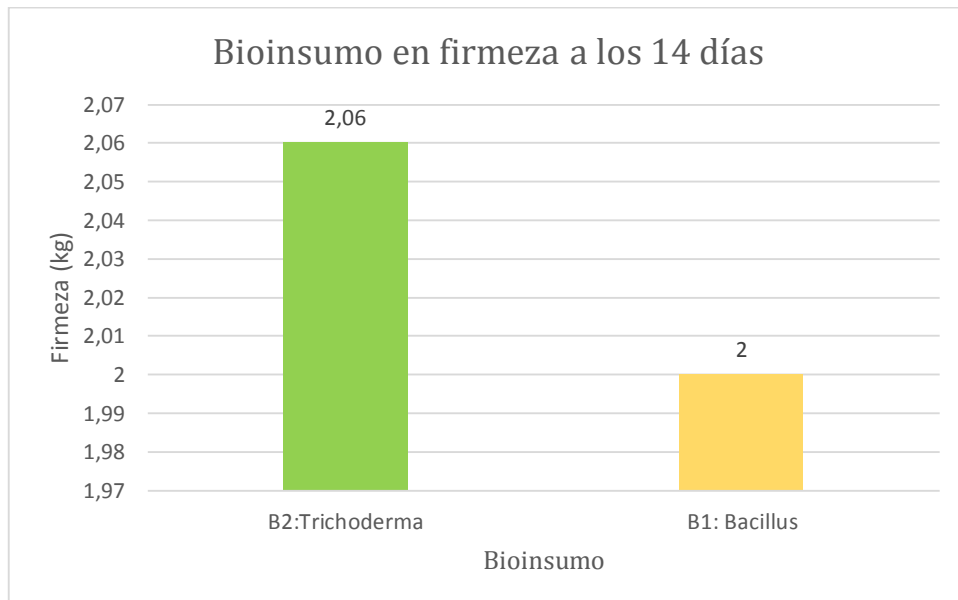
Aplicado la Prueba de Tukey al 5% para bioinsumo (B) en la variable firmeza a los 14 días, se determinaron dos rangos de significación. El Bioinsumo 2 (*Trichoderma spp*) presento mayor firmeza con una media de 2,06 kg; mientras que la menor firmeza fue para el Bioinsumo 1(*Bacillus subtilis*) con una media de 2 kg.

Según (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014) *B. cinerea* en presencia de luz incrementa la emisión de etileno, lo que a su vez activaría procesos de degradación de pared celular, disminuyendo la firmeza, por lo cual la aplicación de *Trichoderma sp.* adquiere mayor relevancia ya que inhibe aparición de hongos conservando así la firmeza.

Tabla 28. Test de Tukey (5%) para bioinsumo (B) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Bioinsumo	Medias (kg)	Rangos
B2:Trichoderma	2,06	A
B1: Bacillus	2	B

Figura 15: Diferencia de firmeza del tomate en bioinsumos (B) a los 14 días.



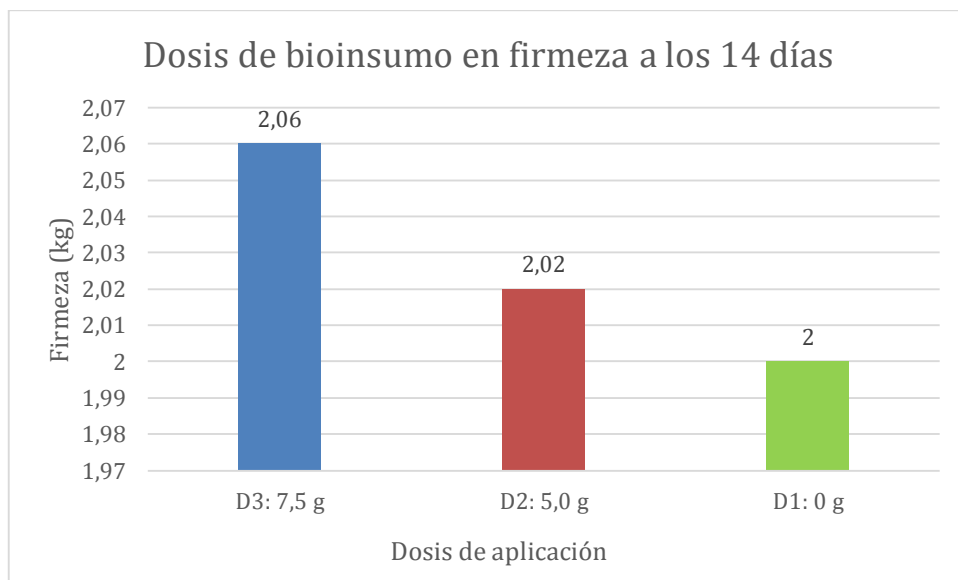
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Según la Prueba de Tukey al 5% para dosis de aplicación (D) en la variable firmeza a los 14 días, se determinaron dos rangos de significación, en el rango “A” se ubican la dosis 3 (7,5 g) con medias de 2,06 kg mientras que en el rango “B” se ubican las dosis 2 (5,0 g) y dosis 1 (testigo 0 g) con menor firmeza con medias de 2,02 y 2 kg, Lo que indica que las dosis de bioinsumos influyen en la firmeza del fruto tal como lo menciona Merchán, Ferrucho, & Alvarez, (2014).

Tabla 29. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación (D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Dosis	Medias (kg)	Rangos
D3: 7,5 g	2,06	A
D2: 5,0 g	2,02	B
D1: 0 g	2	B

Figura 16: Diferencia de firmeza del tomate en dosis de aplicación (D) a los 14 días.



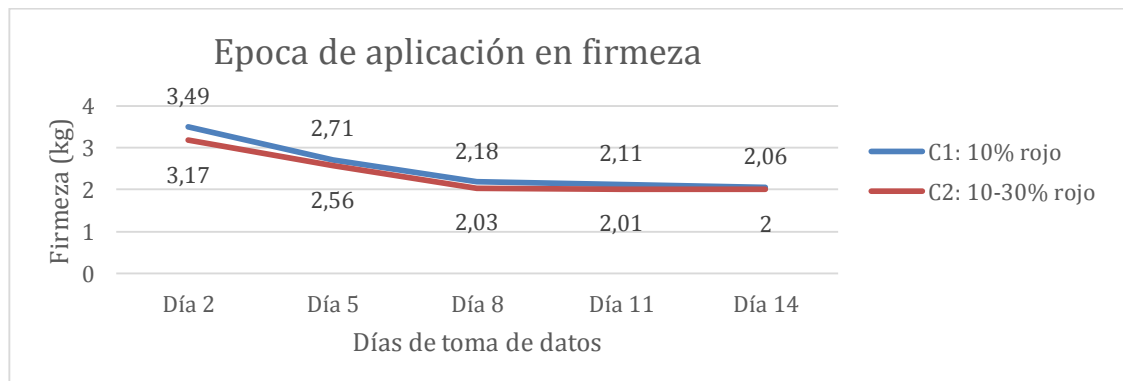
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Acorde a la prueba de Tukey a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio, el color 1 (10% rojo) presento mayor firmeza del tomate con medias de 3,49; 2,71; 2,18; 2,11 y 2,06 kg respectivamente mientras que el color 2 (10-30% rojo) presento menor firmeza del tomate con medias de 3,17; 2,56 ; 2,03 ; 2,01 y 2 kg (Tabla 30). Esto resultados concuerdan con el estudio realizado por Cando Chusín (2015) donde C1 (verde pintón), presento mayor dureza con 2,41 libras de presión, siendo muy superior al índice C2 (Rojo), que apenas obtuvo un promedio de 0,95 libras de fuerza, lo que da a entender que el tomate está llegando al punto de madurez máxima y esta al inicio de la descomposición de sus tejidos. Según Casierra Posada & Aguilar Avendaño (2008) los frutos de tomate cosechados en los grados tempranos de maduración presentan mayor grado de firmeza, debido a que la actividad enzimática que desnaturaliza los compuestos que les confieren rigidez a los frutos es menor que en aquellos frutos cosechados en estados tardíos de desarrollo.

Tabla 30. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color (C) en la variable firmeza a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.

Color	Día 2		Día 5		Día 8		Día 11		Día 14	
	Medias (kg)	Rangos	Medias (kg)	Rangos	Medias (kg)	Rangos	Medias (kg)	Rangos	Medias (kg)	Rangos
C1: 10% rojo	3,49	A	2,71	A	2,18	A	2,11	A	2,06	A
C2: 10-30% rojo	3,17	B	2,56	B	2,03	B	2,01	B	2	B

Figura 17 Diferencia de firmeza del tomate en índice de cosecha por color (C).



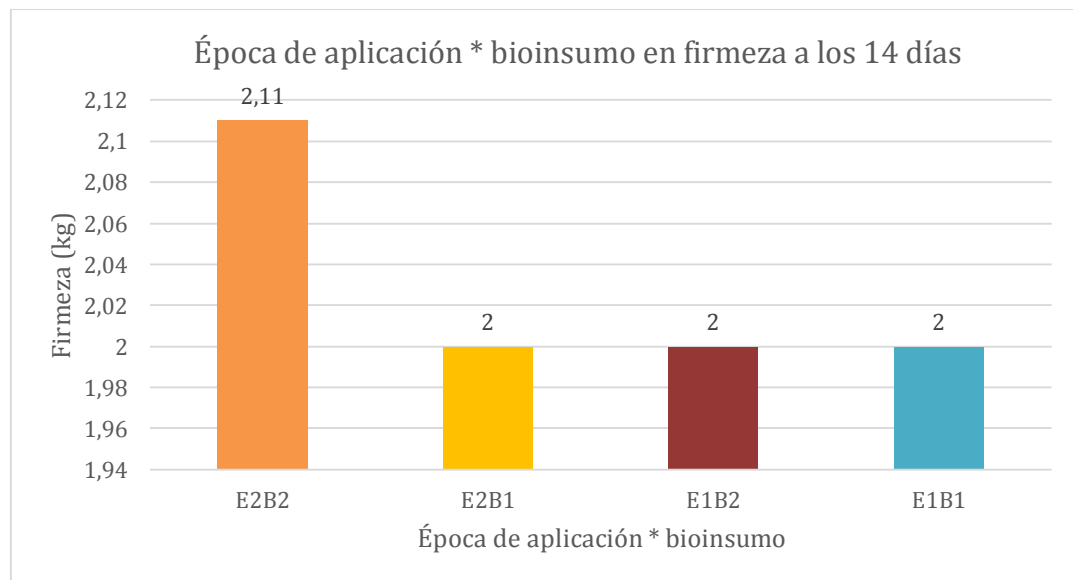
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Realizada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en donde la interacción E2B2 (Poscosecha*Trichoderma) registro mayor firmeza en el tomate en el día 14 con una media de 2,11 kg ubicándose en el rango “A” mientras que las demás interacciones se ubicaron en el rango “B” (Tabla 31). Estos resultados se verían influenciado por lo mencionado anteriormente por (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014)

Tabla 31. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos (E*B) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época* Bioinsumos	Medias (kg)	Rangos
E2B2	2,11	A
E2B1	2	B
E1B2	2	B
E1B1	2	B

Figura 18: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos (E*B) a los 14 días.



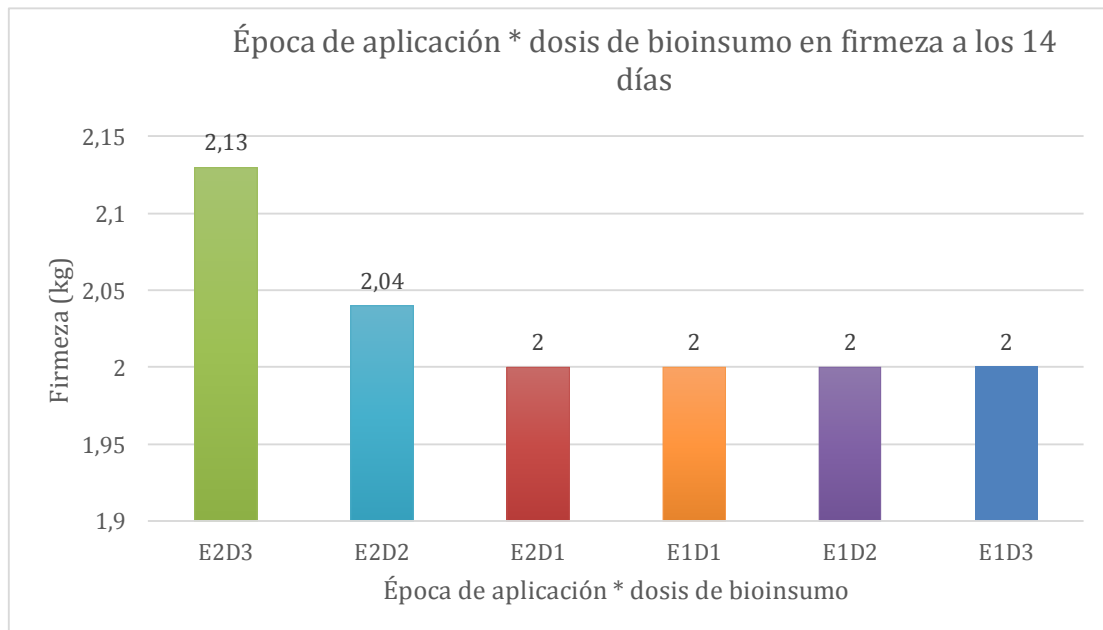
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Obtenida la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en donde la interacción E2D3 (Poscosecha*7,5g) registro mayor firmeza en el tomate en el día 14 con una media de 2,13 kg ubicándose en el rango “A” mientras que las demás interacciones se ubicaron en el rango “B”. (Tabla 32). Estos resultados se verían influenciado por lo mencionado anteriormente por (Merchán, Ferrucho, & Alvarez, 2014)

Tabla 32. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis (E*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época *dosis	Medias (kg)	Rangos
E2D3	2,13	A
E2D2	2,04	B
E2D1	2	B
E1D1	2	B
E1D2	2	B
E1D3	2	B

Figura 19: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación*dosis (E*D) a los 14 días.



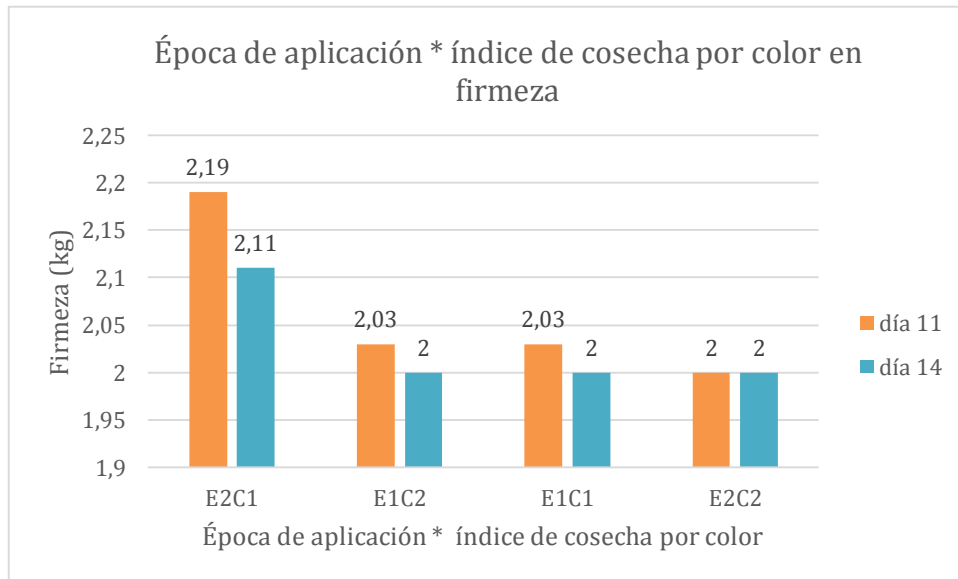
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Obtenida la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en donde la interacción E2C1 (Poscosecha*10 % rojo) se ubicó en el rango “A” con mayor firmeza en el tomate en el día 11 y 14 con medias de 2,19 y 2,11 kg mientras que las demás interacciones se ubicaron en el rango “B”. (Tabla 33) . Estos resultados se verían influenciado por lo mencionado anteriormente por (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008).

Tabla 33. Test de Tukey (5%) para época de aplicación con índice de cosecha por color (E*C) en la variable firmeza a los 11 y 14 días de llevado al laboratorio.

Época * color	Dia 11		Dia 14	
	Medias (kg)	Rangos	Medias (kg)	Rangos
E2C1	2,19	A	2,11	A
E1C2	2,03	B	2	B
E1C1	2,03	B	2	B
E2C2	2	B	2	B

Figura 20: Diferencia de firmeza del tomate en época de aplicación con índice de cosecha por color (E*D) a los 11 y 14 días.



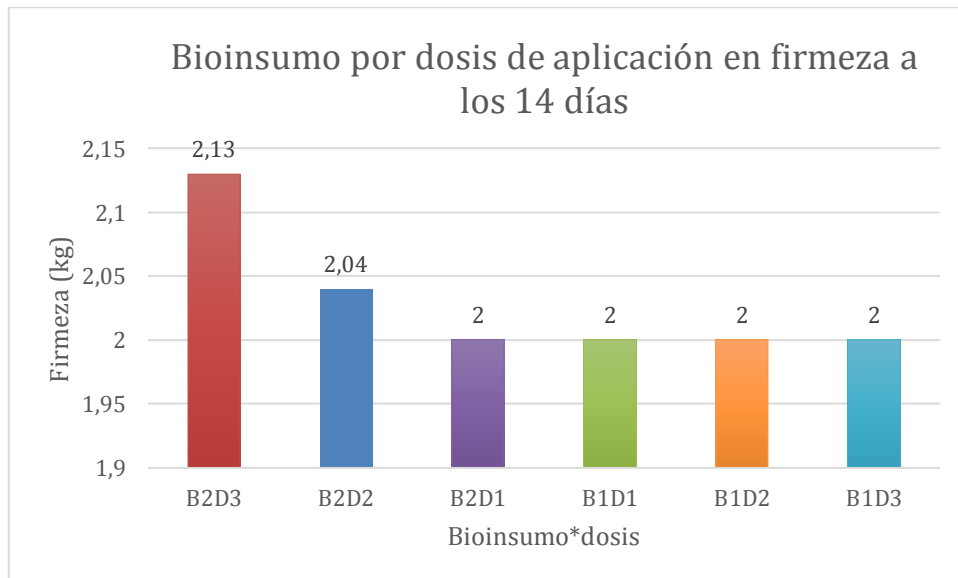
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Obtenida la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en donde la interacción B2D3 (Trichoderma*7,5 g) se ubicó en el rango “A” con mayor firmeza en el tomate en el día 14 con media de 2,13 kg el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”. (Tabla 34)

Tabla 34. Test de Tukey (5%) para bioinsumos por dosis de aplicación (B*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Bioinsumos*dosis	Medias (kg)	Rangos
B2D3	2,13	A
B2D2	2,04	B
B2D1	2	B
B1D1	2	B
B1D2	2	B
B1D3	2	B

Figura 21: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos por dosis (B*D) a los 14 días.



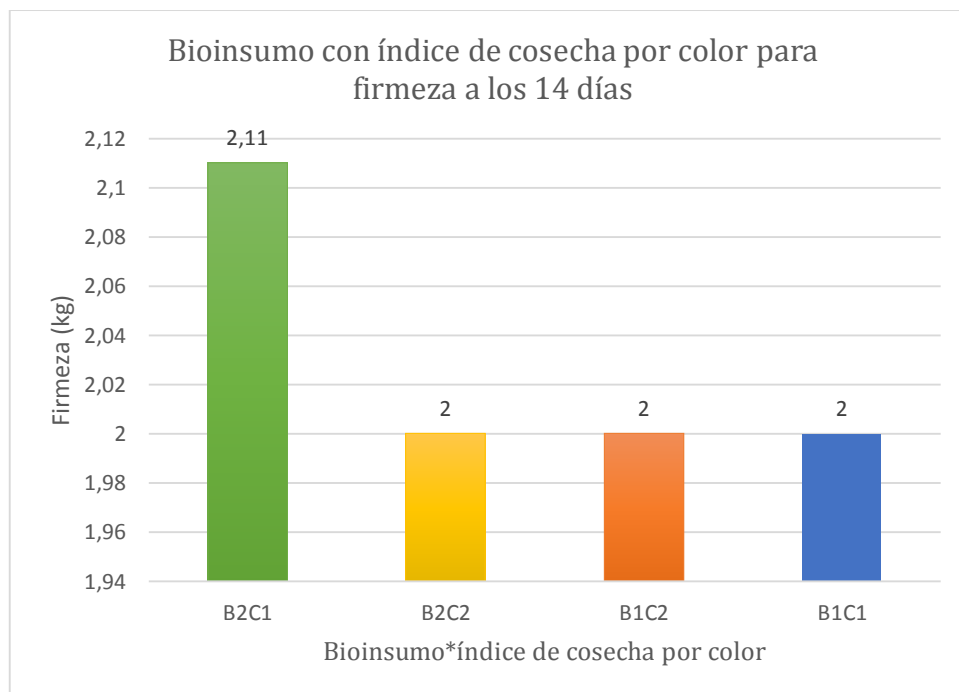
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Realizada la Prueba de Tukey al 5% se observa que la interacción B2C1 (Trichoderma*10 % rojo) se ubicó en el rango “A” con mayor firmeza en el tomate en el día 14 con media de 2,11 kg el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 35. Test de Tukey (5%) para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Bioinsumos*color	Medias (kg)	Rangos
B2C1	2,11	A
B2C2	2	B
B1C2	2	B
B1C1	2	B

Figura 22: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos con índice de cosecha por color (B*C) a los 14 días.



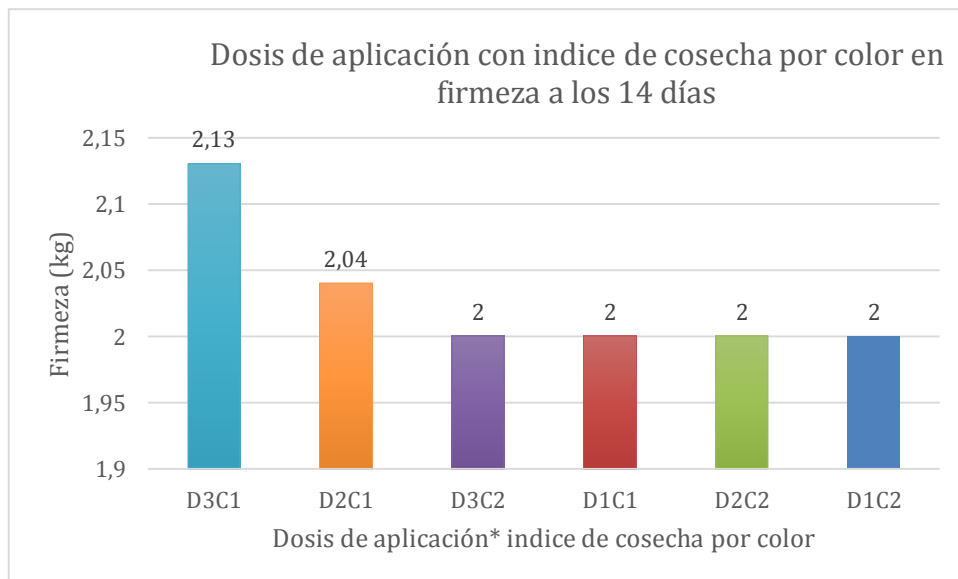
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción D3C1 (7,5g*10 % rojo) con mayor firmeza en el tomate en el día 14 con media de 2,13 kg el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 36. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación con índice de cosecha por color (D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Dosis*color	Medias (kg)	Rangos
D3C1	2,13	A
D2C1	2,04	B
D3C2	2	B
D1C1	2	B
D2C2	2	B
D1C2	2	B

Figura 23: Diferencia de firmeza del tomate para dosis bioinsumos con índice de cosecha por color (D*C) a los 14 días.



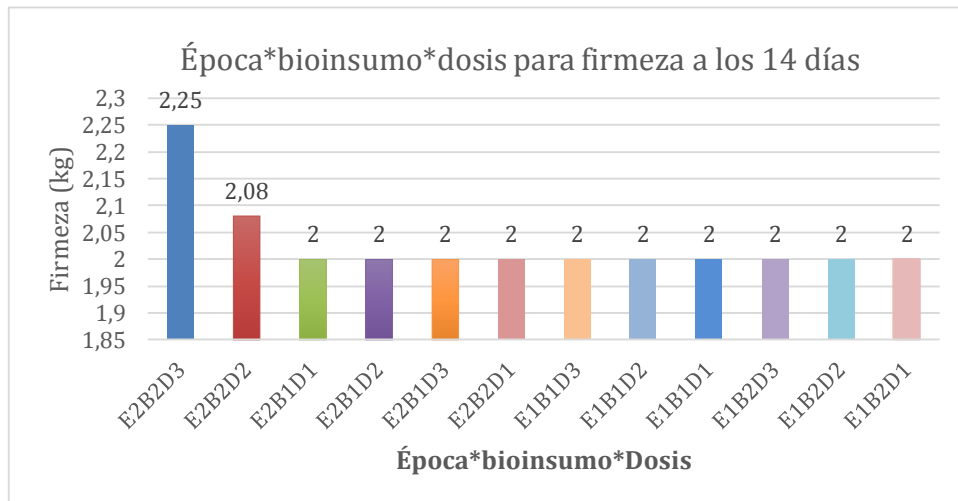
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2D3 (poscosecha* Trichoderma *7,5 g) con mayor firmeza en el tomate con 2,25 kg de dureza en el día 14 el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 37. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Época*Bioinsumo*Dosis	Medias (kg)	Rangos
E2B2D3	2,25	A
E2B2D2	2,08	B
E2B1D1	2	B
E2B1D2	2	B
E2B1D3	2	B
E2B2D1	2	B
E1B1D3	2	B
E1B1D2	2	B
E1B1D1	2	B
E1B2D3	2	B
E1B2D2	2	B
E1B2D1	2	B

Figura 24: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) a los 14 días.



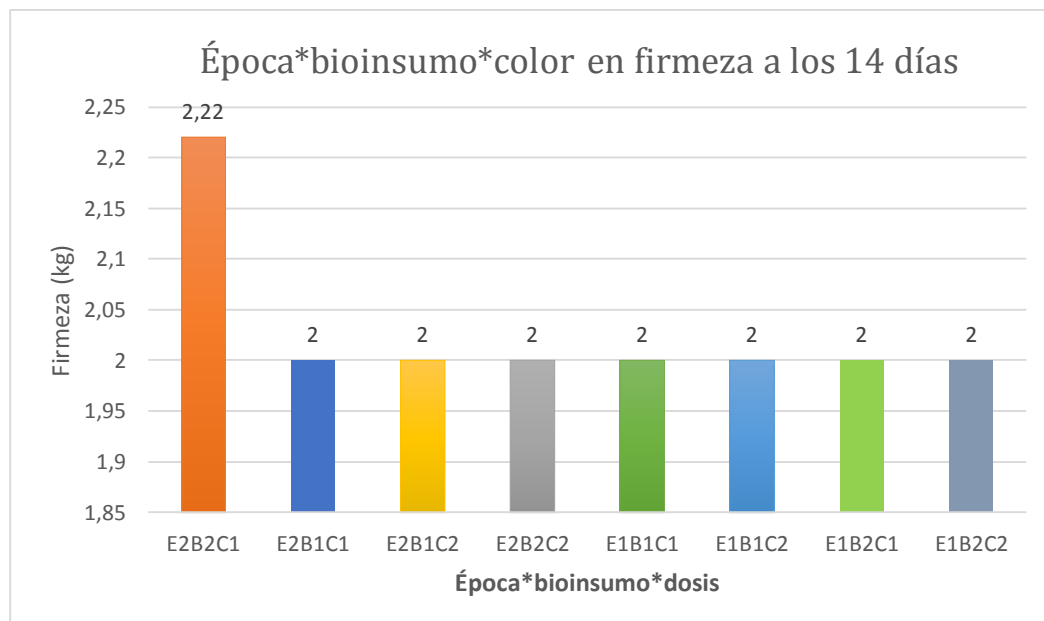
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2C1 (poscosecha* Trichoderma * 10% rojo) con mayor firmeza en el tomate en el día 14 con media de 2,22 kg el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 38. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por color (E*B*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Época*Bioinsumo*Color	Medias (kg)	Rangos
E2B2C1	2,22	A
E2B1C1	2	B
E2B1C2	2	B
E2B2C2	2	B
E1B1C1	2	B
E1B1C2	2	B
E1B2C1	2	B
E1B2C2	2	B

Figura 25: Diferencia de firmeza del tomate en época de aplicación por bioinsumos por índice de cosecha de color (E*B*C) a los 14 días.



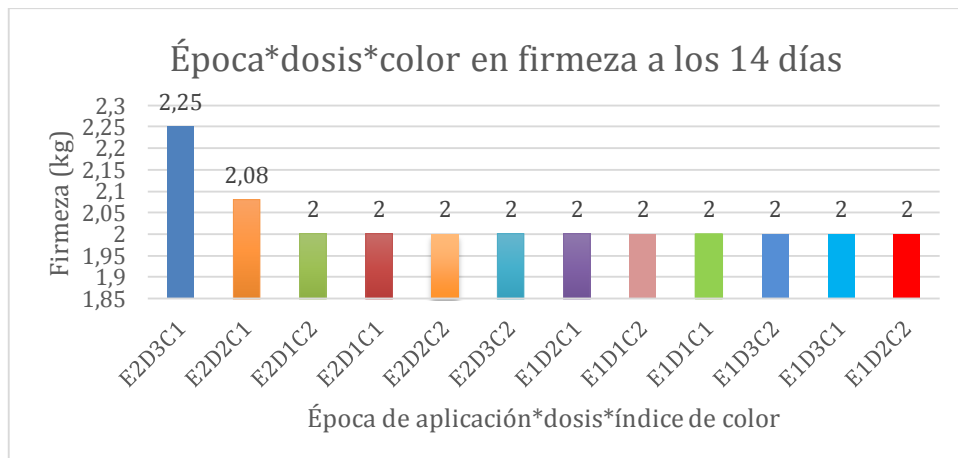
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2D3C1 (poscosecha* 7,5 g * 10% rojo) con mayor firmeza en el tomate en el día 14 con media de 2,25 kg el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”. (Tabla 39)

Tabla 39. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis por índice de cosecha de color (E*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Época*dosis*color	Medias (kg)	Rangos
E2D3C1	2,25	A
E2D2C1	2,08	B
E2D1C2	2	B
E2D1C1	2	B
E2D2C2	2	B
E2D3C2	2	B
E1D2C1	2	B
E1D1C2	2	B
E1D1C1	2	B
E1D3C2	2	B
E1D3C1	2	B
E1D2C2	2	B

Figura 26: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por dosis por índice de cosecha de color (E*D*C) a los 14 días.



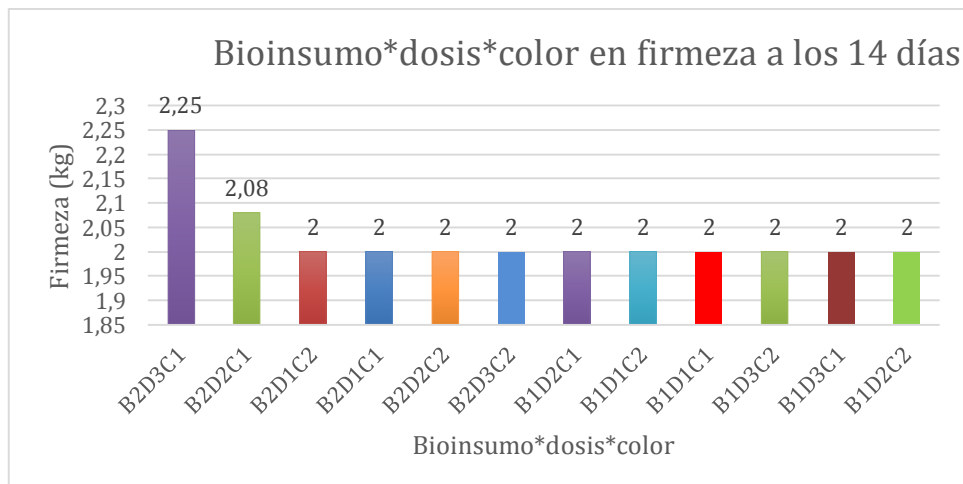
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción B2D3C1 (Trichoderma* 7,5 g * 10% rojo) con mayor firmeza con 2,25 kg tomate en el día 14, el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”. (Tabla 40)

Tabla 40. Test de Tukey (5%) para bioinsumos por dosis por índice de color (B*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Bioinsumo*dosis*color	Medias (kg)	Rangos
B2D3C1	2,25	A
B2D2C1	2,08	B
B2D1C2	2	B
B2D1C1	2	B
B2D2C2	2	B
B2D3C2	2	B
B1D2C1	2	B
B1D1C2	2	B
B1D1C1	2	B
B1D3C2	2	B
B1D3C1	2	B
B1D2C2	2	B

Figura 27: Diferencia de firmeza del tomate para bioinsumos por dosis por índice de color (B*D*C) a los 14 días.



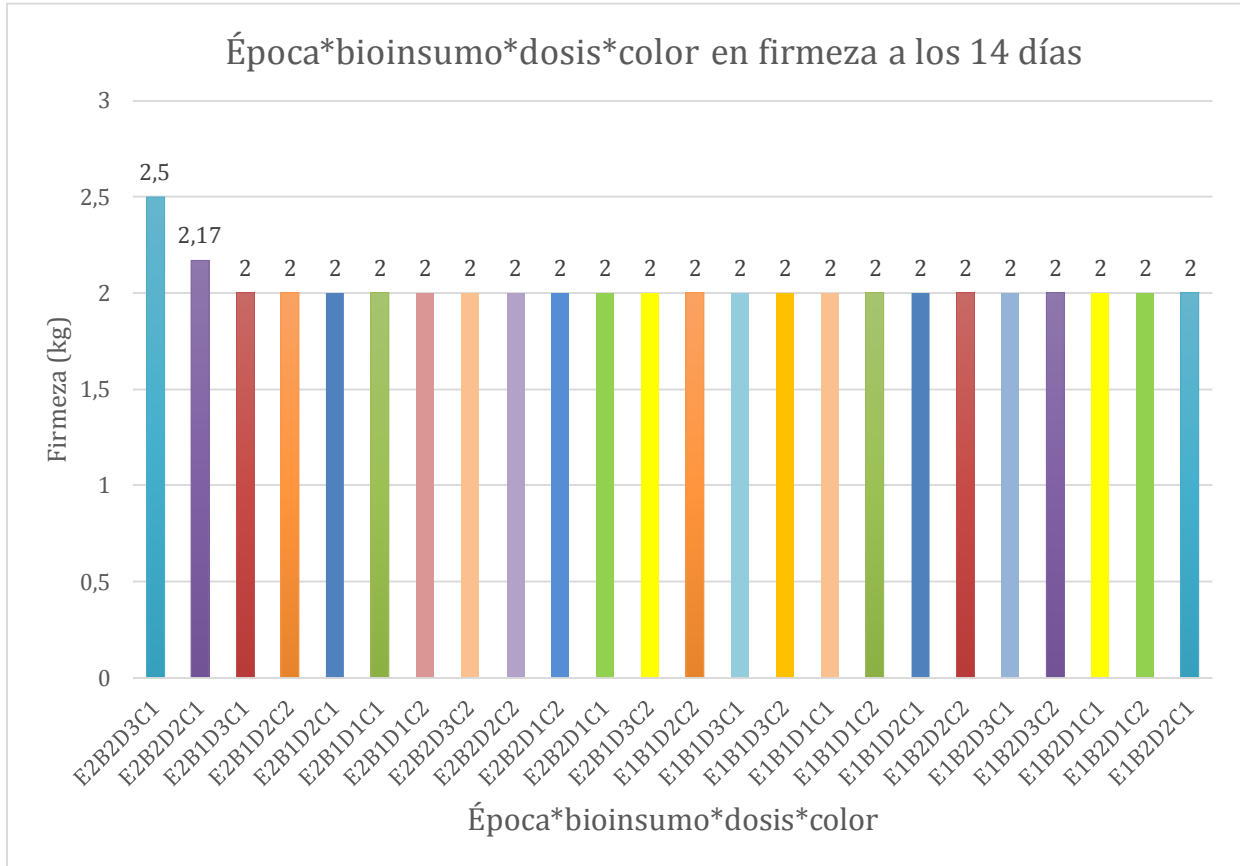
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2D3C1 (Poscosecha * Trichoderma * 7,5 g * 10% rojo) con mayor firmeza en el tomate con 2,5 kg en el día 14, el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 41. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis por índice de color (E*B*D*C) en la variable firmeza a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Época*bioinsumo*dosis*color	Medias (kg)	Rangos
E2B2D3C1	2,5	A
E2B2D2C1	2,17	B
E2B1D3C1	2	B
E2B1D2C2	2	B
E2B1D2C1	2	B
E2B1D1C1	2	B
E2B1D1C2	2	B
E2B2D3C2	2	B
E2B2D2C2	2	B
E2B2D1C2	2	B
E2B2D1C1	2	B
E2B1D3C2	2	B
E1B1D2C2	2	B
E1B1D3C1	2	B
E1B1D3C2	2	B
E1B1D1C1	2	B
E1B1D1C2	2	B
E1B1D2C1	2	B
E1B2D2C2	2	B
E1B2D3C1	2	B
E1B2D3C2	2	B
E1B2D1C1	2	B
E1B2D1C2	2	B
E1B2D2C1	2	B

Figura 28: Diferencia de firmeza del tomate para época de aplicación por bioinsumos por dosis por índice de color ($E*B*D*C$) a los 14 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

12.4. Variable pH

Tabla 42. ANOVA para la variable pH de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio

F.V.	gl	Día 2		Día 5		Día 8		Día 11		Día 14	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	0,5134	ns	0,7755	ns	0,2447	ns	0,1461	ns	0,2135	ns
Factor E (Época de aplicación)	1	0,906	ns	0,4899	ns	0,751	ns	0,8042	ns	0,7589	ns
Factor B (Bioinsumo)	1	0,7234	ns	0,6448	ns	0,0617	ns	0,1414	ns	0,0173	*
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	0,9586	ns	0,7755	ns	0,5893	ns	0,0807	ns	0,4209	ns
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	0,0025	*	0,0423	*	0,0061	*	0,3237	ns	0,0034	*
Época*Bioinsumo (E*B)	1	0,906	ns	0,8176	ns	0,1173	ns	0,0875	ns	0,3591	ns
Época*Dosis (E*D)	2	0,9062	ns	0,6973	ns	0,6195	ns	0,2126	ns	0,8468	ns
Época*Color (E*C)	1	0,4103	ns	0,6448	ns	0,5264	ns	0,8042	ns	0,3591	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	0,454	ns	0,522	ns	0,0695	ns	0,9545	ns	0,1259	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	0,7234	ns	0,252	ns	0,1173	ns	0,6203	ns	0,2231	ns
Dosis*Color (D*C)	2	0,3282	ns	0,3447	ns	0,9266	ns	0,8971	ns	0,7351	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	0,5971	ns	0,84	ns	0,3971	ns	0,2126	ns	0,6095	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	0,906	ns	>0,9999	ns	>0,9999	ns	0,2187	ns	0,7589	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	0,7049	ns	0,4464	ns	0,7198	ns	0,8971	ns	0,9311	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	0,5809	ns	0,2603	ns	0,3971	ns	0,0531	ns	0,3669	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	0,9062	ns	0,5951	ns	0,3781	ns	0,7456	ns	0,3201	ns
Error	46										
Total	71										
CV %		2,42		2,37		1,68		2,2		1,74	
PROMEDIO		4,09		4,26		4,38		4,3		4,38	

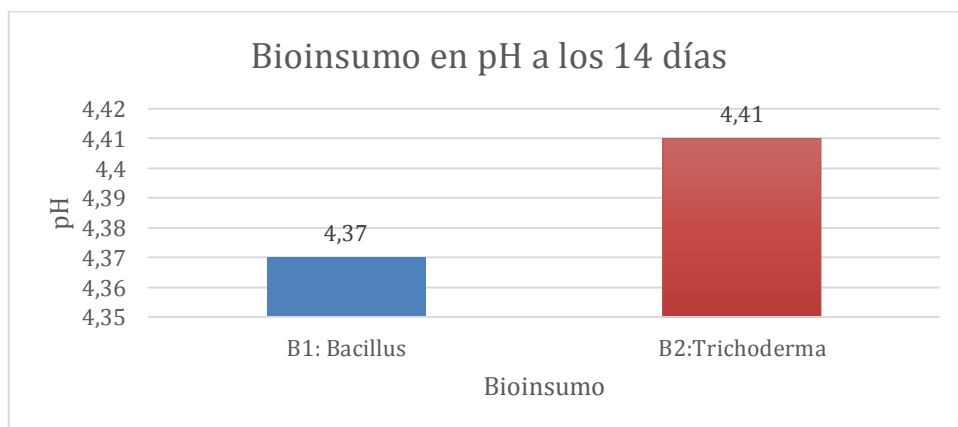
En la Tabla 42, se muestra los resultados generales del análisis de varianza para la variable pH de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días. Se puede evidenciar que en los días 2, 5 y 8 hubo un efecto solamente del factor índice de cosecha por color (C) sobre el pH con coeficientes de variación de 2,42 ; 2,37 y 1,68 % respectivamente. Finalmente, a los 14 días existió un efecto de los factores bioinsumos (B) y índice de cosecha por color (C) sobre el pH con un coeficiente de variación de 1,74 %. Lo que nos indica que el índice de cosecha y los bioinsumos si influye en pH del tomate por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Según la prueba de Tukey, se presentó dos rangos de significación. En el rango “A” se presentó el bioinsumo 1 (*Bacillus subtilis*) mostrando una menor pH con un promedio de 4,37, mientras que el bioinsumo 2 (*Trichoderma spp*) se ubicó en el rango “B” presentando mayor pH con promedio de 4,41. (Tabla 43)

Tabla 43. Test de Tukey (5%) para bioinsumos en la variable pH a los 14 días de llevado al laboratorio

Día 14		
Bioinsumos	Medias	Rangos
B1: Bacillus	4,37	A
B2:Trichoderma	4,41	B

Figura 29: Diferencia de pH del tomate para bioinsumos a los 14 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

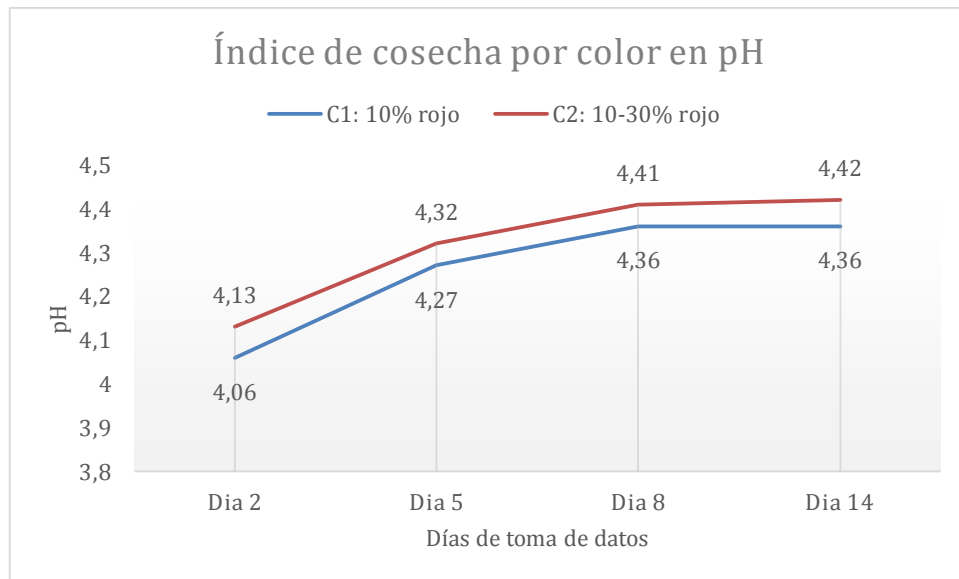
Acorde a la prueba de Tukey a los 2, 5, 8 y 14 días de llevado al laboratorio, el color 1 (10-30% rojo) se ubicó en el rango “A” debido a que obtuvo un menor pH con medias de 4,06; 4,27 ; 4,36 y 4,36 respectivamente, mientras que el color 2 (10-30% rojo) registró mayor pH con medias de 4,13 ; 4,32 ; 4,41 y 4,42 respectivamente (Tabla 44).

Este resultado concuerda con lo reportado por (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008) quienes encontraron que la variación del valor de pH determinada en el jugo de frutos cosechados en el grado 2 de maduración fue menor con 4,46 pH mientras que el grado 3 presento 4,58 de pH.

Tabla 44. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color en la variable pH a los 2, 5, 8 y 14 días de llevado al laboratorio

Color	Día 2		Día 5		Día 8		Día 14	
	Medias (pH)	Rangos	Medias (pH)	Rangos	Medias (pH)	Rangos	Medias (pH)	Rangos
C1: 10% rojo	4,06	A	4,27	A	4,36	A	4,36	A
C2: 10-30% rojo	4,13	B	4,32	B	4,41	B	4,42	B

Figura 30: Diferencia de pH del tomate para índice de cosecha por color a los 2, 5, 8 y 14 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

12.5. Variable sólidos solubles

En la Tabla 45, se muestra los resultados generales del análisis de varianza para la variable sólidos solubles de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio. Se puede evidenciar que a los 2 días hubo un efecto del factor índice de cosecha por color (C) y las interacciones dosis por índice de color (D*C) y época de aplicación por dosis por índice de color (E*D*C) con un coeficiente de variación de 7,73% y un promedio de 3,61 °Brix.

A los 5 días hubo un efecto de los bioinsumos (B), índice de cosecha por color (C) y la interacción época de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) con un coeficiente de variación de 6,57 % y un promedio de 4,08 °Brix.

A los 8 y 11 días se evidenció un efecto significativo de los factores época de aplicación por índice de color (E*C) con coeficientes de variación de 11,03 y 7,11% y promedios de 5,24 y 4,08 °Brix respectivamente.

Finalmente, a los 14 días se evidenció un efecto significativo para la interacción época de aplicación*bioinsumos (E*B) con un coeficiente de variación de 10,41 % y un promedio de 5,32 °Brix. Lo que nos indica que el índice de cosecha por color y los bioinsumos si influye en los sólidos solubles del tomate por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 45. ANOVA para la variable solidos solubles de tomate a los 2, 5, 8, 11 y 14 días de llevado al laboratorio.

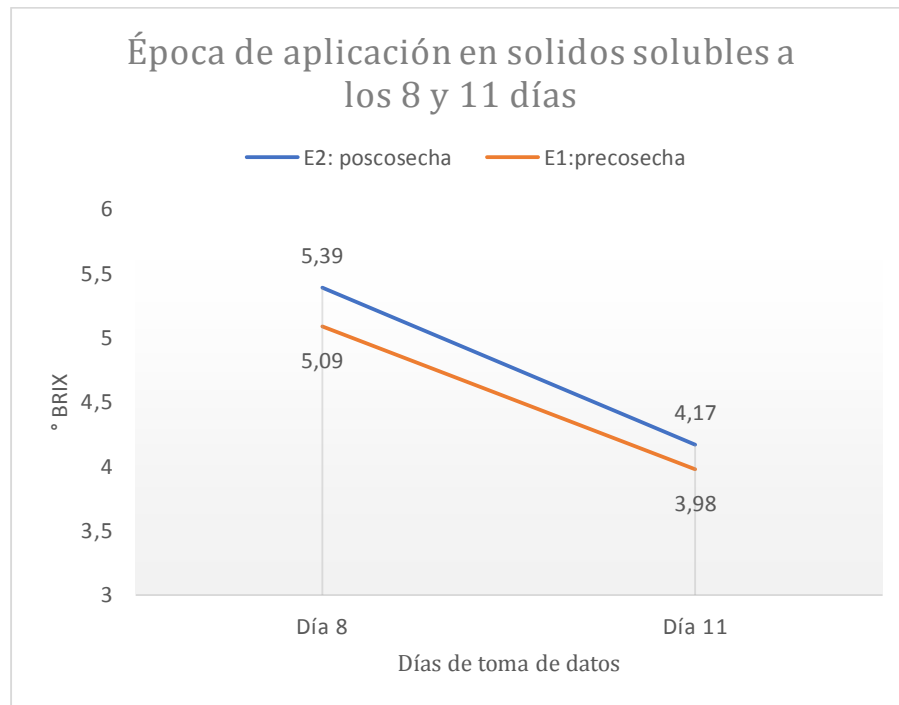
F.V.	gl	Día 2		Día 5		Día 8		Día 11		Día 14	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	0,8616	ns	0,0333	*	0,0194	*	0,0923	Ns	0,0132	*
Factor E (Época de aplicación)	1	0,1975	ns	0,3164	ns	0,0327	*	0,0091	*	0,8989	ns
Factor B (Bioinsumo)	1	0,4269	ns	0,0009	*	0,7765	Ns	0,0738	Ns	0,0875	ns
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	0,1717	ns	0,8197	ns	0,517	Ns	0,2055	Ns	0,6152	ns
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	<0,0001	*	<0,0001	*	0,0016	*	0,003	*	0,6417	ns
Época*Bioinsumo (E*B)	1	0,8998	ns	0,5698	ns	0,8393	Ns	0,1863	Ns	0,0173	*
Época*Dosis (E*D)	2	0,3018	ns	0,3002	ns	0,2992	Ns	0,364	Ns	0,0548	ns
Época*Color (E*C)	1	0,8998	ns	0,7593	ns	0,6853	Ns	0,278	Ns	0,1544	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	0,3409	ns	0,3232	ns	0,9161	Ns	0,249	Ns	0,7385	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	0,337	ns	0,7593	ns	0,9031	Ns	0,9034	Ns	0,2392	ns
Dosis*Color (D*C)	2	0,0325	*	0,2518	ns	0,8483	Ns	0,8035	Ns	0,8495	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	0,4817	ns	0,0416	*	0,2562	Ns	0,2086	Ns	0,2948	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	0,8998	ns	0,6304	ns	0,7765	Ns	0,6568	Ns	0,0875	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	0,0184	*	0,4433	ns	0,4637	Ns	0,3915	Ns	0,0737	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	0,348	ns	0,8388	ns	0,46	Ns	0,9852	Ns	0,986	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	0,9633	ns	0,9309	ns	0,7609	Ns	0,5495	Ns	0,2218	ns
Error	46										
Total	71										
CV %		7,73		6,57		11,03		7,11		10,41	
PROMEDIO		3,61		4,08		5,24		4,08		5,32	

Acorde con la Prueba de Tukey al 5% para época de aplicación en la variable sólidos solubles a los 8 y 11 días, se determinaron dos rangos de significación. La época 2 (poscosecha) influyó en una mayor cantidad de sólidos solubles con medias de 5,39 y 4,17 °brix, respecto a precosecha que presento menor contenido de sólidos solubles con una media de 5,09 y 3,98 °Brix. (tabla 46)

Tabla 46. Test de Tukey (5%) para época de aplicación en la variable sólidos solubles a los 8 y 11 días de llevado al laboratorio

Época	Día 8		Día 11	
	Medias (°Brix)	Rangos	Medias (°Brix)	Rangos
E2: poscosecha	5,39	A	4,17	A
E1: precosecha	5,09	B	3,98	B

Figura 31: Sólidos solubles del tomate para época de aplicación a los 8 y 11 días de evaluación.



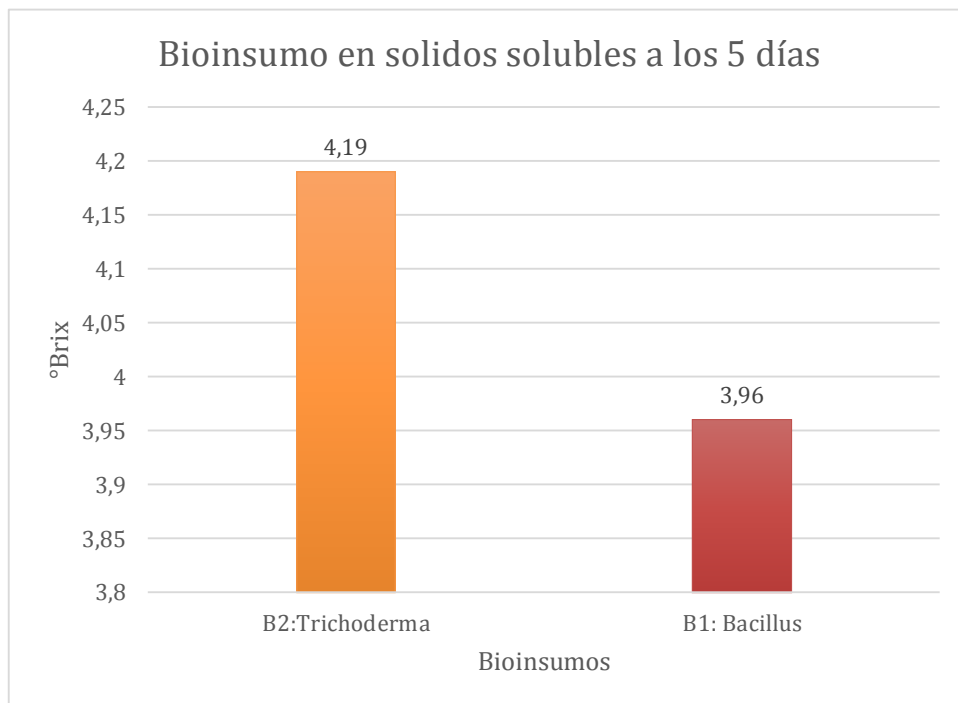
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Acorde con la Prueba de Tukey al 5% para bioinsumo en la variable solidos solubles a los 5 días, se determinaron dos rangos de significación. El bioinsumos 2 (Trichoderma) influyó en una mayor cantidad de sólidos solubles con medias de 4,19 °brix, respecto al Bacillus que presento menor contenido de solidos solubles con 3,96 °brix. (Tabla 47)

Tabla 47. Test de Tukey (5%) para bioinsumo en la variable solidos solubles a los 5 días de llevado al laboratorio

Día 5		
Bioinsumos	Medias (°brix)	Rangos
B2:Trichoderma	4,19	A
B1: Bacillus	3,96	B

Figura 32: Sólidos solubles del tomate para bioinsumo a los 5 días de evaluación.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

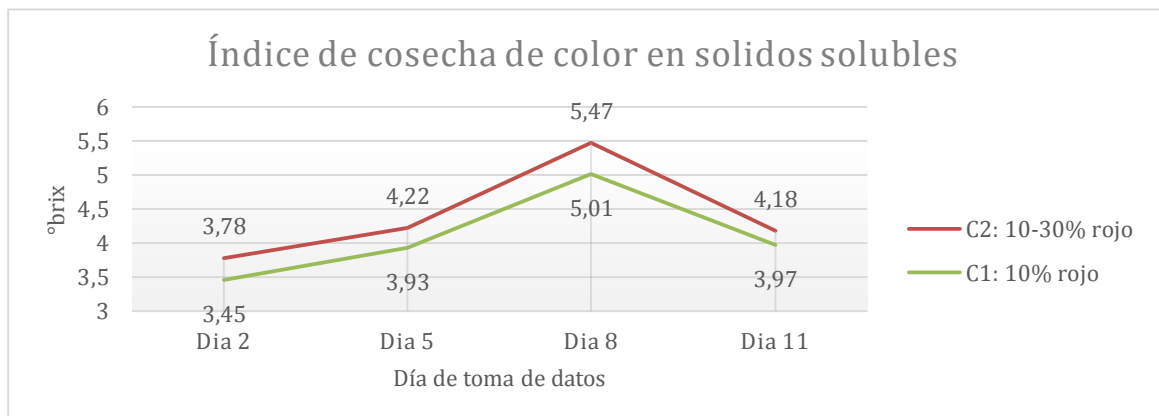
En la tabla 48, se observan dos rangos de significación para el índice de cosecha a los 2, 5, 8 y 11 días, donde el color 2 (10-30% rojo) se ubicó en el primer rango como el mejor índice con promedios de 3,78; 4,22; 5,47 y 4,18 °Brix, respectivamente, en cambio el color 1 (10% rojo), solo alcanzó promedios de 3,45; 3,93 ; 5,01 y 3,97 °Brix esto debido a que los sólidos solubles tienden a incrementarse conforme va madurando el fruto. Los resultados concuerdan con los registrados por (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008) quienes también encontraron que los niveles más bajos en sólidos solubles totales se presentaron en frutos de tomate cosechados en estados tempranos de desarrollo, en comparación con aquéllos que se habían tornado rojos.

Según (Galvis, 2022) los sólidos solubles presentan una disminución durante el período de desarrollo y luego un incremento que acompaña a la maduración, para luego volver a decrecer tal como se observa en la figura 33.

Tabla 48. Test de Tukey (5%) para índice de cosecha por color en la variable sólidos solubles a los 2, 5, 8 y 11 días de llevado al laboratorio

Color	Día 2		Día 5		Día 8		Día 11	
	Medias (°brix)	Rangos	Medias (°brix)	Rangos	Medias (°brix)	Rangos	Medias (°brix)	Rangos
C2: 10-30% rojo	3,78	A	4,22	A	5,47	A	4,18	A
C1: 10% rojo	3,45	B	3,93	B	5,01	B	3,97	B

Figura 33: Sólidos solubles del tomate para índice de cosecha por color a los 2, 5, 8 y 11 días.



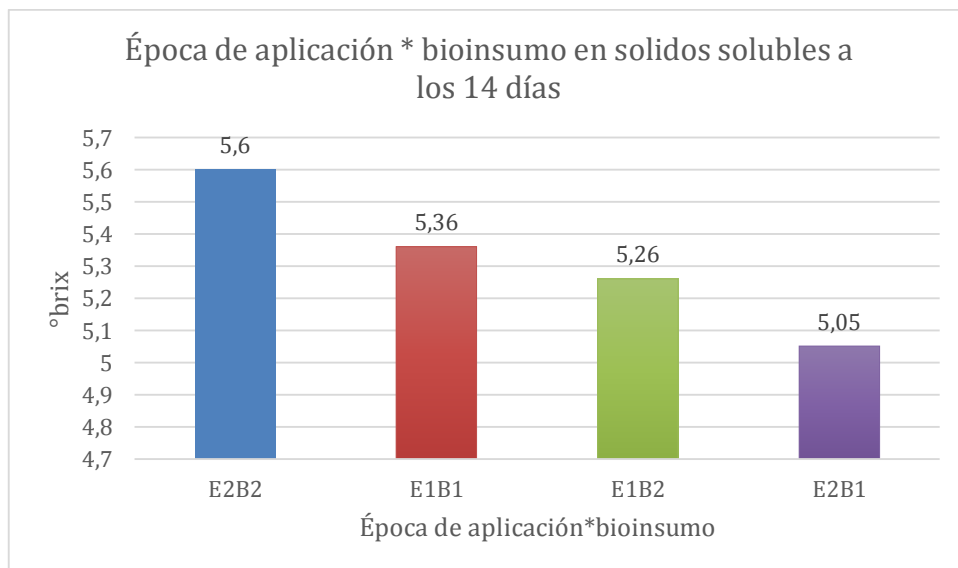
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa tres rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2 (poscosecha *trichoderma) con mayor contenido de solidos solubles en el tomate con media de 5,6 °Brix en el día 14, el resto de interacciones se ubicaron en el rango “AB” y “B” (Tabla 49).

Tabla 49. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumo (E*B) en la variable solidos solubles a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época*Bioinsumo	Medias (°brix)	Rangos
E2B2	5,6	A
E1B1	5,36	A B
E1B2	5,26	A B
E2B1	5,05	B

Figura 34: Sólidos solubles del tomate en época de aplicación por bioinsumos (E*B) a los 14 días.



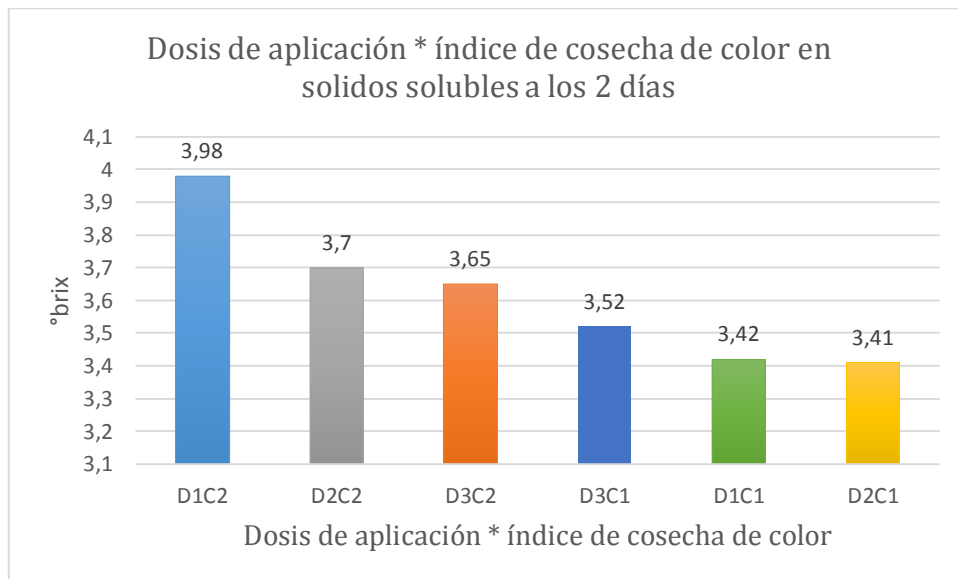
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Realizada la Prueba de Tukey al 5% se observa tres rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción D1C2 (Testigo 0g * 10-30% color) con mayor contenido de sólidos solubles en el tomate en el día 2 con media de 3,98 °Brix el resto de interacciones se ubicaron en el rango “AB” y “B”. Estos resultados se verían influenciado por lo mencionado anteriormente por (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008)

Tabla 50. Test de Tukey (5%) para dosis por índice de color en la variable sólidos solubles a los 2 días de llevado al laboratorio.

Día 2		
Dosis*Color	Medias (°brix)	Rangos
D1C2	3,98	A
D2C2	3,7	A B
D3C2	3,65	A B
D3C1	3,52	B
D1C1	3,42	B
D2C1	3,41	B

Figura 35: Sólidos solubles del tomate para dosis por índice de color a los 2 días de evaluación.



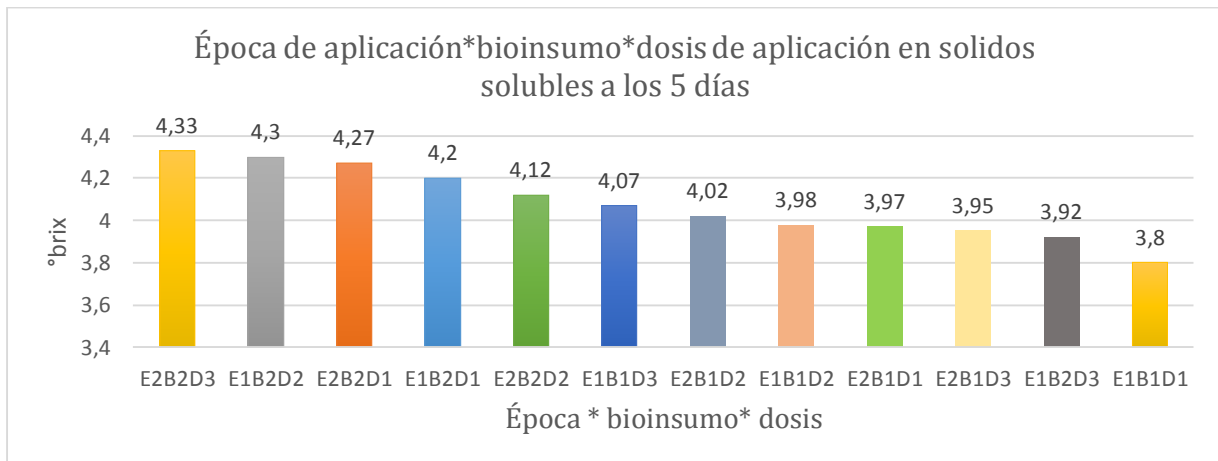
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa tres rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2D3 (poscosecha*trichoderma*7,5g) con mayor contenido de sólidos solubles en el tomate con media de 4,33 °Brix en el día 5, el resto de interacciones se ubicaron en el rango “AB” y “B”.

Tabla 51. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por bioinsumos por dosis en la variable sólidos solubles a los 5 días de llevado al laboratorio.

Día 5		
Época*bioinsumos*dosis	Medias (°brix)	Rangos
E2B2D3	4,33	A
E1B2D2	4,3	A B
E2B2D1	4,27	A B
E1B2D1	4,2	A B
E2B2D2	4,12	A B
E1B1D3	4,07	A B
E2B1D2	4,02	A B
E1B1D2	3,98	A B
E2B1D1	3,97	A B
E2B1D3	3,95	A B
E1B2D3	3,92	A B
E1B1D1	3,8	B

Figura 36: Sólidos solubles del tomate para época*bioinsumo*dosis a los 5 días de evaluación.



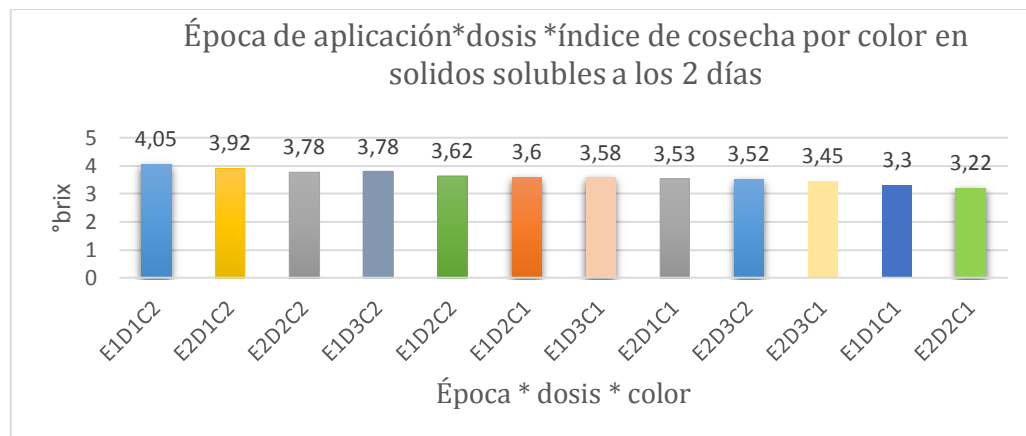
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa siete rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E1D1C2 (precosecha*0g*10-30%) con mayor contenido de sólidos solubles con 4,05°Brix en el día 2, las demás interacciones se ubicaron en los siguientes rangos. Resultados que se verían influenciado por lo mencionado por (Casierra Posada & Aguilar Avendaño, 2008)

Tabla 52. Test de Tukey (5%) para época de aplicación por dosis por índice de color (E*D*C) en la variable sólidos solubles a los 2 días de llevado al laboratorio.

Día 2		
Época*dosis*color	Medias (°brix)	Rangos
E1D1C2	4,05	A
E2D1C2	3,92	A B
E2D2C2	3,78	A B C
E1D3C2	3,78	A B C
E1D2C2	3,62	A B C D
E1D2C1	3,6	A B C D
E1D3C1	3,58	A B C D
E2D1C1	3,53	A B C D
E2D3C2	3,52	A B C D
E2D3C1	3,45	B C D
E1D1C1	3,3	C D
E2D2C1	3,22	D

Figura 37: Sólidos solubles del tomate para época de aplicación*bioinsumo*dosis a los 2 días.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

12.6. Variable humedad

En la Tabla 53, se muestra los resultados generales del análisis de varianza para la variable humedad de tomate a los 2, 8 y 14 días de llevado al laboratorio. Se puede evidenciar que no existe ningún efecto significativo de ninguno de los factores en estudio, así como de sus interacciones. Lo que representa que ninguno tuvo efecto sobre la humedad evaluada en tomate en laboratorio.

Tabla 53. ANOVA para la variable humedad de tomate a los 2, 8 y 14 días de llevado al laboratorio

F.V.	gl	Día 2		Día 8		Día 14	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	0,9645	ns	0,762	ns	0,0094	*
Factor E (Época de aplicación)	1	0,1168	ns	0,0944	ns	0,206	ns
Factor B (Bioinsumo)	1	0,5038	ns	0,1215	ns	0,206	ns
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	0,5032	ns	0,2489	ns	0,958	ns
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	0,7827	ns	0,5068	ns	0,3129	ns
Época*Bioinsumo (E*B)	1	0,3667	ns	0,3444	ns	0,2315	ns
Época*Dosis (E*D)	2	0,8471	ns	0,5536	ns	0,8627	ns
Época*Color (E*C)	1	0,9267	ns	0,7981	ns	0,5954	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	0,4115	ns	0,0707	ns	0,4858	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	0,7164	ns	0,7022	ns	0,7607	ns
Dosis*Color (D*C)	2	0,9961	ns	0,9577	ns	0,4586	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	0,162	ns	0,997	ns	0,1629	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	0,5668	ns	0,6539	ns	0,2762	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	0,8441	ns	0,9519	ns	0,9298	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	0,845	ns	0,3602	ns	0,3927	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	0,7908	ns	0,817	ns	0,2624	ns
Error	46						
Total	71						
CV %		2,81		2,6		2,4	
PROMEDIO		95,38		95,28		95,08	

12.7. Variable cenizas totales

En la Tabla 54, se muestra los resultados generales del análisis de varianza para la variable cenizas totales de tomate a los 2, 5 y 8 días de llevado al laboratorio. Se puede evidenciar que a los 2 días existió efecto significativo para el factor época de aplicación (E) con un coeficiente de variación de 21,73 % y un promedio de 18,53 % de cenizas. En el día 5 existió efecto significativo para el factor dosis (D) y para la interacción época de aplicación*bioinsumo*dosis (E*B*D) con un coeficiente de variación de 16,8 % y un promedio de 18,87 % de cenizas. Finalmente, en el día 8 presenta un efecto significativo los factores época de aplicación (E), bioinsumo y la interacción época por bioinsumos (E*B) con un coeficiente de variación de 21,58 % y un promedio de 19,35 % de cenizas. Lo que significa que bioinsumos, dosis y época de aplicación tuvo efecto sobre la humedad evaluada en tomate en laboratorio.

Tabla 54. ANOVA para la variable cenizas totales a los 2, 5 y 8 días.

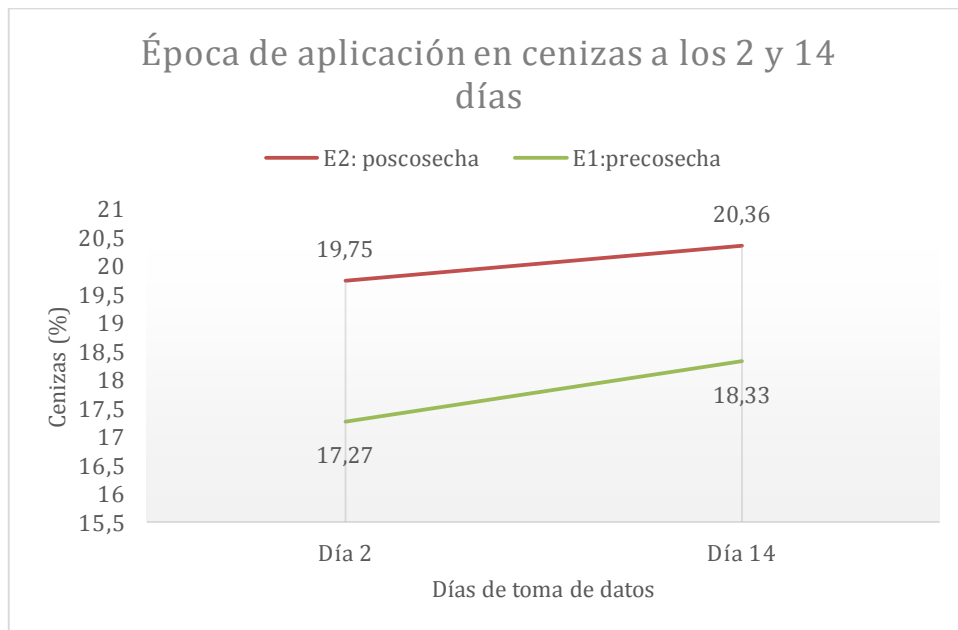
F.V.	gl	Día 2		Día 5		Día 8	
		p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.
Repetición	2	0,9323	ns	0,065	ns	0,9984	ns
Factor E (Época de aplicación)	1	0,0122	*	0,2725	ns	0,0445	*
Factor B (Bioinsumo)	1	0,2874	ns	0,9193	ns	0,0034	*
Factor D (Dosis de bioinsumo)	2	0,1371	ns	0,0026	*	0,8988	ns
Factor C (Índice de cosecha por color)	1	0,2506	ns	0,5234	ns	0,8149	ns
Época*Bioinsumo (E*B)	1	0,6047	ns	0,7019	ns	0,0117	*
Época*Dosis (E*D)	2	0,0873	ns	0,1018	ns	0,3407	ns
Época*Color (E*C)	1	0,3631	ns	0,1515	ns	0,1515	ns
Bioinsumo*Dosis (B*D)	2	0,4782	ns	0,1526	ns	0,179	ns
Bioinsumo*Color (B*C)	1	0,1655	ns	0,8354	ns	0,4502	ns
Dosis*Color (D*C)	2	0,6431	ns	0,958	ns	0,5833	ns
Época*Bioinsumo*Dosis (E*B*D)	2	0,6968	ns	0,0358	*	0,6908	ns
Época*Bioinsumo*Color (E*B*C)	1	0,5282	ns	0,1874	ns	0,1326	ns
Época*Dosis*Color (E*D*C)	2	0,6293	ns	0,4061	ns	0,4813	ns
Bioinsumo*Dosis*Color (B*D*C)	2	0,9494	ns	0,9024	ns	0,0595	ns
Época*Bioinsumo*Dosis*Color (E*B*D*C)	2	0,2142	ns	0,9678	ns	0,8963	ns
Error	46						
Total	71						
CV %		21,73		16,8		21,58	
PROMEDIO		18,51		18,87		19,35	

De acuerdo con la Prueba de Tukey al 5% para época de aplicación en la variable cenizas a los 2 y 14 días, se determinaron dos rangos de significación. La época 2 (poscosecha) influyó en un mayor contenido de cenizas con 19,75 y 20,36% respectivamente, mientras que precosecha presento menor cantidad de cenizas con 17,27 y 18,33 % (tabla 55).

Tabla 55. Test de Tukey (5%) para época de aplicación en la variable cenizas a los 2 y 14 días de llevado al laboratorio.

Época	Día 2		Día 14	
	Medias (%)	Rangos	Medias (%)	Rangos
E2: poscosecha	19,75	A	20,36	A
E1: precosecha	17,27	B	18,33	B

Figura 38: Cenizas totales del tomate en época de aplicación a los 2 y 14 días de evaluación



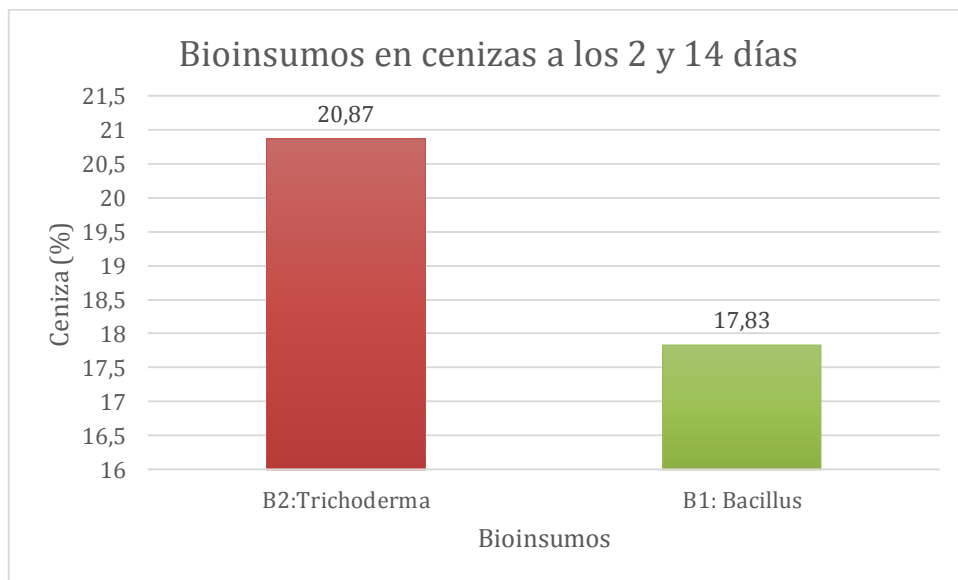
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Según la con la Prueba de Tukey al 5% para bioinsumo en la variable cenizas a los 14 días, se determinaron dos rangos de significación. El bioinsumos 2 (Trichoderma) influyó en una mayor cantidad de cenizas con medias de 20,87 % respecto al Bacillus que presento 17,83 % de cenizas. (Tabla 56)

Tabla 56. Test de Tukey (5%) para bioinsumos en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Bioinsumos	Medias (%)	Rangos
B2:Trichoderma	20,87	A
B1: Bacillus	17,83	B

Figura 39: Cenizas totales del tomate en bioinsumos a los 2 y 14 días de evaluación



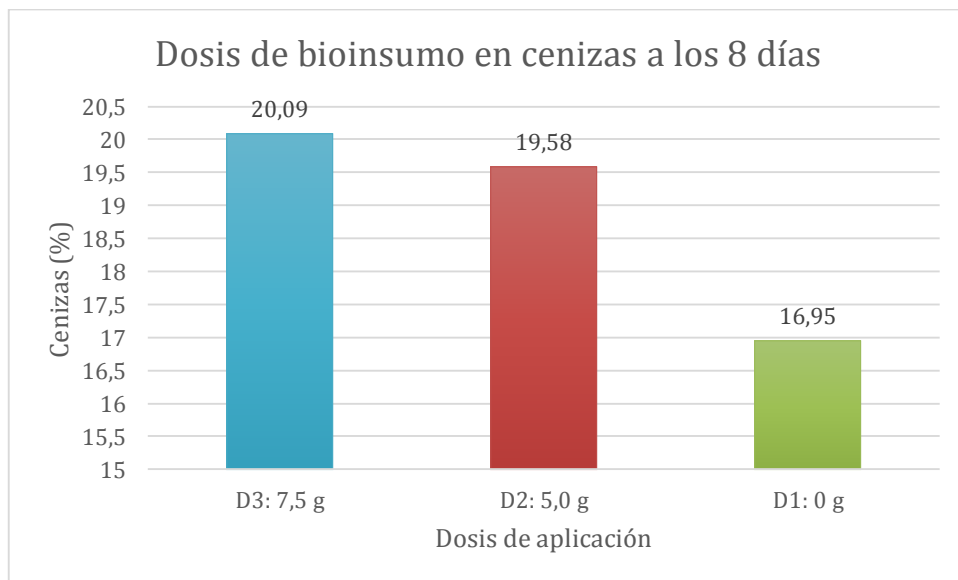
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Según la Prueba de Tukey al 5% para dosis de aplicación (D) en la variable cenizas a los 8 días, se determinaron dos rangos de significación, en el rango “A” se ubican la dosis 3 (7,5 g) con medias de 20,09 % y las dosis 2 (5,0 g) con 19,58 % de cenizas respecto a dosis 1 (testigo 0 g) que presenta menor cantidad de ceniza con una media de 16,95 % y se ubican en el rango “B”.

Tabla 57. Test de Tukey (5%) para dosis de aplicación en la variable cenizas a los 8 días de llevado al laboratorio.

Día 8		
Dosis	Medias (%)	Rangos
D3: 7,5 g	20,09	A
D2: 5,0 g	19,58	A
D1: 0 g	16,95	B

Figura 40: Cenizas totales del tomate para dosis de aplicación a los 8 días de evaluación.



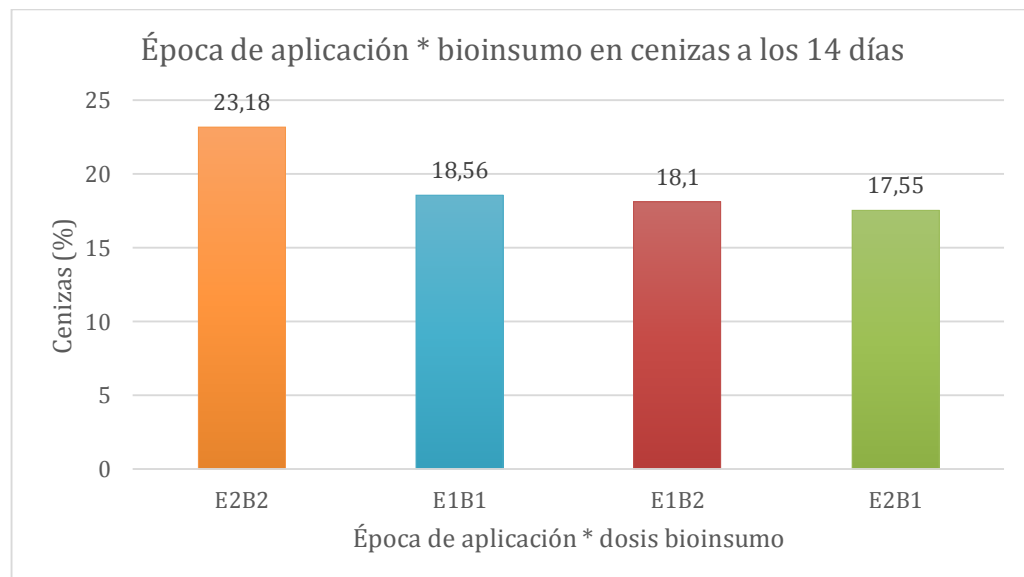
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Realizada la Prueba de Tukey al 5% se observa dos rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2 (poscosecha *trichoderma) con mayor cantidad de cenizas en el día 14 con media de 23,18 % el resto de interacciones se ubicaron en el rango “B”.

Tabla 58. Test de Tukey (5%) para etapa de aplicación por bioinsumos (E*B) en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.

Día 14		
Época*Bioinsumo	Medias %	Rangos
E2B2	23,18	A
E1B1	18,56	B
E1B2	18,1	B
E2B1	17,55	B

Figura 41: Cenizas totales del tomate en etapa de aplicación por bioinsumo a los 14 días.



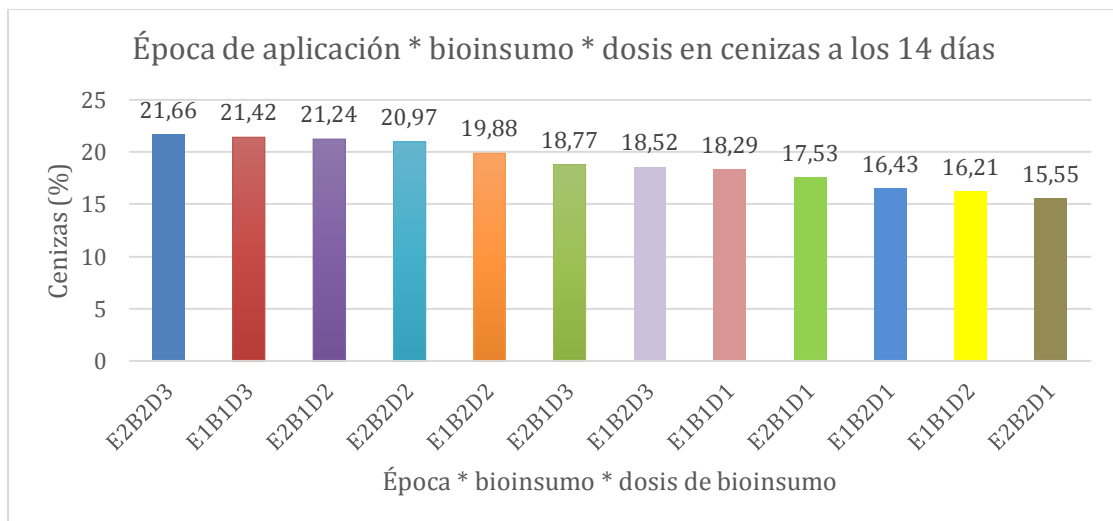
Elaborado por: (Sánchez, 2022)

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% se observa tres rangos de significancia, en el rango “A” se ubicó la interacción E2B2D3 (poscosecha *trichoderma*7,5g) con mayor cantidad de cenizas con media de 21,66 % en el día 14, el resto de interacciones se ubicaron en los rangos siguientes.

Tabla 59. Test de Tukey (5%) para etapa de aplicación por bioinsumos por dosis (E*B*D) en la variable cenizas a los 14 días de llevado al laboratorio.

Dia 14		
Época*Bioinsumo*Dosis	Medias (%)	Rangos
E2B2D3	21,66	A
E1B1D3	21,42	A
E2B1D2	21,24	A B
E2B2D2	20,97	A B
E1B2D2	19,88	A B
E2B1D3	18,77	A B
E1B2D3	18,52	A B
E1B1D1	18,29	A B
E2B1D1	17,53	A B
E1B2D1	16,43	A B
E1B1D2	16,21	A B
E2B2D1	15,55	B

Figura 42: Cenizas totales del tomate a los 14 días de evaluación.



Elaborado por: (Sánchez, 2022)

13. CONCLUSIONES

- Con respecto a la mejor época de aplicación se pudo concluir que la época de poscosecha es la que menor incidencia de fisiopatías obtuvo con (6,67%), además de mantener la calidad de la fruta con 2,06 kg/cm² de firmeza, 4,17° Brix y 20,36 % de cenizas a los 14 días del ensayo.
- Se concluye que los mejores resultados en la conservación de frutos de tomate riñón se los alcanzó mediante la aplicación del bioinsumos *Trichoderma spp* las condiciones sanitarias del fruto fue bueno con un bajo porcentaje de fisiopatías (7,78) , mayor firmeza (2,06 kg/cm²), mayor contenido de solidos solubles (4,19 °brix) y cenizas (20,87%) a los 14 días.
- La mejor dosis de bioinsumos para mantener las condiciones sanitarias del fruto de tomate riñón fue D3 (7,5 g) porque presento menos fisiopatías y enfermedades 5%, 2,06 kg/cm² de firmeza y 20,09 % de cenizas. en el día 14.
- De la investigación realizada, se concluye que el mejor índice de cosecha para el tomate riñón resultó ser el C1 (10 % rojo), ya que presento menor pérdida de peso (7,91%), mayor firmeza (2,06 kg/cm²) y menor pH (4,36) a los 14 días.

14. RECOMENDACIONES

- Aplicar el bioinsumos *Trichoderma spp* en poscosecha a una concentración de 7,5 g en índices C1 para una mejor efectividad.
- Utilizar el bioinsumos de *Trichoderma spp* para controlar el ataque de hongos y preservar la calidad de los frutos.
- Para preservar el fruto del tomate riñón por más tiempo manteniendo la calidad se debe cosecharla con el índice C1 (10% rojo) .
- Realizar nuevas investigaciones con las dosis mayores a 7, 5 g para establecer su efectividad.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of the association o official analytical chemists*.
Obtenido de Association of Official Analytical Chemists.:
<https://archive.org/details/gov.law.aoac.methods.1980/page/n627/mode/2up?view=theater>
- Arteaga, M. (2022). *Comportamiento agronómico de cultivares de tomate riñón (Lycopersicum esculentum Mill) en Puellaro – Pichincha*. Obtenido de
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11106/1/22943.pdf>
- Cacoango Pilco, M. (2018). *Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (Solanum lycopersicum L) bajo invernadero, cantón Riobamba provincia de Chimborazo*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10347/1/13T0863.pdf>
- Cando Chusín, J. M. (2015). *Evaluación del comportamiento poscosecha del tomate de mesa (Lycopersicum esculentum), híbrido Nemo Netta, con 2 índices de cosecha, en 3 atmósferas modificadas, a 3 temperaturas de almacenamiento. Latacunga-Cotopaxi 2015* . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2574/1/T-UTC-00111.pdf>
- Carvajal, G. (2012). *Evaluación de las pérdidas poscosecha tanto físicas y de calidad en el sistema de producción agrícola del CADET. Tumbaco, Pichincha*. Obtenido de <https://1library.co/document/qv874pgz-evaluacion-perdidas-poscosecha-fisicas-produccion-agricola-tumbaco-pichincha.html>

- Casierra Posada, F., & Aguilar Avendaño, O. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, XXVI(2), 300-307. Obtenido de 2008: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314732015.pdf>
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, ,. K. (2015). *TRICHODERMA SPP. PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES*. Obtenido de IICA: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=84D4FC4B2FCD7691B307AFD9E144EEFF?sequence=1>
- Claudio Villasanti. (2013). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Obtenido de MAG: <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Cocarico, C. (Diciembre de 2017). *Manual Técnico de producción de tomate con enfoque de buenas practicas agrícolas*. Obtenido de MDRyT: <https://www.bivica.org/files/tomate-manual-tecnico.pdf>
- Enríquez, M. (2017). *Evaluación de la producción y el manejo postcosecha del tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), variedad Daniela, producido en la Parroquia San Luis*. Obtenido de Universidad Tecnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25224/1/24%20GPAg.pdf>
- Escalona Contreras, V. (2019). *Manejo poscosecha de tomates y pimientos frescos de IV Gama*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/175675/Manejo-postcosecha-de-tomates-y-pimientos-fresco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Escalona, V. (2009). *Manual de cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Obtenido de
 Nodo Hortícola VI región:
http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf
- Fornaris, G. (2007). *Cosecha y manejo postcosecha*. Obtenido de ESTACIÓN EXPERIMENTAL
 AGRÍCOLA: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf>
- Galvis, J. (2022). *El tomate manejo postcosecha*. Obtenido de
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6543/tomate_manejo_postcosecha.pdf;jsessionid=83190CDBD7D54EE9E73FAD11BF70CF44?sequence=1
- Genta, H., Bernal, R., & Guarinoni, C. (2009). *Fisiología y manejo en poscosecha de tomate primor*. INTA.
- Guedes, T. (2012). *Influence of biodegradable fruit quality in post-harvest storage films*. Obtenido de University of the Jequitinhonha and Mucuri.
- Guerrero, J. (2014). *Beneficios de B. Subtilis en tomates*. Obtenido de Hortalizas:
<https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/los-beneficios-de-b-subtilis-en-tomates/>
- Infante, D. (2009). Mecanismo de acción de Trichoderm frente a hongos fitopatogenos. *La Habana*.
 Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002#:~:text=Estas%20especies%20presentan%20diferentes%20modos,%20%2C%20resistencia%20inducida%2C%20entre%20otros.

- López, L. (2017). *Manual técnico del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. San Jose: INTA.
Obtenido de INTA: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- MAG. (2017). *Boletín situacional de tomate riñón*. Obtenido de Ministerio de agricultura y ganadería: <https://fliphtml5.com/ijia/ajne/basic>
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista agronómica del noroeste argentino*. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2018000100001&lang=es
- Merchán, J., Ferrucho, R., & Alvarez, J. (2014). Efecto de dos cepas de Trichoderma en el control de Botrytis cinerea y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 44-56. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>
- Moscoso Gómez, M. E., Loroña Alarcón, D. E., & Campoverde Santos, D. (2021). Caracterización estática del comportamiento agroeconómico del tomate riñón producido en invernadero. *Alfa*, III(3.1), 393-405. doi:<https://doi.org/10.33262/ap.v3i3.1.104>
- Pilataxi Ramírez, J. E. (2019). *Efecto del recubrimiento con tres soluciones de almidón de yuca en la conservación del fruto de tomate riñón (Solanum lycopersicum, Mill)*. Obtenido de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19846/1/T-UCE-0004-CAG-158.pdf>
- Pullupaxi, M. (2016). *“EVALUACIÓN DE TRICHODERMA PARA EL CONTROL DE FUSARIUM*. Obtenido de UTA:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24361/1/Tesis->

[141%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20442.pdf](#)

Rivero, M., & Quiroga, M. (2020). *Laboratorio de Postcosecha E.E.A. Mendoza*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_1_-_cosecha_3.pdf

Rivero, M., Quiroga, M., Gonzalez, O., & Moraga, L. (2013). *Postcosecha de tomate: control de calidad*. INTA. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_6_-_control_de_calidad.pdf

Sanchez, L. (2018). *Ensayo bajo condiciones e invernadero de un producto de Bacillus sp. en la planta de tomate (Solanum lycopersicum)*. Obtenido de UNICOL:

<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/3761/Ensayo%20bajo%20condiciones%20de%20invernadero%20de%20un%20producto....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santiago Matheus. (2005). *EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE BOCASHI*.

Obtenido de ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO:

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5142/1/T-ESPE-002959.pdf>

Viera, W., Tello, C., Martinez, A., Navia, D., & Medina, L. D. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, VIII(2), 128-149. Obtenido de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592020000200006

16. ANEXOS

Anexo 1. Colocación de rótulos de tratamientos en campo



Anexo 2. Aplicación de bacillus subtilis y trichoderma spp, en la época precosecha



Anexo 3. Cosecha de tomate de los tratamientos de precosecha y poscosecha con dos índices de color



Anexo 4. Instalación del experimento en el laboratorio de poscosecha



Anexo 5. Aplicación de dos bioinsumos en época poscosecha con dos índices de color



Anexo 6. Primera toma de peso a las 5 frutas por tratamiento y repetición de dos épocas y dos índices de color.



Anexo 7. Medición de grados brix con la ayuda de un refractómetro



Anexo 8. Medición de pH con la ayuda de peachímetro



Anexo 9. Conteo de fisiopatías y enfermedades.



Anexo 10. Determinación de humedad.**Anexo 11. Determinación de cenizas.**

Anexo 13. Aval de traducción.