

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS GENERADAS POR EL PROYECTO HORTALIZAS



AUTORIDADES

**M. Sc. LUIS ALBERTO ARCE
CATACORA**

Presidente del Estado Plurinacional de
Bolivia

**Lic. DAVID CHOQUEHUANCA
CESPEDES**

Vicepresidente del Estado Plurinacional
de Bolivia

Ing. JUAN YAMIL FLORES LAZO
Ministro de Desarrollo Rural y
Tierras

WINDSON JULY MARTINEZ Ph. D.
Director General Ejecutivo
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal (INIAF)

INNOVACIONES TECNOLÓGICAS GENERADAS POR EL PROYECTO HORTALIZAS

Autoridades del INIAF

Windson July Martinez Ph. D.
Director General Ejecutivo INIAF

Rogelio Maydana Apaza Ph. D.
Director Nacional de Innovación

**M. Sc. Ramiro Fernando Figueredo
Quisbert**
Director Nacional de Semillas

M. Sc. Jose Luís Quispe Guanica
Director Nacional de Producción y Servicios

Ariel Santivañez Aguilar Ph. D.
Responsable Nacional del Proyecto Hortalizas

Equipo técnico: Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas en Regiones Productoras de Bolivia.

M. Sc. Ariel Santivañez Aguilar Ph. D.
Ing. Marco Antonio Varias Alvarez
Ing. José Antonio Orellana Ricaldez
Ing. Henry Murillo Guzmán
Ing. Irene Mercedes Gutierrez Limachi
Ing. Raul Villegas Sanabria
Ing. Ran Wara Onishi Gutierrez
Ing. Milka Orellana Huarachi
Ing. Edgar Brayan Castillo Pimienta
Ing. Anai Maritza Espejo Olmos
Ing. Cesar Hernan Guerrero Cocasapa
Ing. José Marcelo Reguerin López
Ing. Viviana Mujica Belmonte
Ing. Oscar Orlando Meneces Arias
Ing. Celso Simón Mamani Flores
Ing. Deborah Ruth Mayta Quispe
Ing. Martin Rolf Uyardo Torrico
Ing. Misael Fernández Pacheco
Ing. Roger Ernesto García Vallejos
Ing. Wilber Castro Sandoval
Ing. Fernando Fabricio Villca Quiroga
Ing. Yerco Milivoy Pozo Rocha
Ing. Ernesto Vasquez Ledezma
Ing. Erick Gonzalo Ortega
Lic. Andrea Ninoska Riveros Rossel
Lic. Catucia Velasquez Alborno
Tec. Sup. Franz Rubén Ávila Berrios
Vladimir Alex Caspa Copa
Nely Flavia Cutipa Copa
Melissa Graciela Arispe Jaldín
Mayra Shirley Vallejos Soliz
Yessica Sanga Tinta
Fernanda María Torrez Suzaño
Cesar Angel Ledezma Jamira
Cristhian Daniel Cuba Aduviri

Impresión y diagramación: INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN
AGROPECUARIA Y FORESTAL - PROYECTO HORTALIZAS

ISBN: 978-9917-9653-3-6

Deposito Legal: 4-1-650-2025 P.O.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF

Fotografías: Proyecto “Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas en Regiones Productoras de Bolivia”.

Diseño de impresión: El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal promueve el uso justo de este documento.

Cochabamba-Bolivia
Septiembre, 2025

PRESENTACIÓN

Es un honor presentar este **Compendio de Tecnologías Hortícolas**, una culminación del trabajo dedicado y la innovación impulsada por el proyecto Hortalizas. Este libro representa un pilar fundamental en nuestra misión de transferir conocimiento y brindar herramientas prácticas para modernizar y potenciar la horticultura nacional.

La horticultura enfrenta hoy el doble desafío de incrementar la productividad para una población en crecimiento y hacerlo de manera sostenible y eficiente. La innovación tecnológica se convierte, por tanto, en la clave para lograr esta transformación. Este compendio reúne **36 tecnologías validadas científicamente**, diseñadas específicamente para abordar los retos particulares de los cultivos hortícolas en diversas condiciones agroecológicas de Bolivia.

Como se evidencia en las fichas técnicas introductorias de este volumen—que abarcan desde la optimización de densidades de trasplante en cebolla y el uso de camas altas en zanahoria, hasta la aplicación de nanofertilizantes en tomate y la mejora de sustratos con biocarbón y zeolita—cada tecnología ha sido meticulosamente evaluada en campo. Los estudios emplean diseños experimentales robustos y análisis estadísticos rigurosos para garantizar que las recomendaciones sean confiables, replicables y rentables para los productores.

El objetivo de esta publicación es triple:

1. **Sistematizar el conocimiento** generado, organizándolo en un formato accesible y de fácil consulta.
2. **Demostrar la viabilidad técnica y económica** de cada tecnología, presentando datos concretos de rendimiento, calidad y retorno de la inversión.
3. **Facilitar el acceso** a la información mediante un formato digital e interactivo. Este compendio incluye un código QR que dirige al lector al documento técnico completo en nuestra plataforma digital, permitiendo una profundización inmediata en la metodología y los resultados.

Este libro está dirigido a todos los actores de la cadena hortícola: **productores** ávidos de mejorar sus prácticas y rentabilidad; **técnicos** y **extensionistas** que buscan herramientas validadas para recomendar; **investigadores** e **estudiantes** interesados en los avances de la agricultura moderna; y **tomadores de decisiones** que impulsan políticas de desarrollo agropecuario.

Confiamos en que este compendio se convierta en una referencia indispensable y una herramienta de trabajo que impulse la adopción de tecnologías de punta, contribuyendo a una horticultura más productiva, sostenible y competitiva en Bolivia.

¡Agradecemos su interés y lo invitamos a explorar y aplicar estas tecnologías!

Windsor Joly Martínez, Ph.D.
Director General Ejecutivo INIAF



ÍNDICE

1.- DENSIDADES DE TRASPLANTE EN EL CULTIVO DE CEBOLLA DE CICLO INTERMEDIO EN CAMA ELEVADA, CON COBERTURA PLÁSTICA Y RIEGO TECNIFICADO.....	1
2.- EFECTO DE DOS SISTEMAS DE SIEMBRA, EN CAMA ALTA CON USO DE SEMBRADORA MECANIZADA Y TRADICIONAL, EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ZANAHORIA.....	3
3.- EFECTO DEL BIOCARBÓN Y LA FRECUENCIA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE.....	5
4.- EFECTO DE LA NANOFERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CALIDAD DE FRUTO EN EL CULTIVO DE TOMATE A CAMPO ABIERTO.....	7
5.- OPTIMIZACIÓN DEL SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CON EL USO DE ZEOLITA.....	9
6.- EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIMENSIONES DE CAMA ALTA CON RIEGO POR GOTEO EN TRES VARIEDADES DE CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) DE DÍA INTERMEDIO.....	11
7.- CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE SUELO MEDIANTE EL USO DE TRES MICROORGANISMOS (<i>Trichoderma sp.</i> , <i>Bacillus subtilis</i> Y <i>Trichoderma sp.</i> + <i>Bacillus sp.</i>) EN EL CULTIVO DE HABA.....	13
8.- FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DENSIDAD DE PLANTAS EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) EN EL ALTIPLANO CENTRAL.....	15
9.- EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL SISTEMA EN CAMA ELEVADA EN TRES VARIEDADES DE ZANAHORIA (<i>Daucus carota</i> L.) EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA BAJO RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MUNICIPIO DE TIRAQUE.....	17
10.-EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA PODA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) DE CRECIMIENTO DETERMINADO.....	19
11.- EFECTO DEL CONTROL PREVENTIVO EN ENFERMEDADES DE SUELO EN CEBOLLA CULTIVADA BAJO COBERTURA PLÁSTICA.....	21
12.-EFECTO DE COBERTURA PLÁSTICA SOBRE LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA.....	23
13.- COINOCULACIÓN DE <i>Rhizobium sp.</i> Y MICORRIZAS EN EL CRECIMIENTO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE ARVEJA (<i>Pisum sativum</i> L.)	25
14.- OPTIMIZACIÓN DE NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ Y COMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	27
15.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y TUTORADO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARVEJA.....	29
16.- EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PRIMING EN SEMILLAS DE ZANAHORIA VARIEDAD ALTIPLANO.....	31
17.- EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE TRASPLANTE EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE BULBO DE CEBOLLA CULTIVADO BAJO COBERTURA PLÁSTICA.....	33
18.- CONTROL PREVENTIVO DE <i>Tuta absoluta</i> EN TOMATE CON UNA POMADA REPELENTE Y UN BIOCIDA EN CAMPO ABIERTO.....	35
19.- CALDO SULFOCÁLCICO EN LA PREVENCIÓN DE OÍDIO (<i>Erysiphe pisi</i>) EN DOS VARIEDADES DE ARVEJA CULTIVADAS A CAMPO ABIERTO.....	37
20.- COINOCULACIÓN DE <i>Rhizobium sp.</i> Y MICORRIZAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE HABA EN EL ALTIPLANO.....	39
21.- DOSIS DE ETILENO Y TIPOS DE CURADO PARA LA CONSERVACIÓN DE BULBOS MADRE EN POSTCOSECHA	41
22.- EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	43
23.- EFECTO DE BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) EN EL ALTIPLANO.....	45
24.- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE CEBOLLA CULTIVADAS BAJO DISTINTOS COLORES DE COBERTURA PLÁSTICA.....	47

25.- EFECTO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE CEBOLLA EN EL ALTIPLANO..... **49**

26.- EFECTO DE LA MALLA ANTIHELADA Y HERBICIDA PRE EMERGENTE SOBRE LA EMERGENCIA Y RENDIMIENTO DE ZANAHORIA EN ZONAS ALTAS DE BOLIVIA..... **51**

27.- PRIMING Y TECNOLOGÍA DE PELETIZADO EN LA FASE INICIAL DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)..... **53**

28.- EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PRIMING Y TECNOLOGÍA DE PELETIZADO EN LA FASE INICIAL DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS..... **55**

29.- CALDO SULFOCÁLCICO EN LA PREVENCIÓN DE LA MANCHA CHOCOLATADA (*Botrytis fabae*) EN EL CULTIVO DE HABA..... **57**

30.- CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA EN BULBOS MADRE DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) CON LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES..... **59**

31.- EFECTO DE MICROAMBIENTES BAJO COBERTURA PLÁSTICA PARA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE CEBOLLA EN LA REGIÓN DEL ALTIPLANO BOLIVIANO..... **61**

32.- EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE CEBOLLA VARIEDAD NAVIDEÑA Y SU COMPORTAMIENTO EN CAMPO..... **63**

33.- ENSAYOS DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN MÚLTIPLES LOCALIDADES..... **65**

34.- ENSAYOS DE RENDIMIENTO DE GENOTIPOS DE TOMATE EN MÚLTIPLES LOCALIDADES..... **67**

35.- SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ÓPTIMA DE PLANTINES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN ALMACIGUERA..... **69**

36.- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA SEMISOMBRA Y COBERTURA PLÁSTICA..... **71**

DENSIDADES DE TRASPLANTE EN EL CULTIVO DE CEBOLLA DE CICLO INTERMEDIO EN CAMA ELEVADA, CON COBERTURA PLÁSTICA Y RIEGO TECNIFICADO

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evalúa sistemas de manejo eficientes para incrementar la productividad del cultivo de cebolla, combinando variedades adaptadas a la temporada, densidades de siembra y técnicas modernas como camas elevadas, coberturas plásticas y riego tecnificado por goteo. A través de la investigación científica, se busca demostrar que estas prácticas, aunque requieren una inversión inicial mayor, ofrecen rentabilidad sostenible, proporcionando a los agricultores alternativas validadas para mejorar su productividad y competitividad en el mercado.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de tres variedades de cebolla de ciclo intermedio, cultivadas bajo tres diferentes densidades de trasplante.

Metodología

El estudio se implementó el 4 de septiembre de 2024 en la localidad La Collpa municipio de Mairana (Santa Cruz), ubicada a 18° 5' 41,82" N y 63° 58' 21,16" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo de Parcelas Divididas (APD), con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A) densidad de trasplante (455.000, 364.000 y 240.000 plantas ha⁻¹) y factor B) variedades de cebolla de ciclo intermedio (Victoria, Perilla y Globosa). Las variables de respuesta incluyeron peso y diámetro de bulbo, rendimiento bruto y comercial, y clasificación física del bulbo. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas (análisis de varianza, comparación de medias y prueba de Dunn), utilizando el software R (versión libre).



Figura 2 Producción del cultivo de cebolla variedad Globosa en el municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz.



Figura 1

Cultivo de cebolla variedad Perilla en cama elevada, con cobertura plástica y riego tecnificado en el municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz.

Resultados

La variedad Victoria registró el mayor rendimiento comercial entre todas las densidades evaluadas, alcanzando un máximo de 53.224,17 kg ha⁻¹ con una distancia de 0,08 m entre plantas (455.000 plantas ha⁻¹). Por su parte, la variedad Perilla mostró rendimientos comerciales consistentes, con 43.322,36 kg ha⁻¹ y 43.570,42 kg ha⁻¹ en distancias de 0,08 m y 0,10 m entre plantas, respectivamente. En contraste, la variedad Globosa presentó los menores rendimientos comerciales en todas las densidades evaluadas, con un máximo de 40.139,86 kg ha⁻¹ a 0,08 m entre plantas (445.000 plantas ha⁻¹).

Las variedades Victoria y Globosa, trasplantadas a 0,10 m entre plantas (364.000 plantas ha⁻¹), mostraron mayor uniformidad en la forma del bulbo (redonda), con altos porcentajes de bulbos medianos (48,48% y 39,78%), diámetros de 73,64 mm y 70,12 mm, y pesos promedios de 222,38 g y 185,47 g, respectivamente. Por su parte, la variedad Perilla, con una distancia de 0,08 m entre plantas (450.000 plantas ha⁻¹), presentó la mayor proporción de bulbos medianos (44,66%) y grandes (13,77%), con un diámetro promedio de 60,44 mm y un peso de 161,62 g, manteniendo uniformidad en su forma elíptica.

Distancia de trasplante (m)	Variedad	Error estandar	Media	Grupo
0,10	Globosa	0,711	37.693,33	a
0,15		0,711	39.782,22	a
0,08		0,711	40.139,86	a
0,10	Perilla	0,711	34.782,22	b
0,15		0,711	43.322,36	a
0,08		0,711	43.570,42	a
0,10	Victoria	0,711	49.233,47	a
0,15		0,711	50.974,58	a
0,08		0,711	53.224,17	a

Tabla 1

Comparación de medias distancia de trasplante por variedad para la variable de respuesta rendimiento comercial.

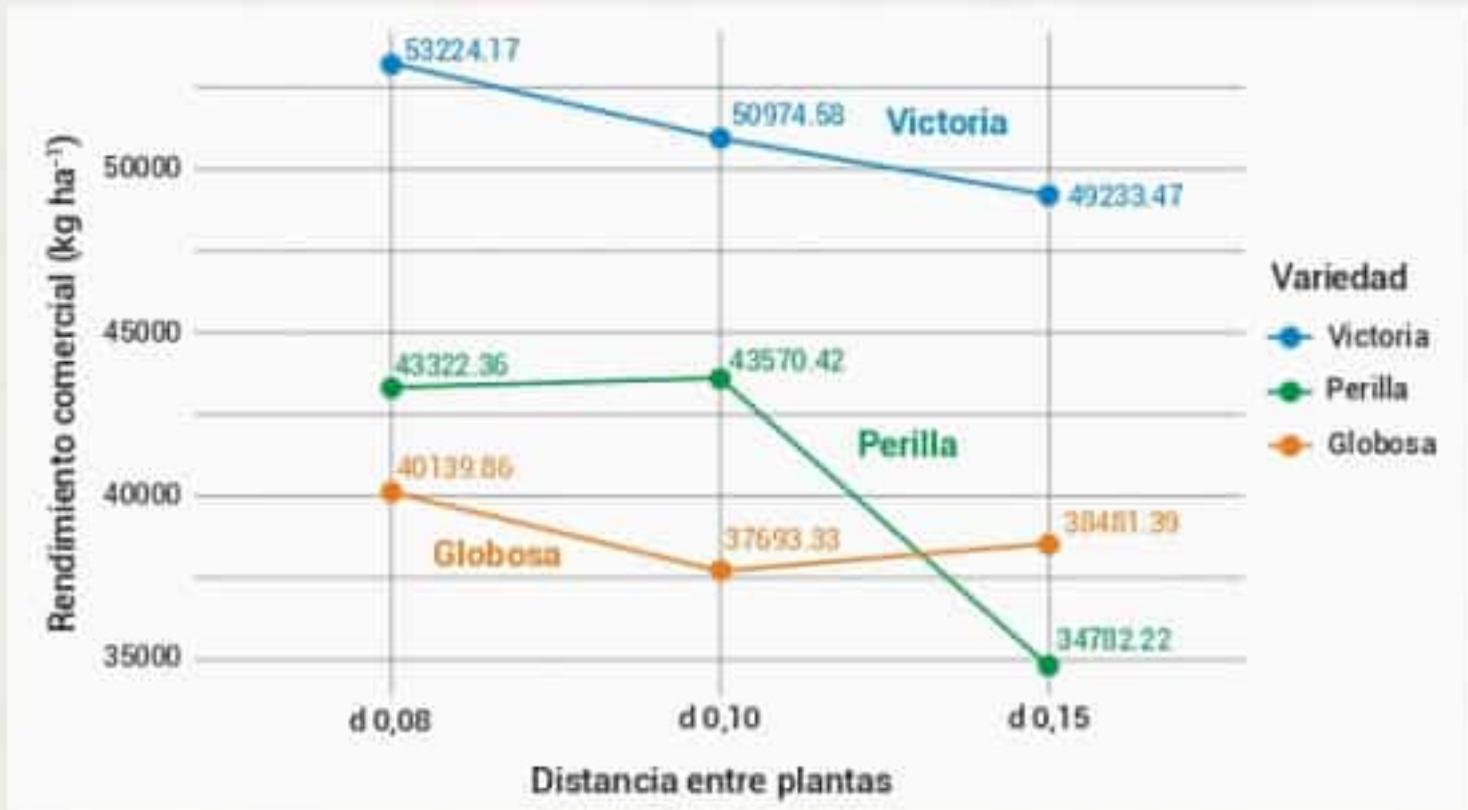


Figura 3

Interacción variedad por distancia de trasplante para la variable de respuesta rendimiento comercial.



Figura 4

Cosecha de cebolla de la variedad Victoria en el municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz.



Figura 5

Producción del cultivo de cebolla variedad Perilla en el municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz.

El tratamiento más rentable para cada variedad de cebolla, que incrementa significativamente el rendimiento y la calidad física de los bulbos, es el siguiente: para la variedad Victoria, el tratamiento T4 (distancia entre plantas de 0,10 m y densidad de 364.000 plantas ha⁻¹) presenta la mayor tasa de retorno marginal de 287,94%, lo que significa que por cada boliviano invertido se obtiene un retorno de 2,87 bolivianos; para la variedad Perilla, el tratamiento T5 (distancia entre plantas de 0,10 m y 364.000 plantas ha⁻¹) sobresale con una tasa de retorno marginal de 78,02%, lo que indica que por cada boliviano invertido se obtiene un retorno de 18,52 bolivianos; y para la variedad Globosa, el tratamiento T3 (distancia entre plantas de 0,15 m y 455.000 plantas ha⁻¹) es el más rentable, con un retorno de 2,25 bolivianos por cada boliviano invertido.

Conclusiones

Las variedades Victoria y Perilla alcanzaron su mejor rendimiento comercial y calidad física de bulbo cuando se cultivaron a una densidad de 360.000 plantas ha⁻¹ (0,10 m entre plantas). Por otro lado, la variedad Globosa mostró mayor rentabilidad con una densidad de 455.000 plantas ha⁻¹ (0,15 m entre plantas), ya que esta densidad favoreció un tamaño de bulbo óptimo. En general, estas densidades no solo optimizaron el rendimiento, sino que también garantizaron una calidad superior en los bulbos de las variedades evaluadas.

EFFECTO DE DOS SISTEMAS DE SIEMBRA, EN CAMA ALTA CON USO DE SEMBRADORA MECANIZADA Y TRADICIONAL, EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ZANAHORIA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó la producción de zanahoria en camas altas, método que mejora significativamente el desarrollo homogéneo de raíces y facilita las labores culturales y la siembra mecanizada que reduce la dosis de semilla y permite una cosecha mecanizada. Adicionalmente, este sistema de producción minimiza la incidencia de patógenos y facilita el uso de riego tecnificado, clave para maximizar la eficiencia hídrica en etapas críticas del crecimiento y desarrollo del cultivo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de dos sistemas de siembra, en cama alta mecanizada y tradicional, sobre el rendimiento y calidad del producto en el cultivo de zanahoria, bajo condiciones de manejo del agricultor.

Metodología

La investigación se implementó el 12 de octubre de 2022 en tres localidades de los departamentos de La Paz (Patacamaya) y Potosí (Tupiza y Villazón), con la variedad de zanahoria Altiplano. Se desarrolló bajo un método de comparación, que consistió en dos tratamientos: T1 (sistema de siembra mecanizada en cama alta) y T2 (sistema de siembra tradicional). Las variables de respuesta evaluadas fueron: número de plantas m^{-2} , altura de planta, días a la madurez fisiológica, diámetro promedio en el hombro de la raíz, número total de raíces por categoría, longitud promedio de raíces comerciales, rendimiento total y rendimiento comercial. Los resultados experimentales se analizaron con el paquete estadístico R (versión libre).



Figura 1

Parcela de zanahoria variedad Altiplano bajo el sistema tradicional en el municipio de Soracachi del departamento de Oruro.



Figura 2

Siembra mecanizada del cultivo de zanahoria variedad Altiplano en el CNPSH - Sipe Sipe.

Resultados

Se observó que, en la localidad de Patacamaya, el sistema de siembra mecanizada en cama alta registró un mayor rendimiento comercial ($33,45 \text{ t ha}^{-1}$), frente al sistema de siembra tradicional que alcanzó $28,50 \text{ t ha}^{-1}$. Por otro lado, en las localidades de Tupiza y Villazón, el sistema tradicional mostró mayores rendimientos comerciales, con $25,12 \text{ t ha}^{-1}$ y $46,12 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente. Esta diferencia podría atribuirse a la cantidad de semilla de zanahoria utilizada en cada método de siembra evaluado.

El sistema de siembra mecanizada en camas altas redujo significativamente el ciclo fenológico del cultivo de zanahoria Altiplano, registrando 173 días para alcanzar la madurez fisiológica en Patacamaya (18,8% menor que el sistema tradicional) y 194 días en Villazón (6,7% menor). Además, optimizó la longitud de raíz comercial, con promedios de 13,13 cm (Patacamaya), 13,83 cm (Tupiza) y 12,45 cm (Villazón), atribuibles a una regulación térmica eficiente del suelo y una homogeneidad de siembra que minimizaron el estrés térmico y la competencia por luz y nutrientes entre las plantas.

	Patacamaya		Tupiza		Villazón	
	Siembra mecanizada	Siembra tradicional	Siembra mecanizada	Siembra tradicional	Siembra mecanizada	Siembra tradicional
Media	33,45	28,50	21,40	25,12	29,63	46,12
Varianza	18,42	121,00	39,01	83,17	57,96	13,86
t de Student	0,98		-0,59		-7,74	
Prob. P	0,40		0,60		0,004	

Tabla 1 Prueba de t de Student para rendimiento comercial (t ha⁻¹) registrado en las localidades de Patacamaya, Tupiza y Villazón.

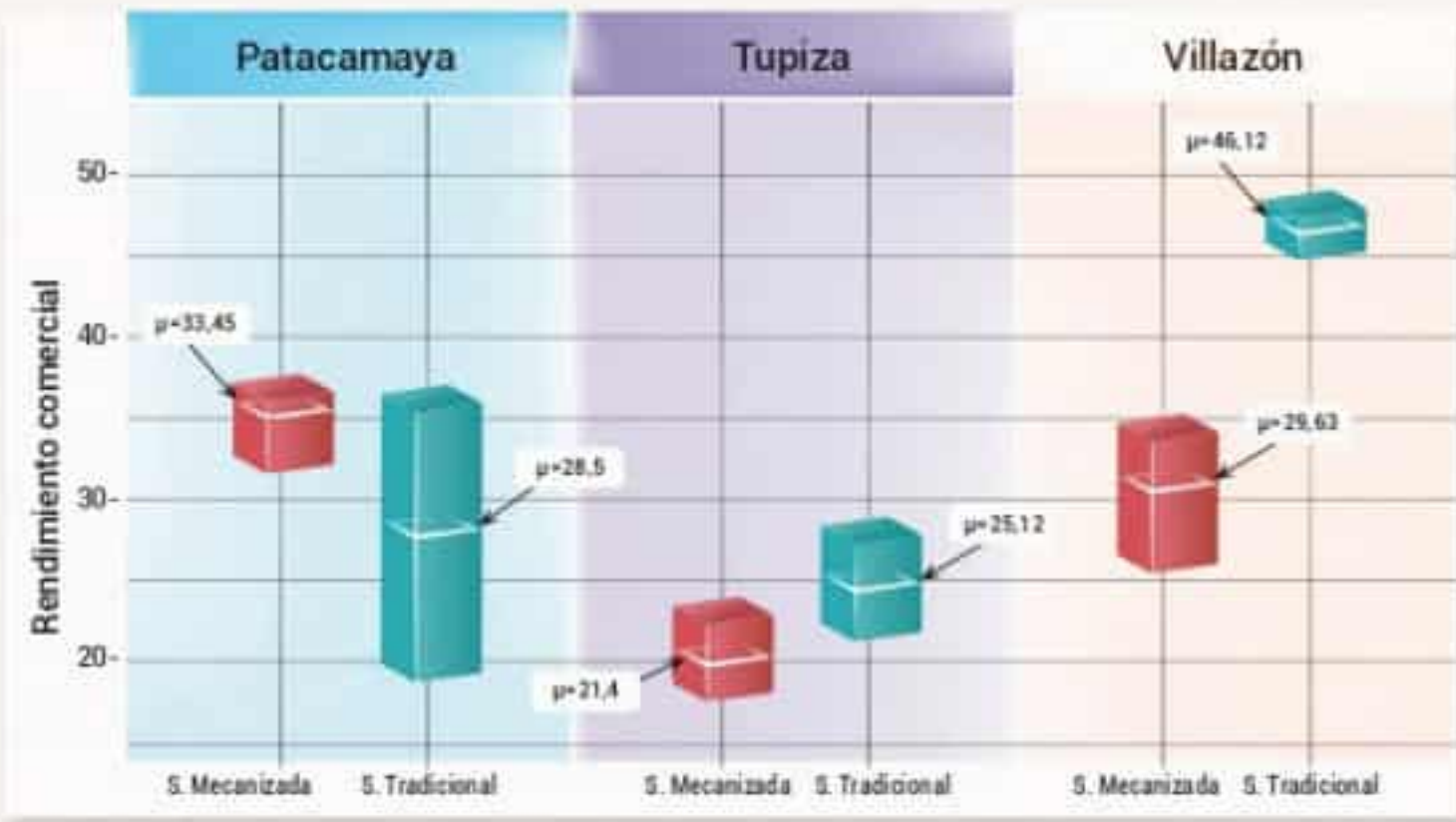


Figura 3 Medias para la variable rendimiento comercial en t ha⁻¹ registrada en los municipios de Patacamaya, Tupiza y Villazón.



Figura 4 Producción raíces de zanahoria variedad Altiplano localidad de Patacamaya - La Paz.



Figura 5 Parcela de zanahoria con siembra mecanizada en el municipio de Patacamaya del departamento de La Paz.

Conclusiones

En Patacamaya, la siembra mecanizada en camas altas superó al sistema tradicional en rendimiento comercial (33,45 contra 28,50 t ha⁻¹), con una menor cantidad de semilla utilizada (4,5 contra 10 a 12 kg de semilla ha⁻¹), que optimizó la distribución de plantas y redujo la competencia por recursos. Estos hallazgos resaltan la eficiencia del sistema mecanizado para optimizar el uso de semilla y maximizar la productividad del cultivo de zanahoria.

EFFECTO DEL BIOCARBÓN Y LA FRECUENCIA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE

Introducción

En el marco de la innovación hortícola, este estudio evaluó el efecto de la incorporación de biocarbón (*biochar*), un material poroso rico en carbono obtenido mediante pirólisis de biomasa vegetal, en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Se ha demostrado que la aplicación de biocarbón al suelo genera una mejora en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, incrementando la productividad de los cultivos. Este trabajo analizó su impacto en la fase de plántula, etapa crítica para el establecimiento del cultivo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes dosis de biocarbón en el sustrato y de frecuencias de riego sobre la producción de plántulas de tomate variedad INIAF Renacer de calidad en condiciones de invernadero.

Metodología

La investigación se implementó en fecha 18 de junio de 2024 en Villa Montenegro, Sipe Sipe (Cochabamba), ubicada a 17° 26' 26,05" N y 66° 20' 42,08" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con Arreglo en Parcelas Divididas en Franjas (APDF), con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A) frecuencia de riego (riego una y dos veces por día) y factor B) dosis de biocarbón (relación 1:1:1, 2:1:1 y 3:1:1 de biocarbón, tierra vegetal y lama). Las variables de respuesta incluyeron pH del sustrato, conductividad eléctrica del sustrato, porcentajes de plantas producidas, color de la hoja, velocidad de crecimiento de plántula, número de hojas por planta, índice de clorofila, altura planta, diámetro de cuello de plántula, calidad de plantín y volumen de raíz. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas han sido analizadas a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).



Figura 2 Producción de plantines de tomate variedad INIAF Renacer con la incorporación de biocarbón en el sustrato.



Figura 1 Biocarbón inoculado con microorganismos.

Resultados

Los resultados obtenidos indican que la combinación de una frecuencia de riego de dos veces al día y el uso de sustrato con proporciones de biocarbón de 1:1:1 y 2:1:1 (biocarbón, lama y tierra vegetal) resultó en un desarrollo óptimo de los plantines de tomate variedad INIAF Renacer. Los plantines producidos bajo estas condiciones presentaron características agronómicas deseables, como color verde de hoja, altura planta de 10,03 cm a los 30 días después del trasplante, velocidad de crecimiento de 0,45 cm día⁻¹ y 0,41 cm día⁻¹, 3,97 hojas planta⁻¹ y un índice de clorofila de 39,06 SPAD y 35,58 SPAD respectivamente, lo que indica una excelente calidad, sanidad y vigor de los plantines producidos.

Los tratamientos con biocarbón en proporciones 1:1:1 y 2:1:1, combinados con una frecuencia de riego de dos veces al día, presentaron relaciones beneficio costo de 1,31 y 1,32 respectivamente, que demuestran que estas combinaciones son económicamente viables para la producción de plántines de tomate variedad INIAF Renacer en invernadero, maximizando la rentabilidad y eficiencia del sistema de producción.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Error: bloque					
Residual	2	0,002075	0,001037		
Error: Bloque •frecuencia de riego					
Frecuencia de riego	2	0,08361	0,000515	8,521	0,000975***
Residuales	4	0,00269	0,000674		
Error: dentro					
Dosis de biocarbón	2	0,001031	0,000515	3,312	0,0415 NS
Frecuencia de riego •dosis de biocarbón	2	0,004023	0,000503	3,007	0,0181•
Residuales	8	0,004023	0,000503		

Tabla 1 ANOVA para la variable de respuesta velocidad de crecimiento de plántula.

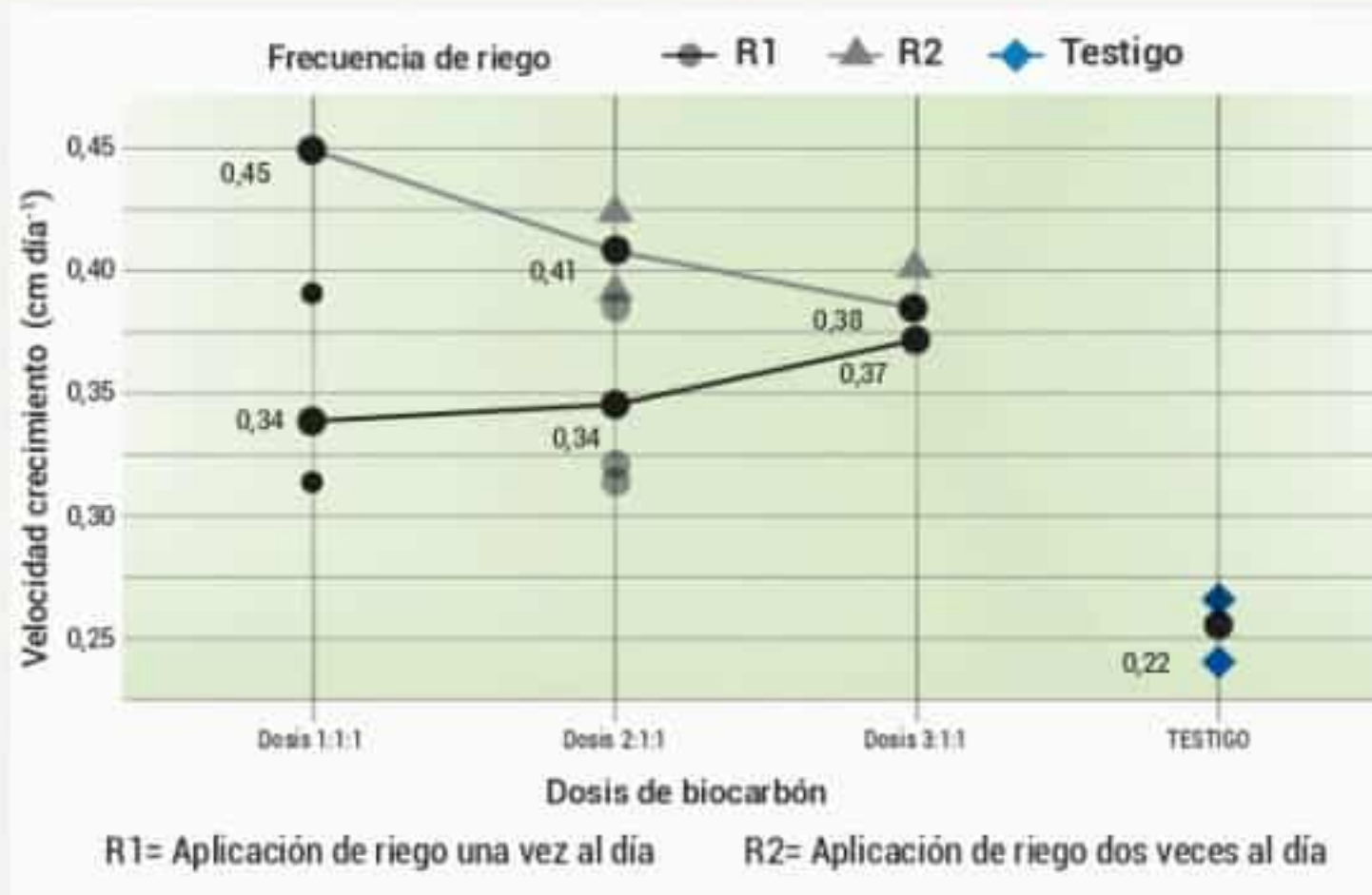


Figura 4 Evaluación de la variable de respuesta pH del sustrato con biocarbón en plántines de tomate variedad INIAF Renacer.



Figura 5 Plantín de tomate variedad INIAF Renacer producido con la incorporación de biocarbón en el sustrato.

Conclusiones

Una frecuencia de riego de dos veces al día combinada con las dosis de biocarbón en proporciones de 1:1:1 y 2:1:1 (biocarbón, lama y tierra vegetal) es ideal para la producción de plántines de tomate de calidad. Esta combinación produce plántines de tomate de características agronómicas deseables y un modelo de producción económicamente rentable, destacando la importancia del biocarbón en la mejora del sustrato y una adecuada gestión hídrica para la producción óptima de plántines de tomate de calidad.

EFFECTO DE LA NANOFERTILIZACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN EL CULTIVO DE TOMATE A CAMPO ABIERTO

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó la producción de tomate con la aplicación de nanofertilizantes (NPK). Esta novedosa tecnología esta orientada para una agricultura sustentable, ya que es capaz de suplir a las plantas con uno o más nutrientes para potenciar su crecimiento y rendimiento. Estas características permiten que pueda aplicarse en dosis menores que las de un fertilizante tradicional, lo que reduce los costos de producción.

Objetivo general

Evaluar el impacto de la aplicación de nanofertilizantes (NPK), en el rendimiento y la calidad de fruto en las variedades de tomate Río Grande e INIAF Renacer, cultivadas a campo abierto en la localidad Alfa Corral del municipio de Pojo del departamento de Cochabamba.

Metodología

La investigación se implementó el 26 de abril de 2024 en Alfa Corral, municipio de Pojo (Cochabamba), ubicada a 17° 45' 54,42" N y 64° 51' 38,72" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con Arreglo en Parcelas Divididas (APD), con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A: variedades de tomate (INIAF Renacer y Río Grande) y factor B: formulación de nanofertilizantes de acuerdo a dosis recomendadas por el fabricante Kioshi Stone, 2024 (Tablas 1, 2 y 3). Las variables de respuesta incluyeron días a la floración, días a la formación del primer fruto, porcentaje de aborto floral, altura planta, número de hojas por planta, número de frutos por planta, tamaño de fruto, peso de fruto, rendimiento bruto, calidad de fruto y rendimiento de frutos de primera y segunda. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, utilizando el software R (versión libre).



Figura 1 Parcela de tomate con aplicación de nanofertilizantes (NPK) en el municipio de Pojo del departamento de Cochabamba.

Época y dosis de aplicación		
6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P a los 15 días después del trasplante.	6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de floración.	6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de cuajado de fruto.

Tabla 1 Formulación de nanofertilizantes para aplicación por fertirrigación (Nivel 1).

Época y dosis de aplicación		
6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P a los 15 días después del trasplante (fertirrigación)	6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de floración (foliar)	6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de cuajado de fruto (foliar).

Tabla 2 Formulación de nanofertilizantes, para aplicación via foliar (Nivel 2).



Figura 2 Etapa de floración en el cultivo de tomate variedad INIAF Renacer.

Época y dosis de aplicación		
6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P a los 15 días después del trasplante.	6 L ha ⁻¹ de Mist N + 6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de floración	6 L ha ⁻¹ de Mist P + 6 L ha ⁻¹ de Mist K/Cl al inicio de cuajado de fruto.

Tabla 3 Formulación de nanofertilizantes para aplicación combinada fertirrigación y vía foliar (Nivel 3).

Resultados

La variedad INIAF Renacer obtuvo un mayor número de frutos por planta (54) con la aplicación combinada de nanofertilizantes por fertirriego y vía foliar, y la variedad Río Grande obtuvo un mayor número de frutos por planta con la aplicación por fertirriego (31). Las aplicaciones de nanofertilizantes mostraron resultados consistentes en el tamaño y peso del fruto; sin embargo, no influyeron en las variables días a la floración, días para la formación del primer fruto, porcentaje de aborto floral, altura planta y número de hojas por planta.

En la variedad INIAF Renacer, el rendimiento bruto y el rendimiento de primera fueron significativamente mayores con la aplicación de nanofertilizantes por fertirriego y vía foliar (63,50 t ha⁻¹ y 45,55 t ha⁻¹ respectivamente). En la variedad Río Grande, las aplicaciones con mayor rendimiento bruto fueron: fertirriego (53,55 t ha⁻¹) y la combinación de fertirriego y vía foliar (52,12 t ha⁻¹). De igual manera, se observaron mayores rendimientos de frutos de segunda con la aplicación de nanofertilizantes por fertirriego (12,24 t ha⁻¹) y la combinación de fertirriego y vía foliar (13,53 t ha⁻¹).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Error: bloque					
Bloque	3	4,17	1,39		
Error: Bloque *aplicación					
Aplicación de nanofertilizantes	3	1093,40	364,50	89,07	5,19 e ⁻⁰⁷ ***
Residuales	9	36,80	4,10		
Error: bloque *variedad					
Variedades de tomate	1	372,60	372,60	5288	5,57 e ⁻⁰⁶ ***
Residuales	3	0,20	0,10		
Error: bloque *aplicación*variedad					
Aplicación de nanofertilizante *variedades de tomate	3	132,59	44,20	15,20	0,000722 ***
Residuales	9	26,18	2,91		

Tabla 4 ANOVA para la variable de respuesta rendimiento bruto de frutos de tomate.



Figura 3 Interacción aplicación de nanofertilizantes por variedades de tomate para la variable de respuesta rendimiento bruto.



Figura 4 Frutos de tomate variedad INIAF Renacer con la aplicación de nanofertilizantes.

Conclusiones

La aplicación combinada de nanofertilizantes mediante fertirriego y vía foliar mejora el rendimiento y la calidad de los frutos en la variedad de tomate INIAF Renacer, mientras que en la variedad Río Grande, la aplicación por fertirriego muestra mejores resultados. Ambos métodos de aplicación incrementaron significativamente el número de frutos por planta, el rendimiento bruto y el rendimiento de frutos de primera categoría. Además, se observó un mayor tamaño, peso y calidad de los frutos en comparación con otros tratamientos. Estas tecnologías representan alternativas viables para la producción de tomate en las variedades evaluadas.

OPTIMIZACIÓN DEL SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CON EL USO DE ZEOLITA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó la producción de plantines de tomate con la incorporación de zeolita en el sustrato. Esta tecnología accesible demostró ser eficiente para la producción de plantines de tomate vigorosos, uniformes y sanos. Las zeolitas son minerales aluminosilicatos porosos y cristalinos que mantienen su estructura mientras intercambian iones, lo que les permite retener agua (hasta el 40% de su peso) y nutrientes, liberándolos gradualmente para mejorar la disponibilidad hídrica y nutricional en los cultivos.

Objetivo general

Evaluar y determinar el efecto de diferentes concentraciones de zeolita en la producción de plantines de tomate de la variedad INIAF Renacer en invernadero.

Metodología

La investigación se implementó en fecha 18 de junio de 2024 en Villa Montenegro, Sipe Sipe (Cochabamba), ubicada a 17° 26' 26,05" N y 66° 20' 42,08" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T0 (proporción 1:1:1 de tierra vegetal; lama y cascarilla de arroz), T1 (proporción 0,5:1:1 de zeolita; tierra vegetal y lama), T2 (proporción 1:1:1 de zeolita; tierra vegetal y lama), T3 (proporción 1,5:1:1 de zeolita; tierra vegetal y lama), T4 (proporción 2:1:1 de zeolita; tierra vegetal y lama). Las variables de respuesta incluyeron pH y CE del sustrato, porcentaje de prendimiento, desarrollo vegetativo de las plántulas, número de hojas verdaderas, altura plántula, diámetro de cuello de plántula, índice de clorofila, volumen de raíz y porcentaje de plántulas efectivas. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas fueron analizadas a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).



Figura 1 Preparación de sustrato (Relación 1:1:1 de zeolita; tierra vegetal y lama).



Figura 2 Producción de plantines de tomate en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH).

Resultados

Las concentraciones de zeolita en el sustrato más adecuadas para maximizar la producción de plantines de tomate variedad INIAF Renacer, fueron las proporciones: 0,5 zeolita, 1: lama y 1: tierra vegetal y 1: zeolita, 1: lama y 1: tierra vegetal. Estas concentraciones en el sustrato permitieron lograr un excelente porcentaje de prendimiento (99,1% y 98,55%), adecuado desarrollo en altura planta a los 21 días (7,1 cm y 6,3 cm), altura de plantín (13,46 cm y 13,22 cm), diámetro de cuello (2,84 mm y 2,80 mm), volumen radicular (0,68 cc y 0,65 cc), plantas efectivas producidas (98,35% y 97,08%) y mayores beneficios económicos en su producción (1,33 y 1,24 B/C).

Los sustratos 0,5:1:1 y 1:1:1 (zeolita. lama y tierra vegetal) presentaron un pH ligeramente alcalino a moderadamente alcalino (8,0 a 8,5) y una conductividad eléctrica (CE) de baja a moderada salinidad (0,7 ms/cm a 0,9 ms/cm), características que los hacen adecuados para la producción de plantines de tomate. Estas propiedades aseguran condiciones aceptables para el desarrollo de plantines, reflejado también en su contenido de clorofila (36,7 SPAD a 38,7 SPAD), indicando un contenido adecuado de clorofila y buena sanidad general de los plantines producidos con estas concentraciones de zeolita.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Bloque	3	0,0081	0,0027	0,3014	0,8238 NS
Concentraciones de Zeolita	4	22,3617	5,5904	4,4549	8,328e ⁻¹⁴ ***
Error	12	0,1074	0,0090		
Total corregido	19	22,4772			

Tabla 1 Prueba estadística paramétrica ANOVA para la variable de respuesta altura de planta.

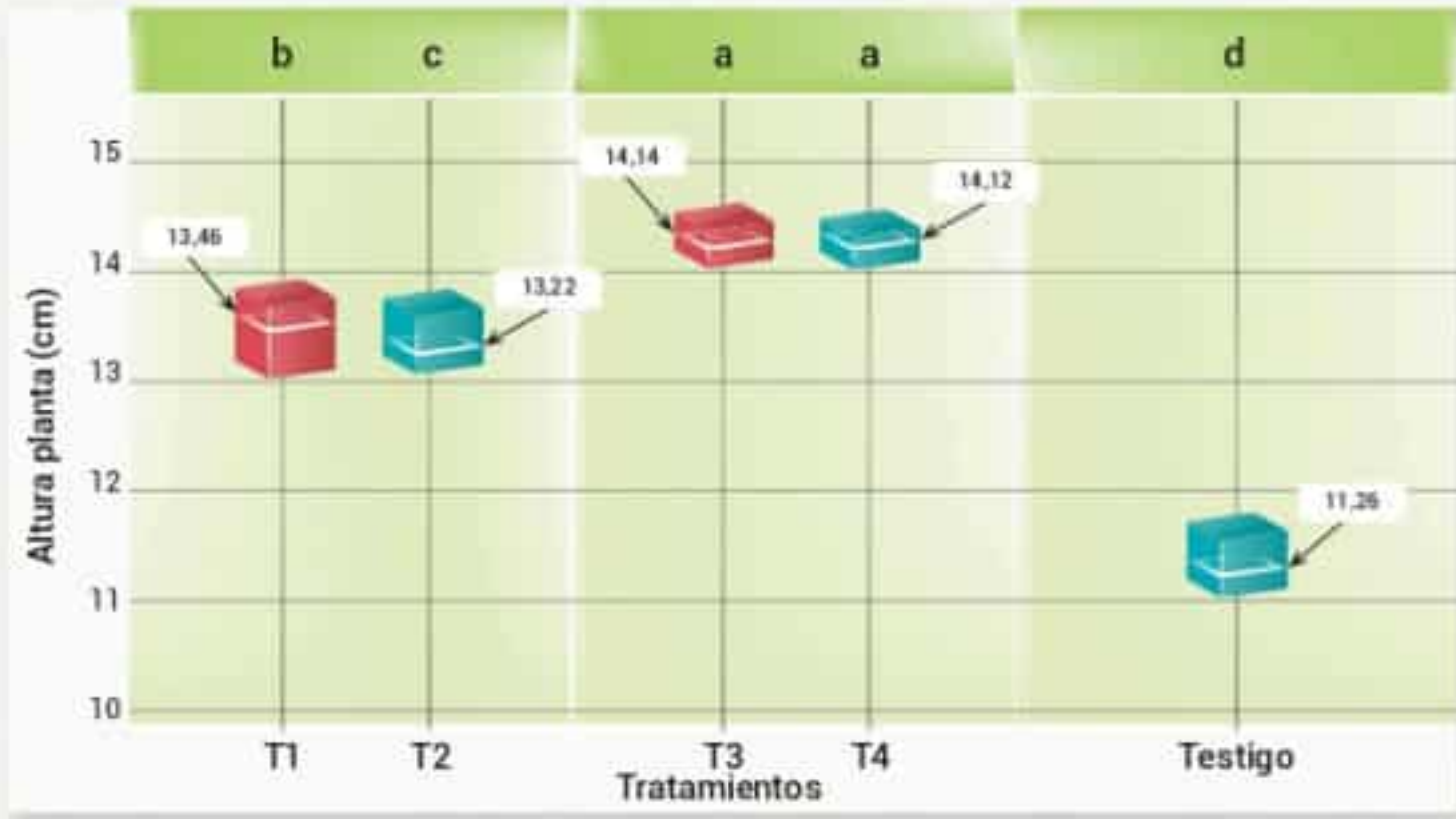


Tabla 2 Promedio de altura planta para los tratamientos evaluados del trabajo de investigación desarrollado en la plantinera del CNPSH.



Tabla 3 Plantines de tomate producidos con el uso de zeolita en el sustrato.



Figura 4 Evaluación de la variable de respuesta altura planta.

Conclusiones

Las concentraciones de zeolita en el sustrato para la producción de plantines de tomate variedad INIAF Renacer, en las proporciones: 0,5 zeolita, 1: lama y 1: tierra vegetal y 1: zeolita, 1: lama y 1: tierra vegetal, permiten obtener plantines de calidad comercial. Estas concentraciones garantizan un desarrollo óptimo de las plántulas, condiciones químicas adecuadas del sustrato y beneficios económicos favorables, siendo alternativas viables y eficientes para la producción de plantines de tomate en invernadero.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIMENSIONES DE CAMA ALTA CON RIEGO POR GOTEO EN TRES VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) DE DÍA INTERMEDIO

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó la producción de cebolla en cama alta con riego tecnificado. La tecnología de camas altas es un sistema de producción, que aprovecha las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo para crear las condiciones óptimas que favorezcan el desarrollo adecuado de cultivos como la cebolla. Este sistema de cultivo, facilita el manejo del cultivo de cebolla, al reducir los costos asociados con el aporque y desmalezado. Además, disminuye el estrés de los plantines durante el trasplante y su establecimiento, contribuyendo a mantener la humedad, reduciendo la salinidad y compactación del suelo.

Objetivo general

Identificar el sistema de plantación más eficiente y la variedad de cebolla de día intermedio que incremente el rendimiento y beneficio económico en el cultivo de cebolla bajo sistema de cama alta con sistema de riego por goteo.

Metodología

La investigación se implementó en fecha 18 de junio de 2023 en Villa Montenegro, Sipe Sipe (Cochabamba), ubicada a 17° 26' 26,05" N y 66° 20' 42,08" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A: variedades de cebolla (Perilla, Navideña y Victoria) y factor B: dimensiones de camas altas (285.714 plantas ha⁻¹ en ancho de cama de 40x30 cm de pasillo, 363.636 plantas ha⁻¹ en ancho de cama de 80x30 cm de pasillo y 400.000 plantas ha⁻¹ en ancho de cama de 120x30 cm de pasillo). Las variables de respuesta incluyeron: número de hojas, grosor del cuello, días al inicio de bulbificación, porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades, porcentaje de plantas florecidas, días a la cosecha, clasificación de bulbos por calibre, porcentaje del peso de bulbos por calibre y rendimiento total. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas se analizaron a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).



Figura 1 Cultivo tradicional de cebolla variedad Perilla en el municipio de Saipina del departamento de Santa Cruz.



Figura 2 Elaboración de camas elevadas en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe, departamento de Cochabamba.

Resultados

Los resultados demuestran un efecto significativo del ancho de cama y la densidad de trasplante en el desarrollo de las hojas de las variedades de cebolla estudiadas. Las plantas cultivadas en anchos de cama de 120x30 cm con una densidad de 400.000 plantas ha⁻¹ y 80x30 cm con una densidad de 363.636 plantas ha⁻¹ alcanzaron un promedio de 7 hojas por planta, mientras que el menor promedio de hojas por planta 6, se registró en las camas de 40x30 cm con una densidad de 285.714 plantas ha⁻¹. Estos resultados denotan la importancia de una adecuada densidad de trasplante en la optimización del desarrollo y número de hojas, sugiriendo que anchos de cama más amplios favorecen un mejor desarrollo de las hojas en las variedades de cebolla evaluadas.

Los resultados sugieren en particular que la variedad Navideña, desarrolla mayores alturas de planta, especialmente cuando se cultiva en anchos de cama más amplios y mayores densidades de trasplante.

El estudio mostró que el grosor del cuello de la cebolla varía según el ancho de cama y la densidad de trasplante, excepto en la variedad Victoria, que mantiene un grosor constante, lo que sugiere una ventaja adaptativa. Esta variedad también inicia la bulbificación de forma más uniforme, mientras que la Navideña es mas tardía y con mayor variabilidad, especialmente en condiciones estrechas de trasplante. La variedad Perilla presentó el inicio de bulbificación más precoz y el menor tiempo a la cosecha (111 días), lo que representa una ventaja en términos de maduración. En general, los bulbos obtenidos fueron pequeños (categorías C3 y C4), aunque el mercado boliviano prefiere tamaños entre 6,5 y 9 cm (C2 y C3). Finalmente, Victoria mostró los mayores rendimientos (14,2 t ha⁻¹), especialmente en camas de 80x30 cm y alta densidad de siembra.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valo F	Pr (>F)
Bloque	3	1,528	0,764	0,3797	0,6900945
Variedad	2	49,437	24,718	12,2827	0,0005858***
Ancho de cama	2	117,697	58,848	29,2419	4,53e-06***
Variedad*Ancho de cama	4	27,855	6,964	3,4604	0,0321723*
Residuales	16	32,199	2,012		

Tabla 1 ANOVA para la variable de respuesta rendimiento.



Figura 3 Interacción variedad por ancho de cama para la variable de respuesta rendimiento, del trabajo de investigación implementado en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe del departamento de Cochabamba.



Figura 4 Producción del cultivo de cebolla variedad Victoria en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe del departamento de Cochabamba.



Figura 5 Parcela de investigación en cama alta con riego tecnificado localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe del departamento de Cochabamba.

Conclusiones

Para la producción en verdeo con las variedades de cebolla Victoria, Navideña y Perilla, se recomienda el uso de anchos de cama de 120x30 cm (400.000 plantas ha⁻¹) y 80x30 cm (363.636 plantas ha⁻¹), que favorecen una mayor producción de hojas. La variedad Navideña presenta mayor crecimiento en altura en estos mismos anchos de cama, siendo ideal para cosecha en verde. Victoria destaca por su estabilidad en el grosor del cuello, inicio temprano de la bulbificación y mayor rendimiento (14,2 t ha⁻¹), especialmente en 80x30 cm y 363.636 plantas ha⁻¹, además de ofrecer una relación beneficio costo positiva (1,04), lo que la hace atractiva económicamente. Por su parte, la variedad Perilla es ideal para cosechas tempranas al tener el menor promedio de días a la cosecha (111 días).

CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES DE SUELO MEDIANTE EL USO DE TRES MICROORGANISMOS (*Trichoderma sp.*, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma sp.* + *Bacillus sp.*) EN EL CULTIVO DE HABA

Introducción

El cultivo de haba en Bolivia es de importancia agrícola y socioeconómica por sus múltiples beneficios nutricionales y su relevancia en la seguridad alimentaria y economía rural, por otra parte la importancia de los microorganismos benéficos del suelo son fundamentales para la fertilidad del suelo y para el control biológico de enfermedades, además de aportar en la mejora del rendimiento.

Objetivo general

Evaluar el control biológico de enfermedades de suelo mediante el uso de tres bioinsumos a base de microorganismos (*Trichoderma sp.*, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma sp.* + *Bacillus sp.*) en el cultivo de haba.

Metodología

La investigación fue establecida en la comunidad Tacamara del municipio de Achacachi en el departamento de La Paz. Se utilizó la semilla del productor “variedad de haba local”. El ensayo se implementó bajo el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. A la madurez del cultivo se evaluaron todas las variables de respuesta según lo establecido en el protocolo de investigación: altura de planta (AP), longitud de hoja (LH), longitud de vaina (LV), número de vainas por planta (NVPP), número de semillas por vaina (NSPV), número de tallos (NT), peso de raíz (PR) y rendimiento (RDTO).

El proceso de inoculación se realizó 30 minutos antes de la siembra, para ello se puso la semilla en un recipiente (bañador), después se colocaron los microorganismos directamente sobre la semilla, posteriormente se añadió agua para hidratar la mezcla y se mantuvo en agitación para una mejor distribución de los microorganismos.

Para confirmar la eficiencia de la inoculación se verificó la presencia de los microorganismos en el suelo de la parcela, instalando trampas de arroz en puntos tomados al azar (Figura 2).



Figura 1 Parcela de haba variedad local con microorganismos inoculados en el municipio de Achacachi - La Paz.

	Tratamientos
T1	Testigo (Sin el uso de microorganismos).
T2	Hongo <i>Trichoderma sp.</i> concentración de 1x10 ⁹ esporas g ⁻¹
T3	Bacteria <i>Bacillus subtilis</i> concentración de 1x10 ⁹ UFC ml ⁻¹
T4	<i>Trichoderma sp.</i> (1x10 ⁹ esporas g ⁻¹) + <i>Bacillus sp.</i> (1x10 ⁹ UFC mL ⁻¹)

Tabla 1 Tratamientos de la investigación.



Figura 2 Implementación de trampas de arroz para la captura de microorganismos en el área experimental.

Resultados

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para las variables de respuesta: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de raíz y número de tallos (Tabla 2).

Fuente de variación	G. L.	AP	LH	LV	NVPP	NSPV	PR	NT
Bloque	3	221,75	0,85	0,88	51,06**	0,17	232,16	0,92
Tratamiento	3	314,08	0,42	1,00	83,56**	0,83**	976,13*	12,75**
Error	9	257,81	0,60	1,22	8,62	0,11	207,66	1,19
CV (%)		11,75	11,06	8,69	19,17	13,33	27,70	20,33

Tabla 2 Cuadrados medios de las variables de respuesta evaluadas en el ensayo de haba con la aplicación de microorganismos en el municipio de Achacachi, departamento de La Paz.

Según la prueba de Tukey al 5% (Tabla 3) el tratamiento T4 (*Trichoderma sp.* 1×10^9 esporas g^{-1} + *Bacillus sp.* 1×10^9 UFC mL^{-1}) con un promedio de 21,5 número de vainas por planta, con 3 semillas por vaina, 68,1 gramos de peso de raíz, y 7,75 para número de tallos, muestra la mejor respuesta con respecto a los demás tratamientos.

Tratamientos	Medias			
	NVPP	NSPV	PR	NP
T4	21,50 A	3,00 A	68,10 A	7,75 A
T3	15,00 B	2,75 AB	42,25 AB	5,50 AB
T2	14,25 B	2,25 BC	62,27 AB	4,75 B
T1	10,50 B	2,00 C	35,50 B	3,50 B

Tabla 3 Promedios de las variables de respuesta para prueba de Tukey al 5% para tratamientos del ensayo de haba.

Estudios previos mencionan que el uso de microorganismos como *Trichoderma sp.* o *Bacillus sp.*, favorecen al desarrollo y crecimiento de la planta, mediante la producción de hormonas y de igual modo favorecen a la disponibilidad y fijación de nutrientes.

La Tabla 4, muestra la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento, se observa que el tratamiento T4: *Trichoderma sp.* + *Bacillus sp.* mostró el mejor rendimiento con $29,25 \text{ t ha}^{-1}$, mientras que el testigo (sin inóculo) registró el promedio más bajo con $10,8 \text{ t ha}^{-1}$.

Tratamiento	Medias (RDTO. $t \text{ ha}^{-1}$)	Grupos
T4 de <i>Trichoderma sp.</i> (1×10^9 esporas gr^{-1}) + <i>Bacillus sp.</i> (1×10^9 UFC ml^{-1})	29,25	A
T3 <i>Bacillus subtilis</i> concentración 1×10^9 UFC ml^{-1}	19,24	AB
T2 <i>Trichoderma sp.</i> concentración 1×10^9 esporas gr^{-1}	18,67	AB
T1 Testigo (Sin el uso de microorganismos).	10,80	B

Tabla 4 Promedios de las variables de respuesta para prueba de Tukey al 5% para rendimiento de haba.

La aplicación conjunta de *Trichoderma sp.* + *Bacillus sp.* ayuda a resistir el estrés abiótico por salinidad o sequía. Así mismo, ayuda en la activación de respuestas sistémicas de resistencia en las plantas, de igual modo, la producción de fitohormonas y el control por competencia de patógenos. Además, el efecto combinado ayuda en la solubilización de nutrientes, lo cual genera plantas vigorosas y productivas, ya que no solo mejora la calidad del cultivo de haba, sino también la productividad del mismo.



Figura 3 Producción de haba variedad local en el municipio de Achacachi.

Conclusiones

El tratamiento T4: *Trichoderma sp.* + *Bacillus sp.*, obtuvo 21 vainas por planta, 3 semillas por vaina, 68,10 g de peso de raíz y 8 tallos por planta, alcanzando los mejores registros para estas variables. De igual modo este tratamiento mostró el mayor rendimiento con $29,25 \text{ t ha}^{-1}$. y la mejor relación beneficio costo con 2,7, posicionándolo como la alternativa más eficiente tanto técnica como económica para la producción de haba bajo las condiciones del estudio.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DENSIDAD DE PLANTAS EN LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL ALTIPLANO CENTRAL

Introducción

La cebolla es una de las hortalizas de mayor importancia económica en Bolivia. En este contexto, y para promover la innovación hortícola mediante prácticas de manejo de la fertilidad del suelo, se busca mejorar el rendimiento del cultivo a través de prácticas de fácil adopción para los productores. Entre estas, la fertilización nitrogenada y la densidad de plantas son factores determinantes que influyen directamente en el rendimiento y la calidad. La fertilización nitrogenada aporta nitrógeno, elemento esencial para el desarrollo vegetativo y crecimiento foliar, fundamentales para la formación de bulbos. Por otro lado, la densidad de planta adecuada permite un mejor aprovechamiento del espacio, luz y nutrientes, favoreciendo la uniformidad, tamaño y calidad de bulbos.

Objetivo general

Determinar el nivel de fertilización nitrogenada y densidad de planta en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de Patacamaya del departamento de La Paz.

Metodología

El estudio se implementó en el municipio de Patacamaya del departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2024. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial y tres repeticiones. Se utilizó la variedad de cebolla Perilla. Los factores evaluados fueron: factor A) fertilización nitrogenada y factor B) densidad de plantas por m². El trasplante se realizó según las diferentes densidades de plantas por m² y la aplicación de la fertilización (urea) dividiéndose en dos aplicaciones: la primera aplicación fue durante el aporque 1 mes después del trasplante y la segunda aplicación se realizó 2 meses después de la primera aplicación. Se evaluaron variables agronómicas incluyendo peso, longitud y diámetro de bulbo, rendimiento en verde. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas (análisis de varianza y comparaciones de medias) para determinar si existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

Tratamiento	Factor A (Urea kg ha ⁻¹)	Factor B (Densidad de plantas m ⁻²)
1	0	20
2	0	40
3	0	60
4	62,5	20
5	62,5	40
6	62,5	60
7	125	20
8	125	40
9	125	60

Tabla 1 Descripción de los tratamientos (combinación de factores).



Figura 1 Parcela de cebolla variedad Perilla con fertilización nitrogenada y diferentes densidades de plantas en el municipio de Patacamaya, La Paz.



Figura 2 Cebolla variedad Perilla durante la cosecha, Municipio de Patacamaya, La Paz.

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

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Efecto de la media general.

ρ_k = Efecto del bloque.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel de fertilización.

β_j = Efecto de la j-ésima densidad de plantas.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de fertilización y j-ésima densidad de plantas.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

Tabla 2 Modelo lineal aditivo del diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo bifactorial.

Resultados

Para la fertilización nitrogenada en la variable de respuesta rendimiento, se observó que la fertilización nitrogenada (urea) con 125 kg ha⁻¹ registró el mayor promedio de rendimiento en verde con 114,12 t ha⁻¹, seguido de la fertilización con 62,5 kg ha⁻¹ de urea con un rendimiento en verde de 86,33 t ha⁻¹, mientras que el promedio más bajo se registró con la fertilización de 0 kg ha⁻¹ con un promedio de 78,50 t ha⁻¹. En cuanto al factor densidad de plantas por m² para la variable rendimiento, se pudo observar que la densidad 60 plantas m⁻², registró el mayor rendimiento en verde con 122,76 t ha⁻¹, mientras que el promedio más bajo se registró con la densidad de 20 plantas m⁻² con un promedio de 63,82 t ha⁻¹.

El rendimiento de cebolla esta influenciado por la fertilización nitrogenada, que juega un papel crucial en el crecimiento vegetativo, la formación de bulbos y, en última instancia, en el rendimiento del cultivo. El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para las cebollas, ya que promueve el desarrollo de la masa foliar y la fotosíntesis, los cuales son fundamentales para la formación de bulbos con buenas características.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Bloque	2	871,52	435,76	1,08	0,36 NS
Fertilización	2	6.304,43	3.152,22	7,83	0,00 **
Densidad	2	15.642,14	7.821,07	19,43	0,00 **
Fertilización•Densidad	4	895,33	223,83	0,56	0,70 NS
Error	16	6.439,45	402,47		
Total	26	30.152,87			

Tabla 3 ANOVA para la variable de respuesta rendimiento del cultivo de cebolla.

Fertilización (kg ha ⁻¹)	Medias	Grupos
125	114,12	A
62,5	86,33	B
0	78,5	B

Tabla 4 Prueba de Tukey al 5% para el factor fertilización para rendimiento del ensayo de cebolla.

Densidad de plantas (pl m ⁻²)	Medias	Grupos
60	122,76	A
40	92,37	B
20	63,82	B

Tabla 5 Prueba de Tukey al 5% para el factor densidad de planta para rendimiento del ensayo de cebolla.



Figura 3 Bulbos de cebolla variedad Perilla con fertilización nitrogenada.



Figura 4 Producción de cebolla con aplicación de fertilización nitrogenada y densidad de plantas, municipio de Patacamaya, La Paz.

Conclusiones

Para el rendimiento no se encontraron diferencias significativas en la interacción fertilización por densidad de plantas, lo que sugiere que el efecto de la fertilización y la densidad de plantas sobre el rendimiento son independientes, sin embargo, se encontraron diferencias significativas para los factores fertilización y densidad de plantas de manera independiente, según los resultados de las diferentes variables de respuesta evaluadas y el análisis químico del suelo, la mejor opción para incrementar el rendimiento en verde es la fertilización nitrogenada (urea) 62,5 kg ha⁻¹ (aplicada al inicio y durante la bulbificación) con una densidad de 60 plantas m⁻².

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL SISTEMA EN CAMA ELEVADA EN TRES VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN DOS ÉPOCAS DE SIEMBRA BAJO RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MUNICIPIO DE TIRAQUE

Introducción

Las condiciones ambientales y temporadas climáticas tienen un efecto decisivo en el comportamiento del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.). A pesar de que se han seleccionado variedades de zanahoria adaptadas a diferentes ambientes, es fundamental evaluar su comportamiento en condiciones locales. Del mismo modo, el cultivo en cama elevada, incrementa el rendimiento, calidad y uniformidad de raíz, características demandadas por el mercado.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de las variedades Altiplano, Montenegro 1 e INIAF Larga Vida, cultivadas en sistema de siembra en cama elevada en dos localidades.

Metodología

La investigación fue desarrollada durante la campaña agrícola 2022 - 2023, en dos sindicatos agrarios Koari Alto y Koari Lagunillas del municipio de Tiraque, departamento de Cochabamba. El diseño experimental utilizado para cada localidad fue un Diseño Generalizado de Filas y Columnas (DGFC) con cuatro repeticiones por tratamiento, donde se evaluaron las variables de respuesta: días a la emergencia, incidencia de plagas y enfermedades, días a la cosecha, rendimiento bruto, número de lenticelas, número de hojas por planta, longitud de raíz, peso de raíz, diámetro del hombro de raíz, diámetro del córtex y rendimiento comercial.

Para el sistema en cama elevada, la unidad experimental estuvo conformada por 3 camas, cada una de 5 m de largo. Las camas elevadas se construyeron manualmente con un ancho de 40 cm en la parte superior y 75 cm de base, con una altura de 30 cm. La siembra en cama elevada se realizó en tres surcos por cama, la apertura de surcos se realizó con una estaca afilada a una profundidad de 0,50 cm, se derramó la semilla (3,75 g por unidad experimental) y se cubrieron manualmente. Posterior a la siembra se aplicó el primer riego.

Fecha de siembra	Localidad	Variedad	Sistema de siembra	Densidad de siembra (kg ha ⁻¹)	Ciclo (días)
8/8/2022	Koari Alto	Altiplano	Cama elevada	4	180
		Montenegro 1	Tradicional	8	
			Cama elevada	4	150
			Tradicional	8	
1/9/2022	Koari Lagunillas	INIAF Larga Vida	Cama elevada	4	120
		Local	Tradicional	8	
			Tradicional	8	180
		Altiplano	Cama elevada	4	180
		Montenegro 1	Tradicional	8	
			Cama elevada	4	150
			Tradicional	8	
		INIAF Larga Vida	Cama elevada	4	120
		Local	Tradicional	8	
			Tradicional	8	180

Tabla 1 Fechas de siembra en las localidades de la campaña 2022 - 2023.



Figura 1 Riego por golden spray en la parcela de investigación implementada en el sindicato agrario Koari Lagunillas, municipio de Tiraque del departamento de Cochabamba.



Figura 2 Cosecha de zanahoria variedad Altiplano de la parcela experimental del sindicato agrario Koari Lagunillas, municipio de Tiraque del departamento de Cochabamba.

Resultados

El análisis de componentes principales (PC1 y PC2) explicó el 97,03% de la variabilidad en los rendimientos de zanahoria, asociando el rendimiento bruto, de segunda y comercial. Los mayores valores se registraron en la variedad Altiplano cultivada en camas elevadas (Koari Alto y Koari Lagunillas), mientras que el testigo y Altiplano tradicional tuvieron altos valores en rendimiento bruto, de segunda, tercera y descarte. Las variedades Montenegro 1 e INIAF Larga Vida mostraron los menores rendimientos.

En desarrollo vegetativo y calidad de raíz (71,62% de variabilidad), la longitud de raíz fue mayor en INIAF Larga Vida (camas elevadas), mientras que el testigo tuvo más días a cosecha y emergencia. No se observó podredumbre de raíz, atribuido a la calidad de la semilla utilizada. En días a la emergencia y cosecha, INIAF Larga Vida en camas elevadas fue mas precóz, favorecido por mejor drenaje y temperatura. El menor número de lenticelas (asociado a mejor calidad comercial) se registró en Altiplano e INIAF Larga Vida (camas elevadas). El testigo tuvo mayor rendimiento bruto por la densidad de siembra, pero Altiplano en camas elevadas destacó en rendimiento comercial y raíces de primera, con menores descartes. Los resultados resaltan la eficiencia del sistema en camas elevadas para mejorar la calidad y rendimiento comercial.

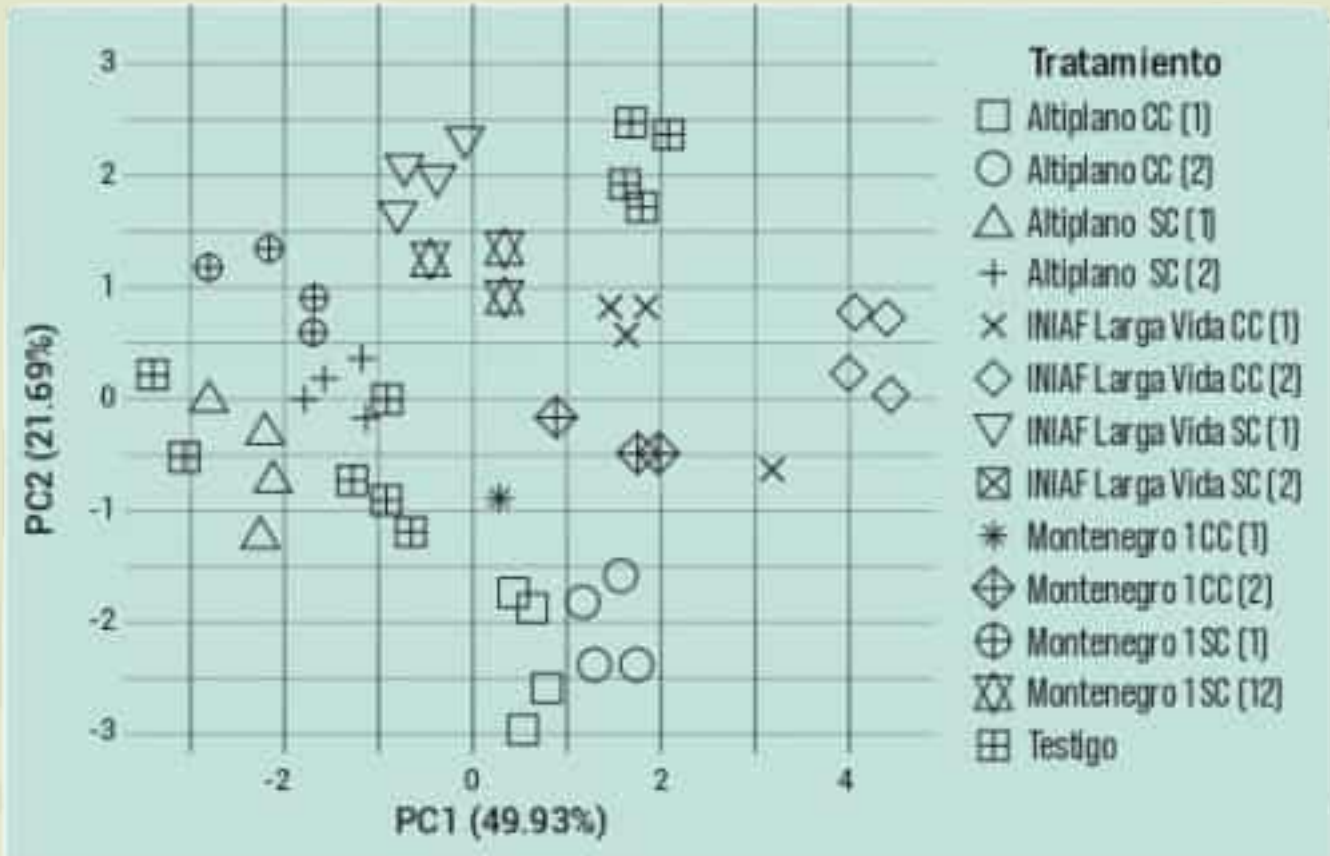


Figura 3 Análisis de componentes principales para variables de desarrollo vegetativo y calidad de raíz.

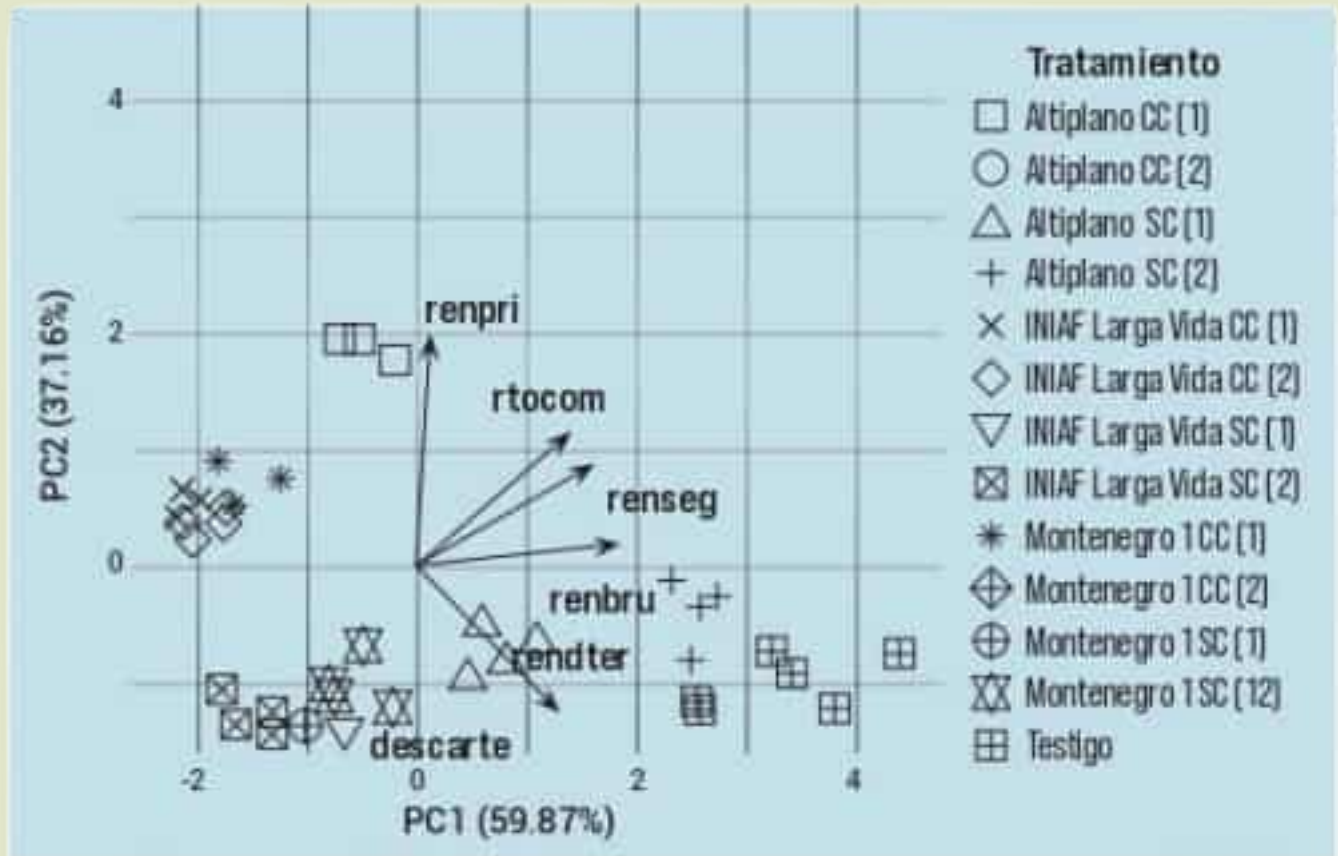


Figura 4 Análisis de componentes principales por componentes de rendimiento

Tratamientos	Localidad: Koari Alto		Localidad: Koari Lagunillas	
	Variables de respuesta			
	Rendimiento bruto (t ha ⁻¹)	Rendimiento raíces de primera (t ha ⁻¹)	Rendimiento bruto (t ha ⁻¹)	Rendimiento raíces de primera (t ha ⁻¹)
Var. Altiplano con cama elevada	30,01 b	17,28 a	38,96 b	25,47 a
Var. Altiplano sin cama elevada	32,08 b	6,58 cd	41,04 b	6,50 c
Var. Montenegro I con cama elevada	20,21 cd	11,05 b	20,05 d	11,14 b
Var. Montenegro I sin cama elevada	23,37 c	5,62 cd	29,75 c	5,00 cd
Var. INIAF Larga Vida con cama elevada	17,84 d	10,87 b	17,58 d	9,28 b
Var. INIAF Larga Vida sin cama elevada	21,43 cd	3,57 d	20,25 d	3,96 d
Testigo	43,85 a	6,78 c	48,09 a	5,87 cd
R ²	0,95	0,94	0,98	0,97
CV (%)	1,91	4,63	1,12	4,19

Tabla 2 Rendimiento bruto y rendimiento raíces de primera para ambas localidades.

Conclusiones

El comportamiento de las variedades Altiplano, Montenegro 1 e INIAF Larga Vida en relación con los días a la emergencia y días a la cosecha fue tardío (50 y 160) en ambas localidades, debido a la interacción con las condiciones ambientales. El sistema de siembra en cama elevada, combinado con las variedades de zanahoria Altiplano, Montenegro 1 e INIAF Larga Vida de zanahoria, mejoró significativamente el rendimiento comercial y la calidad de raíces cosechadas.

La variedad Altiplano, cultivada en el sistema en cama elevada se destacó por su mayor rendimiento comercial en Koari Alto y Koari Lagunillas (29,57 t ha⁻¹ y 39,66 t ha⁻¹), uniformidad de raíces de primera y segunda calidad en comparación a las variedades Montenegro 1 e INIAF Larga Vida.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA PODA EN EL COMPORTAMIENTO

AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE TOMATE

(*Solanum lycopersicum* L.) DE CRECIMIENTO DETERMINADO

Introducción

El cultivo de tomate en Bolivia representa un componente estratégico dentro de la producción agrícola por su alta demanda y consumo interno. En este contexto, y para fomentar la innovación hortícola mediante prácticas sencillas y fácilmente adoptables por los productores, se promueve mejorar el manejo agronómico del cultivo. Entre estas prácticas, la poda se destaca como una técnica esencial, ya que contribuye a incrementar el rendimiento y la calidad del fruto al mejorar la aireación, la penetración de luz y la eficiencia en la fotosíntesis, además de reducir la incidencia de enfermedades y optimizar el desarrollo del cultivo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la poda en el comportamiento agronómico de la variedad de tomate local y la variedad de tomate “INIAF Renacer” de crecimiento determinado.

Metodología

El estudio se implementó en la comunidad Bravo del municipio de Luribay (La Paz), ubicada a 16° 56’ 58” S y 67° 41’ 49” O a una altura de 2550 m s.n.m. durante la campaña agrícola 2023. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A) variedades de tomate (INIAF Renacer y variedad local) y factor B) tipos de poda de formación (poda de formación 2 ramas, 3 ramas y sin poda). Las variables de respuesta incluyeron altura de planta, número de frutos por racimo, número de frutos por planta, número de racimos por planta, presencia de enfermedades, incidencia de enfermedades, presencia de plagas, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, peso promedio del fruto y rendimiento de fruto por planta. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza para las diferentes variables, por último se realizó un análisis económico en base al beneficio costo de los tratamientos.

Tratamiento	Factor A	Factor B
T1	Variedad INIAF Renacer.	Poda de formación (2 ramas).
T2	Variedad INIAF Renacer.	Poda de formación (3 ramas).
T3	Variedad INIAF Renacer.	Sin poda.
T4	Variedad local.	Poda de formación (2 ramas).
T5	Variedad local.	Poda de formación (3 ramas).
T6	Variedad local.	Sin poda.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos (combinación de factores).

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

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Efecto de la media general.

ρ_k = Efecto del bloque.

α_i = Efecto de la i-ésima variedad.

β_j = Efecto de la j-ésima poda.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la i-esima variedad y la j-esima poda.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

Tabla 2

Modelo lineal aditivo usado en el trabajo de investigación.



Figura 1

Cosecha de tomate en la parcela experimental en la comunidad Bravo del municipio de Luribay, La Paz.



Figura 2

Poda en tomate variedad INIAF Renacer en la comunidad Bravo del municipio de Luribay, La Paz.

Resultados

La variedad “INIAP Renacer” obtuvo un mayor número de frutos por planta (54) independientemente de la poda realizada mientras que la variedad local obtuvo un menor número de frutos (40) independientemente de la aplicación de la poda. Los efectos de la poda no mostraron diferencias significativas sobre las variables altura de planta, número de frutos por racimo, número de frutos por planta, número de racimos por planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar y rendimiento, sin embargo, se observaron diferencias significativas en la interacción (variedad por poda 2 ramas, 3 ramas y sin poda) con respecto a las variables de diámetro polar y rendimiento.

La variedad de tomate “INIAP Renacer” presentó el rendimiento mas alto con 76,99 t ha⁻¹, mientras que la variedad local registró un rendimiento promedio de 58,32 t ha⁻¹, esto independientemente de la poda realizada, sin embargo, con respecto a la presencia de enfermedades e incidencia de plagas se pudo observar que existió mayor incidencia de enfermedades y plagas en los tratamientos en los que no se realizó la poda (T3 y T6) independientemente de la variedad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr (>F)
Bloque	2	64,53	32,26	0,15	0,86 ns
Variedad	1	1568,00	1568,00	7,33	0,02*
Tipo de Poda	2	828,55	414,28	1,94	0,19 ns
Interacción Variedad •Tipo de Poda	2	1732,25	866,13	4,05	0,05*
Error Experimental	10	2140,03	214,00		

Tabla 3 ANOVA para la variable de respuesta “Rendimiento”.

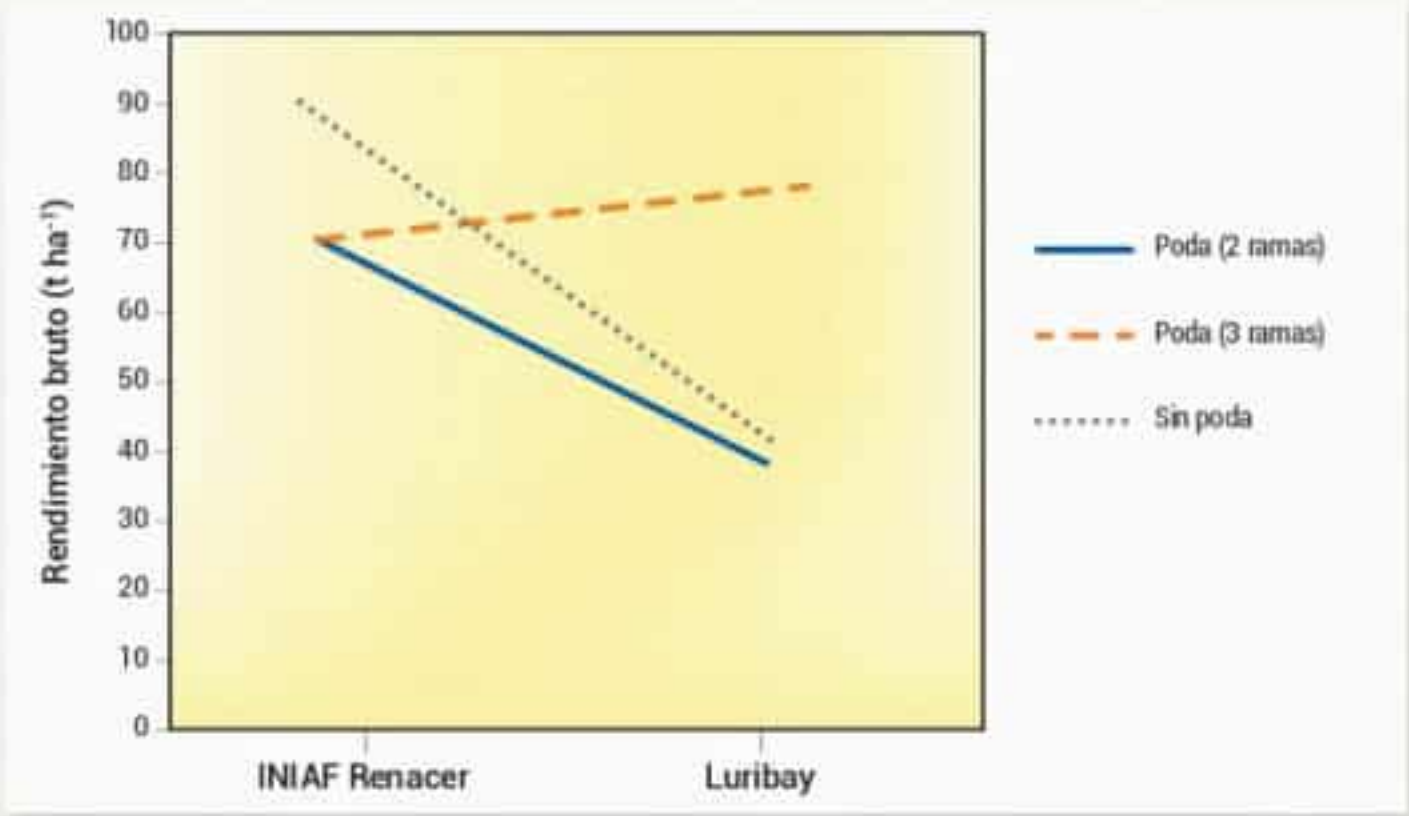


Figura 3 Interacción entre los factores de variedad y poda de formación.



Figura 4 Selección de frutos en la parcela de investigación del cultivo de tomate en la comunidad de Bravo en el municipio de Luribay, La Paz.

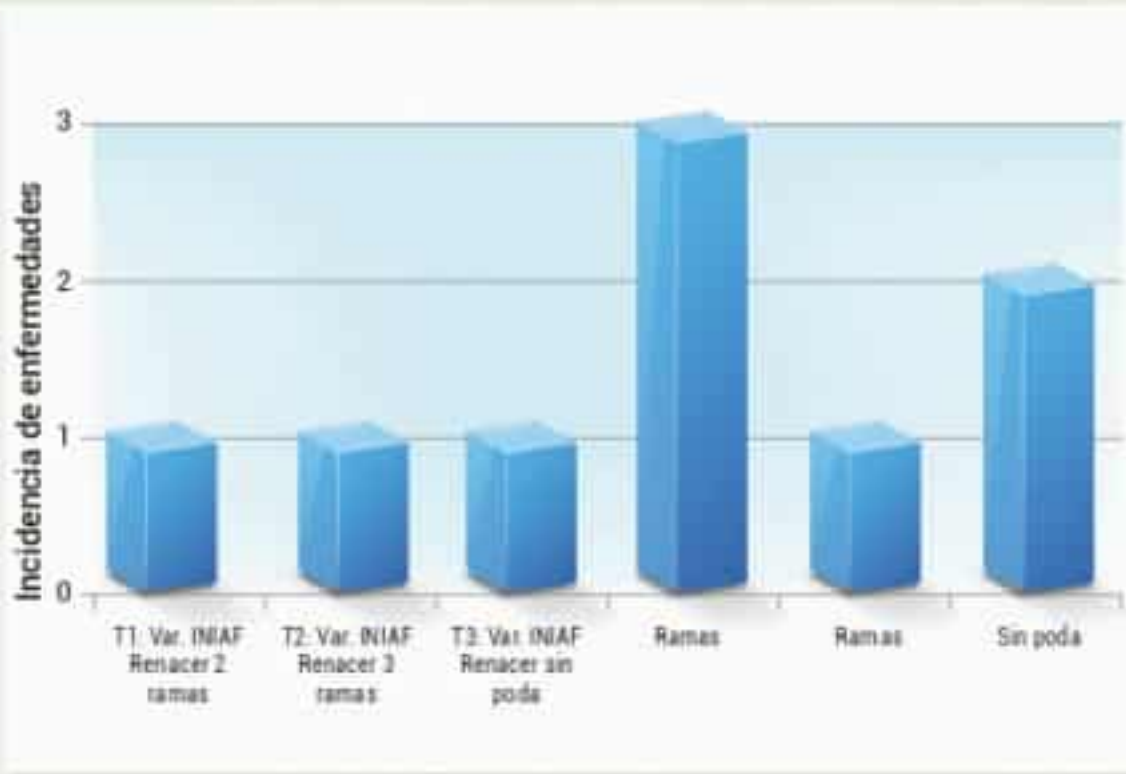


Figura 5 Incidencia de enfermedades por tratamiento.

Conclusiones

La aplicación de la poda en las variedades de tomate “INIAP Renacer” y local, no afectó significativamente el desarrollo de las variables agronómicas de desarrollo propuestas en la investigación, observándose únicamente interacción de factores en las variables de diámetro polar del fruto y rendimiento, donde el mayor rendimiento lo registró la variedad “INIAP Renacer”, con poda de hojas basales y viejas. Asimismo, se pudo evidenciar una menor incidencia de enfermedades y plagas en los tratamientos con poda, lo que representa un factor determinante para mejorar tanto la calidad como el rendimiento del cultivo.

EFECTO DEL CONTROL PREVENTIVO DE ENFERMEDADES DE SUELO EN CEBOLLA CULTIVADA BAJO COBERTURA PLÁSTICA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó el uso de pyraclostrobin + thiophanate-methyl i.a. y *Trichoderma sp.* para el control de enfermedades de suelo. El tratamiento de plántulas de cebolla con thiophanate-methyl antes del trasplante reduce enfermedades del suelo, mientras que el pyraclostrobin retrasa la senescencia, mejora la tolerancia al estrés, optimiza la absorción de nitrógeno e incrementa el rendimiento. Además, el hongo *Trichoderma sp.* actúa como control biológico, suprimiendo hongos patógenos y promoviendo el crecimiento del cultivo. Estas estrategias demuestran ser efectivas para mejorar la sanidad y productividad en el cultivo de cebolla.



Figura 1

Parcela de cebolla variedad Perilla en el CNPSH - Sipe Sipe.

Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación preventiva de pyraclostrobin + thiophanate-methyl i.a. y *Trichoderma sp.*, en el control de enfermedades de suelo, en dos variedades de cebolla cultivadas bajo dos colores de cobertura plástica en el Centro de Producción de Hortalizas de Playa Ancha del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF.

Metodología

La investigación se implementó en fecha 18 de agosto de 2024 en el Centro de Producción de Hortalizas de Playa Ancha, Capinota (Cochabamba), ubicada a 17° 30' 58,54" N y 66° 14' 41,48" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con Arreglo en Parcelas Divididas (APD), con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A: color de cobertura plástica (bicolor y negro), factor B: variedades de cebolla (Perilla y Globosa) y factor C: aplicación de agroquímico y hongos benéficos (Acronis y *Trichoderma sp.*). Las variables de respuesta incluyeron: incidencia de enfermedades de suelo (a los 45, 60, 75 y 90 días), incidencia de enfermedades de suelo a la cosecha, días a la cosecha, número de hojas por planta, diámetro de bulbo, peso del bulbo, rendimiento bruto en bulbo, clasificación, calidad de bulbo, clasificación tamaño de bulbo y rendimiento bulbos comerciales. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas se analizaron a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).

Resultados

Se identificó al hongo *Fusarium sp.* como agente causal predominante de enfermedades durante el desarrollo del trabajo de investigación. El pH ligeramente alcalino del agua de riego (8,2) y del suelo (8,18), favorecieron al desarrollo de este patógeno. La elevada conductividad eléctrica del agua de riego 2190 $\mu\text{S cm}^{-1}$ estresó a las variedades estudiadas haciéndolas más susceptibles al *Fusarium sp.*



Figura 2

Cosecha de almácigo para la implementación del trabajo de investigación.

La elevada relación de absorción de sodio (RAS) de 0,842 ocasionó una deficiente aireación y drenaje del suelo ocasionando humedad constante en la superficie del suelo. Además, la cobertura plástica de color negro contribuyó significativamente al desarrollo del patógeno, si bien contribuyó al control de malezas y a mantener la humedad del suelo, también incrementó significativamente la temperatura del suelo. Toda esta combinación de factores brindó condiciones adecuadas para la proliferación de este patógeno y su patogenicidad observada en el trabajo de investigación.

El estudio demostró que tanto el uso de pyraclostrobin + thiophanate-methyl como de *Trichoderma sp.* empleadas individualmente en dos aplicaciones, fueron efectivos para controlar enfermedades del suelo en el cultivo de cebolla. La primera aplicación consistió en la inmersión de raíces y bulbos (dosis del químico:100 cc 100 kg⁻¹ de almácigo y dosis *Trichoderma sp.*: 5 g L⁻¹ de agua), seguido de secado y trasplante. La segunda aplicación al cuello de las plantas a los 30 días después del trasplante (dosis químico: 3 L ha⁻¹ y dosis *Trichoderma sp.*: 5 g L⁻¹ de agua). Estos esquemas de aplicación demostraron un control eficaz de patógenos de suelo. La variedad Globosa mostró un mayor rendimiento de bulbos comerciales bajo las mismas condiciones de cultivo (cobertura plástica de color blanco) y control de enfermedades con pyraclostrobin + thiophanate-methyl i.a. (22,3 t ha⁻¹) y con *Trichoderma sp.* (21,04 t ha⁻¹) en comparación con la variedad Perilla.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Color mulch	1	221,021	221,021	195,6005	0,000004013***
Variedad	1	12,578	12,578	11,1316	0,001979**
Control	2	32,402	16,201	14,3376	2,63·10 ⁻⁰² **
Color mulch*Variedad	1	31,041	31,041	27,4707	0,007175***
Color mulch*Control	2	1,479	0,739	0,6543	0,525885
Variedad*Control	2	1,931	0,965	0,8543	0,434024
Color mulch*Variedad*Control	2	9,639	4,820	4,2653	0,021756*
Residuales	36	40,679	1,130		

Tabla 1 ANOVA para la variable de respuesta tamaño de bulbos comerciales.



Figura 4 Bulbos de cebolla variedad Globosa, producidos mediante el control preventivo de enfermedades de suelo con la aplicación de *Trichoderma sp.*

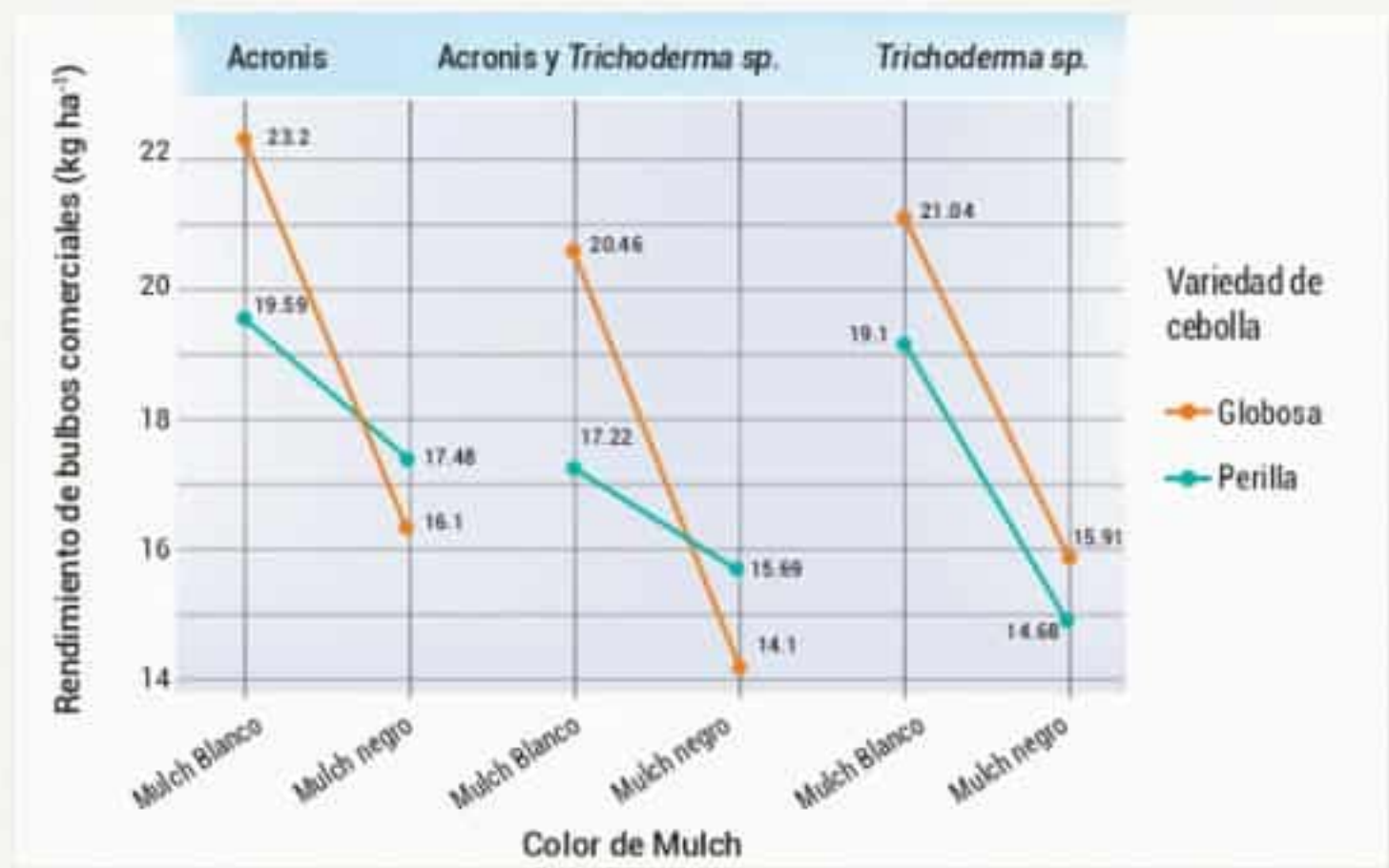


Figura 3 Interacción color de cobertura plástica (mulch) por variedad, por control de enfermedades para la variable de respuesta y rendimientos bulbos comerciales.

Conclusiones

El estudio confirmó la eficacia de pyraclostrobin + thiophanate-methyl y *Trichoderma sp.*, aplicados individualmente, para el control de enfermedades del suelo en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), bajo un esquema de dos aplicaciones: la primera por inmersión de raíces y bulbos (100 cc 100 kg⁻¹ de almácigo para el fungicida y 5 g L⁻¹ de agua para *Trichoderma sp.*) antes del trasplante, y la segunda al cuello de la planta a los 30 días después del trasplante (3 L ha⁻¹ para el fungicida y 5 g L⁻¹ de agua para *Trichoderma sp.*). Además, se sugiere el uso de cobertura plástica blanca para optimizar el rendimiento de bulbos comerciales, destacando que la variedad Globosa superó significativamente a Perilla bajo estas condiciones de cultivo.

EFECTO DE COBERTURA PLÁSTICA SOBRE LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CEBOLLA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó el uso de cobertura plástica. El mulching y o acolchado con cobertura plástica es el proceso o práctica de cubrir el suelo para brindar mejores condiciones de crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. El uso de material plástico (mulching) para el acolchado es una práctica común en la producción hortícola, los plásticos negros de polietileno son los más usados para el acolchado, debido a sus excelentes propiedades y bajo costo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de cobertura plástica sobre la fenología y rendimiento en tres variedades de cebolla de días intermedios en el Centro de Producción de Hortalizas de Playa Ancha del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF.

Metodología

La investigación se implementó en fecha 20 de agosto de 2024 en la localidad Playa Ancha, Capinota (Cochabamba), ubicada a 17° 26' 26,05" N y 66° 20' 42,08" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo en Parcelas Divididas (APD), con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A (variedad de cebolla Perilla, Navideña y Globosa) y factor B (color de cobertura plástica blanca y negra). Las variables de respuesta evaluadas fueron: días al desarrollo vegetativo, días al inicio de la bulbificación, días al máximo desarrollo vegetativo, número de hojas por planta, diámetro de bulbo, peso del bulbo, rendimiento bruto en bulbo, clasificación calidad de bulbo, clasificación tamaño de bulbo y rendimiento de bulbos comerciales. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas se analizaron a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).



Figura 1 Parcela tradicional de cebolla en el municipio de Saipina del departamento de Santa Cruz.



Figura 2 Cultivo de cebolla en cama elevada y cobertura plástica en la localidad de Playa Ancha, municipio de Capinota del departamento de Cochabamba.

Resultados

Las variedades de cebolla evaluadas mostraron sensibilidad a las condiciones de cultivo, especialmente al color de la cobertura plástica. En general, el uso de cobertura plástica negra aceleró el desarrollo fenológico en comparación con la cobertura plástica blanca. Las variedades Globosa, Navideña y Perilla presentaron un desarrollo más precoz bajo cobertura negra, alcanzando rápidamente las etapas de desarrollo vegetativo, inicio de bulbificación y máximo desarrollo vegetativo.

Las variedades de cebolla evaluadas demostraron ser sensibles a las condiciones de cultivo en particular al color de la cobertura plástica. Las variedades evaluadas cultivadas bajo cobertura plástica de color blanco registraron un rendimiento comercial promedio de 19.881,44 kg ha⁻¹, superior a cuando fueron cultivadas bajo cobertura plástica de color negro con 18.735,17 kg ha⁻¹. La variedad Globosa registró un rendimiento comercial promedio de 19.926,05 kg ha⁻¹, Navideña 19.427,04 kg ha⁻¹ y Perilla 18.571,82 kg ha⁻¹.

Las variedades de cebolla Globosa, Navideña y Perilla mostraron un mayor rendimiento bajo cobertura plástica blanca en comparación con la negra, registrando bulbos de mayor diámetro (55,06 mm, 57,88 mm y 43,45 mm, respectivamente), mayor cantidad de bulbos de calidad (200, 182 y 184) y mayor cantidad de bulbos de tamaño medio y reempaque, mientras que el cultivo con cobertura negra resultó en diámetros menores (45,75 mm, 52 mm y 40,13 mm) y menor producción de bulbos comerciales, lo que evidencia que el color blanco de la cobertura plástica favorece significativamente la calidad y el rendimiento del cultivo de cebolla.

La relación beneficio costo fue más favorable para las variedades Globosa (1,26) y Navideña (1,23) cuando se cultivaron bajo cobertura plástica de color blanco. Esto demuestra que esta tecnología no solo mejora el rendimiento y la calidad de los bulbos, sino que también incrementa la eficiencia económica del cultivo. Los mayores ingresos generados superaron los costos de implementación, garantizando un retorno positivo de la inversión.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Error: bloque					
Bloque	3	1.407.031	469.010		
Error: Bloque*color de cobertura plástica					
bloque*color de cobertura plástica	3	1.661.313	553.771	14,24	0,0326*
Color de cobertura plástica	1	7.883.678	7.883.678		
Error: dentro					
Variedad	2	7.504.873	3.752.436	3,312	0,0185*
Color de cobertura plástica*variedad	2	2.461.461	1.230.731	3,007	0.1982 NS
Residual	12	7.948.418	662.368		

Tabla 1 Análisis de varianza para la variable rendimiento de bulbos comerciales.

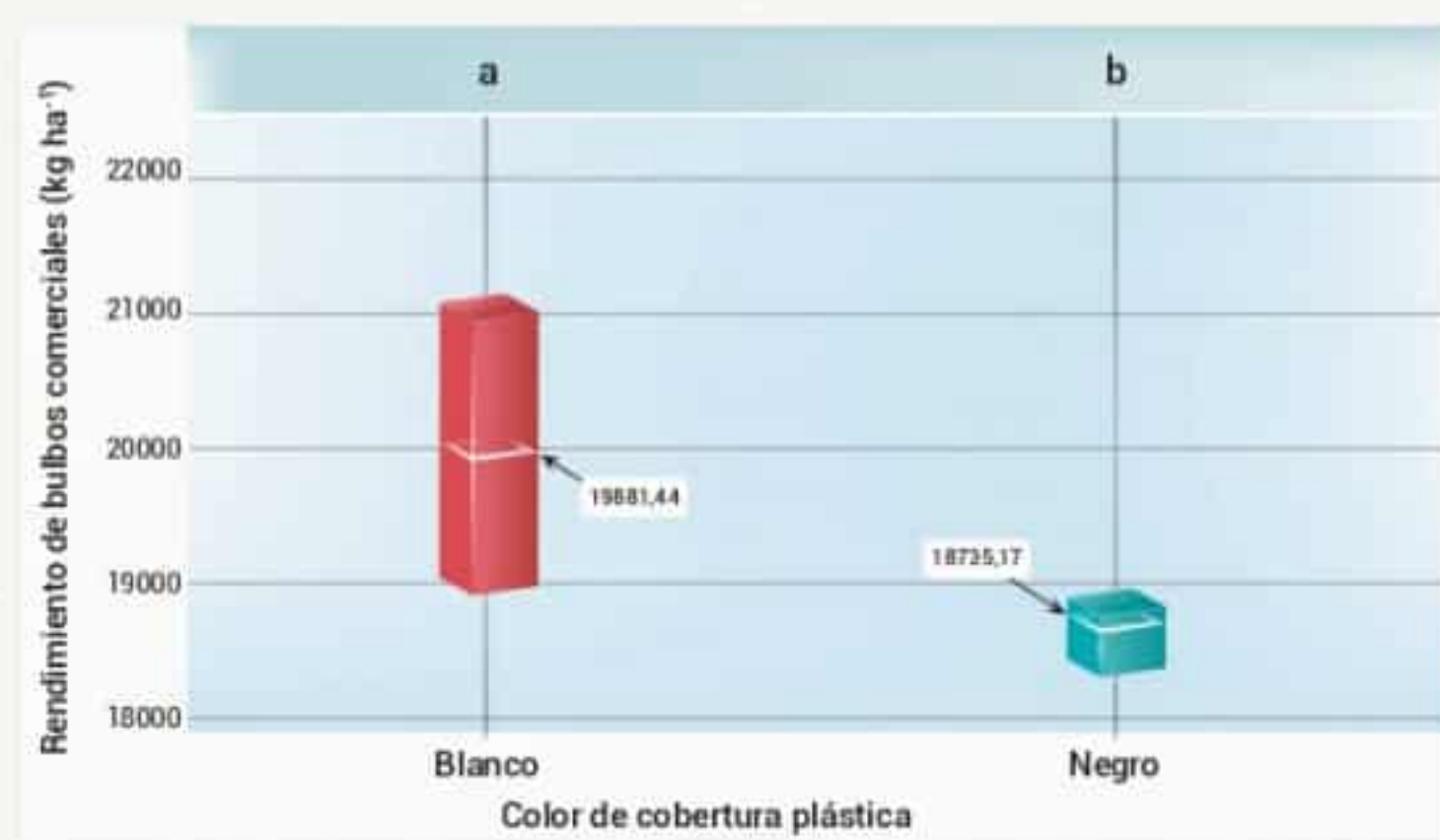


Figura 3 Efecto principal color de cobertura plástica para la variable de respuesta rendimiento de bulbos comerciales.



Figura 4 Evaluación de la variable de respuesta rendimiento de bulbos comerciales.

Conclusiones

Las variedades Globosa y Navideña, cultivadas bajo cobertura plástica blanca, mostraron el mejor desempeño agronómico en términos de producción de bulbos de alta calidad comercial. Los resultados del trabajo de investigación indican que el cultivo bajo cobertura blanca de estas variedades no solo resultó en un mayor diámetro de bulbo y una mayor cantidad de bulbos de calidad comercial, sino que también generó un rendimiento comercial significativamente superior. Esta tecnología de mayor producción, sumada a la relación beneficio costo positiva, se traduce en una mayor rentabilidad económica para el productor.

COINOCULACIÓN DE *Rhizobium sp.* Y MICORRIZAS EN EL CRECIMIENTO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)

Introducción

La producción del cultivo de arveja en Bolivia está limitada por una producción tradicional, por otra parte, se tiene a las bacterias del genero *Rhizobium sp.* que viven en simbiosis con las leguminosas fijan nitrógeno en el suelo, así mismo, las micorrizas incrementan la poblacion radicular, lo cual podría incrementar la producción de arveja al mejorar la capacidad de las plantas para asimilar nutrientes del suelo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la coinoculación de *Rhizobium sp.* y micorrizas en el crecimiento y componentes de rendimiento del cultivo de arveja en el municipio de Sorata en el departamento de La Paz.

Metodología

La investigación fue realizada en la comunidad Coajoni en el municipio de Sorata del departamento de La Paz durante la campaña agrícola 2024. El material vegetal usado correspondió a la variedad de arveja Pairumani 1. El ensayo se realizó de acuerdo a un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 repeticiones, donde se evaluaron las variables de respuesta según lo planteado en el protocolo de investigación: altura de planta (AP), número de tallos por planta (NT), número de flores por planta (NFP), número de vainas por planta (NVP), longitud de vaina (LV), peso de vaina con grano (PVCG), peso de grano por vaina (PGV), número de granos por vaina (NGV), diámetro de grano (DG), y rendimiento en vaina verde (RDTO).

La inoculación de la semilla (factor de estudio), se realizó según los tratamientos (Tabla 1), con *Rhizobium sp.* y micorrizas, 30 minutos antes de la siembra, para ello se depositó la semilla en un recipiente (bañador), después se colocaron los microorganismos directamente sobre la semilla, posteriormente se añadió agua para las micorrizas y agua dulce (chancaca diluida en agua) para el *Rhizobium sp.*

Tratamiento		Descripción
T1	Sin inóculo	Sin inoculación de semilla.
T2	<i>Rhizobium sp.</i>	1,5 kg de <i>Rhizobium sp.</i> para 125 kg de semilla (dosis según recomendación del producto).
T3	Micorrizas	1,5 kg de micorrizas para 125 kg de semilla (dosis según recomendación del producto).
T4	<i>Rhizobium sp.</i> + micorrizas	1,5 kg de <i>Rhizobium sp.</i> + 1,5 kg de micorrizas para 125 kg de semilla (dosis según recomendación del producto).

Tabla 1 Tratamientos planteados en el trabajo de investigación.



Figura 1 Cultivo de arveja variedad Pairumani 1 en la etapa de floración.



Figura 2 Semillas de arveja inoculadas con microorganismos.

Resultados

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para las variables de respuesta: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de raíz y número de tallos. De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observó que el tratamiento (T4) *Rhizobium sp.*+ micorrizas presentó la mejor respuesta para el número de flores por planta de 12,5, número de vainas por planta de 10,5 y rendimiento de 3,88 t ha⁻¹, contrariamente al testigo que presentó el rendimiento más bajo con 2,86 t ha⁻¹.

Tratamiento	Número de flores por planta	Número de vainas por planta	Rendimiento
T1 Sin inóculo	9,75 AB	7,25 BC	2,86 B
T2 <i>Rhizobium sp.</i>	13,75 A	10,25 AB	3,66 AB
T3 Micorrizas	7,75 B	7,00 C	3,19 AB
T4 <i>Rhizobium sp.</i> + micorrizas	12,50 AB	10,50 A	3,88 A

Tabla 2 Prueba de Tukey al 5% para las variables de respuesta de importancia. Donde, las letras (A, B y C) indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey (α = 0.05).

La interacción *Rhizobium sp.* + micorrizas genera un efecto positivo en el equilibrio hormonal de la planta, especialmente en la producción de auxinas y citoquininas, que están involucradas en la formación de flores y vainas. Este mecanismo, sumado a la mayor disponibilidad de nutrientes, optimiza la tasa de fertilización de las flores, favoreciendo la formación de vainas.



Figura 3 Prueba de Tukey al 5% promedios para rendimiento en vaina verde.

Según los resultados de la investigación el tratamiento T4 (*Rhizobium sp.* + micorrizas) tendría los mejores resultados, esto puede ser por la combinación de dos asociaciones simbióticas que maximizan la captación de nutrientes esenciales para la planta. Los *Rhizobium sp.* fijan nitrógeno atmosférico en los nódulos radiculares, mientras que los hongos micorrícicos incrementan la absorción de fósforo y otros nutrientes del suelo, además de mejorar la resistencia a factores abióticos adversos.



Figura 4 Medición de altura planta en el cultivo de arveja variedad Pairumani 1.

Conclusiones

El tratamiento T4 (*Rhizobium sp.* + micorrizas) registró un rendimiento de 3,88 t ha⁻¹; vainas por planta de 11 vainas y 13 flores por planta, demostrando su superioridad en comparación al testigo y los demás tratamientos evaluados. Asimismo, presentó la mejor relación beneficio costo con 1,09 lo que indica que este tratamiento no solo incrementa el rendimiento del cultivo de arveja, sino que también proporciona el mejor retorno económico, siendo la opción mas favorable para la producción de arveja bajo las condiciones del estudio.

OPTIMIZACIÓN DE NIVELES DE HUMUS DE LOMBRIZ Y COMPOST EN EL CULTIVO DE TOMATE Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Introducción

El tomate es una hortaliza de alto consumo en Bolivia, cuya producción también depende de la fertilidad del suelo. En este contexto, y para impulsar la innovación hortícola, se promueve la adopción de prácticas agrícolas sostenibles mediante el uso de biofertilizantes como el humus de lombriz y el compost. Ambos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: el humus de lombriz, mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, mientras que el compost incrementa la materia orgánica y favorece la retención de humedad. Estos biofertilizantes contribuyen a mejorar el rendimiento del cultivo de tomate, reducen la dependencia de fertilizantes sintéticos y disminuyen el riesgo de contaminación ambiental.

Objetivo general

Determinar la dosimetría óptima de humus de lombriz y compost en la producción del cultivo de tomate y su efecto en los parámetros químicos del suelo en el departamento de La Paz.

Metodología

El estudio se implementó en la comunidad Cuty del municipio de Luribay, La Paz, ubicada a 17° 4' 46" S y 67° 37' 42" O a una altitud de 2550 m s.n.m. durante la campaña agrícola 2023. Se utilizó la variedad de tomate INIAF Renacer. Fue establecido bajo el diseño Central Compuesto Rotable (DCCR) con dos variables independientes (x), el ensayo en campo fue establecido bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. Las variables independientes fueron: A) humus de lombriz (0 t ha⁻¹; 20 t ha⁻¹) y B) compost (0 t ha⁻¹; 60 t ha⁻¹), donde el valor inferior constituye el primer nivel y el valor superior el segundo nivel de cada una de las variables independientes (x). La aplicación de humus de lombriz y compost en las dosis determinadas (dividido en tres) se realizó durante el trasplante, la segunda aplicación durante el aporque en la floración y una tercera aplicación al inicio de la fructificación. Las variables de respuesta agronómicas evaluadas fueron: peso, longitud y diámetro de fruto, rendimiento y parámetros físicos y químicos del suelo. El análisis estadístico se realizó con pruebas paramétricas (análisis de varianza, comparación de medias y para la optimización se utilizó análisis de superficie de respuesta).

Variables independientes	Niveles (inferior, superior)
Humus de lombriz (A)	0 t ha ⁻¹ 20 t ha ⁻¹
Compost (B)	0 t ha ⁻¹ 60 t ha ⁻¹

Tabla 1 *Intervalos de la variables independientes para el cultivo de tomate.*



Figura 2 *Parcela de tomate variedad "INIAF Renacer" con la aplicación de humus de lombriz y compost en la comunidad Cuty del municipio de Luribay, La Paz.*



Figura 1 *Parcela de tomate variedad INIAF Renacer con aplicación de humus de lombriz y compost durante el aporque, en la comunidad Cuty del municipio de Luribay, La Paz.*

Tratamiento	Compost t ha ⁻¹	Humus de lombriz t ha ⁻¹
T1	30	20
T2	30	10
T3	60	10
T4	60	0
T5	30	10
T6	30	0
T7	0	0
T8	0	20
T9	0	10
T10	30	10
T11	60	20
T12	30	10
T13	30	10

Tabla 2 *Tratamientos determinados según las variables independientes.*

Resultados

El análisis de varianza para el rendimiento muestra que no se encontraron diferencias significativas, lo que sugiere que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en relación al rendimiento. Sin embargo, se destaca el tratamiento T6 (30 t ha⁻¹ de compost y 0 t ha⁻¹ de humus de lombriz) con un rendimiento de 75,77 t ha⁻¹, asimismo, el tratamiento T9 (0 t ha⁻¹ de compost y 10 t ha⁻¹ de humus de lombriz) que registro un rendimiento de 67 t ha⁻¹.

En cuanto al análisis de laboratorio de suelo realizado después de la aplicación de compost y humus de lombriz, se pudo observar que la materia orgánica incrementó hasta un 3,96% y 3,12% con la aplicación de 60 t ha⁻¹ de compost (T4) y 60 t ha⁻¹ compost con 10 t ha⁻¹ de humus de lombriz (T3) respectivamente, de manera general todos los tratamientos muestran un incremento en el porcentaje de materia orgánica, lo que infiere, que la aplicación de los biofertilizantes compost o humus de lombriz mejoran las características físicas y químicas del suelo.

Fuente de variación	GL	AP	NFI	NRP	NFR	NFP	PF	DF	DF	ROTO
Bloque	2	8,95	1,1*	1,26	0,64	96,79	7,15	0,33	0,01	353,67
Compost	2	19,05	0,25	16,24	0,46	98,7	60,5	0,29	0,1	133,24
Humus de lombriz	2	97,69	0,3	1,89	0,34	7,7	358,59	0,2	0,9	237,62
Compost+Humus	4	56,32	0,72	4,5	0,79	30,56	783,88	0,36	0,6	442,83
Error	28	68,13	0,34	6,1	0,34	61,24	480,06	0,22	0,66	211,72
Total	38									
CV (%)		12,86	12,10	27,76	12,20	20,46	22,46	9,59	11,95	22,90

Nota. AP; altura de planta (cm), NFI; número de flores por inflorescencia, NRP; número de racimos por planta NFR; número de frutos por racimo, NFP; número de frutos por planta, PF; peso de fruto (g), DF; diámetro de fruto (cm), LF; longitud de fruto (cm), y ROTO; rendimiento total (t ha⁻¹).
* = significativo al 5%

Tabla 3 Cuadrados medios de las variables evaluadas con la aplicación de humus de lombriz y compost en tomate en el municipio de Luribay, departamento de La Paz.

Nº	Descripción	M.O.%	C.E (mmho/cm)	pH	N%	P (ppm)	K (meq/100 g)	Densidad aparente (g/cm³)
1	Parcela Cuty	1,62	0,61	8,07	0,08	4,00	0,019	1,60

Tabla 4 Resultados del análisis de suelo inicial de la parcela de la comunidad Cuty en el municipio de Luribay, departamento de La Paz.

Trat.	Compost (t ha ⁻¹)	Humus de lombriz (t ha ⁻¹)	M.O.%	C.E (mmho/cm)	pH	N%	P (ppm)	K (meq/100 g)	Densidad aparente (g/cm³)
T4	60	0	3,960	3,39	6,81	0,198	7,00	0,083	1,38
T9	0	10	2,615	3,95	7,01	0,131	9,00	0,071	1,43
T2	30	10	2,301	1,95	6,96	0,115	5,00	0,055	1,48
T1	30	20	2,224	1,86	6,96	0,111	11,00	0,052	1,38
T12	30	10	2,078	1,03	7,26	0,104	8,00	0,060	1,38
T6	30	0	2,459	1,26	6,85	0,123	7,00	0,058	1,43
T8	0	20	1,631	2,25	7,01	0,082	7,00	0,048	1,48
T11	60	20	2,481	1,68	7,78	0,124	7,00	0,031	1,48
T3	60	10	3,123	2,49	7,05	0,156	5,00	0,051	1,43
T13	30	10	2,853	2,76	6,79	0,143	6,00	0,062	1,43
T5	30	10	1,754	1,34	6,99	0,088	8,00	0,043	1,47
T7	0	0	1,649	1,31	7,16	0,082	6,00	0,054	1,52
T10	30	10	1,543	2,34	8,08	0,077	5,00	0,052	1,56

Tabla 5 Análisis de laboratorio de suelo después de la aplicación de compost y humus de lombriz en la comunidad Cuty en el municipio de Luribay, departamento de La Paz.



Figura 3 Aplicación de humus de lombriz y compost durante el aporque del cultivo de tomate variedad INIAF Renacer, en la comunidad Cuty del municipio de Luribay, La Paz.

Conclusiones

La aplicación tanto de compost a una dosis de 30 t ha⁻¹, incrementan los rendimientos en el cultivo de tomate “INIAF Renacer”. Según el análisis económico de la producción de tomate con la aplicación de diferentes dosimetrías de compost y humus de lombriz, la relación beneficio costo solo en cuatro tratamientos (30:10, 30:0, 0:0 y 0:10 t ha⁻¹ compost y humus de lombriz respectivamente) fue mayor a 1, lo que hace inferir que los demás tratamientos no serían rentables. Asimismo, la aplicación de biofertilizantes humus de lombriz o compost ayudan a mejorar las características físicas y químicas del suelo.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y TUTORADO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARVEJA

Introducción

En Bolivia, el cultivo de arveja se realiza de forma tradicional, limitando su rendimiento debido al escaso manejo y la presencia de plagas y enfermedades. El tutorado es la técnica que guía y sostiene las plantas, mejora la exposición solar, reduce enfermedades e incrementa el rendimiento. Otro factor clave es la densidad de siembra, que influye en la calidad y cantidad de producción, se realizó la investigación para evaluar su efecto y proponer tecnologías simples y aplicables en campo.

Objetivo general

Evaluar el efecto del tutorado y densidad de siembra en la productividad del cultivo de arveja en el municipio de Sorata en el departamento de La Paz.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la comunidad Coajoni, municipio de Sorata, La Paz, con la variedad de arveja Pairumani 1. El diseño experimental utilizado fue diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con Arreglo en Parcelas Divididas (APD), incluyendo dos niveles del factor tutorado (con y sin) y tres niveles de densidad de siembra (80, 40 y 27 kg ha⁻¹), totalizando seis tratamientos con tres repeticiones, en una superficie de 338,80 m². La siembra se realizó con surcado manual a 0,80 m entre hileras y diferentes distancias entre plantas según tratamiento. Se emplearon estacas y malla de polipropileno para el tutorado. El manejo incluyó riego por aspersión, aporque a los dos meses y control químico de plagas. Se evaluaron variables agronómicas: altura de planta, número de tallos, flores y vainas, peso y diámetro de grano, presencia e incidencia de enfermedades, rendimiento en vaina verde. La cosecha se realizó según la madurez de las vainas en cada tratamiento.



Figura 1 Tutorado en cultivo de arveja en la comunidad Coajoni, municipio de Sorata, La Paz.

Tratamiento	Tutorado	Densidad de siembra
T1	Con tutorado	80 kg ha ⁻¹ (0,10x0,80 m)
T2	Con tutorado	40 kg ha ⁻¹ (0,20x0,80 m)
T3	Con tutorado	27 kg ha ⁻¹ (0,30x0,80 m)
T4	Con tutorado	80 kg ha ⁻¹ (0,10x0,80 m)
T5	Con tutorado	40 kg ha ⁻¹ (0,20x0,80 m)
T6	Con tutorado	27 kg ha ⁻¹ (0,30x0,80 m)

Tabla 1 Tratamientos evaluados en la investigación.



Figura 2 Evaluación de la longitud de vaina.

Resultados

El tratamiento T4 (sin tutorado y 80 kg ha⁻¹ densidad) presentó la mayor incidencia de enfermedades, seguido por T5 y T6 con incidencia media, mientras que T1, T2 y T3 (con tutorado) mostraron menor incidencia de enfermedades al mejorar la ventilación entre plantas. Estos resultados demuestran que el tutorado en arveja disminuye la incidencia de enfermedades.

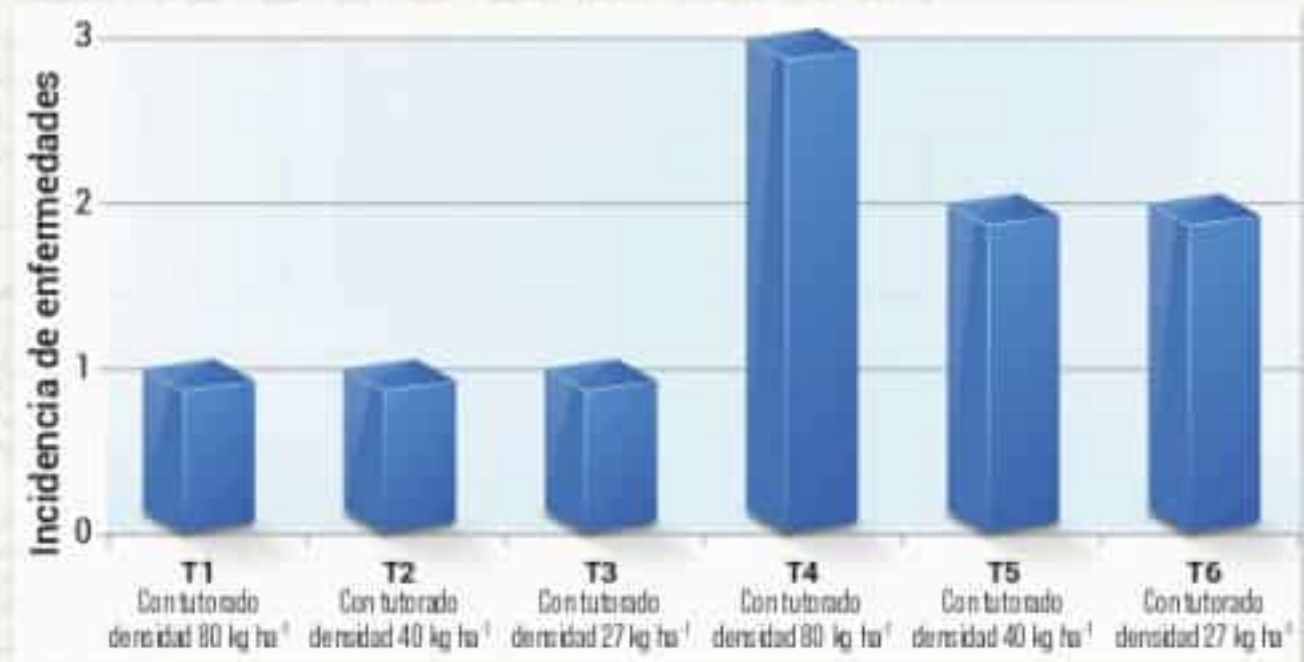


Figura 3 Incidencia de enfermedades por tratamiento en el cultivo de arveja.

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las variables de respuesta, reveló diferencias significativas en la interacción tutorado por densidad de siembra para la altura de planta, aunque los factores individuales (tutorado y densidad) no mostraron efectos significativos. Con tutorado, las densidades de 80 y 40 kg ha⁻¹ incrementaron la altura de planta. Para longitud de vaina, la interacción fue altamente significativa, destacando 40 kg ha⁻¹ con tutorado. El tutorado también incrementó significativamente el número de granos por vaina comparando en ausencia de tutorado. En número de vainas por planta, solo la densidad mostró diferencias, con 40 kg ha⁻¹ registrando el mayor promedio (10 vainas). Para peso de vainas por planta, la interacción fue significativa, siendo 27 kg con tutorado la más favorable. En rendimiento, la interacción, tutorado y densidad mostraron efectos significativos, con 80 kg ha⁻¹ y tutorado alcanzando el mayor rendimiento (7,9 t ha⁻¹) atribuido al soporte y espaciamiento óptimo. Variables como número de tallos, flores, peso de vaina con grano y diámetro de grano no presentaron diferencias significativas.

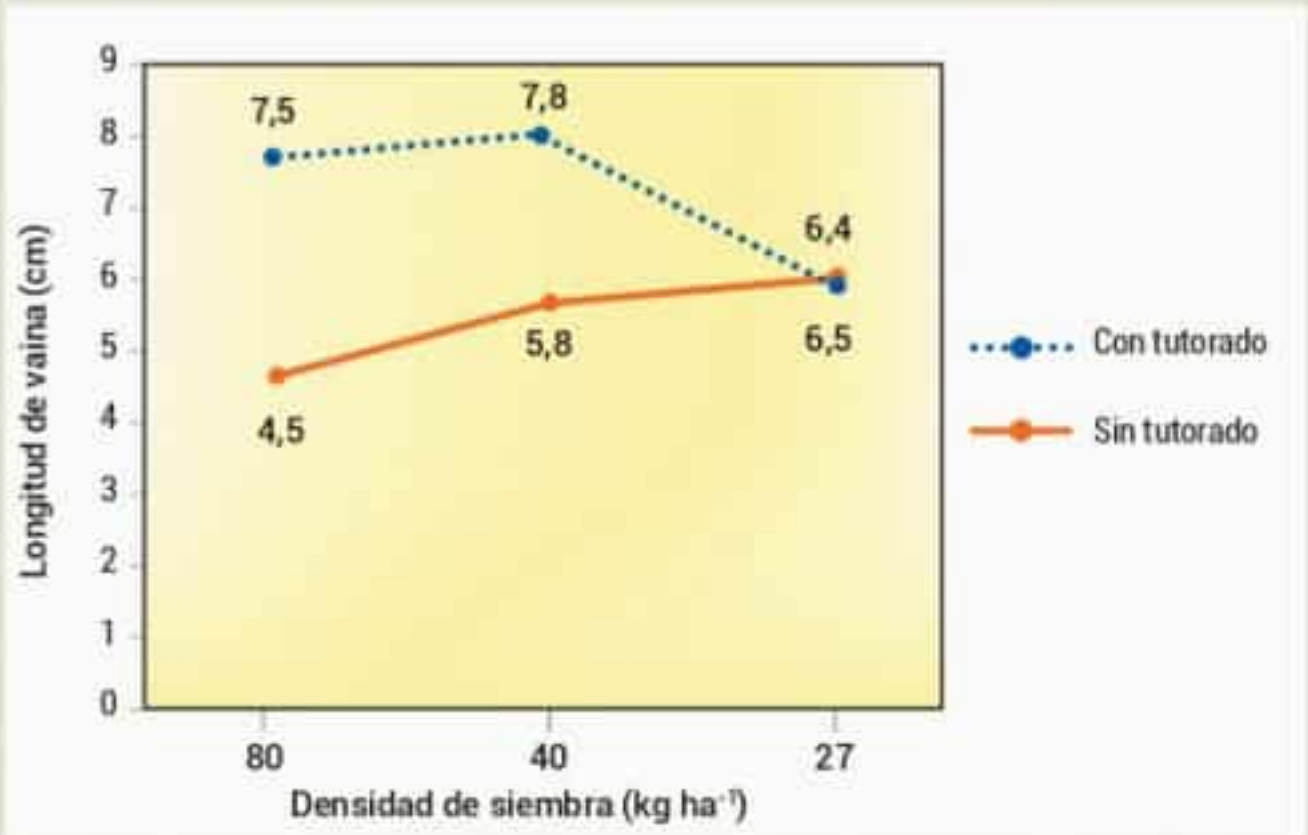


Figura 4 Interacción de tutorado por densidad de siembra para la variable longitud de vaina en el cultivo de arveja.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Bloque	2	1,55	0,77	1,52	0,40 NS
Tutorado	1	11,36	11,36	22,25	0,04 *
Error A	2	1,02	0,51		
Densidad	2	1,92	0,96	2,15	0,18 NS
Tutorado•Densidad	2	7,68	3,84	8,59	0,01 **
Error	8	3,58	0,45		
Total	17	27,12			

Tabla 2 ANOVA para la variable longitud de vaina.

Conclusiones

El estudio evidenció interacción en tutorado por densidad de siembra para altura de planta, longitud de vaina y peso de vainas, indicando un efecto combinado positivo en estas variables. En cuanto al rendimiento en vaina verde, se observó que el tratamiento con tutorado y densidad de siembra 80 kg ha⁻¹ fue el que mostró el mayor rendimiento (7,97 t ha⁻¹). Aunque las densidades de 40 y 27 kg ha⁻¹ mostraron buenos resultados en altura, longitud y peso de vaina por planta. Por lo que basándose en los efectos del tutorado y la densidad de siembra como factores importantes y según el análisis económico donde cinco tratamientos presentaron una relación beneficio costo mayor a 1, se destaca el tratamiento T1 con el mayor valor (2,18), que lo posiciona como la opción más rentable para el productor. Se recomienda el uso de tutorado en la producción de arveja en una densidad de 80 kg ha⁻¹, por su elevado rendimiento en vaina verde y mayor rentabilidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Bloque	2	12,24	6,12	5,96	0,14 NS
Tutorado	1	17,6	17,6	17,14	0,05 *
Error A	2	2,05	1,03		
Densidad	2	43,77	21,89	55,48	0,0001 **
Tutorado•Densidad	2	4,73	2,37	6	0,03 *
Error	8	3,16	0,39		
Total	17	83,56			

Tabla 3 ANOVA para la variable de respuesta rendimiento.

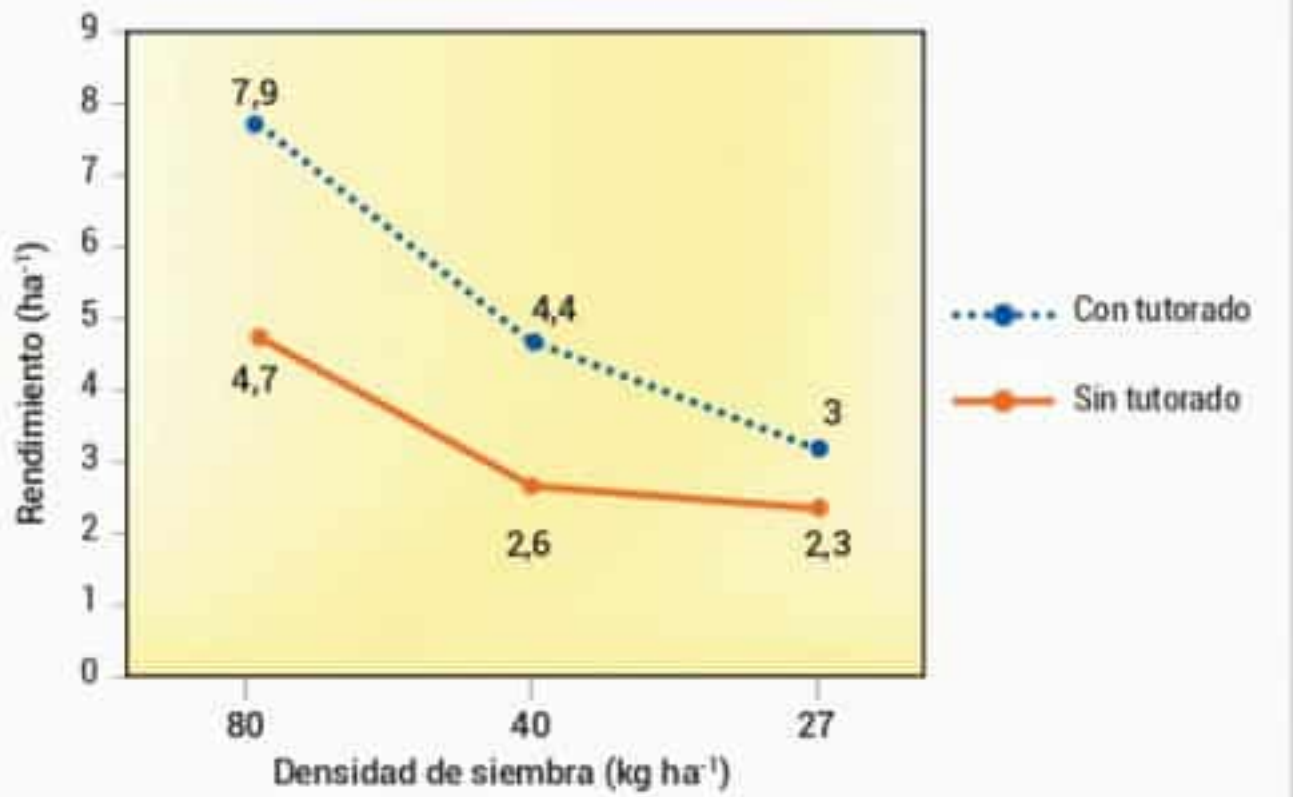


Figura 5 Interacción de tutorado por densidad de siembra para la variable rendimiento en el cultivo de arveja.

EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PRIMING EN SEMILLAS DE ZANAHORIA VARIEDAD ALTIPLANO

Introducción

La zanahoria, cultivo sensible al estrés abiótico, presenta limitaciones en germinación y desarrollo inicial. El *priming* es una técnica pre germinativa que activa procesos fisiológicos sin permitir la germinación, mejorando velocidad y uniformidad en la emergencia. Entre sus variantes están el *hidropriming*, que utiliza agua para el pretratamiento de la semilla, el *halopriming* que utiliza soluciones salinas y el *biopriming*, que utiliza microorganismos beneficiosos ó moléculas bioactivas. Cada uno con mecanismos específicos que otorgan a la semilla las condiciones de vigor y homogeneidad en la germinación.

Objetivo general

Determinar el tratamiento que incremente la germinación y emergencia homogénea de semillas de zanahoria variedad Altiplano con tres métodos de *priming*, en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas CNPSH.

Metodología

El estudio se desarrolló en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), ubicado en Villa Montenegro, Cochabamba, con ensayos realizados en laboratorio y campo. Se utilizó semilla certificada de zanahoria variedad Altiplano. Se evaluaron tres técnicas de *priming*: *hidropriming* (inmersión en agua destilada por periodos de 24, 36, 48, 60 y 72 horas), *halopriming* (con NaCl al 3%, 5%, 10%, 15% y KNO₃ al 3%, 5%, 10%, 15%, y periodos de inmersión de 24, 36, 48, 60 y 72 horas) y *biopriming* (con *Trichoderma sp.* con periodos de inmersión de 24, 36, 48, 60 y 72 horas). Tras el tratamiento, las semillas fueron secadas y evaluadas en presencia de un tratamiento testigo (sin *priming*), en laboratorio, bajo un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con cuatro repeticiones, y en campo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Las variables analizadas incluyeron diferentes etapas de protrusión y germinación, y características deseables de una plántula en laboratorio: 50% de protrusión radicular, 100% de protrusión radicular, 50% de germinación, 100% de germinación, índice de velocidad de emergencia, porcentaje total de emergencia, longitud de plántula en laboratorio, índice de vigor de plántula; y en campo: Índice de velocidad de emergencia, porcentaje total de emergencia en campo, longitud de plántula en campo, índice de vigor de plántula en campo.



Figura 1 Inmersión de semillas de zanahoria en solución salina de cloruro de sodio (NaCl) y nitrato de potasio (KNO₃).



Figura 2 Inoculado de semillas de zanahoria variedad Altiplano con *Trichoderma sp.*

Resultados

El análisis en laboratorio demostró que el *hidropriming*, *biopriming* y *halopriming* con cloruro de sodio (NaCl) y nitrato de potasio (KNO₃), influyeron significativamente en varias variables fisiológicas asociadas a la germinación de semillas de zanahoria variedad Altiplano. El *hidropriming* por 24 y 48 horas destacó por reducir los días a la protrusión radicular y mejorar el índice de vigor de plántula. El *biopriming* con *Trichoderma sp.*, aplicado tras remojo en agua, mejoró significativamente el 50% y 100% de germinación, así como el índice de velocidad de emergencia. En el *halopriming* con cloruro de sodio (NaCl), las concentraciones de 5% y 10% durante 24 y 36 horas mejoraron la velocidad de emergencia y el vigor de plántula, aunque concentraciones altas o tiempos prolongados redujeron el desempeño. Por otro lado, el *halopriming* con nitrato de potasio (KNO₃) mostró mejores resultados con concentraciones de 3%, 10% y 15% en tiempos de remojo entre 24 y 48 horas, obteniéndose mayor velocidad de emergencia y vigor.

En campo se evaluaron los tratamientos sobresalientes en laboratorio: T1 (*hidropriming* por 48 horas), T2 (*hidropriming* por 24 horas), T3 (*halopriming* por 24 horas en nitrato de potasio al 10%), T4 (*halopriming* por 48 horas en nitrato de potasio al 15%), T5 (*halopriming* por 36 horas en nitrato de potasio al 3%), T6 (*halopriming* por 24 horas en cloruro de sodio al 3%), T7 (*halopriming* por 36 horas en cloruro de sodio al 10%), T8 (*halopriming* por 24 horas en cloruro de sodio al 5%). Los análisis para el *priming* mostraron diferencias en variables como 50% y 100% de protrusión radicular, porcentaje total de emergencia e índice de vigor en laboratorio, mientras que el 50% y 100% de germinación, índice de velocidad de emergencia y longitud de planta no presentaron diferencias. En campo, los tratamientos más efectivos fueron la inmersión por 36 horas en nitrato de potasio al 3% y 10%, y por 24 horas en cloruro de sodio al 5%, con los valores más altos en velocidad de crecimiento, emergencia y vigor. Estudios previos señalan que el *halopriming* con nitrato de potasio mejora la emergencia y el crecimiento de plántulas debido al aumento en azúcares. Además, el remojo en agua por 24 y 48 horas y en nitrato de potasio al 10% por 24 horas produjo las mayores alturas de planta, aunque con menor emergencia.

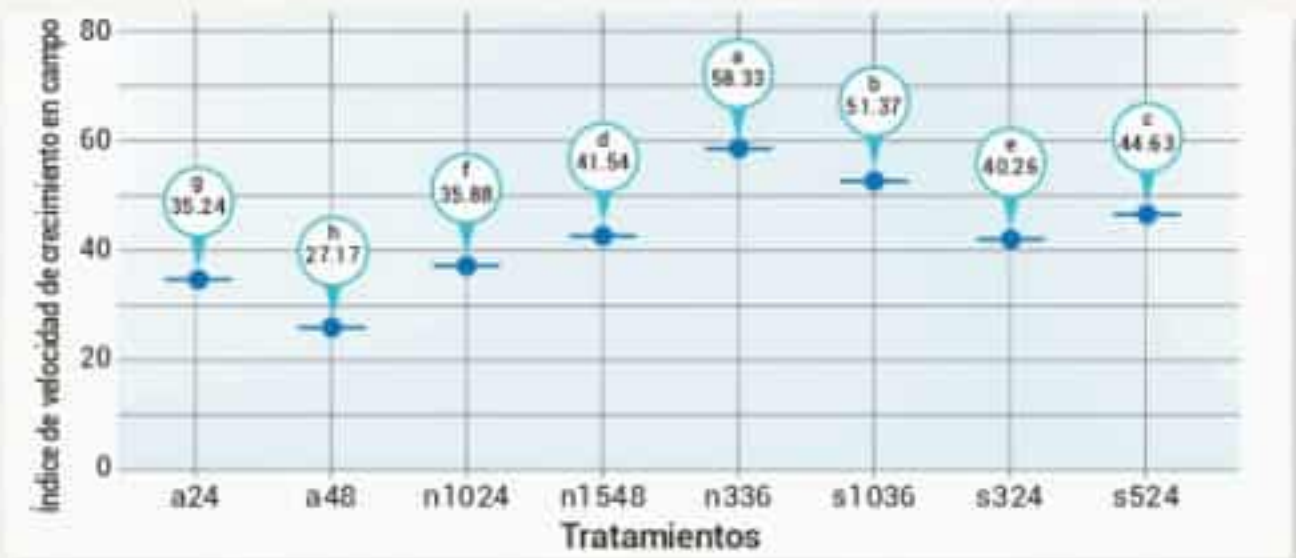


Figura 3 Comparación de medias de los tratamientos para la variable de respuesta índice de velocidad de crecimiento en campo.



Figura 4 Comparación de medias de los tratamientos para las variables de respuesta Porcentaje total de emergencia en campo.

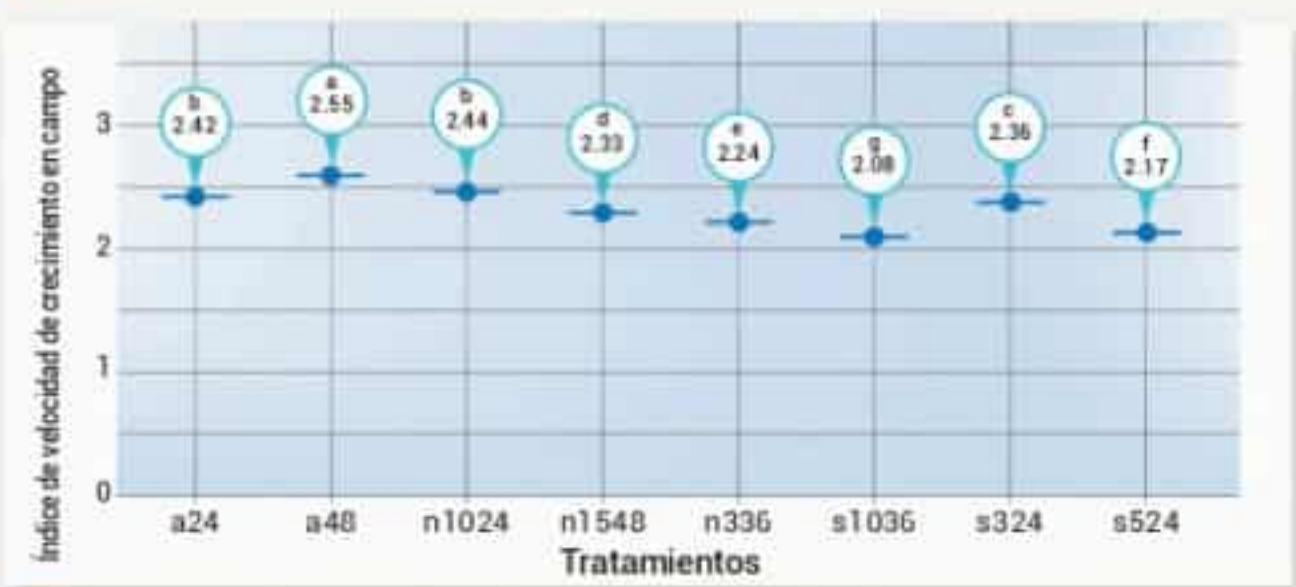


Figura 5 Comparación de medias de los tratamientos para las variables de respuesta altura de planta.



Figura 6 Comparación de medias de los tratamientos para la variable de respuesta índice de vigor de planta.

Fuentes de variación	Pr(>F)			
	IVE	EMC	APC	IVCP
Bloque	0,0699 NS	-	0,046 *	0,297 NS
Tratamiento	<2e-16 ***	<2,22e-16 ***	<2e-16 ***	<2e-16 ***

Nota. IVE= Índice de velocidad de emergencia en campo, EMC= Porcentaje total de emergencia en campo, APC= Altura de planta en campo, IVCP= Índice de velocidad de crecimiento de plántula.

Tabla 1 Análisis de varianza (ANOVA) para los tratamientos en campo.

Conclusiones

Se evaluaron tres métodos de *priming* (*hidropriming*, *biopriming* y *halopriming*) en semillas de zanahoria variedad Altiplano bajo condiciones de laboratorio y campo. Los tratamientos de *halopriming* con nitrato de potasio al 3% y 10% durante 36 horas, y cloruro de sodio al 5% durante 24 horas, mostraron diferencias significativas en variables como vigor, velocidad de crecimiento y porcentaje de emergencia, posicionándose como los más eficaces. El tratamiento con nitrato de potasio al 3% por 36 horas fue el más destacado, alcanzando el mayor índice de velocidad de crecimiento (58,33 mm/30 días) y el porcentaje más alto de emergencia en campo (95,33%), seguido por nitrato de potasio al 10% (84,50%) y cloruro de sodio al 5% (76,00%). Estos resultados demuestran que la combinación adecuada entre tipo de sal, concentración y tiempo de remojo mejora el vigor, la emergencia homogénea y la velocidad de crecimiento de las plántulas. Además, el *halopriming* con nitrato de potasio al 3% es una tecnología económica y de fácil aplicación, lo que la convierte en una alternativa accesible y eficiente para optimizar el establecimiento del cultivo de zanahoria, especialmente en contextos de producción a pequeña y mediana escala.

EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE TRASPLANTE EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE BULBO DE CEBOLLA CULTIVADO BAJO COBERTURA PLÁSTICA

Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una hortaliza bianual de gran importancia mundial. En 2021, la producción global fue de 106,6 millones de toneladas, y en Bolivia alcanzó 139.999 toneladas, con un rendimiento promedio de 15,5 t ha⁻¹. La profundidad del trasplante influye en la forma del bulbo, siendo más achatados con trasplantes superficiales y más alargados con trasplantes profundos. El uso de cobertura plástica, especialmente el de color negro, mejora el rendimiento y adelanta la cosecha, mientras que el blanco favorece el desarrollo foliar. En Bolivia se cultivan variedades de días intermedios como Navideña, Globosa y Perilla, con un ciclo de 120 a 150 días.

Objetivo general

Determinar el efecto de dos profundidades de trasplante para mejorar la calidad e incrementar el rendimiento de bulbo de variedades de cebolla en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas de Playa Ancha del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF.



Figura 2 Cosecha de cebolla variedad Globosa en la parcela de investigación.

Metodología

El estudio se realizó en la localidad de Playa Ancha departamento de Cochabamba, bajo un diseño experimental Bloques Completos al Azar (DBCA) con Arreglo en Parcelas Divididas (APD) con 3 factores de estudio, Factor A: color de cobertura plástica (blanco, negro, sin cobertura), Factor B: variedades de cebolla (Perilla, Globosa y Navideña), Factor C: profundidad de trasplante (3 cm, 5 cm), haciendo un total de 18 tratamientos. Se estableció en agosto del 2023, en una parcela preparada con camas elevadas, se instaló un sistema de riego por goteo y de cobertura plástica, donde las tres variedades de estudio se trasplantaron a dos profundidades, durante el desarrollo del cultivo y a la madurez se evaluaron las variables de respuesta: días a la cosecha, número de hojas por planta, diámetro bulbo, peso bulbo, rendimiento bruto, clasificación de calidad bulbo, clasificación tamaño bulbo, rendimiento bulbo comercial. Los resultados experimentales se analizaron con el paquete estadístico R (versión libre).



Figura 1 Desarrollo del cultivo de cebolla con cobertura plástica en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas de Playa Ancha.

Tratamiento	Descripción (profundidad de trasplante - cobertura plástica)
T1	Navideña a 3 cm con cobertura plástica color blanco.
T2	Navideña a 5 cm con cobertura plástica color blanco.
T3	Perilla a 3 cm con cobertura plástica color blanco.
T4	Perilla a 5 cm con cobertura plástica color blanco.
T5	Globosa a 3 cm con cobertura plástica color blanco.
T6	Globosa a 5 cm con cobertura plástica color blanco.
T7	Navideña a 3 cm con cobertura plástica color negro.
T8	Navideña a 5 cm con cobertura plástica color negro.
T9	Perilla a 3 cm con cobertura plástica color negro.
T10	Perilla a 5 cm con cobertura plástica color negro.
T11	Globosa a 3 cm con cobertura plástica color negro.
T12	Globosa a 5 cm con cobertura plástica color negro.
T13	Navideña a 3 cm sin cobertura plástica.
T14	Navideña a 5 cm sin cobertura plástica.
T15	Perilla a 3 cm sin cobertura plástica.
T16	Perilla a 5 cm sin cobertura plástica.
T17	Globosa a 3 cm sin cobertura plástica.
T18	Globosa a 5 cm sin cobertura plástica.

Tabla 1 Estructuración de los tratamientos evaluados.

Resultados

El ANOVA para rendimiento de bulbos comerciales mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para la interacción: de variedades, colores de cobertura plástica (negro y blanco) y profundidades de trasplante (3 y 5 cm), con algunas excepciones específicas. Las mayores diferencias de rendimiento se observaron en las variedades Globosa y Navideña bajo cobertura plástica blanca y trasplante a 3 cm, en comparación con las mismas variedades a 5 cm de profundidad.

Los mayores rendimientos comerciales se lograron con las variedades Globosa ($21.564 \text{ kg ha}^{-1}$) y Navideña ($20.683 \text{ kg ha}^{-1}$), trasplantadas a 3 cm de profundidad y bajo cobertura plástica blanca. Con cobertura plástica de color negro, Navideña mostró un rendimiento de $17.792 \text{ kg ha}^{-1}$, inferior al obtenido con cobertura plástica de color blanco. A 5 cm de profundidad, Globosa y Navideña mantuvieron rendimientos superiores a la variedad Perilla, independientemente del color de la cobertura. Estos resultados confirman que el uso de cobertura plástica de color blanco y una profundidad de trasplante de 3 cm son óptimos para maximizar el rendimiento en las variedades Globosa y Navideña.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr (>F)
Error: Bloque					
Residuales	3	1.453.760	484.587	596,218	1,25e-07 ***
Error: bloque*variedad					
Variedad	2	168.275.460	84.137.730		
Residuales	6	846.714	141.119	154,718	5,67e-07 ***
Error: bloque*variedad*color de cobertura plástica				1,504	0,273 NS
Color de cobertura plástica	1	68.287.562	68.287.562		
Variedad*color de cobertura plástica	2	1.327.829	663.914		
Residuales	9	3.972.320	441.369	149,441	3,74e-10 ***
Error: Bloque*variedad*color de cobertura plástica*profundidad de trasplante				17,712	5,60e-05 ***
Profundidad de trasplante	1	30.930.857	30.930.857	27,581	5,40e-05 ***
Variedad*profundidad de trasplante	2	7.331.979	3.665.990	12,195	0,000449 ***
Color de cobertura plástica*profundidad de trasplante	1	5.708.564	5.708.564		
Variedad*color de cobertura plástica*profundidad de trasplante	2	5.048.220	2.524.110		
Residuales	18	3.725.583	206.977		

Tabla 2 ANOVA para la variable de respuesta rendimiento de bulbos comerciales.

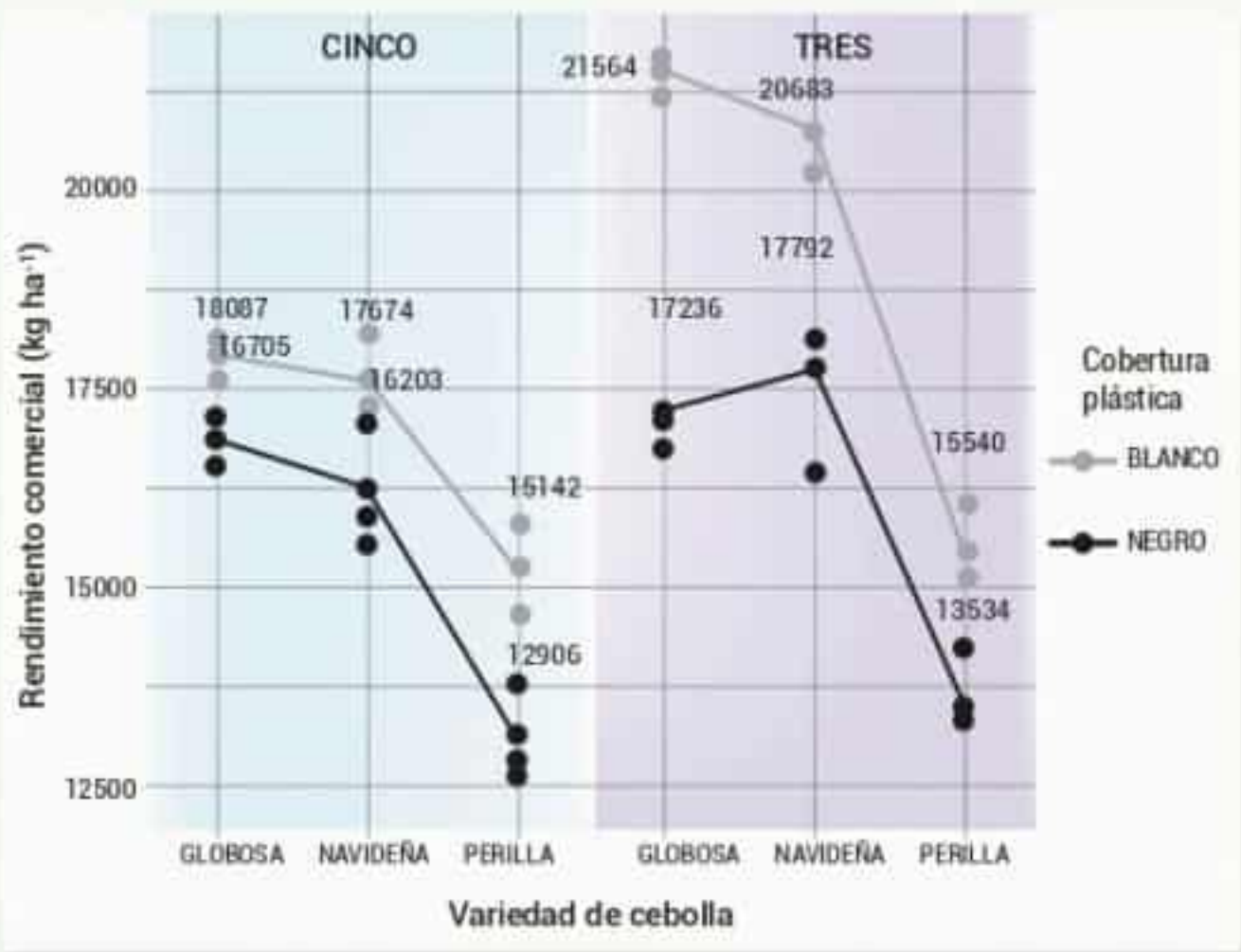


Figura 3 Interacción variedad por color de cobertura plástica por profundidad de trasplante para la variable de respuesta rendimiento bulbo comercial.

Conclusiones

Las variedades Globosa y Navideña, trasplantadas a 3 cm de profundidad y bajo cobertura plástica blanca, lograron el mejor rendimiento agronómico y económico. Obtuvieron altos rendimientos (21.564 y $20.683 \text{ kg ha}^{-1}$), bulbos de mayor peso y calidad comercial y una relación beneficio costo positiva (1,33 y 1,27). Esta combinación tecnológica optimiza tanto la productividad como la rentabilidad en el cultivo comercial de cebolla.

CONTROL PREVENTIVO DE *Tuta absoluta* EN TOMATE CON UNA POMADA REPELENTE Y UN BIOCIDAS EN CAMPO ABIERTO

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial. Sin embargo, en Bolivia enfrenta problemas fitosanitarios críticos, como la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), cuya resistencia genética se ha incrementado debido al uso inadecuado de pesticidas, generando un ciclo de contaminación ambiental.

El manejo agroecológico, mediante biopreparados (biocidas y repelentes aromáticos), surge como una estrategia sostenible para reducir la dependencia de insumos químicos.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de una pomada repelente a base a romero (*Salvia rosmarinus*) y el biocida a base de extracto de ajo, locoto y cebolla, para el control preventivo de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) a campo abierto, en la localidad de La Collpa del municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz.

Metodología

El trabajo de investigación se ha desarrollado en la localidad La Collpa del municipio de Mairana del departamento de Santa Cruz. El material vegetal usado en la investigación constó de 300 plantas de tomate de la variedad INIAF Renacer del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas-CNSPH.

La pomada repelente se elaboró utilizando aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) (20%), parafina sólida (40%) y vaselina sólida (40%). La preparación del extracto de ajo, locoto y cebolla se realizó triturando los dientes de ajo, locoto y cebolla por separado con 0,5 litros de agua, posteriormente, se agregaron 5 litros de agua hirviendo, después de 24 horas, se filtró la mezcla y se almacenó en botellas de plástico.

El trabajo de investigación se implementó bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar con Parcelas Divididas con dos factores y tres repeticiones. Factor A: aplicación de 3 dosis de biocida cada 15 días (0,5 L; 1 L; 2 L, por mochila de 20 L). Factor B: frecuencia de aplicación de la pomada repelente (cada, 10, 20 y 30 días), estructurando 9 tratamientos.

La aplicación de los tratamientos se realizó en horas de la tarde de 16:00 a 17:00, aplicando el biocida y/o untando la pomada repelente en la parte media del tallo principal. Según cronograma se evaluaron las siguientes variables de respuesta: índice promedio de severidad (IPS), porcentaje de hojas con daño por polilla por planta (NFD), Porcentaje de frutos con daño por polilla por planta (PFD) y Rendimiento bruto.



Figura 1.

Ejemplar adulto de polilla del tomate (*Tuta absoluta*) obtenidas por muestreo de frutos en Mairana-Santa Cruz.



Aplicación de tratamientos.
A. Aplicación de la pomada repelente.

Figura 2. B. Aplicación del extracto de ajo, cebolla y locoto.

Resultados

Los tratamientos, T1 , T4 y T7 , mantuvieron la incidencia de *Tuta absoluta* por debajo del 26% durante los primeros 60 días después del trasplante. Sin embargo, a partir del día 60, se puede observar que la pendiente de estos tratamientos se incrementó significativamente hasta el 100% de incidencia. Este resultado sugiere que la aplicación de pomada repelente cada 10 días junto a la aplicación del biocida cada 15 días, puede ser efectiva para retrasar el avance de la plaga en las etapas iniciales del cultivo.

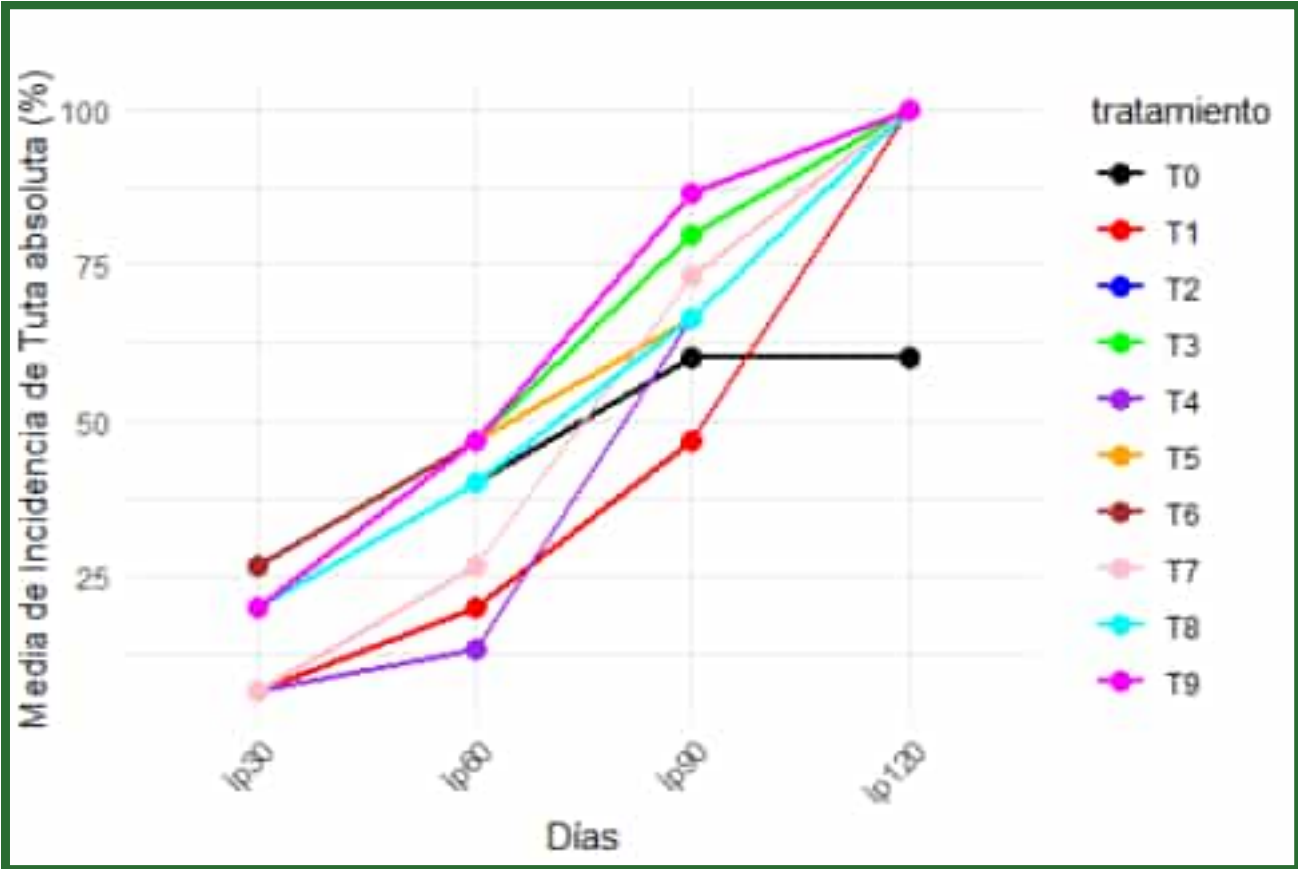


Figura 3. Análisis de medias repetidas de incidencia de la polilla del tomate para cada uno de los tratamientos a lo largo del ciclo.

T1= 0,5 L del biocida +pomada cada 10 días; T2= 0,5 L del biocida +pomada cada 20 días. T3= 0,5 L del biocida +pomada cada 30 días; T4= 1,0 L del biocida +pomada cada 10 días. T5= 1,0 L del biocida +pomada cada 20 días; T6= 1,0 L del biocida +pomada cada 30 días. T7= 2,0 L del biocida +pomada cada 10 días; T8= 2,0 L del biocida +pomada cada 20 días. T9= 2,0 L del biocida +pomada cada 30 días; T0= Cultivo convencional variedad INIAF.

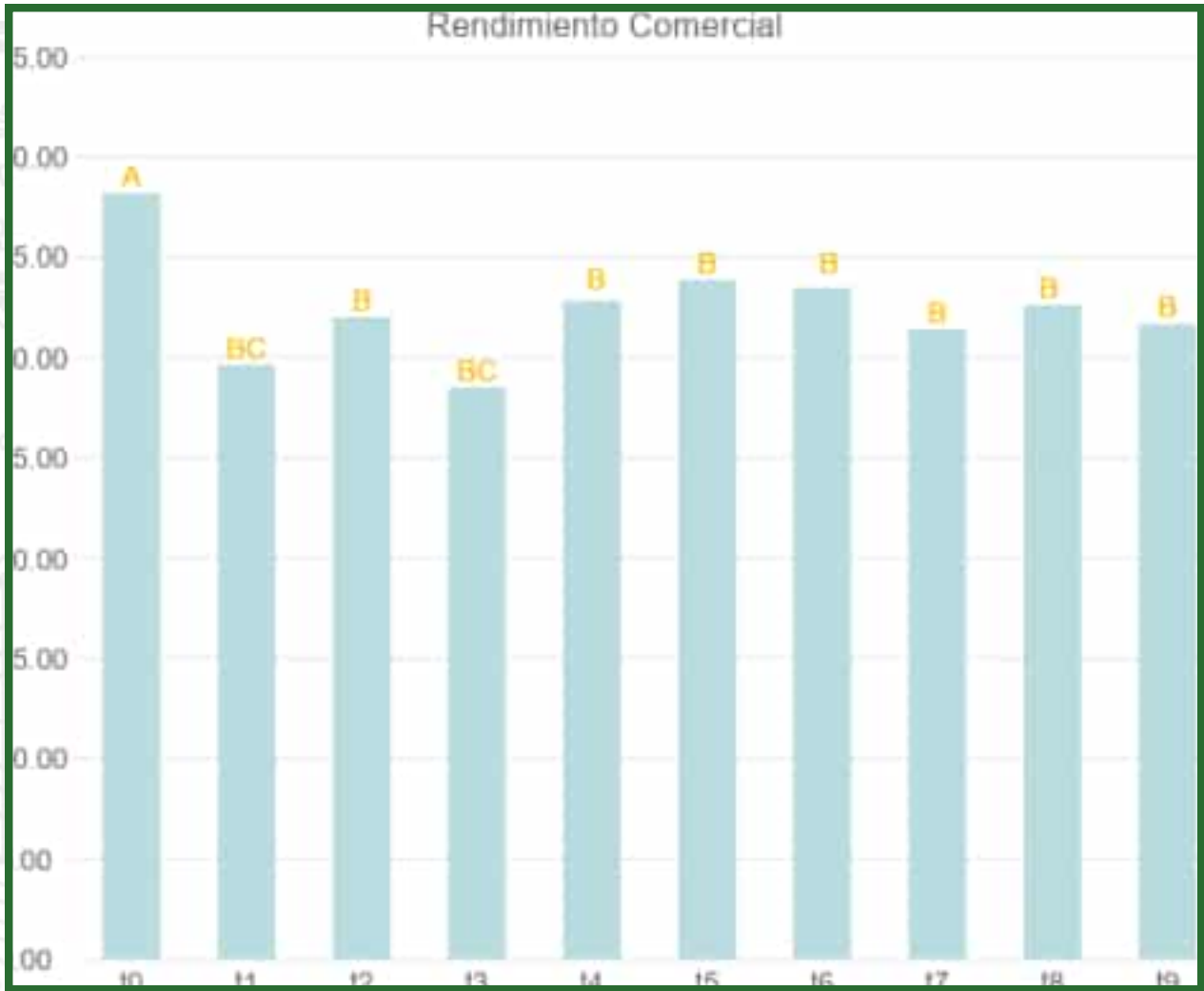


Figura 4. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para rendimiento comercial.

El análisis de varianza (Tabla 1) muestra que el efecto de tratamientos es significativo, lo cual significa que al menos uno de los tratamientos presenta un rendimiento diferente, por lo tanto, se realizó comparación de medias.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Tratamiento.	9	18,541	2,060	487	0,0016 **
Error.	20	8,466	423		
Total corregido.	29	27,007			

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable rendimiento comercial (t ha⁻¹).

La comparación de medias muestra que el tratamiento T0 (testigo) presenta un rendimiento de 38,24 t ha⁻¹ es superior a los demás tratamientos, estos resultados sugieren que el control químico es el método más efectivo para el manejo de *Tuta absoluta*. Sin embargo, es importante considerar que el uso exclusivo de este método puede generar resistencia genética en la plaga, así como impactos negativos en el ambiente.

Conclusiones

Las dosis y frecuencia óptima de aplicación de la pomada repelente, aplicándola de manera recurrentemente cada 10 días combinado con aplicaciones de 0,5 L de biocida, con lo cual se protege el tomate en etapas tempranas hasta la floración. Cabe mencionar, debido a la alta presión de la plaga, el tratamiento testigo (control químico) mantuvo un rendimiento comercial de 38,24 t ha⁻¹. Sin embargo, el uso exclusivo de agroquímicos puede generar resistencia en la plaga y tener impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

Por lo tanto, se recomienda combinar el uso de repelentes y biocidas en las etapas iniciales con el control químico en etapas avanzadas para maximizar la eficacia y minimizar los riesgos.

CALDO SULFOCÁLCICO EN LA PREVENCIÓN DE OÍDIO (*Erysiphe pisi*) EN DOS VARIEDADES DE ARVEJA CULTIVADAS A CAMPO ABIERTO

Introducción

En el marco del manejo fitosanitario sustentable, este estudio evaluó la eficacia del caldo sulfocálcico en la prevención de oídio en dos variedades de arveja (*Pisum sativum*): Pairumani 1 y Yesera, cultivadas bajo condiciones de campo abierto. Dada la relevancia económica de esta fitopatología, se propone el uso de este insumo, formulado a base de azufre, cobre y cal, compatible con la agricultura orgánica. El estudio busca evaluar su efectividad como estrategia preventiva, contribuyendo al fortalecimiento de sistemas productivos resilientes, ambientalmente responsables y orientados a la mejora del rendimiento y la calidad del cultivo.

Objetivo general

Evaluar el efecto del caldo sulfocálcico en el control preventivo de oídio (*Erysiphe pisi*), en dos variedades de arveja cultivadas a campo abierto.

Metodología

El estudio se implementó el 22 de noviembre de 2024 en La localidad de Cotani Bajo, del municipio de Tiraque-Cochabamba, ubicada a 7° 22' 58,7" S y 65° 47' 26,6" O. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A) variedades de arveja (Yesera y Pairumani 1) y Factor B) dosis de caldo sulfocálcico (300, 600 y 800 mL en 20 L de agua). Las variables de respuesta incluyeron identificación del patógeno causante de la enfermedad, incidencia de enfermedad, severidad de la enfermedad, evaluación de la letalidad del caldo sulfocálcico, altura de planta, porcentaje de daño en el área foliar ocasionado por el caldo sulfocálcico, porcentaje de aborto floral, longitud de vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento en vaina verde. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas (análisis de varianza, comparación de medias), utilizando el software R (versión libre).



Figura 1. Siembra de las dos variedades de arveja en la parcela experimental en la localidad de Cotani Bajo-Tiraque.



Figura 2. Producción del cultivo de arveja en parcela experimental en la localidad de Cotani Bajo del municipio de Tiraque-Cochabamba.

Resultados

La evaluación de la eficacia del caldo sulfocálcico en diferentes dosis (300 mL 20L⁻¹, 600 mL 20L⁻¹ y 800 mL 20L⁻¹) demostró una efectividad del 100% en la reducción de la incidencia y severidad del oídio (*Erysiphe pisi*) en las variedades de arveja Pairumani 1 y Yesera. En contraste, los tratamientos sin aplicación presentaron niveles significativos de la enfermedad. En Yesera sin tratamiento, registró 20% durante la floración, aumentando a 40% al inicio del llenado del grano. En Pairumani 1 mostró un 20% de incidencia en la etapa de llenado.

En severidad, Yesera alcanzó 25% en floración y 40% en llenado de grano, contrastando con Pairumani 1 (5%), lo que evidencia la resistencia diferencial entre variedades. Estos resultados demuestran la eficacia del caldo sulfocálcico como alternativa fitosanitaria preventiva para el control del oídio en arveja. La evaluación del efecto del caldo sulfocálcico en el comportamiento agronómico (altura de planta, daño foliar, aborto floral) y en los componentes de rendimiento (longitud de vaina, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento en vaina verde) mostró que la dosis de 300 mL 20 L⁻¹ no generó fitotoxicidad en ninguna de las dos variedades. Además, ambas registraron 0% de aborto floral, junto con mayor número de vainas por planta y aumento en el rendimiento en vaina verde. Pairumani 1 presentó superioridad en rendimiento con 2.366,67 (Kg ha⁻¹) frente a Yesera 2.056,67 (Kg ha⁻¹).

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	cuadrado medio	Valor de F	Pr(>F)
Bloque.	2	28,850	14,425	—	—
Dosis.	3	246,145	82,048	5,405	0,0385 *
Error: Bloque x Dosis.	6	91,079	15,180	—	—
Variedad.	1	71,286	71,286	13,903	0,00580 **
Dosis x Variedad.	3	122,951	40,984	7,993	0,00862 **
Residuales.	8	41,018	5,127	—	—

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento en vaina verde (Kg ha⁻¹).

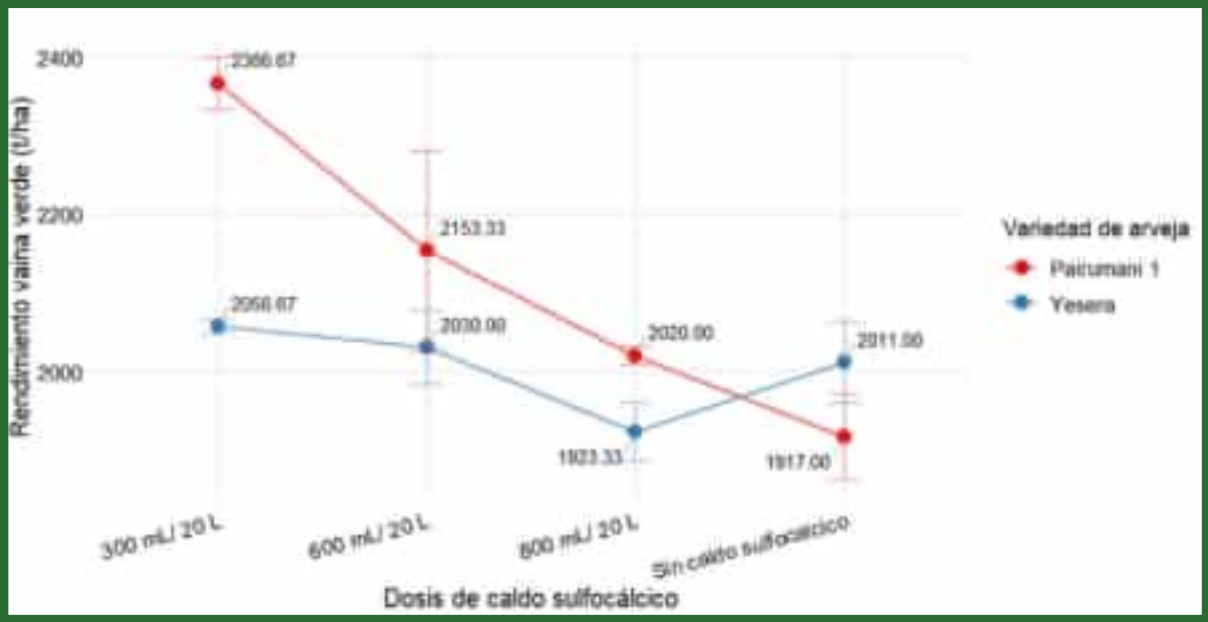


Figura 2. Interacción de la dosis de caldo sulfocálcico variedad de arveja para la variable de respuesta rendimiento vaina verde.



Figura 4. Evaluación visual de la letalidad de caldo sulfocálcico en cultivo de arveja, en parcela experimental en la comunidad de Cotani Bajo del municipio de Tiraque-Cochabamba.



Figura 3. Tutorado del cultivo de arveja con malla de tutorado en parcela experimental en la comunidad de Cotani Bajo del municipio de Tiraque-Cochabamba.

Los resultados demuestran que el tratamiento T4 (300 mL 20 L⁻¹) en Pairumani 1 alcanzó la mayor rentabilidad con un retorno marginal del 214,7%, generando 2,14Bs por cada boliviano invertido, siendo la opción más recomendable para maximizar ganancias. En contraste, Yesera mostró mejor relación beneficio/costo en su testigo (1,17), sugiriendo que su cultivo convencional resulta más rentable bajo estas condiciones, aunque el uso de dosis bajas de caldo sulfocálcico podría considerarse por sus beneficios agroecológicos.

Conclusiones

La dosis de 300 mL 20 L⁻¹ de caldo sulfocálcico demostró un 100% de eficacia contra el oídio, sin presentar fitotoxicidad. La variedad Pairumani 1 obtuvo el mayor rendimiento (2.366,67 Kg ha⁻¹) y rentabilidad (214,7% de retorno), mientras que Yesera fue más rentable en cultivo convencional (relación beneficio/costo: 1,17).

COINOCULACIÓN DE *Rhizobium spp.* Y MICORRIZAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE HABA EN EL ALTIPLANO

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evaluó la coinoculación de *Rhizobium spp.* y micorrizas en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en el Altiplano. Esta simbiosis tripartita mejora la fijación de nitrógeno (N), absorción de fósforo (P) y mitigación de estrés abiótico, reduciendo el uso de insumos químicos. Se ha observado que la coinoculación puede mitigar los efectos tóxicos de contaminantes y maximizar el crecimiento y la nutrición de las plantas, siendo clave para incrementar la productividad con menor uso de insumos químicos y reducir el riesgo ambiental.

Objetivo general

Evaluar la coinoculación de *Rhizobium spp.* y micorrizas en el crecimiento y rendimiento del cultivo de haba en el Altiplano.

Metodología

El estudio se implementó en la comunidad Suntia Chico del municipio de Achacachi-La Paz, ubicada a 16°03'13" S y 68°39'23" O. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial y 3 repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A) Variedad (Pairumani 1 y local) y Factor B) microorganismos (micorriza, *Rhizobium spp.* y micorriza + *Rhizobium spp.*). Los microorganismos fueron inoculados espolvoreando sobre las semillas, posteriormente se removió para homogeneizar la distribución del inóculo, seguidamente se sembró la parcela. Las variables de respuesta incluyeron altura de planta, número de tallos por planta, número de flores por planta, número de vainas por planta, longitud de vainas, ancho de vaina, peso de la vaina con grano, peso de grano por vaina, número de granos por vaina, rendimiento de vaina verde, longitud de raíz, peso de raíz y volumen de raíz. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas (análisis de varianza y comparación de medias), utilizando el software R (versión libre).



Figura 2. Inoculación de la semilla de haba con los microorganismos, micorrizas y *Rhizobium spp.*



Figura 1. Implementación de la parcela de investigación de haba en Suntia Chico, Achacachi-La Paz.

Resultados

El estudio evidenció que los microorganismos, como factor independiente, influyen significativamente en diversas variables agronómicas del cultivo de haba. La coinoculación de micorriza + *Rhizobium spp.* mostró efectos positivos, destacándose con el mayor número de vainas por planta (15,00), peso de vaina con grano (30,72 g), número de granos por vaina (3,50) y longitud de raíz (24,62 cm), superando consistentemente al testigo (sin inoculación). Asimismo, se identificaron efectos significativos en la interacción variedad*microorganismo para las variables peso de grano por vaina, peso y volumen de raíz, donde la variedad local combinada con micorriza + *Rhizobium spp.* presentó los mejores resultados.

En cuanto al rendimiento, se observaron diferencias significativas ($p=0,0002$) atribuibles al factor microorganismo, destacando nuevamente la coinoculación de micorriza + *Rhizobium spp.* con un promedio de $12,91\text{ t ha}^{-1}$, frente a $7,82\text{ t ha}^{-1}$ del tratamiento sin inóculo. Estos hallazgos confirman que tanto la coinoculación de micorriza + *Rhizobium spp.* como el uso individual de micorriza o *Rhizobium spp.* favorecen el crecimiento y productividad del cultivo.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	cuadrado medio	Valor de F	Pr(>F)
Variedad.	1	4,004	4,004	2,287	0,0002**
Microorganismos.	3	2,235	745	426	0,02 *
Variedad * Microorganismos.	3	2,620	873	499	0,01 *
Variedad * Microorganismos.	2	223	112	64	0,54 ns
Variedad * Microorganismos.	14	2,451	175		
Variedad * Microorganismos.	23	11,533			

Tabla 1.

Análisis de varianza para la variable peso de grano por vaina de la investigación “Coinoculación de *Rhizobium spp.* y micorrizas en el crecimiento y rendimiento de haba en el Altiplano”.

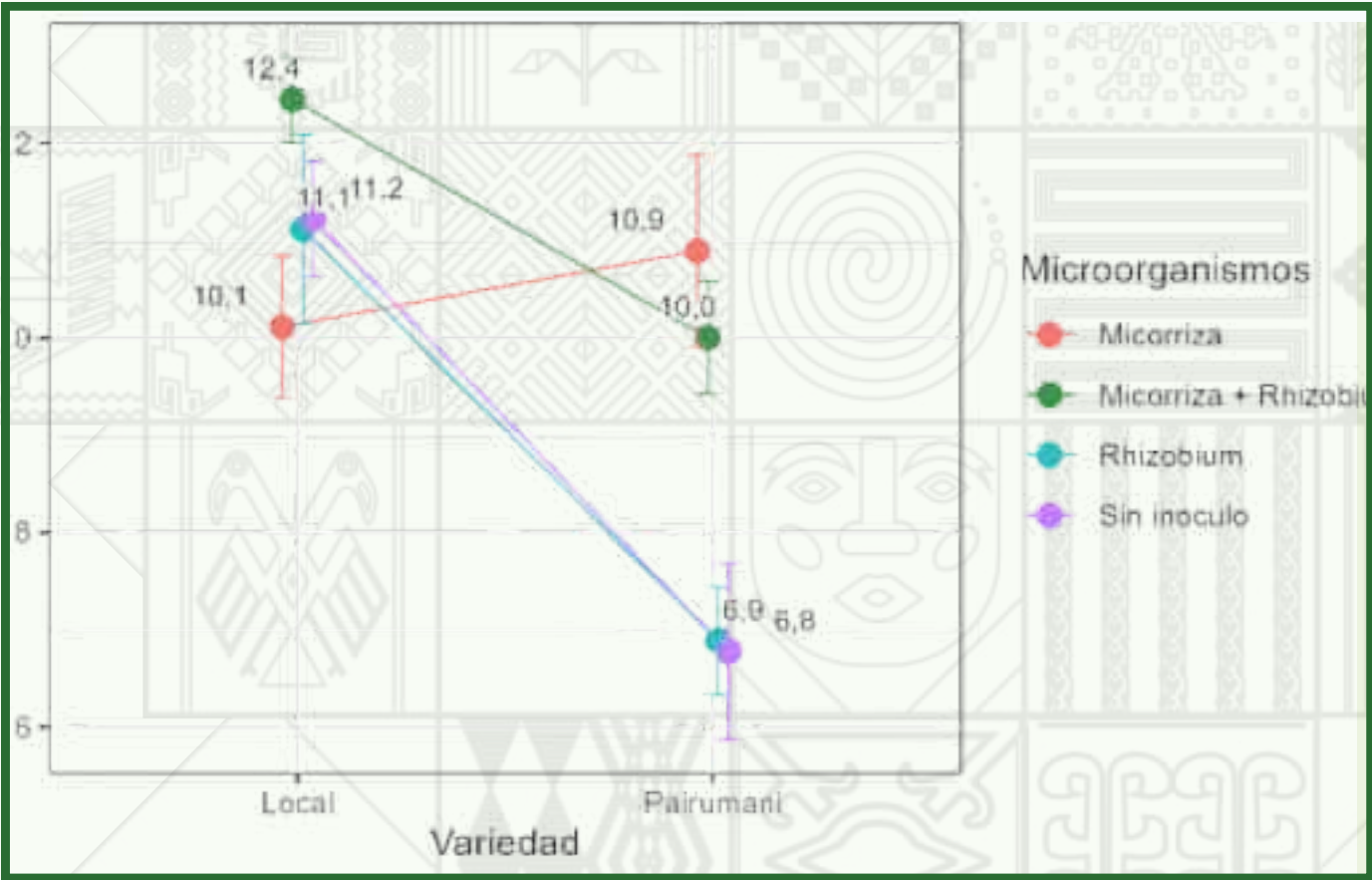


Tabla 2.

Interacción variedad microorganismo de la variable peso de grano por vaina del trabajo de investigación “Coinoculación de *Rhizobium spp.* y micorrizas en el crecimiento y rendimiento de haba en el Altiplano”.



Figura 4.

Desarrollo del cultivo de haba con aplicacion de microorganismos en el municipio de Achacachi comunidad de Suntiá Chico.



Figura 3.

Evaluación de variables de respuesta altura de planta del trabajo de investigación “Coinoculación de *Rhizobium sp* y micorrizas en el crecimiento y rendimiento de haba en el Altiplano”.

Los tratamientos individuales con micorrizas ($12,25\text{ t ha}^{-1}$) y *Rhizobium spp* ($9,64\text{ t ha}^{-1}$) incrementaron el rendimiento, pero la coinoculación (*Rhizobium spp* + micorrizas) alcanzó el máximo ($12,91\text{ t ha}^{-1}$), evidenciando un efecto sinérgico. Por tal motivo se puede decir que, la coinoculación resulta más efectiva para incrementar la productividad del cultivo de haba.

Conclusiones

Considerando los resultados positivos obtenidos en la investigación se recomienda el tratamiento (T7) variedad local con la coinoculación de *Rhizobium spp.* + micorrizas en una dosis de $1,5\text{ kg ha}^{-1}$ aplicada al momento de la siembra. Además, los tratamientos (T5) variedad local con micorriza y el (T6) variedad local con *Rhizobium spp.* presentan buenos resultados en relación al rendimiento.

DOSIS DE ETILENO Y TIPOS DE CURADO PARA LA CONSERVACIÓN DE BULBOS MADRE EN POSTCOSECHA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evalúa la aplicación del etileno, una fitohormona que regula diversos procesos fisiológicos, los cuales afectan directamente las características del bulbo. Asimismo, se analiza el proceso de curado, el cual consiste en lograr un secado uniforme del producto bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Este proceso es importante en el manejo poscosecha de la cebolla, ya que optimiza la calidad y la vida útil. En general, el estudio proporciona información sobre el efecto del etileno y el curado en el almacenamiento de la cebolla, contribuyendo en el manejo poscosecha, minimizando pérdidas.



Figura 1. Trasplante de almácigo de cebolla variedad Globosa en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe del departamento de Cochabamba.

Objetivo general

Evaluar el efecto del etileno y técnicas de curado en bulbos de cebolla variedad INIAF Globosa en instalaciones del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) del departamento de Cochabamba.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe, departamento de Cochabamba, ubicada a 17°26'26,76" S y 66°20'38,94" O, 2.410 m s.n.m. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo en Parcelas Divididas, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron los siguientes: Factor A, correspondiente a la concentración de etileno, con tres niveles (1; 1,25 y 1,50 mL de etileno en 1 L⁻¹ H₂O); y Factor B, técnica de curado, también con tres niveles (tradicional, semisombra y manta térmica). Las variables de respuesta incluyeron: diámetro del cuello, porcentaje de humedad del bulbo, firmeza del bulbo, contenido de sólidos solubles, días de almacenamiento y rendimiento. Para el análisis estadístico se aplicaron tanto pruebas paramétricas como no paramétricas, incluyendo análisis de varianza (ANOVA), comparación de medias y la prueba de Dunn, utilizando el software R (versión libre).

Resultados

Los resultados mostraron una interacción significativa ($p < 0,05$) entre las concentraciones de etileno y las técnicas de curado, evidenciando que su combinación influye directamente en el rendimiento y calidad de bulbos madre de cebolla INIAF Globosa. Las dosis de 1,00 y 1,25 mL (L de H₂O)⁻¹ de etileno, aplicadas en precosecha y combinadas con curado mediante manta térmica o malla semisombra, optimizaron el cierre de cuello (1,53-2,13 mm), redujeron el tiempo de curado (5,5-9 días), conservaron alta retención de humedad (84,4%-88,8%), firmeza (89,3-90,8 Kg), baja brotación y enfermedades (<3%) y prolongaron la vida útil del bulbo hasta 90 días. Estas técnicas superaron ampliamente a los métodos tradicionales.



Figura 2. Producción del cultivo de cebolla variedad Globosa en la localidad de Villa Montenegro, municipio de Sipe Sipe del departamento de Cochabamba.

(12-14 días) al mantener condiciones óptimas de curado (42-48 °C y 28 %-32 % de HR), logrando rendimientos de 31,54 a 35,55 t ha⁻¹. El tratamiento T3 (1 mL ha⁻¹ de etileno + manta térmica) destacó por su mayor rentabilidad (TRM 276,26 %).

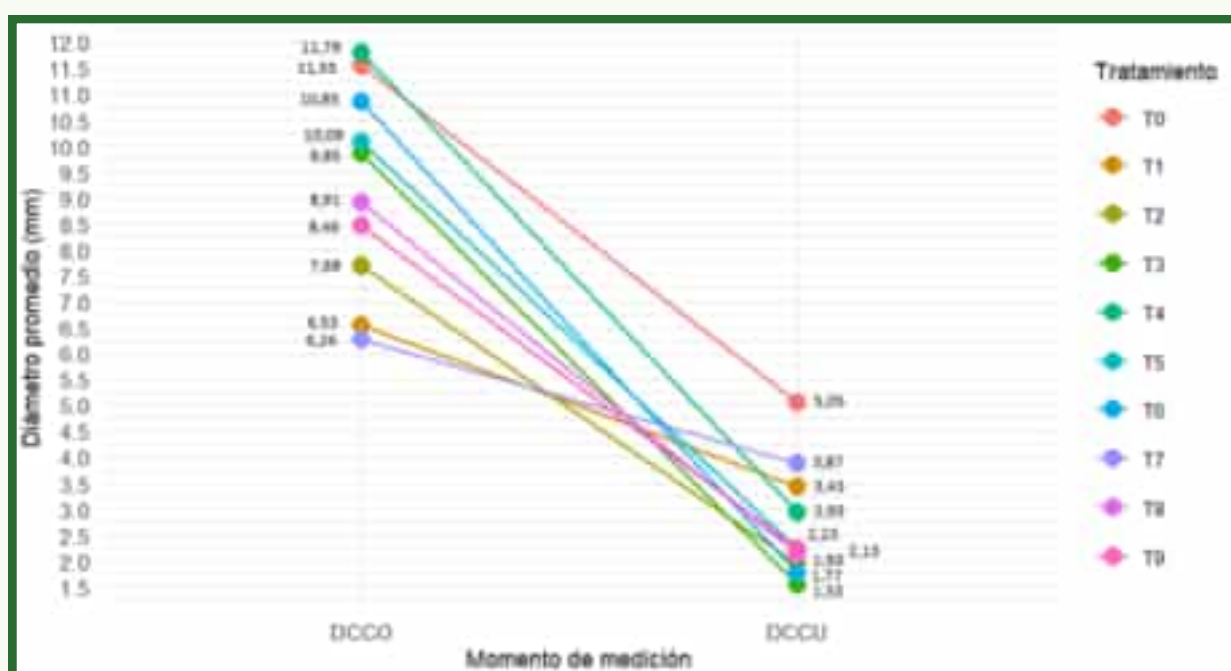


Figura 3. Medias de la interacción tratamiento momento para la variable de respuesta diámetro de bulbo.

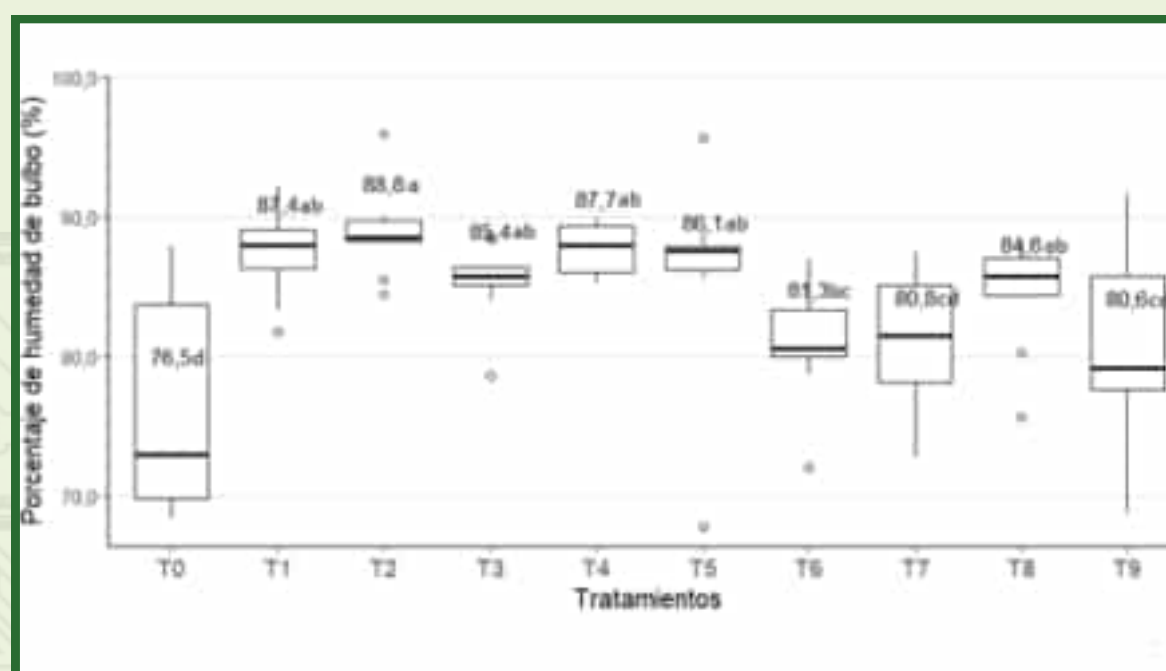


Figura 4. Comparación de medias entre tratamientos para la variable de respuesta porcentaje de humedad.

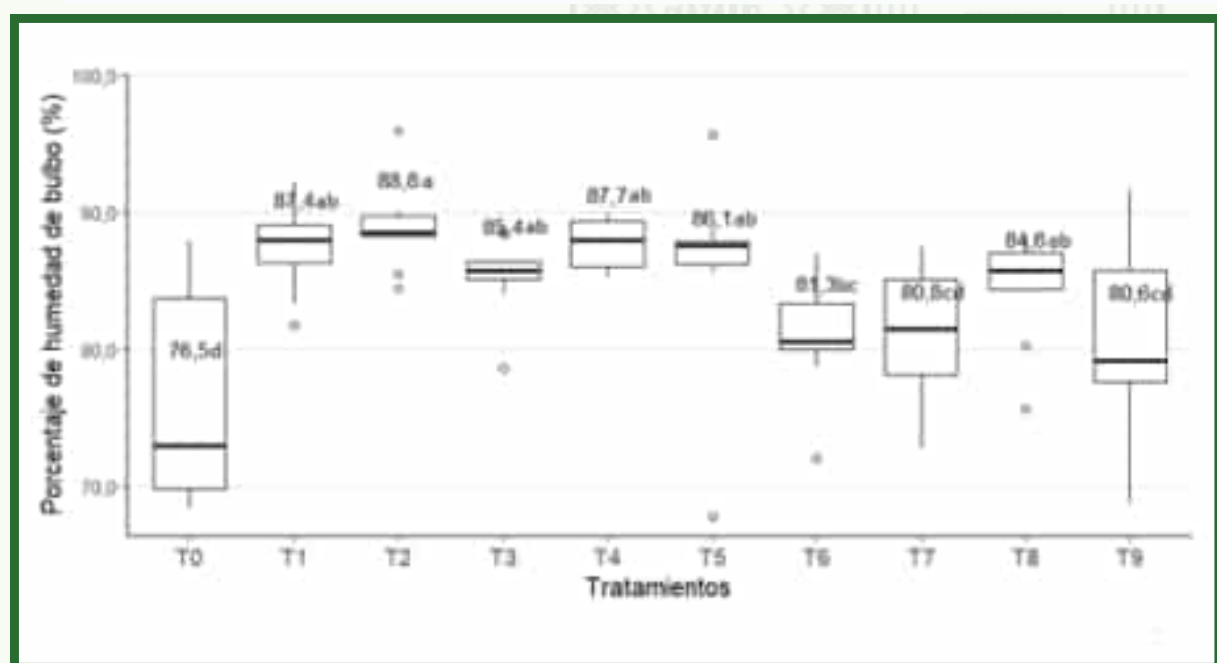


Figura 5. Comparación de medias entre tratamientos para la variable de respuesta firmeza de bulbo.

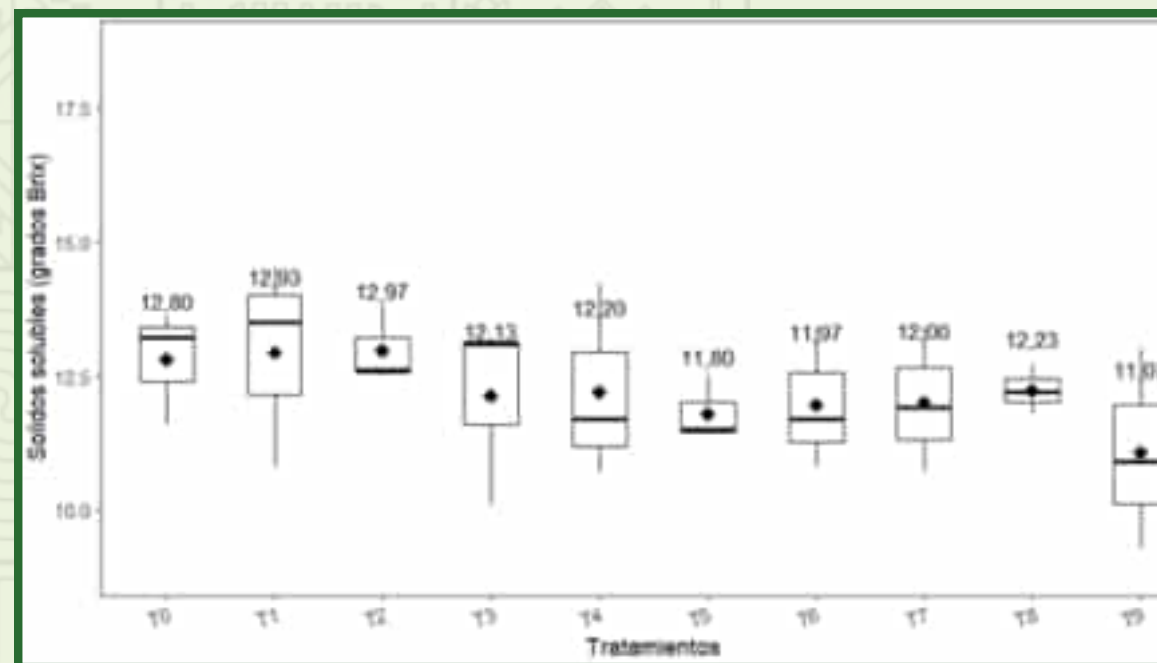


Figura 6. Medias por tratamiento para la variable de sólidos solubles.

Nota. T0= Sin etileno - curado a condiciones de agricultor; T1= 1,00 mL L⁻¹-curado tradicional; T2= 1,00 mL L⁻¹-curado malla semisombra; T3= 1,00 mL L⁻¹-curado manta térmica; T4= 1,25 mL L⁻¹-curado tradicional; T5= 1,25 mL L⁻¹-curado malla semisombra; T6= 1,25 mL L⁻¹-curado manta térmica; T7= 1,50 mL L⁻¹-curado tradicional; T8= 1,50 mL L⁻¹-curado malla semisombra; T9= 1,50 mL L⁻¹-curado manta térmica.
DCCO= En la cosecha. DCCU: al terminar el curado.

Conclusiones

Los resultados muestran que existe una interacción significativa entre las concentraciones de etileno y las técnicas de curado, lo que influye directamente en el rendimiento y la calidad de los bulbos madre de cebolla. Las dosis de 1,00 y 1,25 mL (L de H₂O)⁻¹ de etileno, aplicadas en precosecha y combinadas con curado con manta térmica o malla semisombra, mejoraron el proceso de curado al favorecer el cierre del cuello, conservar la humedad, reducir la incidencia de enfermedades a menos del 3% y extiende la vida en anaquel hasta en 90 días. En este estudio, el curado con manta térmica demostró ser más eficiente y rentable, consolidándose como una alternativa tecnológica viable para la producción y manejo poscosecha a nivel comercial.

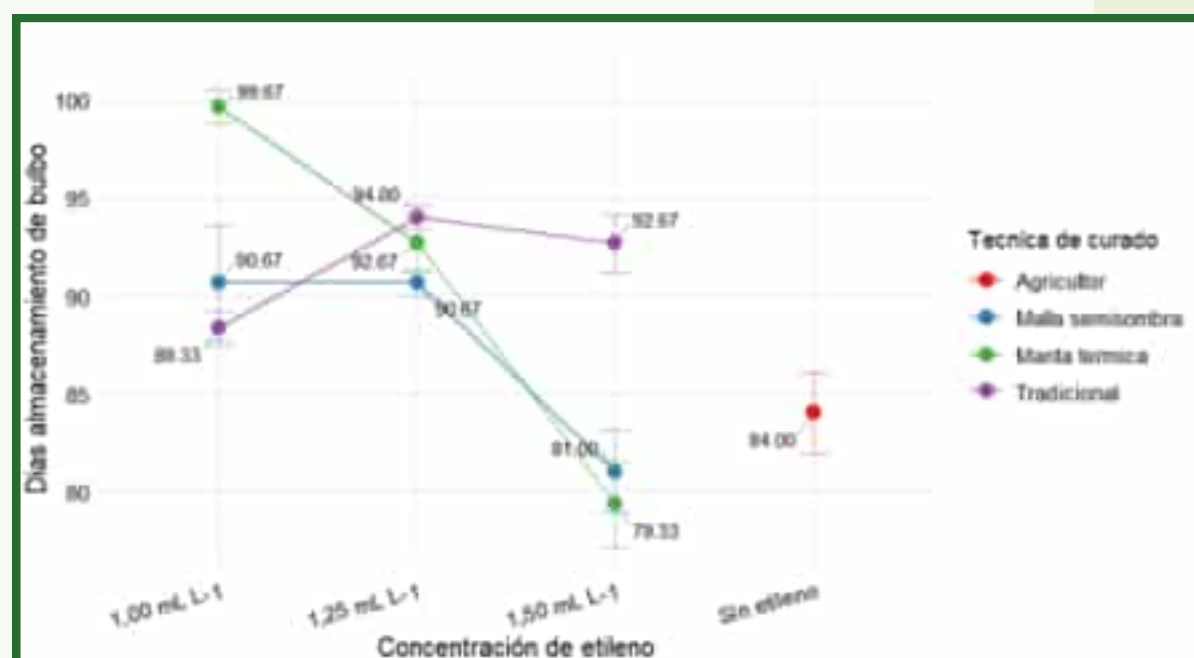


Figura 7. Interacción concentración de etileno técnica de curado para la variable de respuesta días almacenamiento.

EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Introducción

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Bolivia representa una actividad de gran importancia agrícola. Para incrementar el rendimiento de forma sostenible y accesible para los productores, se promueve el uso de prácticas agrícolas ecológicas, destacando la aplicación de microorganismos benéficos como el *Trichoderma spp.* y micorrizas. El *Trichoderma spp.* es un hongo benéfico que se adapta a diversas condiciones edafoclimáticas, actúa como agente de control biológico y estimula el crecimiento vegetal al solubilizar nutrientes, producir fitohormonas e inducir resistencia en las plantas, mientras las micorrizas establecen simbiosis con las raíces, facilitando la absorción de agua y nutrientes como fósforo, nitrógeno y micronutrientes mientras reciben carbohidratos de la planta. La incorporación de estos microorganismos al manejo agronómico del cultivo contribuye a mejorar la productividad y disminuir el uso de insumos químicos.



Figura 1.

Cultivo de tomate variedad INIAF Renacer en la comunidad San Juan de la Miel del municipio de Coroico, La Paz.

Objetivo general

Evaluar la inoculación de microorganismos benéficos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate en los Yungas de La Paz.

Metodología

La investigación se desarrolló en la comunidad de San Juan de la Miel en el municipio de Coroico del departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2024-2025. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco repeticiones. Se usó la variedad de tomate INIAF Renacer. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (Testigo-Sin microorganismo), T2 (*Trichoderma spp.* 50x10⁶ esporas g⁻¹), T3 (micorrizas concentración de 100 esporas g⁻¹) y T4 (*Trichoderma spp.* 50x10⁶ esporas g⁻¹+ micorrizas 100 esporas g⁻¹). La inoculación con los microorganismos se realizó en el trasplante, se utilizó 30 g de *Trichoderma spp.* en 2 L de agua, 30 g de micorrizas en 2 L de agua, se sumergió los cepellones de los plantines en la preparación durante 20 minutos (este procedimiento se realizó en un lugar sombreado para no exponer al sol los microorganismos), inmediatamente después de la inoculación, se realizó el trasplante a una distancia de 0,50 m entre plantas. Se evaluaron variables agronómicas incluyendo peso, longitud y diámetro de fruto, rendimiento total y comercial. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas (análisis de varianza) para determinar si existen diferencias estadísticas entre tratamientos.



Figura 2.

Ensayo de tomate con inoculación de microorganismos en la comunidad San Juan de la Miel del municipio de Coroico, La Paz.

Resultados

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en las variables de respuesta peso de fruto y longitud de fruto lo que indica que la media de al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente en relación a la variable evaluada.

El peso de fruto, muestra diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha= 0,05$), el tratamiento (T3) micorrizas registró el mayor promedio con 149,80 g de peso de fruto, mientras que el tratamiento (T4) *Trichoderma spp.* + micorrizas registró el menor peso de fruto con 128,20 g.

Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento comercial, el tratamiento T3 (micorrizas) registró el mayor promedio (95,81 t ha⁻¹), seguido de T2 (*Trichoderma spp.*) con 92,80 t ha⁻¹, ambos superiores al testigo T1 (84,22 t ha⁻¹). Estos resultados confirman que el uso de microorganismos, especialmente la micorrizas muestra efectos positivos en el rendimiento del cultivo de tomate.

Fuente de variación	Grados de libertad	NFR	PF	DF	LF	RDTOT	RDTOC
Tratamiento	3	0,37 ns	432,55 *	5,42 ns	25 **	413,21 ns	462,50 ns
Bloque	4	0,68 *	120,37 ns	6,63 *	10,83 ns	1.096,18 ns	959,30 ns
Residuales	12	16	10,280	183	410	38,714	36,540
Total	19						
Coefficiente de variación (%)		1,098	572	185	202	1,693	1,750

ns = no significativo, * = significativo ($\alpha=0,05$); ** = altamente significativo ($\alpha=0,05$).

Tabla 1. Cuadrados medios del analisis de varianza para las variables de respuesta número de frutos por racimo (NFR), peso de fruto (PF), diámetro de fruto (DF), longitud de fruto (LF), rendimiento total (RDTOT) y rendimiento comercial (RDTOC) del cultivo de tomate.

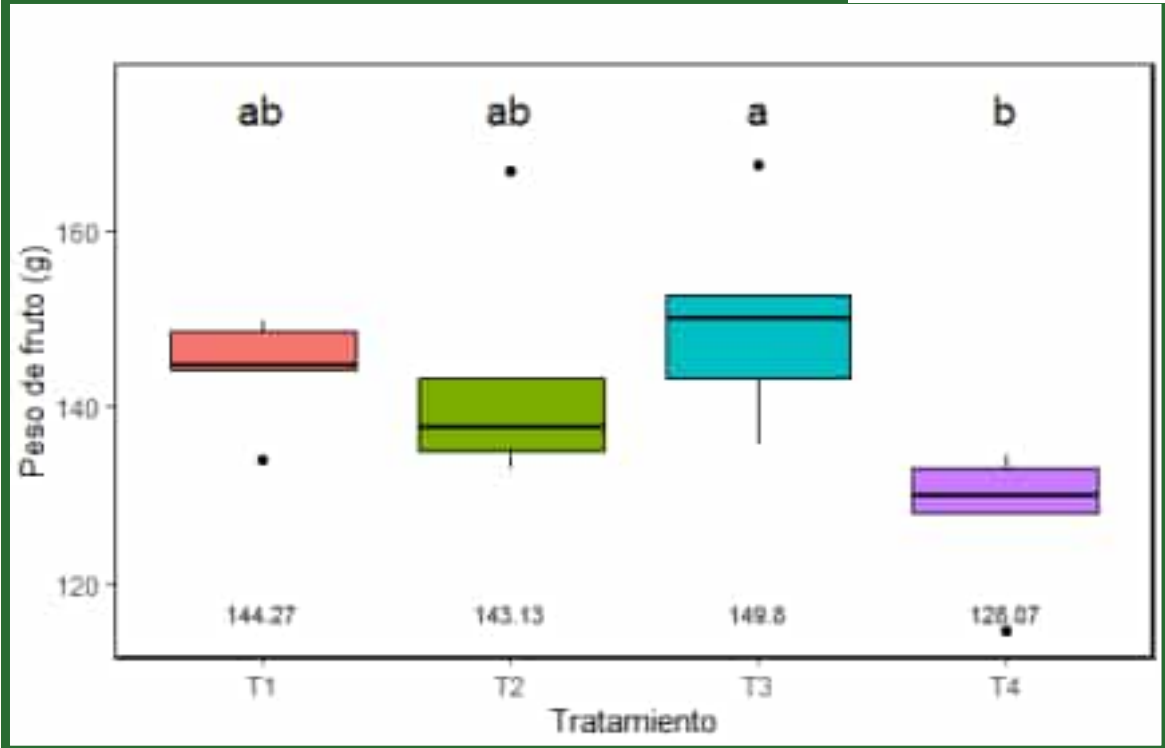


Figura 3. Prueba de Tukey para la variable de respuesta peso de fruto.

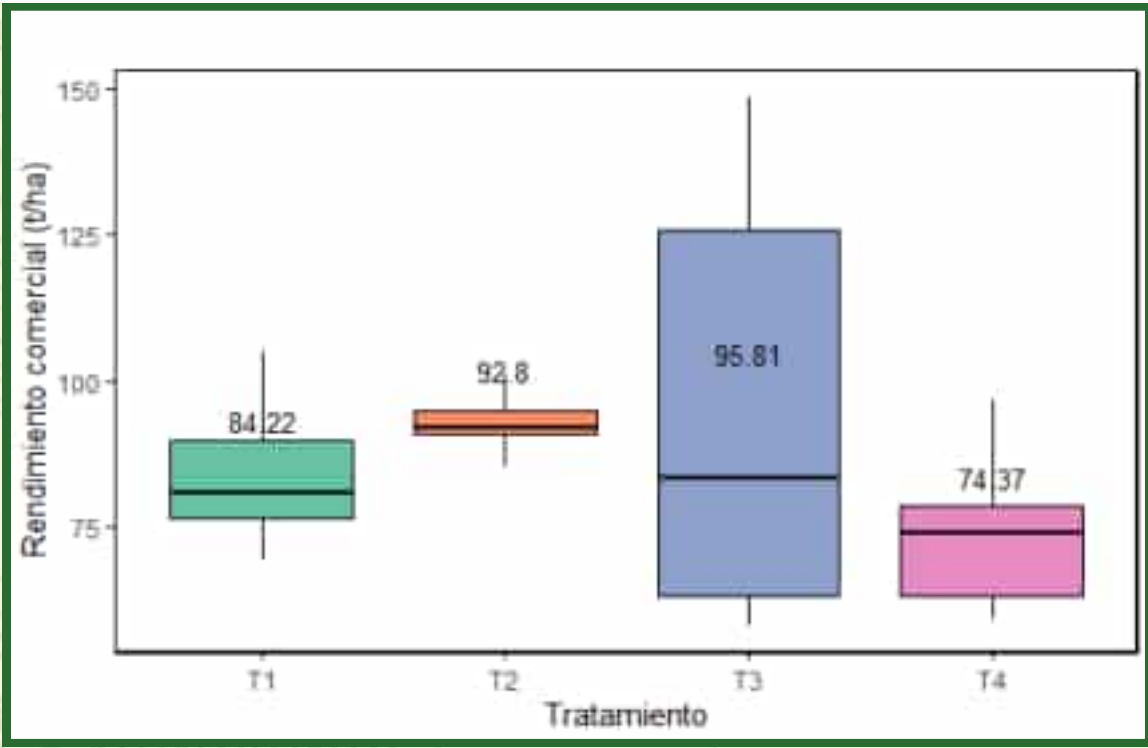


Figura 4. Medias para la variable de respuesta rendimiento comercial.



Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian que los microorganismos evaluados influyeron significativamente en las variables peso y longitud de fruto, donde el tratamiento (T3) micorrizas destacó por presentar los mayores valores promedio en peso de fruto (149,80 g) con diferencias significativas respecto al resto de tratamientos. Para el rendimiento los tratamientos (T3) micorrizas y (T2) *Trichoderma spp.* son los microorganismos que incrementan el rendimiento, si bien no se encontraron diferencias significativas con los demás tratamientos, la micorrizas y el *Trichoderma spp.* presentaron el mayor rendimiento comercial con 95,80 y 92,80 t ha⁻¹ respectivamente, estos resultados confirman que el uso de microorganismos tiene efectos positivos en el rendimiento del cultivo de tomate.

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES EN EL RENDIMIENTO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL ALTIPLANO

Introducción

El cultivo de cebolla es una de las hortalizas de mayor importancia económica en Bolivia por su alta demanda y consumo. Para mejorar su rendimiento de manera sostenible y accesible para los productores, se promueve el uso de prácticas agrícolas ecológicas, entre las cuales destaca la aplicación de bioestimulantes como *Trichoderma spp.* y micorrizas. *Trichoderma spp.* es un hongo benéfico que se adapta a diversas condiciones edafoclimáticas, actúa como agente de biocontrol y estimula el crecimiento vegetal al solubilizar nutrientes, producir fitohormonas e inducir resistencia en las plantas. Por su parte, las micorrizas establecen una relación simbiótica con las raíces, facilitando la absorción de agua y nutrientes, mientras reciben carbohidratos de la planta. La incorporación de estos bioestimulantes al manejo agronómico del cultivo de cebolla mejora la productividad, y reduce la dependencia de insumos químicos.



Figura 1. Parcela de cebolla variedad Perilla con bioestimulantes en la comunidad de Mantecani, Patacamaya, La Paz.

Objetivo general

Determinar el efecto de bioestimulantes en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Altiplano Boliviano.

Metodología

La investigación se desarrolló en la comunidad de Mantecani en el municipio de Patacamaya del departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2024-2025. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco repeticiones. Se usó la variedad de cebolla Perilla. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (Testigo-Sin aplicación de bioestimulante), T2 (*Trichoderma spp.* concentración de 50×10^6 esporas gr^{-1}), T3 (Micorriza concentración de 100 esporas gr^{-1}) y T4 (*Trichoderma spp.*+ Micorriza) a una dosis de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$. La inoculación con los bioestimulantes se realizó en el trasplante, se utilizó 30 g de *Trichoderma spp.* en 2 L de agua, 30 g de Micorrizas en 2 L de agua, se sumergieron los plantines en la preparación durante 20 minutos (este procedimiento se realizó en un lugar sombreado para no exponer al sol los bioestimulantes), inmediatamente después de la inoculación, se realizó el trasplante a una distancia de 0,10 m entre plantas. Se evaluaron variables agronómicas incluyendo peso, longitud y diámetro de bulbo, rendimiento. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas (análisis de varianza) para determinar si existen diferencias estadísticas entre tratamientos.



Figura 2. Establecimiento de ensayo de cebolla con bioestimulantes en la comunidad de Mantecani del municipio de Patacamaya, La Paz.

Resultados

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los tratamientos evaluados, en relación con las variables de respuesta: peso de bulbo, longitud de bulbo, número de bulbos comerciales, peso total de bulbo, peso de bulbo comercial, longitud de raíz, rendimiento total y comercial, lo que indica que la media de al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente en relación a la variable evaluada.

El peso de bulbo, muestra diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5 %, se observa que el tratamiento con micorriza registra el mayor promedio con 199,57 g de peso de bulbo, sin diferencias estadísticas al tratamiento con *Trichoderma spp.* pero significativamente ($Pr \leq 0,05$) superior al testigo con 127,53 g siendo este el valor más bajo en peso de bulbo.

En términos de rendimiento, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, se observa que el tratamiento con micorriza registra el mayor rendimiento comercial promedio con 90,58 t ha⁻¹, sin diferencias estadísticas con los tratamientos con *Trichoderma spp.* (76,17 t ha⁻¹) y tratamiento de *Trichoderma spp.* + micorriza (78,08 t ha⁻¹), pero significativamente ($Pr \leq 0,05$) superior al testigo que registró el menor rendimiento comercial con 65,92 t ha⁻¹. Estos resultados confirman que el uso de bioestimulantes, especialmente la micorriza muestra efectos positivos en el rendimiento del cultivo de cebolla.

Fuente de variación	Grados de libertad	PB	LB	NBC	PTB	PBC	LR	RDTOT	RDTOC
Tratamiento.	3	4.951,7 **	1,46 **	13,2 **	4,77 **	5,12 **	1,82 ns	476,95 **	511,91 **
Bloque.	4	675,1 ns	0,89 *	1,63 ns	2,5 *	2,42 *	13,86 *	249,83 *	242,39 *
Residuales.	12	85,320	21	116	58	61	316	5,804	6,136
Total.	19								
Coeficiente de variación (%).		1,688	522	52	965	1,008	1,187	965	1,008

Tabla 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de respuesta peso de bulbo (PB), longitud de bulbo (LB), número de bulbos comerciales (NBC), peso total de bulbo (PTB), peso de bulbos comerciales (PBC), longitud de raíz (LR), rendimiento total (RDTOT) y rendimiento comercial (RDTOC) del cultivo de cebolla.

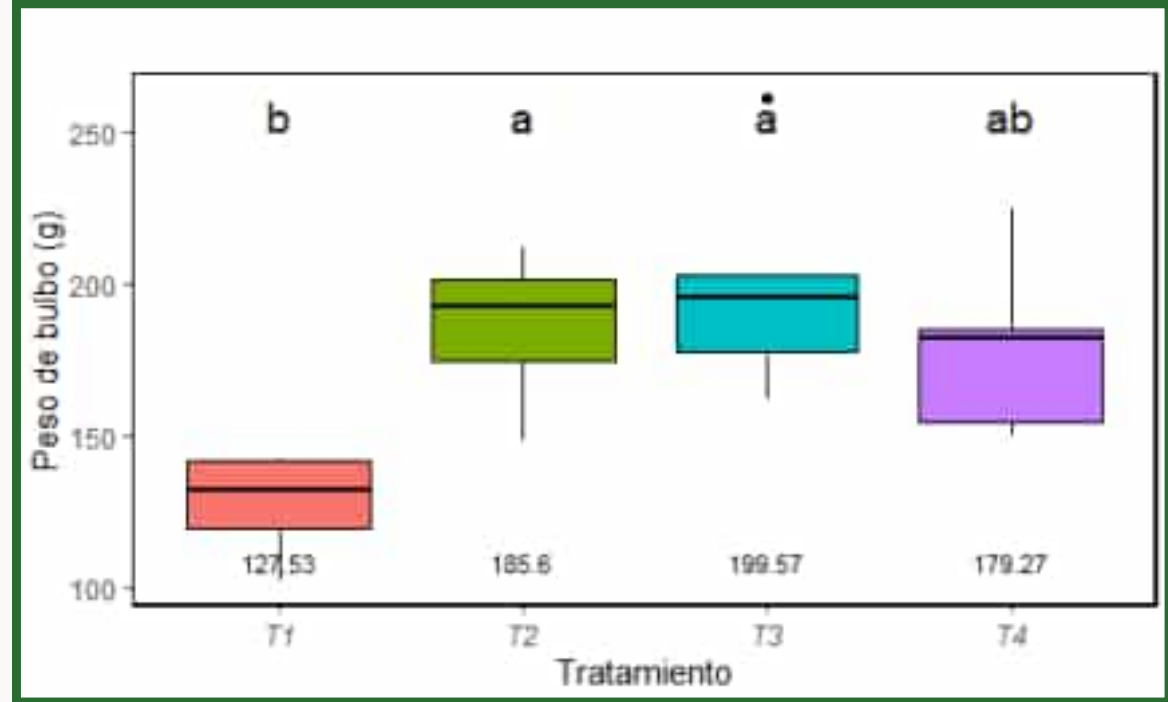


Figura 3. Prueba de Tukey para la variable de respuesta peso de bulbo.

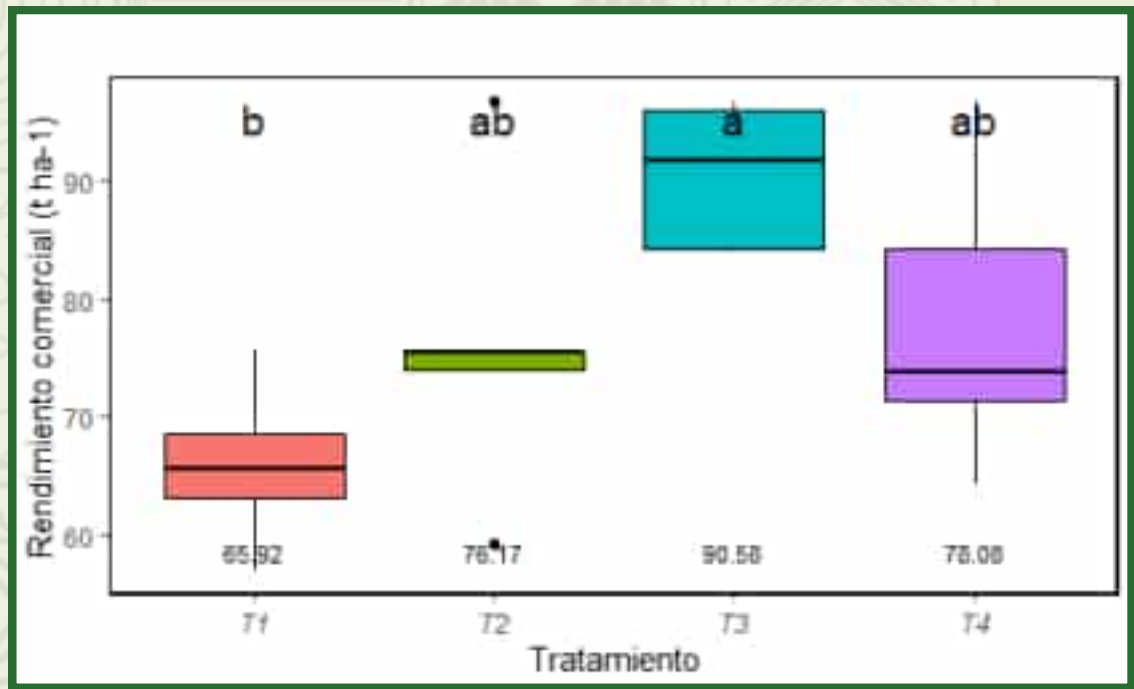


Figura 4. Prueba de Tukey para la variable de respuesta rendimiento comercial.



Figura 5. Cultivo de cebolla del ensayo “Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de cebolla en el altiplano”, en la comunidad de Mantecani del municipio de Patacamaya, La Paz.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian que los bioestimulantes evaluados influyeron significativamente en las variables peso y longitud de bulbo, donde el tratamiento con micorriza destacó por presentar los mayores valores promedio en peso de bulbo (199,57 g) con diferencias altamente significativas respecto al resto de tratamientos. En términos de rendimiento, del mismo modo el tratamiento con micorriza mostró el mayor rendimiento total (91,50 t ha⁻¹) y comercial (90,58 t ha⁻¹), superando significativamente al testigo. Estos resultados confirman que el uso de bioestimulantes, particularmente micorrizas, tiene efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de cebolla.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE CEBOLLA CULTIVADAS BAJO DISTINTOS COLORES DE COBERTURA PLÁSTICA

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evalúa el uso de cobertura plástica, esta puede modificar significativamente el microclima del suelo, pues es una tecnología emergente usada para contener la evaporación del suelo, limitar el crecimiento de malezas, controlar la temperatura del suelo y retener humedad, repercutiendo en el desarrollo de los cultivos. Los beneficios de la cobertura plástica sobresalen las cosechas de gran calidad con rendimientos crecientes asociados a los cambios provocados en el suelo y en el microambiente de la rizosfera de las especies vegetales.



Figura 1.

Implementación de parcela de investigación en cultivo de cebolla en cama elevada, con cobertura plástica y riego tecnificado en la Universidad Técnica de Oruro.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de las variedades de cebolla: Navideña, Globosa y Perilla, cultivadas bajo tres colores de cobertura plástica (blanco, negro y plateado).

Metodología

El estudio se implementó el 4 de octubre de 2024 en la Universidad técnica de Oruro (Oruro), ubicada a 18°5' 41,82" S y 67°08'09,4" O. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) en arreglo de Parcelas Divididas, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A) colores de cobertura plástica (negro, blanco y plateado) y Factor B) variedades de cebolla (Globosa, Perilla y Navideña). Las variables de respuesta incluyeron días al desarrollo vegetativo, días al inicio de la bulbificación, días al máximo desarrollo vegetativo, número de hojas por planta, altura planta, diámetro del bulbo, diámetro de cuello, peso de bulbo y clasificación del tamaño del bulbo. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas (análisis de varianza, comparación de medias y prueba de Dunn), utilizando el software R (versión libre).



Figura 2.

Cosecha de cebolla variedades Globosa, Perilla y Navideña en la Universidad Técnica de Oruro.

Resultados

Los resultados indican que no hubo interacción significativa entre el color de la cobertura plástica y la variedad de cebolla en el rendimiento, pero al analizarlos por separado, la cobertura plateada demostró ser la más efectiva, logrando los mayores rendimientos en todas las variedades: Navideña (66,66 t ha⁻¹, con 76,40% de bulbos medianos a colosales), Globosa (62,46 t ha⁻¹) y Perilla (49,08 t ha⁻¹, con 57,10% de bulbos de buen tamaño). La cobertura negra presentó resultados económicos aceptables pero inferiores, mientras que la blanca solo destacó en Navideña. En conclusión, la cobertura plateada es la mejor opción por su equilibrio entre rendimiento, calidad de bulbo y rentabilidad en las condiciones evaluadas.

Los resultados mostraron que no existió interacción significativa entre el color de la cobertura plástica y las variedades de cebolla para mayoría de las variables de respuesta (peso de bulbo, diámetro, días a cosecha y porcentaje de bulbos comerciales), donde, la variedad Globosa obtuvo (62,46 t ha⁻¹, diámetro de bulbo: 84,47 mm y TRM = 870,93%), por otro lado la variedad Perilla obtuvo, (57,1% bulbos de tamaño medio, grande y colosal y retorno del 355,67%), mientras que en Navideña, aunque la cobertura de color blanco destaca en bulbos medianos, grandes y colosales (61,0%), el plateado maximiza su rendimiento (66,66 t ha⁻¹) y rentabilidad (484,80%).

Factor	G.L.	Suma de cuadrados	cuadrado medio	Valor de F	Pr(>F)
Bloque.	3	4,323.00	1,441		
Color de cobertura plástica	3	7060	23,535	1,339	0,00114 **
Error: bloque*color de cobertura plástica.	9	1582	1,757		
Variedad de cebolla.	2	4,236	21,181	4,131	0,0287 *
Color de cobertura plástica*Variedad de cebolla.	6	473	789	1,776	0,9864 NS
Residuales	24	12,305	5,127		

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de respuesta de rendimiento.

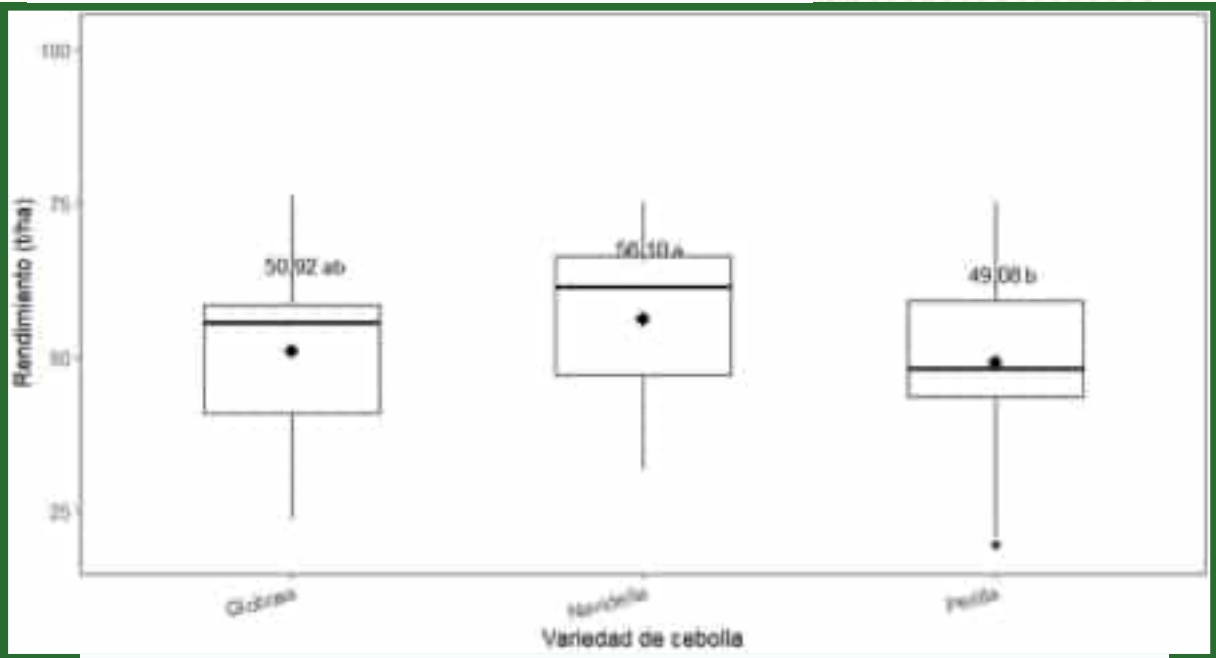


Figura 3. Comparación de medias para el factor variedad de cebolla para la variable de respuesta rendimiento.

La cobertura plástica de color negro resulto como la segunda opción, especialmente para Globosa (retorno del 366,77%), Perilla (421,73%) y Navideña (439,09%). Todas las coberturas aceleraron el ciclo fenológico del cultivo (43 a 43,8 días en desarrollo vegetativo en comparación los 49,83 días en testigo), inicio a la bulbificación (59,25 a 62,75 días) y máximo desarrollo vegetativo (81,31 a 88,44 días), además de mejorar parámetros agronómicos como número de hojas (11,54 a 11,64 hojas planta⁻¹), peso de bulbo (274,90 a 306,36 g) y diámetro de cuello (17,81 a 20,38 mm).

Conclusiones

El uso de cobertura plástica de color plateado con las variedades de cebolla Globosa, Navideña y Perilla, maximiza su rendimiento, tamaño de bulbo, precocidad y rentabilidad económica, incluso con una inversión inicial mayor. Para productores con recursos limitados, la cobertura plástica de color negro es la alternativa más recomendable, al equilibrar costos y beneficios con las variedades estudiadas.



Figura 4. Evaluación de las variables de respuesta número de hojas por planta, altura planta y diámetro de cuello del ensayo de investigación en la universidad Técnica de Oruro.

EFECTO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE CEBOLLA EN EL ALTIPLANO

Introducción

El cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más importantes y consumidas en Bolivia. Para fomentar una producción sostenible y accesible, se promueve el uso de prácticas agrícolas ecológicas, como la incorporación de microorganismos benéficos. Entre estos destacan las bacterias del género *Bacillus*, que favorecen el crecimiento vegetal mediante la solubilización de fosfatos y la fijación de nitrógeno, y las micorrizas, que forman asociaciones simbióticas con las raíces, mejorando la absorción de agua y nutrientes. La aplicación de estos microorganismos contribuye a una mayor productividad del cultivo y disminuye la dependencia de fertilizantes químicos. Además, el uso de variedades mejoradas y adaptadas a las condiciones del altiplano representa una estrategia complementaria para optimizar el rendimiento del cultivo de cebolla en la región.



Figura 1. Parcela de cebolla con microorganismos en la comunidad de Humatoma del municipio de Ayo Ayo, La Paz.

Objetivo general

Determinar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla en el Altiplano.

Metodología

La investigación se desarrolló en la comunidad de Humatoma en el municipio de Ayo Ayo del departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2024-2025. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial, con cinco repeticiones. Se usó las variedades de cebolla Perilla y Globosa. Los tratamientos fueron conformados de la siguiente manera: Factor A "Variedades": A1 "Perilla" y A2 "Globosa", Factor B "Microorganismo": B1 "*Bacillus* sp.", B2 "Micorriza" y B3 "Sin microorganismo". La inoculación con los microorganismos se realizó durante el trasplante, se utilizó 30 g de *Bacillus* sp. en 2 L de agua, 30 g de Micorrizas en 2 L de agua. Se sumergieron los plantines en la preparación durante 20 minutos (este procedimiento se realizó en un lugar sombreado para no exponer al sol los microorganismos), inmediatamente después de la inoculación, se realizó el trasplante a una distancia de 0,10 m entre plantas. Se evaluaron variables agronómicas incluyendo peso, longitud y diámetro de bulbo, rendimiento. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas (análisis de varianza) para determinar si existen diferencias estadísticas entre tratamientos.



Figura 2. Ensayo de cebolla con microorganismos en la comunidad de Humatoma del municipio de Ayo Ayo, La Paz.

Resultados

Los resultados del análisis de varianza revelaron diferencias significativas para los factores evaluados de forma independiente. El factor "variedad" influyó significativamente en la altura de planta, peso y longitud de bulbo, número de bulbos comerciales, peso total, peso comercial, rendimiento total y rendimiento comercial. Por su parte, el factor "microorganismos" presentó diferencias en peso de bulbo, peso total, rendimiento total y comercial. No se evidenció interacción significativa entre los factores en ninguna variable, lo que indica que actúan de forma independiente sobre las características evaluadas.

Los resultados para el rendimiento comercial indican que la interacción Variedad*Microorganismo no fue estadísticamente significativa ($p>0,05$). En contraste, el factor Variedad y el factor Microorganismo tuvieron efectos estadísticamente significativos ($p\leq0,05$), lo que sugiere que ambos factores influyen de manera independiente en el rendimiento comercial. La comparación de medias del factor “variedad” para el rendimiento comercial muestra que la variedad Perilla obtuvo una media significativamente superior ($45,83\text{ t ha}^{-1}$) en comparación con la variedad Globosa ($36,67\text{ t ha}^{-1}$). Los resultados del test de t de Student ($p\text{-value} = 0,0009$) confirman que la variedad “Perilla” alcanzó una media estadísticamente superior. El factor microorganismo para la variable de respuesta rendimiento comercial muestra que el tratamiento con *Bacillus* obtuvo la media más alta ($44,47\text{ t ha}^{-1}$), diferenciándose estadísticamente del tratamiento Sin Microorganismo ($37,73\text{ t ha}^{-1}$).

Tabla 1. Cuadros medios del análisis de varianza para las variables de respuesta altura de planta (AP), longitud de hoja (LH), peso de bulbo (PB), longitud de bulbo (LB), número de bulbos comerciales (NBC), peso total de bulbo (PTB), peso de bulbos comerciales (PBC), rendimiento total (RDTOT) y rendimiento comercial (RDTOC) del cultivo de cebolla.

Fuente de variación	Grados de libertad	AP	LH	PB	LB	NBC	PTB	PBC	RDTOT	RDTOC
Variedad.	1	68,2 *	18,72 ns	13582,17 **	12,55 **	38,53 **	577,53 **	1257 **	282,29 **	627,92 **
Microorgani smo .	2	24,62 ns	0,36 ns	2135,49 *	0,44 ns	2,10 ns	320,25 *	226,42 ns	172,72 **	123,99 *
Variedad*Mi croorganism o.	2	17,95 ns	14,19 ns	1136,84 ns	0,59 ns	0,43 ns	137,26 ns	85,17 ns	71,77 ns	44,12 ns
Bloque.	4	24,59 ns	76,98 **	283,15 ns	1,00 *	0,62 ns	122,37 ns	119,11 ns	61,71 ns	59,72 ns
Residuales.	20	1,317	978	59,541	28	284	5,607	6,959	284	3,527
Total.	29									
CV.		576	678	1,493	757	321	1,222	1,453	1,211	1,440

ns = no significativo, * = significativo al 5% y ** = significativo al 1%.

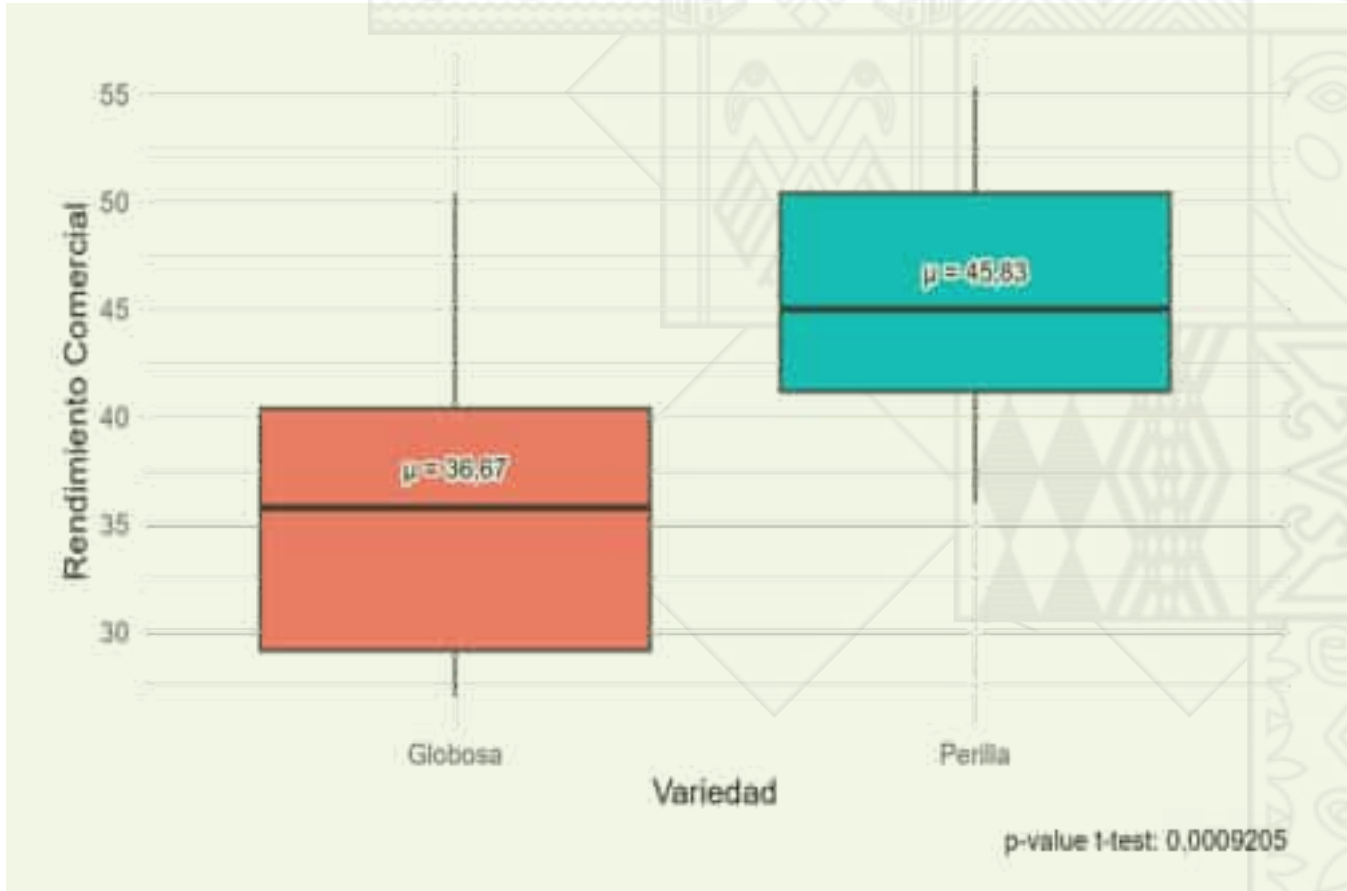


Figura 3. Prueba t de Student la variable de respuesta rendimiento comercial (t ha^{-1}).

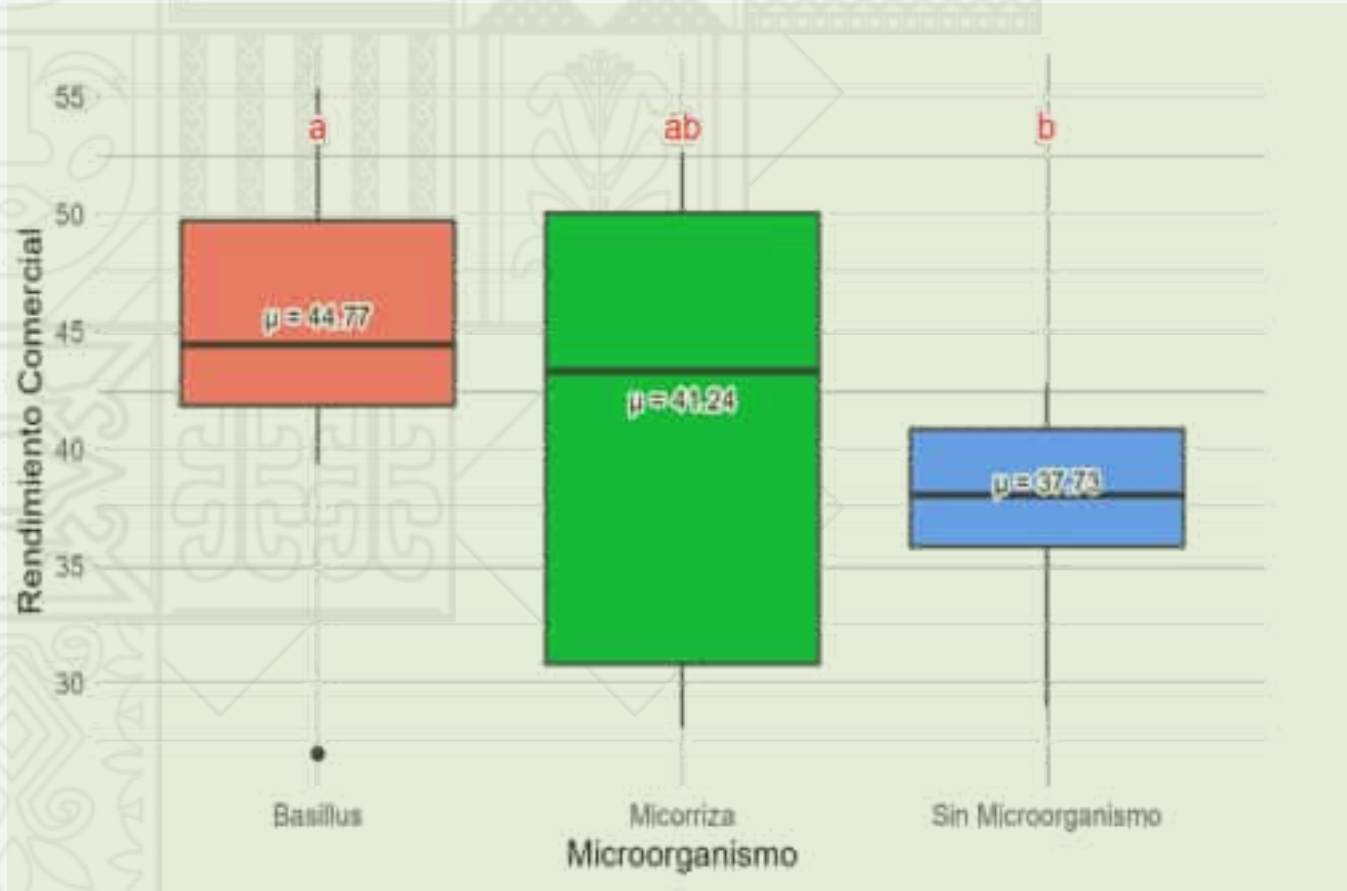


Figura 4. Prueba de Tukey para la variable de respuesta rendimiento comercial (t ha^{-1}).

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que los factores independientes variedad y microorganismos influyen de manera significativa e independientemente en el comportamiento agronómico del cultivo de cebolla. La variedad Perilla presentó un mejor rendimiento comercial ($45,83\text{ t ha}^{-1}$) en comparación con Globosa ($36,67\text{ t ha}^{-1}$). Asimismo, la aplicación de *Bacillus* mostró efectos positivos, registrando el mayor rendimiento comercial ($44,47\text{ t ha}^{-1}$), frente al tratamiento sin microorganismos ($37,73\text{ t ha}^{-1}$). No se evidenció interacción significativa entre los factores evaluados, confirmando su efecto individual.



Figura 5. Cultivo de cebolla del ensayo “Efecto de microorganismos promotores de crecimiento en el comportamiento agronómico de dos variedades de cebolla”, en la comunidad de Humatoma del municipio de Ayo Ayo, La Paz.

EFFECTO DE LA MALLA ANTIHELADA Y HERBICIDA PRE EMERGENTE SOBRE LA EMERGENCIA Y RENDIMIENTO DE ZANAHORIA EN ZONAS ALTAS DE BOLIVIA

Introducción

En el contexto del desarrollo agrícola en zonas de altura, este estudio evalúa el efecto de la malla antihelada y el uso de herbicidas pre emergentes en el cultivo de zanahoria, una de las hortalizas más importantes por su valor alimentario y económico. La malla antihelada constituye una herramienta de protección frente a bajas temperaturas, frecuentes en regiones altiplánicas, mientras que los herbicidas pre emergentes permiten un manejo eficiente de malezas en etapas tempranas del cultivo. En conjunto, ambas tecnologías buscan mejorar la emergencia y el rendimiento final del cultivo. Este estudio contribuye a generar alternativas tecnológicas para optimizar la producción de zanahoria en condiciones adversas propias de zonas altas de Bolivia.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la malla antihelada y dos herbicidas pre emergentes sobre la emergencia y rendimiento en el cultivo de zanahoria variedad Altiplano en zonas altas de Bolivia.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la comunidad Mantecani del municipio de Patacamaya, departamento de La Paz. Se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial, con tres repeticiones. Los factores fueron: A, tipo de cobertura (malla antihelada y paja brava); B, uso de herbicidas (Pendimethalin a 3 L ha⁻¹, Prometryn a 1,5 L ha⁻¹ y sin herbicida). La aplicación del herbicida se realizó tras la siembra mediante fumigación uniforme sobre el suelo, formando una película continua que actúa como barrera química para inhibir la germinación y el desarrollo inicial de malezas. Posteriormente, las unidades experimentales se cubrieron con malla antihelada y paja brava, las cuales se retiraron 32 días después de la siembra, cuando las plantas ya presentaban un desarrollo suficiente para tolerar las condiciones climáticas. Se evaluaron variables agronómicas, rendimiento bruto-comercial y densidad de malezas monocotiledóneas-dicotiledóneas. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas, análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias, los datos se analizaron utilizando el software R (versión libre).



Figura 2.

Colocado de la malla antihelada y cobertura tradicional (paja brava) en el cultivo de zanahoria en el municipio de Patacamaya, 5ª sección de la provincia Aroma del departamento de La Paz.



Figura 1.

Distribución de la semilla de zanahoria variedad Altiplano en sembradora-encamadora para siembra mecanizada en municipio de Patacamaya, La Paz.

Resultados

Los resultados mostraron que las variables agronómicas en las etapas iniciales y a la cosecha fueron mejores con el uso de malla antihelada, la cual incrementó la altura de planta, número de hojas, longitud y diámetro de raíz, así como el rendimiento bruto y comercial. La interacción cobertura*herbicida influyó en la longitud y peso de raíz. El uso de malla antihelada con prometryn fue eficaz en el control de malezas dicotiledóneas, mientras que el pendimethalin lo fue en monocotiledóneas. Solo la cobertura influyó significativamente en el rendimiento, destacando la malla antihelada con 14,68 t ha⁻¹ frente a 10,41 t ha⁻¹ con cobertura tradicional.

Económicamente, la malla antihelada con prometryn y la cobertura tradicional con prometryn presentaron tasas de retorno marginal aceptables (166,60% y 186,08%, respectivamente).

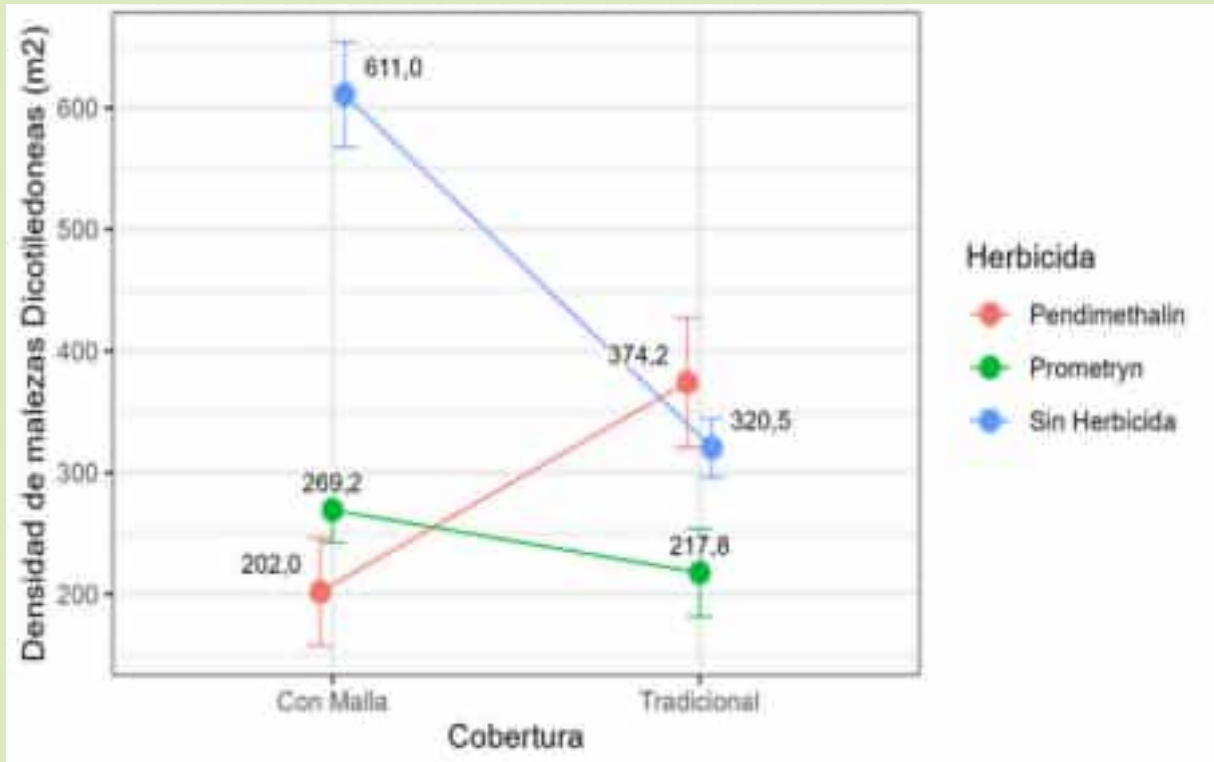


Figura 3. Interacción cobertura*herbicida de la variable de respuesta densidad de malezas dicotiledóneas.

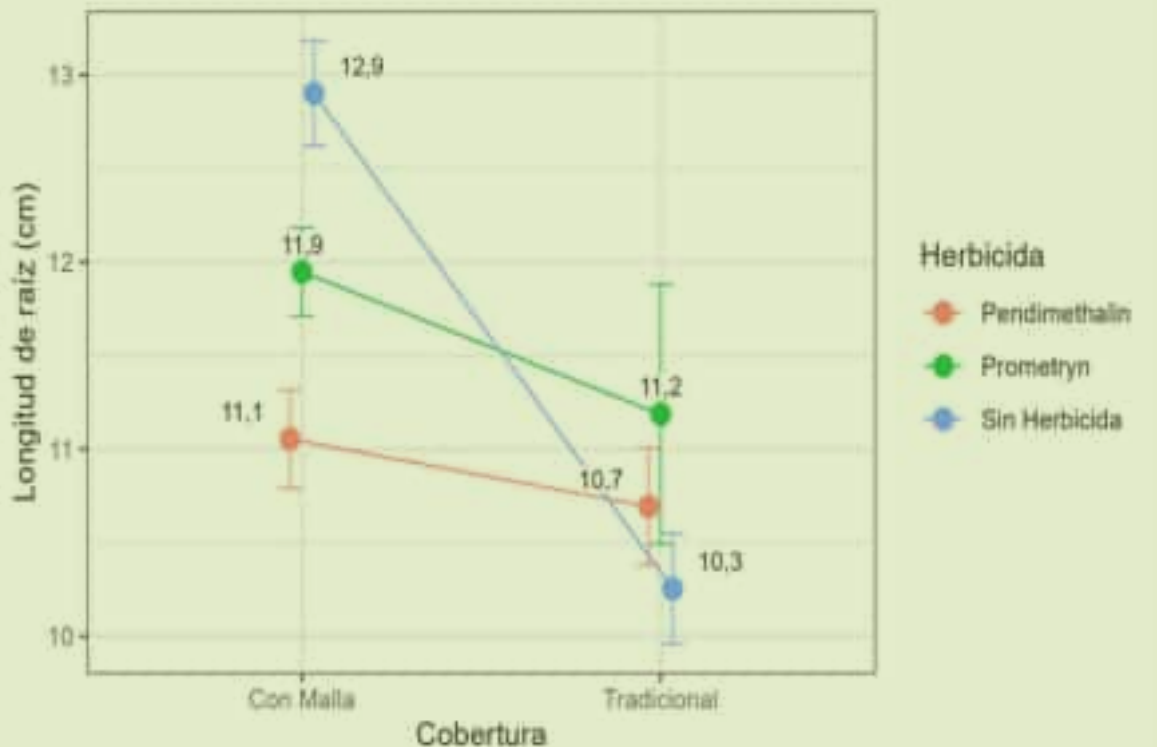


Figura 4. Interacción cobertura*herbicida de la variable de respuesta longitud de raíz.

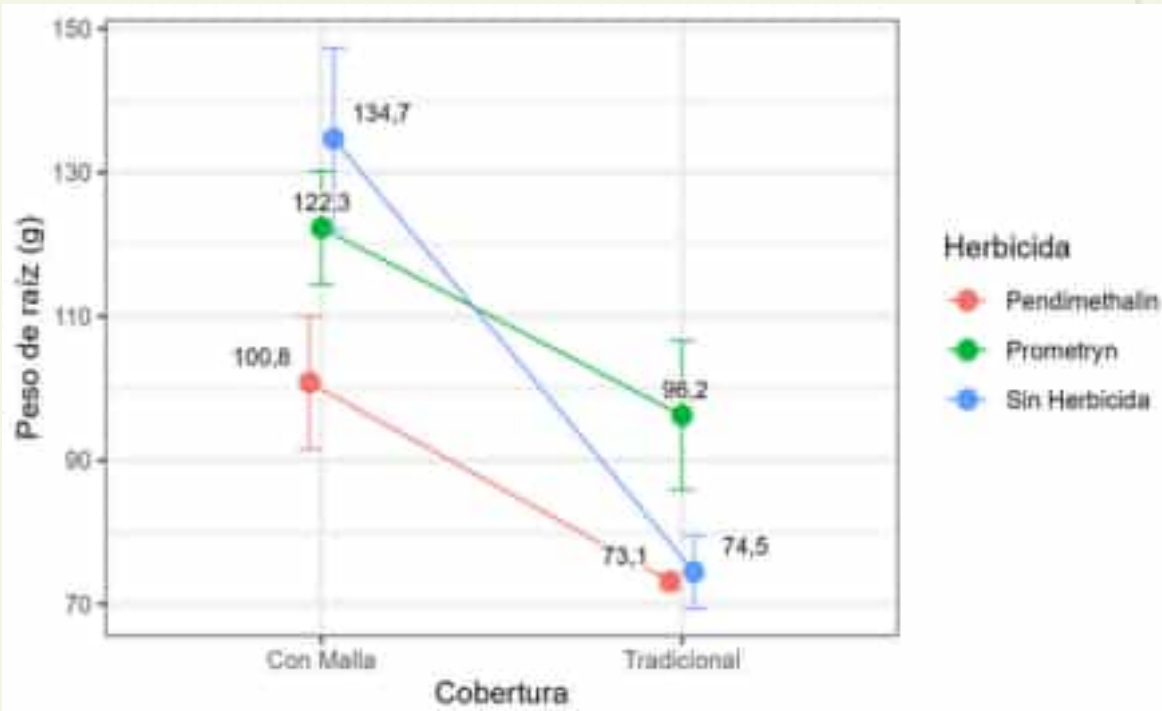


Figura 5. Interacción cobertura*herbicida de la variable de respuesta peso de raíz.

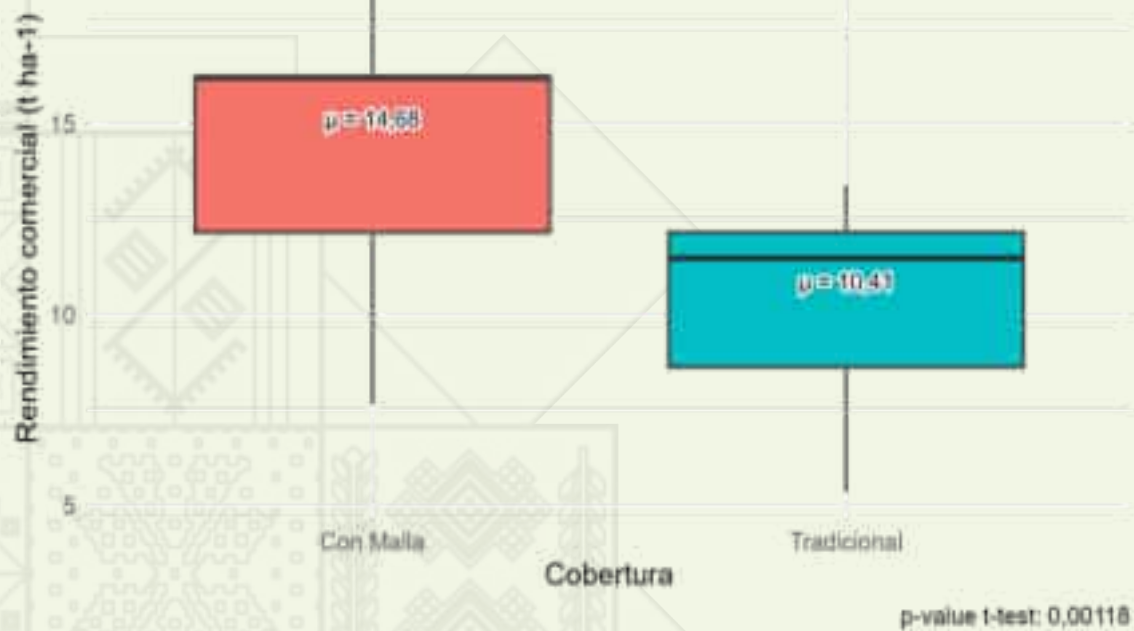


Figura 6. Comparación del rendimiento comercial entre coberturas: distribución (boxplot) y significancia (prueba t de Student).



Figura 7. Ensayo de zanahoria en la comunidad de Mantecani del municipio de Patacamaya, La Paz.

Conclusiones

El uso de malla antihelada mejoró el desarrollo agronómico y el rendimiento de zanahoria, especialmente al combinarse con prometryn, que también mostró eficacia en el control de malezas. Esta combinación, además de elevar los rendimientos, presentó una buena rentabilidad, por lo que representa una alternativa viable para la producción del cultivo de zanahoria en zonas altas de Bolivia.

PRIMING Y TECNOLOGÍA DE PELETIZADO EN LA FASE INICIAL DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

Introducción

En el contexto de la innovación agrícola, este estudio evaluó la tecnología de peletización de semillas o recubrimiento con insumos a través del método del *priming* que induce a mejorar la rapidez y uniformidad de emergencia, activan procesos fisiológicos para un desarrollo radicular y vigor en la fase inicial del desarrollo de tomate. Esta novedosa tecnología, está orientada para una agricultura sustentable contribuyendo a mejorar la tolerancia a plagas y estrés hídrico, convirtiéndose en una herramienta para optimizar la productividad en diversos cultivos.



Figura 1. Bandeja de con semilla peletizada de tomate variedad INIAF Renacer para almácigo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de las tecnologías de *priming* y peletizado en la fase inicial del cultivo de tomate variedad INIAF Renacer bajo condiciones de laboratorio y en plantinera.

Metodología

El estudio se ha realizado en septiembre de 2024 en el laboratorio de calidad de semilla y área de recubrimiento de semillas de hortalizas del CNPSH, Municipio de Sipe Sipe (Cochabamba), ubicada a 17°26' 25,40" S y 66° 20' 38,9" O. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A: Nivel de ácido giberélico (75, 100 y 125 mg L⁻¹ agua destilada), Factor B: Tiempo de inmersión en AG₃ (12, 18 y 36 horas) y Factor C: Formulación de peletizado (F1, F2, F3) (Tabla 1). Las variables de respuesta en laboratorio incluyeron: Porcentaje de germinación, índice de velocidad de germinación, longitud de raíz, días a germinación, altura plántula, uniformidad de germinación; Las variables de respuesta en campo fueron: Porcentaje de emergencia, índice de vigor de plántula, altura plántula, uniformidad de emergencia. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, utilizando el software R (versión libre).

F1	F2	F3
1.387,50 g de caolín, 20 g de dolomita, 80 g de tierra diatomea, (20 ml de melaza+480 mL agua destilada), 4 g carboximetilcelulosa sódica, 3 g de colorante vegetal y 3 L de agua destilada.	1.900 g de caolín, 20 g de dolomita, 80 g de tierra diatomea, (35 mL de melaza+65 mL agua destilada), 7 g de carboximetilcelulosa sódica, 3 g colorante vegetal y 3 L de agua destilada.	1.950 g de caolín, 10 g de dolomita, 40 g de tierra diatomea, (50 mL de melaza 5 g carboximetilcelulosa sódica), 3 g colorante vegetal y 3 L de agua destilada.

Tabla 1. Formulaciones de insumos para el recubrimiento o peletizado de 50 g de semilla de tomate.



Figura 2. Inmersión de semilla de tomate a la solución de AG₃.



Figura 3. Secado de semilla de tomate a temperatura ambiente.

Resultados

El ANVA mostró diferencias significativas de los efectos principales ácido giberélico, tiempo de inmersión y formulación de peletizado para las variables en laboratorio, porcentaje de germinación, índice de vigor de plántula y en campo el porcentaje de emergencia; Se evidencio interacciones dobles entre dosis de ácido giberélico*formulación de peletizado, dosis de ácido giberélico*tiempo de inmersión y tiempo de inmersión*formulación de peletizado para las variables días a la germinación en laboratorio e índice de vigor de plántula.

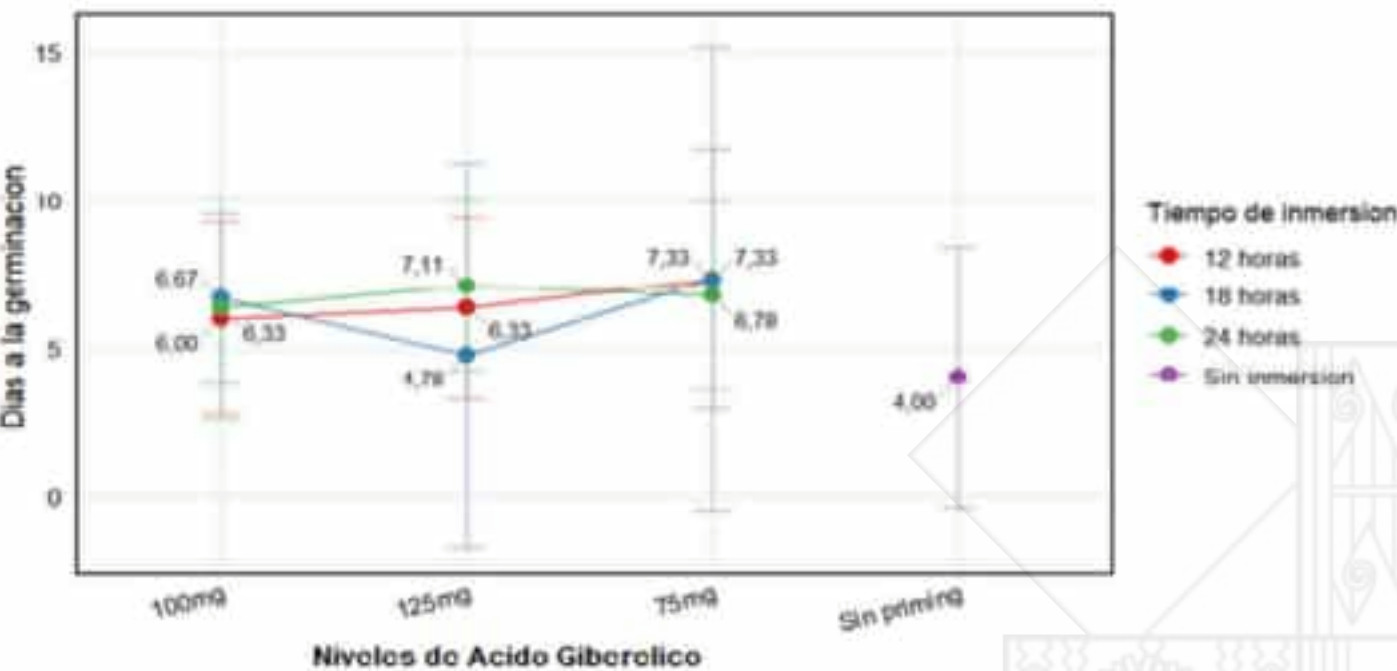


Figura 4.

Comparación de medias según la interacción de niveles de ácido giberélico*tiempo de inmersión para la variable días a la germinación en laboratorio.

Fuentes de variación	Pr(Prob)
Niveles de ácido giberélico.	0,083947 NS
Tiempo de inmersión.	0,025133 *
Formulación de peletizado.	4,2e-09 ***
Niveles de ácido giberélico*Tiempo de inmersión.	0,625498 NS
Niveles de ácido giberélico*Formulación de peletizado.	0,062168 NS
Tiempo de inmersión*Formulación de peletizado.	0,112404 NS
Niveles de ácido giberélico*Tiempo de inmersión*Formulación de peletizado.	0,000493 ***

Figura 2.

Análisis de varianza para la variable de respuesta altura de plántula en campo.

Conclusiones

El *priming* con ácido giberélico y el peletizado mejoraron significativamente el desarrollo inicial del tomate INIAF Renacer, destacando el tratamiento de 75 mg L⁻¹ GA₃, 18 h de *priming* y formulación de peletizado 1, por su alta germinación, vigor y crecimiento en laboratorio y campo, además de ser el más rentable (B/C = 1,08). También sobresalió el tratamiento de 100 mg L⁻¹, 24 h de *priming* y formulación de peletizado 2, por su uniformidad; mientras que la formulación 3, aunque aceleró la germinación, no mejoró el porte de plántulas. En conjunto, el uso combinado de *priming* y peletizado optimiza el establecimiento de plántulas vigorosas y uniformes sin afectar su calidad. Para la producción de almácigos de tomate con peletizado, se recomienda el tratamiento con dosis de 75 mg L⁻¹ de ácido giberélico, con tiempo de inmersión de 18 horas (*priming*) junto a la formulación 1 de peletizado, protocolo que optimiza la uniformidad de emergencia y el establecimiento inicial de plántulas en condiciones de campo.



Figura 5.

Plántulas de tomate variedad INIAF Renacer, con tratamiento de priming y peletizado, en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas.

Fuente de variación	Pr(Prob)
Niveles de ácido giberélico.	0,00532 **
Tiempo de inmersión.	0,53265 NS
Formulación de peletizado.	0,69216 NS
Niveles de ácido giberélico*Tiempo de inmersión.	0,04521 *
Niveles de ácido giberélico*Formulación de peletizado.	0,00969 **
Tiempo de inmersión*Formulación de peletizado.	0,16373 NS
Niveles de ácido giberélico*Tiempo de inmersión*Formulación de peletizado.	0,09418 NS

Tabla 2.

Plántulas de tomate variedad INIAF Renacer, con tratamiento de priming y peletizado, en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas.

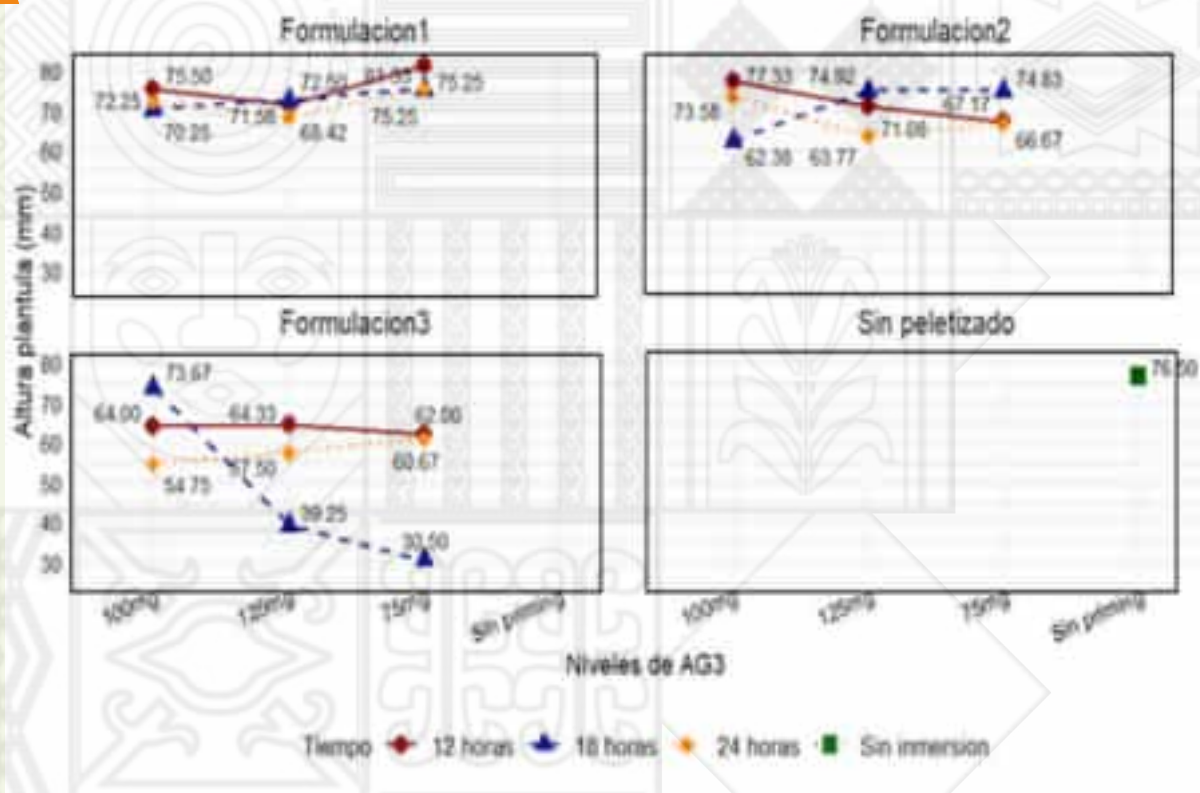


Figura 5.

Comparación de medias según la interacción de niveles de ácido giberélico*tiempo de inmersión para cada Formulación de peletizado, en la variable altura de plántula en campo.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PRIMING Y TECNOLOGÍA DE PELETIZADO EN LA FASE INICIAL DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN EL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS

Introducción

El *priming* es una técnica desarrollada en el siglo XX que consiste en hidratar semillas de manera controlada mediante su inmersión en una solución específica, activando su metabolismo sin inducir la germinación. Por otro lado, la peletización es un método innovador que recubre las semillas con una capa protectora de arcillas y polímeros, modificando su forma y tamaño para aislarlas de factores externos adversos y preservar los tratamientos aplicados. Ambas técnicas buscan mejorar el rendimiento y la protección de las semillas, aunque mediante mecanismos distintos: el *priming* optimiza la preparación fisiológica, mientras que la peletización actúa como barrera física.

Objetivo general

Evaluar el efecto del *priming* con ácido giberélico y el peletizado de semillas en la fase inicial del cultivo de cebolla variedad Navideña INTA en el CNPSH-INIAF.

Metodología

Este estudio se implementó en instalaciones del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas CNPSH (Cochabamba) ubicado 17°26'25.40" S, y 66°20'43.04" O. Se utilizó un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), para la evaluación en laboratorio con un arreglo factorial de 4x3x3 con cuatro repeticiones, para la evaluación en campo un (BCA) con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A: Concentración de ácido giberélico, factor B: Tiempo de inmersión en ácido giberélico y el factor C: Formulaciones de peletizado (Tabla 1, 2). Para el tratamiento de *priming* se introdujeron las semillas en un vaso de precipitado conteniendo el ácido giberélico en las concentraciones experimentales, y se mantuvieron en inmersión durante tres periodos de tiempo experimentales, posteriormente las semilla se secaron a sombra durante dos días y finalmente fueron sometidas al proceso de peletizado en maquina peletizadora rotativa tipo PRM-4100, fabricado por Seed Processing-Países Bajos, según formulaciones experimentales. Las variables de respuesta evaluadas son: Porcentaje de germinación, índice de velocidad de germinación, longitud de raíz, días a la germinación, altura de planta, uniformidad de germinación. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, utilizando el software R (versión libre).

Concentración	Ácido giberélico	Agua Destilada
1	20 mg	1 L
2	60 mg	1 L
3	100 mg	1 L

Tabla 1. Niveles de concentración de ácido giberélico, para el tratamiento de priming en semilla de cebolla (*Allium cepa* L.).



Figura 2. Semilla de cebolla variedad Navideña INTA, con y sin peletizado.



Figura 1. Parcela de semilla peletizada de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Navideña INTA, en Centro Nacional de Producción de semilla de Hortalizas CNPSH.

La materia prima de la tecnología de peletizado de semillas, del cultivo de cebolla (*Allium cepa*), está compuesta de material inerte en nuestro caso de arcillas (caolín, dolomita y tierra de diatomea), la formulación parte de la composición química de cada una de las arcillas y el comportamiento inicial del cultivo de cebolla. La siguiente tabla 2, se puede observar tres tipos de formulaciones.

Formulación	Sólidos de recubrimiento			Líquidos aglutinantes		Líquido polímero de recubrimiento		
	Caolín	Dolomita	Tierra de diatomeas	Melaza de caña de azúcar	Agua Destilada	Carboxi metilcelulosa sódica	Colorante Vegetal	Agua Destilada
1	925 g	25 g	50 g	50 mL	450 mL	10 g	3 g	1 L
2	1900 g	50 g	50 g	30 mL	470 mL	7 g	3 g	1 L
3	500 g	250 g	250 g	75 mL	425 mL	2 g	3 g	1 L

Tabla 2. Formulaciones para el peletizado de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Navideña INTA.

Resultados

Los resultados obtenidos con el tratamiento de *priming* con AG₃ incrementa significativamente la eficiencia germinativa y el desarrollo temprano de las plántulas de cebolla variedad Navideña INTA. La evaluación de las semillas peletizadas con el tratamiento de priming a una concentración de 20 ppm de AG₃ y 12 horas de inmersión, registró los mayores porcentajes de germinación: 92,59% en el tratamiento T1 (peletizadas con la formulación 1) y 96,30% en el tratamiento T2 (peletizadas con la formulación 2) en comparación con el testigo (77,78%). Así mismo, se observaron menores días a la emergencia: 11 días (T1) y 10 días (T2) en comparación a los 13 días del testigo. La germinación fue más uniforme en los tratamientos T1 (9 días) y T2 (8 días), en comparación con el testigo (11 días), ya que un menor número de días indica mayor uniformidad. Además, se registraron mayores índices de velocidad de emergencia: 29,19 (T1) y 33,31 (T2) en comparación al testigo (26,33), y un mayor índice de vigor de plántula: 7214,20 (T1) y 7182,94 (T2) en comparación al testigo (5.639,52).

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	cuadrado medio	Valor de F	Pr(>F)
Error: bloque.					
Bloque.	3	417	139		
Error: bloque*aplicación.					
Aplicación de nanofertilizantes.	3	109,340	36,450	8,907	5,19 e-07 ***
Residuales.	9	3,680	410		
Error: bloque*variedad.					
Variedades de tomate.	1	37,260	37,260	5288	5,57 e-06 ***
Residuales.	3	20	10		
Error: bloque*aplicación*variedad.					
Aplicación de nanofertilizante*variedades de tomate.	3	13,259	4,420	1,520	0,000722 ***
Residuales.	9	2,618	291		

Tabla 3. ANVA para la variable de respuesta .

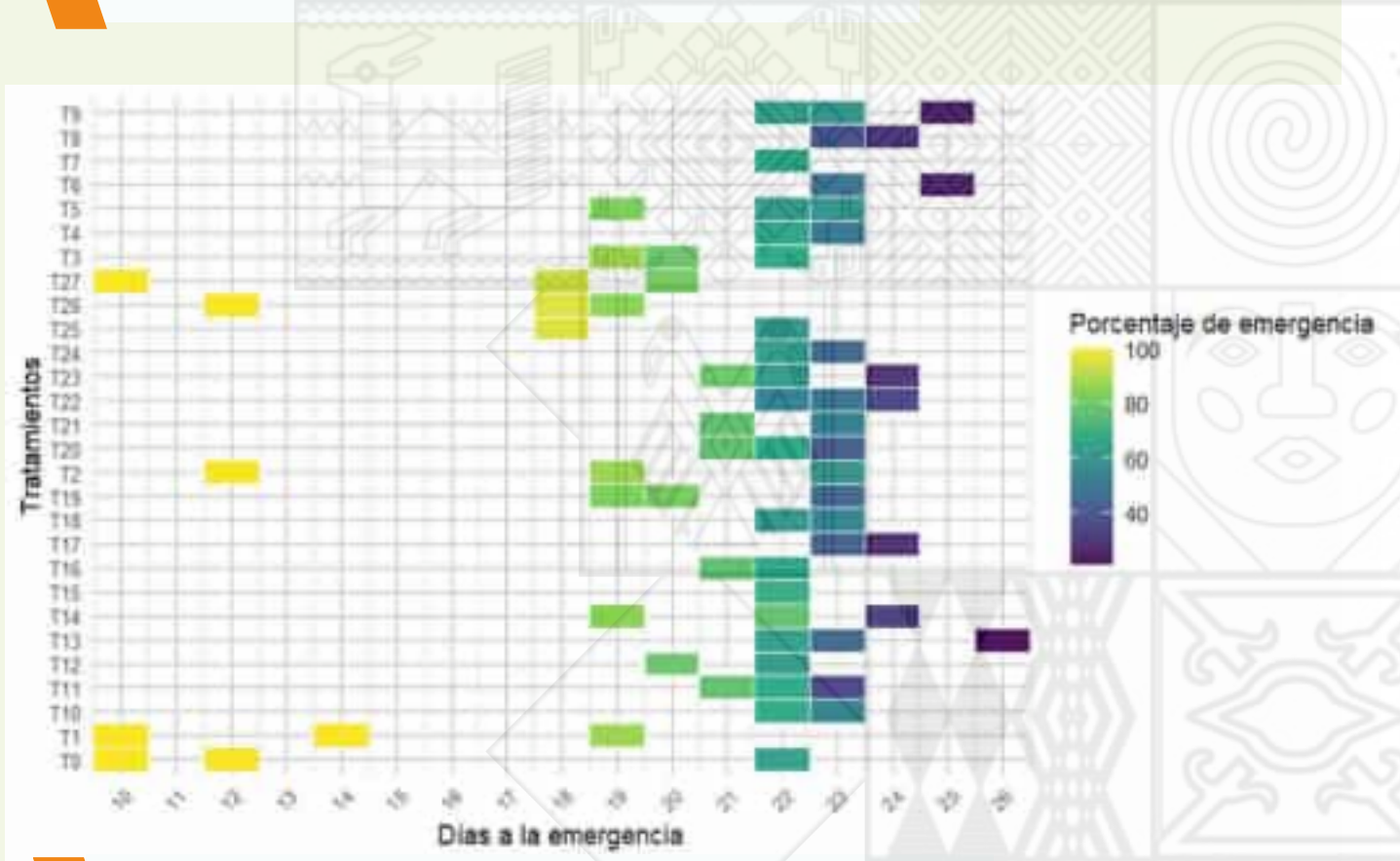


Figura 3. Días a la emergencia según tratamiento.

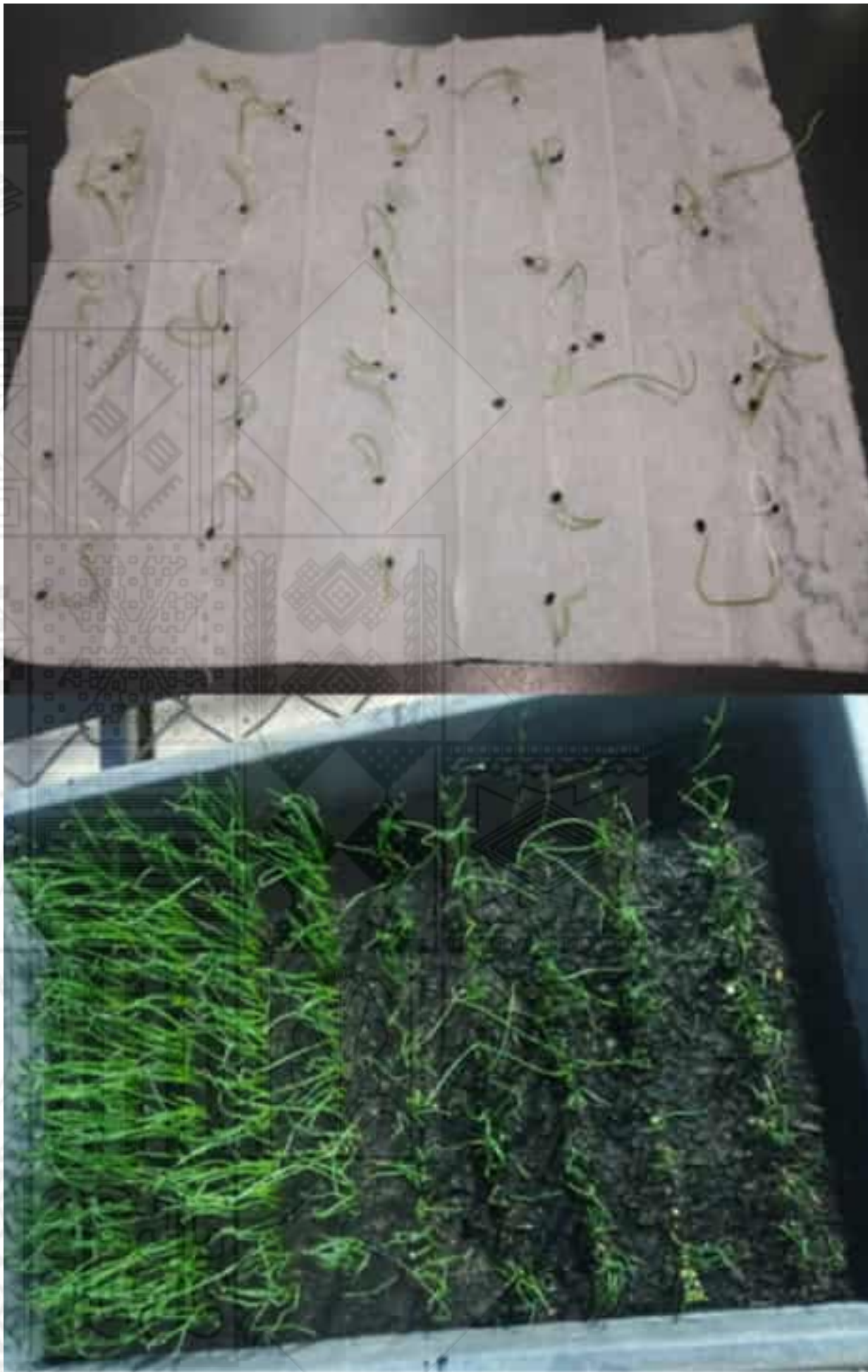


Figura 4. Pruebas de germinación en laboratorio dentro de camara de germinación y en campo bandeja de alta densidad.

Conclusiones

Para la producción óptima de semilla peletizada de cebolla, se recomienda el tratamiento de *priming* con 20 ppm de AG₃ por 12 horas y peletizado con la formulación 1 (925 g caolín, 25 g dolomita, 50 g tierra diatomea, 50 mL melaza, 10 g CMC, 3 g colorante vegetal y 1,45 L agua), por demostrar superioridad en germinación (96,3%), vigor (IVP 7214,20), uniformidad de emergencia y rentabilidad (B/C 1,24), constituyéndose, así como la alternativa tecnológica más viable.

CALDO SULFOCÁLCICO EN LA PREVENCIÓN DE LA MANCHA CHOCOLATADA (*Botrytis fabae*) EN EL CULTIVO DE HABA

Introducción

El cultivo de haba es importante en el sistema productivo de las familias productoras. Su importancia en la alimentación de la población boliviana radica por ser una fuente rica de proteínas, además el rastrojo de haba se utiliza como alimento para el ganado.

La mancha chocolatada es una enfermedad endémica en el cultivo de haba en Bolivia, que ocasiona grandes pérdidas a los productores.

El caldo sulfocálcico es un producto que se elabora a base de cal y azufre, que se aplica de forma preventiva para control de enfermedades foliares en los cultivos.

Objetivo general

Evaluar el efecto del caldo sulfocálcico en la prevención de la mancha chocolatada (*Botrytis fabae*) en el cultivo de haba variedad Pairumani 1, en la localidad de Uchuchi Cancha, Tiraque-Cochabamba.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Cotani Bajo, municipio de Tiraque, Cochabamba. Se utilizaron 12 kg de semilla de haba, variedad Pairumani 1, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Se evaluó el efecto de tres concentraciones de caldo sulfocálcico (0,30; 0,60 y 0,80 L por mochila de 20 L) combinadas con tres frecuencias de aplicación (cada 10, 15 y 30 días), más un testigo absoluto. La preparación del caldo sulfocálcico se realizó en un balde metálico, utilizando 2 kg de azufre, 1 kg de cal viva y 20 L de agua. Se calentaron 10 L de agua hasta ebullición, luego se incorporaron el azufre y la cal, removiendo constantemente con un palo de madera para evitar la formación de espuma y el rebose. La mezcla se hirvió hasta adquirir un tono rojizo (color ladrillo), indicativo de reacción completa; posteriormente se retiró del fuego y se añadieron los 10 L de agua restantes. Tras enfriar a temperatura ambiente, se filtró y almacenó en botellas plásticas limpias, conservadas en un lugar seco, oscuro y fresco. La aplicación del caldo se realizó con mochila fumigadora, conforme a las dosis y frecuencias establecidas en el experimento, durante todo el desarrollo del cultivo. Las evaluaciones abarcaron el ciclo fenológico completo, registrando la incidencia y severidad de enfermedades, eficiencia y letalidad del caldo sulfocálcico, número de vainas, longitud de vaina, ancho de vaina, número de granos, tamaño de grano, peso de grano y rendimiento en vaina verde. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas utilizando el software R (version libre).



Figura 1.

Presencia de mancha chocolatada (*Botrytis fabae*) de tratamiento testigo en haba variedad Pairumani 1, en comunidad de Uchuchi Cancha, Tiraque-Cochabamba.

Resultados

El análisis de la eficiencia de producto mostró que las dosis de caldo sulfocálcico de 0,80 L y 0,60 L por mochila de 20 L alcanzaron valores de 13,40% y 12,90%, respectivamente, significativamente superiores al 10,90% de la dosis de 0,30 L por mochila de 20 L y al 6,00% obtenido por el testigo. Las frecuencias de aplicación cada 10 días (15,10%) y 15 días (14,30%) superaron significativamente a la de 30 días (7,80%) y al testigo (6,00%). En cuanto al número de granos por vaina, la dosis de 0,30 L por mochila de 20 L registró 3,67 granos, que fue superior al testigo con 2,67 granos, sin diferencias con las dosis de 0,60 L y 0,80 L por mochila de 20 L (2,78 granos). Para el peso de grano, la dosis de 0,30 L por mochila de 20 L alcanzó 6,17 g, significativamente mayor que la de 0,80 L por mochila de 20 L (5,89 g) y el testigo (5,80 g), sin diferencias con la dosis de 0,60 L por mochila de 20 L (6,00 g).



Figura 2.

Dosificación de caldo sulfocalcico para aplicación en cultivo de haba en la comunidad de Uchuchi Cancha, Tiraque-Cochabamba.

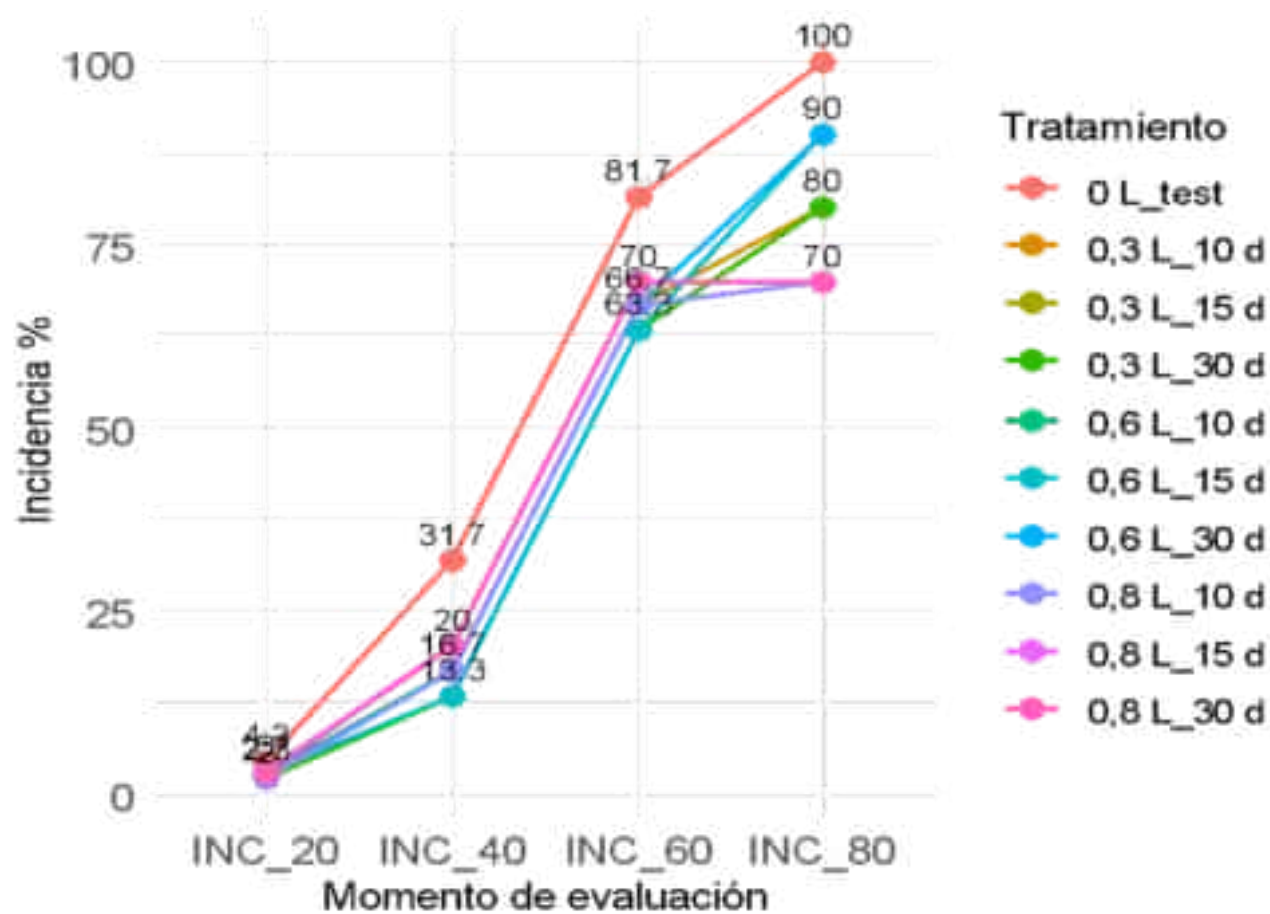


Figura 3. Incidencia de enfermedades en cultivo de haba variedad Pairumani 1 con aplicaciones de caldo sulfocálcico en comunidad de Uchuchi cancha, Tiraque – Cochabamba.

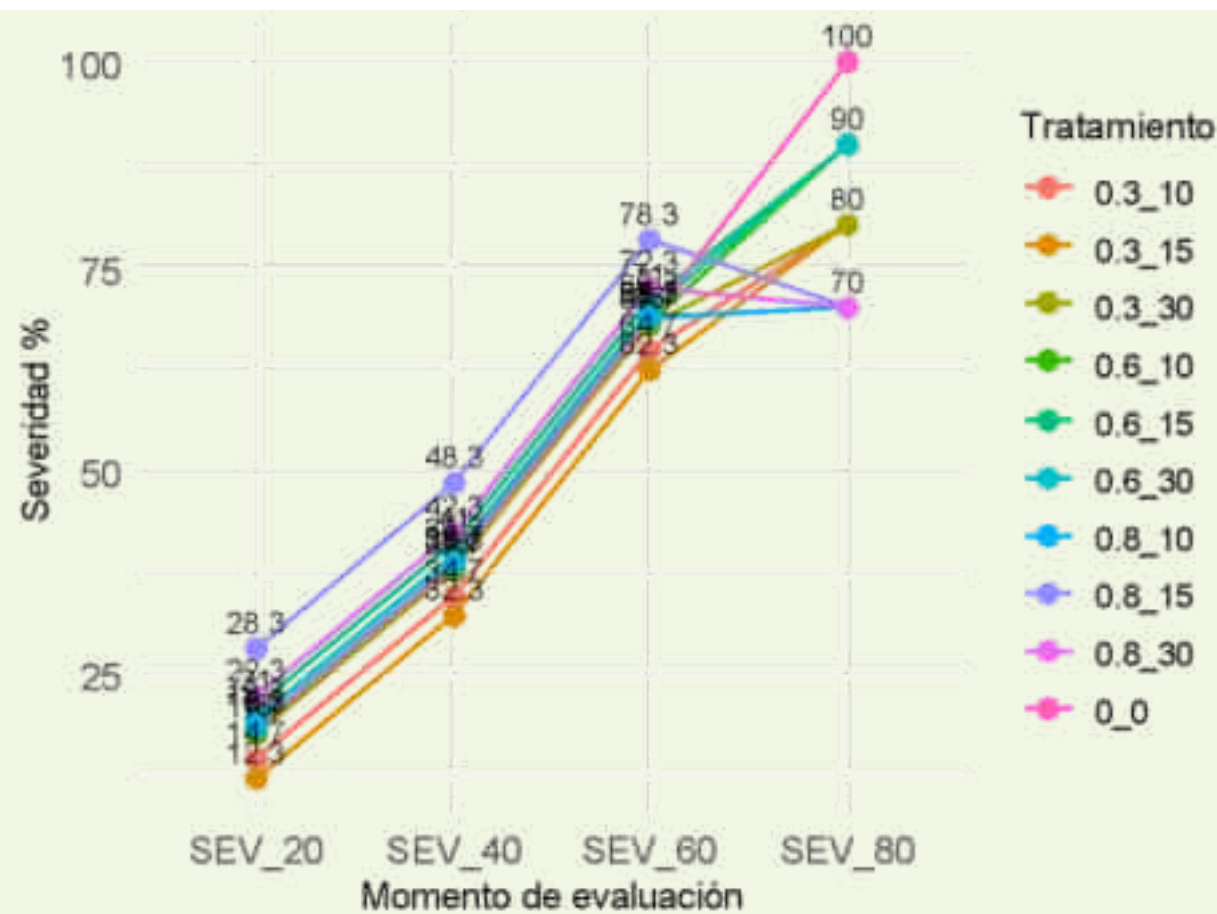


Figura 4. Severidad de enfermedades en cultivo de haba variedad Pairumani 1 con aplicaciones de caldo sulfocálcico en comunidad de Uchuchi cancha, Tiraque – Cochabamba.

La incidencia de mancha chocolatada mostró una progresión creciente durante el ciclo, siendo menor en los tratamientos con tratamientos de caldo sulfocálcico. A los 20 días, los tratamientos presentaron una incidencia entre 2% y 3%, mientras que el testigo alcanzó 4,30%. A los 40 días, los tratamientos incrementaron su incidencia entre 13,30% y 20,00%, frente al 31,70% del testigo. A los 60 días, la incidencia fue de 63,30% a 70,00% entre los tratamientos, y de 81,70% en el testigo. A los 80 días, las dosis de 0,80 L cada 10, 15 y 30 días mantuvieron la incidencia en 70,30%, mientras que la dosis de 0,60 L alcanzó 90,30%, y el testigo llegó al 100%. En cuanto a la severidad, a los 20 días los tratamientos registraron valores entre 12,30% y 28,30%, y el testigo 18,30%. A los 40 días, la severidad fue de 32,30% a 48,30% en los tratamientos, y 38,30% en el testigo. A los 60 días, los tratamientos variaron de 62,30% a 78,30%, y el testigo alcanzó 68,30%. A los 80 días, las dosis de 0,80 L controlaron la severidad en 70,30%, siendo superiores a dosis menores.

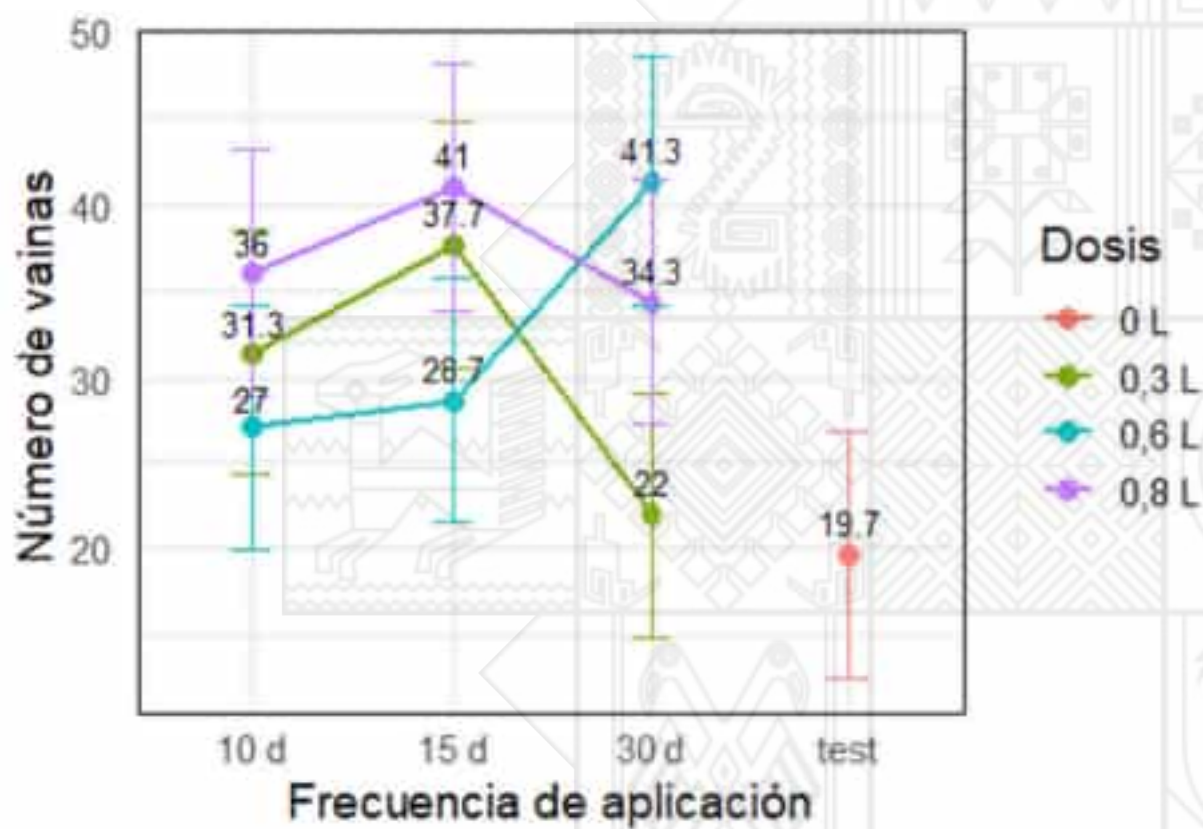


Figura 5. Severidad de enfermedades en cultivo de haba variedad Pairumani 1 con aplicaciones de caldo sulfocálcico en comunidad de Uchuchi cancha, Tiraque – Cochabamba.

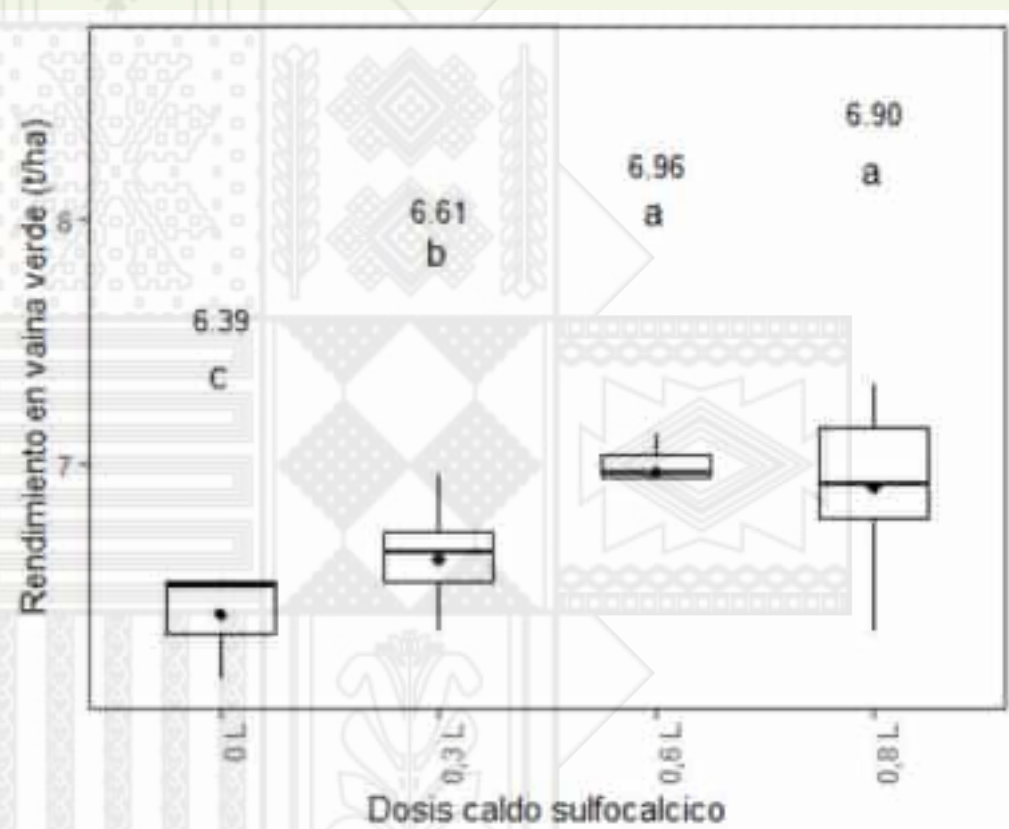


Figura 6. Comparación de medias de tratamientos de rendimiento en vaina verde de haba variedad Pairumani 1 (t ha⁻¹).

Conclusiones

La aplicación del caldo sulfocálcico tuvo un efecto significativo en la reducción de la incidencia y severidad de la mancha chocolatada en el cultivo de haba variedad Pairumani 1, en comparación con el testigo no tratado. Las dosis de 0,60 L y 0,80 L por 20 L de agua, aplicadas cada 10 o 15 días, fueron las más efectivas, logrando reducir la incidencia y severidad de la enfermedad hasta en un 70,30%, sin afectar negativamente el rendimiento ni el desarrollo del cultivo. Estas combinaciones también registraron eficiencias de producto entre 14,70% y 17,00%. Agronómicamente, favorecieron un mayor número de vainas (30 a 44 vainas por planta), una longitud promedio de 19,90 cm y un ancho de 27,30 mm. El rendimiento de vaina verde osciló entre 6,90 t ha⁻¹ y 6,96 t ha⁻¹. En términos económicos, el tratamiento T8 (0,80 L cada 15 días) mostró la mayor rentabilidad con una tasa de retorno marginal de 176,53%, seguido por T4 y T5. En conclusión, se recomienda aplicar una dosis de 0,60 L o 0,80 L de caldo sulfocálcico por mochila de 20 L de agua, con una frecuencia de cada 10 a 15 días, especialmente durante los primeros 60 días de cultivo.

CONTROL DE ENFERMEDADES POSTCOSECHA EN BULBOS MADRE DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) CON LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Introducción

Las pérdidas postcosecha en el almacenamiento de bulbos madre de cebolla constituyen una problemática importante que afecta la economía de los productores. Estas pérdidas se originan principalmente por la falta o el deficiente uso de tecnologías adecuadas para el manejo de enfermedades durante el almacenamiento, lo que reduce la calidad, vida útil y volumen aprovechable del producto. Frente a esta situación, los aceites esenciales se presentan como una alternativa natural y ecológica, debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, fungicidas e insecticidas.

Objetivo general

Evaluar el efecto de los aceites esenciales en el control de enfermedades postcosecha en bulbos madre de cebolla (*Allium cepa* L.), variedad Poquera para incrementar su vida útil en almacén.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas-CNPSH del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF, ubicado en Sipe Sipe-Cochabamba. Se utilizaron 300 kg de bulbos madre de cebolla variedad Poquera, libre de enfermedades, daños físicos y mecánicos, sin brotación y catáfilas externas secas, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Se evaluó el efecto de tres aceites esenciales (molle, eucalipto y muña) en las concentraciones de 0,50% (v/v), 1,00% (v/v) y 1,50% (v/v), más un testigo almacenado sin tratamiento y un testigo con fungicida de uso comercial (ingrediente activo: Piraclostrobin, grupo químico: estrobilurina). La dilución de los aceites esenciales se realizó en una solución de agua y polisorbato TWEEN 80 (2 mL), donde se adiciono el aceite esencial en diferentes concentraciones conforme a la investigación y se enrazo a 2 L con agua. La aplicación se realizó mediante inmersión de 25 bulbos en la solución de aceite y su posterior almacenamiento en ambientes desinfectados con hipoclorito de sodio al 3%. Se repitieron las inmersiones en tres ocasiones durante el periodo de almacenamiento de 90 días. Las variables evaluadas fueron presencia de enfermedades, humedad y temperatura de almacenamiento, incidencia y severidad de enfermedades, pérdida de peso, firmeza del bulbo y solidos solubles, Para el analisis estadistico se aplicaron pruebas parametricas y no parametricas utilizando el software R. (version libre).

Figura 1. Preparación de solución con aceites esenciales dentro del laboratorio del CNPSH.



Resultados

Durante un periodo de 90 días de almacenamiento de bulbos de cebolla, se registraron variaciones térmicas y de humedad relativa en la cámara. La temperatura promedio en las mañanas fue de 22,10 °C y en las tardes de 27,56 °C, con fluctuaciones cíclicas cada 10 a 15 días, incluyendo descensos de hasta 6 °C por la tarde y aumentos de hasta 4,50 °C por la mañana. La humedad relativa mostró promedios de 34,41% en la mañana y 28,53% en la tarde, con una tendencia creciente a lo largo del tiempo, alcanzando un incremento aproximado del 5% respecto a los valores iniciales.

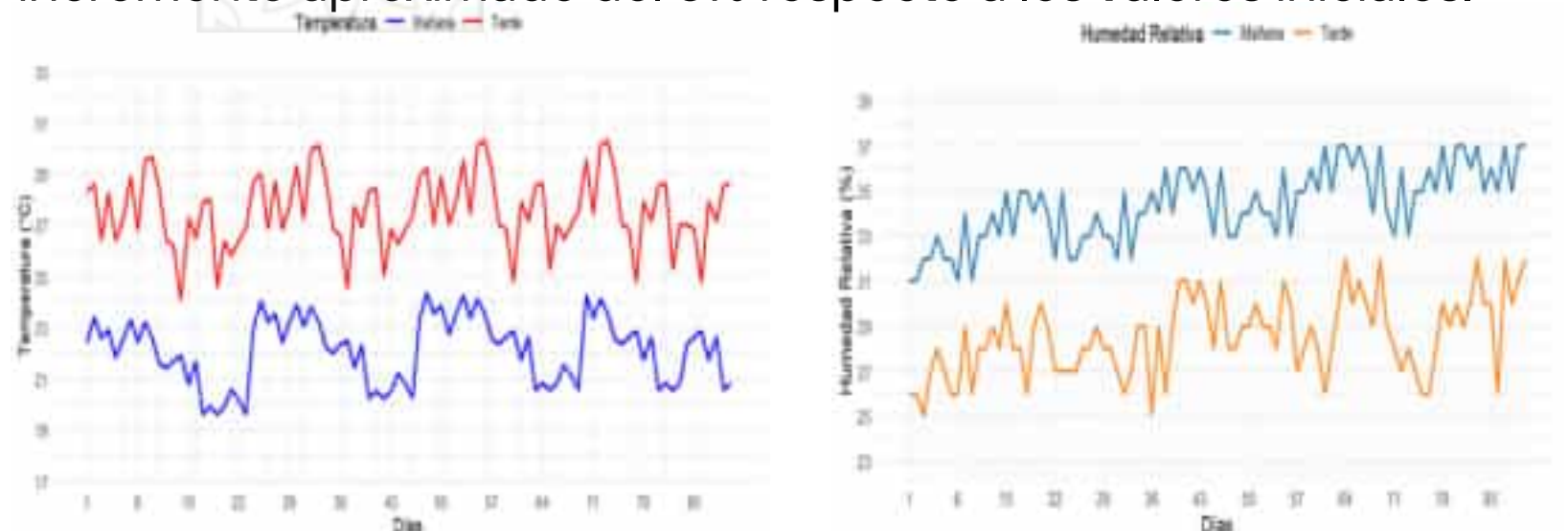


Figura 2. Almacenamiento de bulbos madre de cebolla variedad Poquera en el CNPSH.

Figura 3. Comportamiento de temperatura y humedad relativa en ambientes de almacenamiento del CNPSH.

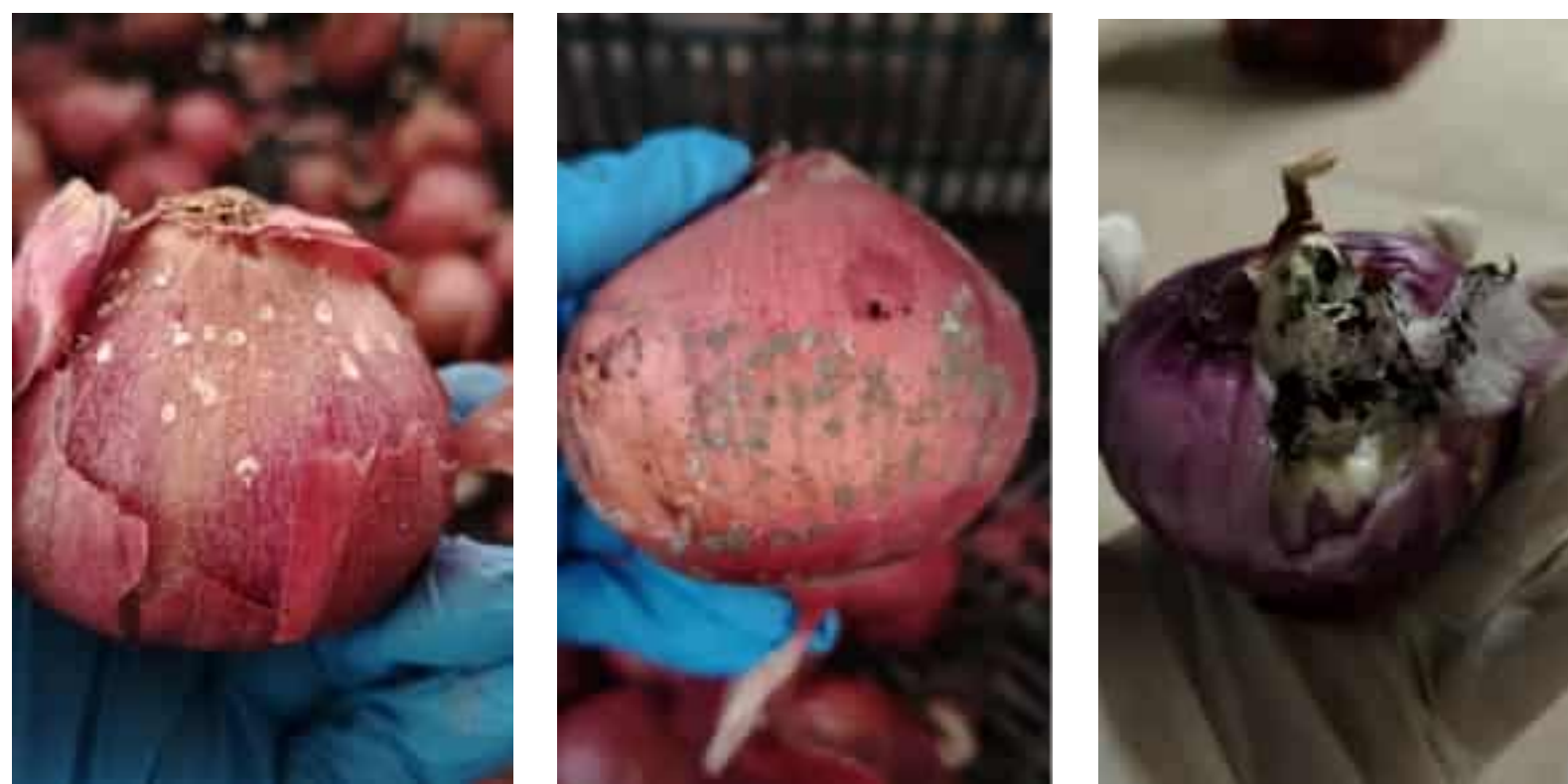


Figura 4. Daños en bulbos de cebolla variedad Poquera ocasionados por patógenos *Colletotrichum*, *Penicillium* y *Aspergillus* en postcosecha durante el estudio.

Se analizaron muestras de bulbos de cebolla variedad Poquera en fase fenológica postcosecha en laboratorio, se identificaron hongos pertenecientes a los géneros: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*. Las especies más frecuentes fueron *Penicillium spp.* (presente en el 66% de las muestras) y *Aspergillus spp.* (55%). La mayoría de los aislamientos corresponden a especies fitopatógenas oportunistas conocidas por causar pudriciones en postcosecha.

Durante 90 días de almacenamiento, la incidencia de enfermedades en bulbos de cebolla mostró un aumento gradual. A los 18 días, la incidencia fue baja, con valores de 0% hasta un máximo de 4% utilizando aceite de muña al 1,50% v/v. A los 36 días, aún se observaron bulbos sanos, con una incidencia máxima de 10,67%. A los 54 días, todos los tratamientos presentaron incrementos, destacando el aceite de eucalipto al 1% v/v con solo 8% y el de muña al 1,50% v/v con 21,33%. A los 72 días, la menor incidencia fue con aceite de molle al 1% v/v (17,67%) y la mayor con muña al 1,50% v/v (28%). Finalmente, a los 90 días, el testigo con agua alcanzó 84,44%, mientras el tratamiento con muña mostró 35,67%, y el de molle, 21%.

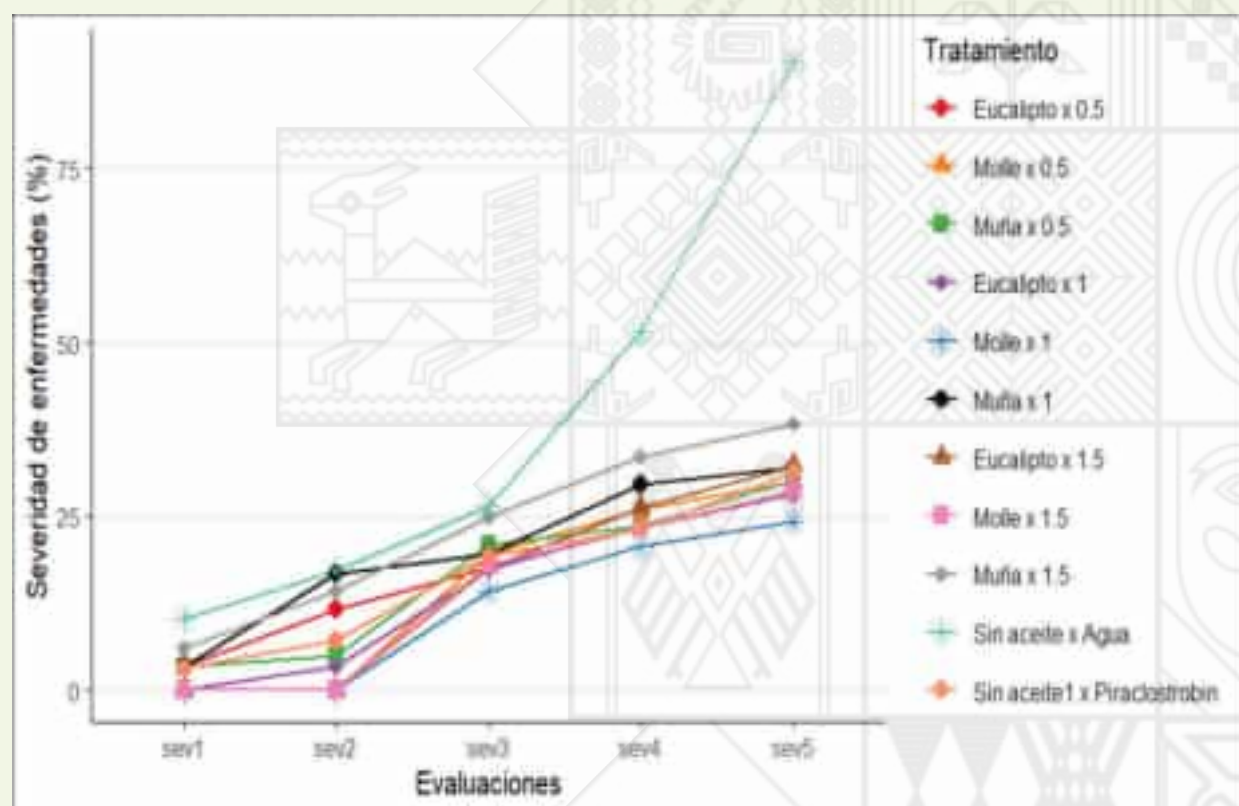


Figura 5. Severidad de enfermedades en cultivo de haba variedad Pairumani 1 con aplicaciones de caldo sulfocálcico en comunidad de Uchuchi cancha, Tiraque-Cochabamba.

Conclusiones

El tratamiento con aceite esencial de molle al 1% v/v mostró la mayor eficacia en el control de enfermedades fúngicas en postcosecha en bulbos de cebolla, reduciendo la incidencia a 21,00% al día 90, en comparación con el 84,44% observado en el control sin tratamiento. Otras concentraciones (0,50% y 1,50%) ofrecieron protección parcial, pero con mayor incidencia. Este nivel óptimo logró un equilibrio entre efectividad antifúngica y conservación de la calidad del bulbo, manteniendo firmeza, pérdida de peso moderada (3,44 g) y sólidos solubles estables (6,22-6,61 °Brix). Además, el aceite de molle y eucalipto superaron en eficacia al de muña y a productos químicos convencionales. En condiciones de almacenamiento no controlado (19-30 °C y 31% de humedad relativa), el tratamiento con molle al 1% conservó atributos comerciales por tres meses y demostró alta rentabilidad, con una tasa de retorno marginal del 504,50%, siendo la mejor alternativa evaluada.

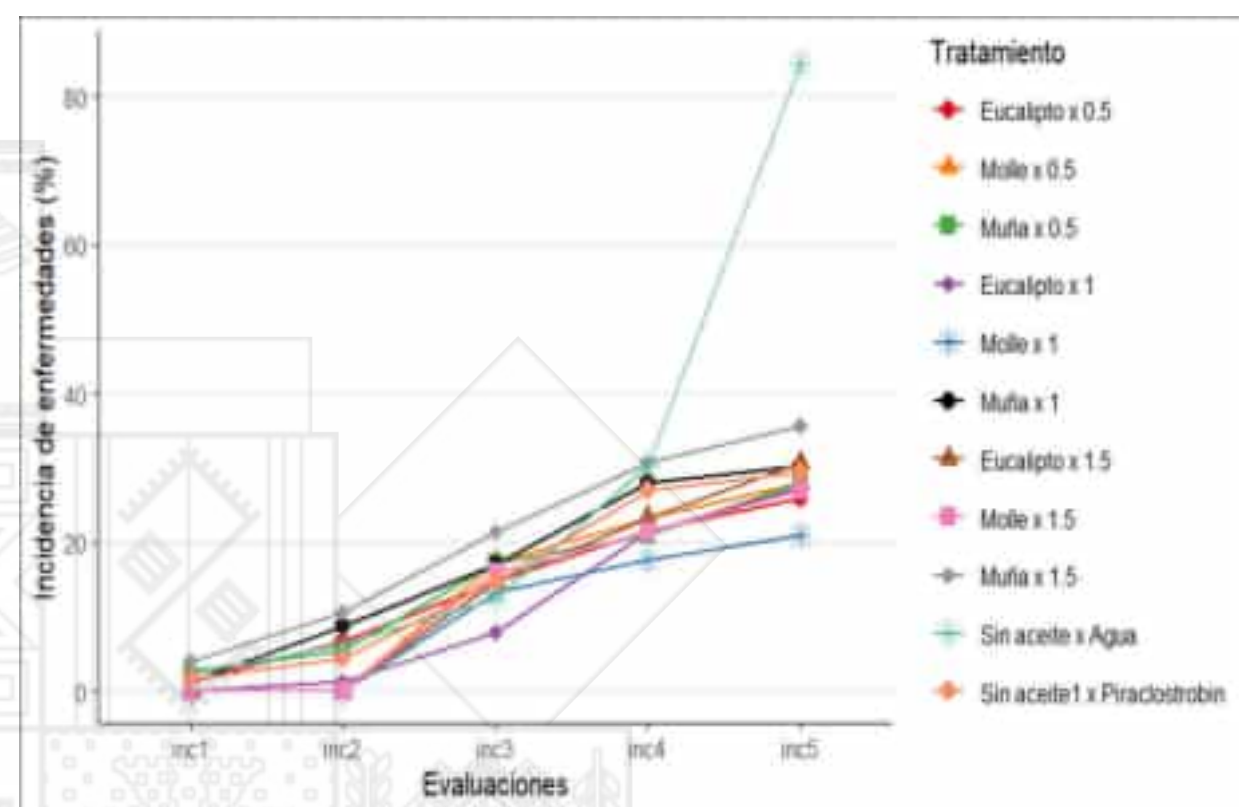


Figura 6. Comparación de medias de tratamientos de rendimiento en vaina verde de haba variedad Pairumani 1 (t ha⁻¹).

Durante los 90 días de almacenamiento, la severidad de enfermedades en bulbos de cebolla aumentó progresivamente. A los 18 días, la severidad fue baja, con valores entre 0% y 10,22%, siendo el mayor valor registrado en el tratamiento con agua sin aceite. El aceite de muña al 1,50% v/v alcanzó 6,00%. A los 36 días, se mantuvieron niveles bajos, con un máximo de 17,22% en el testigo sin aceite y 16,67% con muña al 1%. A los 54 días, todos los tratamientos presentaron incrementos, destacando el aceite de molle al 1% con 14,33% como el de menor severidad. A los 72 días, la severidad varió entre 20,67% con molle y 51,44% con agua. A los 90 días, el aceite de molle mantuvo 24,33%, el de muña 38,33% y el testigo sin aceite y agua alcanzó el valor más alto con 90,44%.

EFECTO DE MICROAMBIENTES BAJO COBERTURA PLÁSTICA PARA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE CEBOLLA EN LA REGIÓN DEL ALTIPLANO BOLIVIANO

Introducción

En el contexto de la innovación hortícola, este estudio evalúa el uso de microtúneles (microambientes), son pequeñas estructuras construidas con arcos y cubiertas plásticas, que provee protección temporal al cultivo, principalmente en la época fría del altiplano, de los vientos fuertes, plagas, entre otros. Los cultivos que se pueden sembrar deben ser de porte bajo, como las lechugas, cilantro, repollo, rábanos, coliflor, almácigos de cebolla, etc. La producción de almácigos en cebolla en micro túnel permite adelantar el trasplante y el desarrollo de las plántulas. Esto puede resultar en una cosecha más temprana y, por lo tanto, en la disponibilidad de cebollas de calidad en el mercado en fechas anticipadas.



Figura 1.

Producción de almácigo de cebolla variedad Poquera en micro túnel color amarillo, en dependencias de la Universidad Técnica de Oruro.

Objetivo general

Evaluar el efecto de micro túneles con dos tipos de plásticos sobre el desarrollo y calidad en la producción de almácigos de cebolla en la época invernal del altiplano boliviano.

Metodología

El estudio se implementó el 4 de Febrero de 2025 en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro, ubicado en la localidad de Cala Cala (Oruro), ubicada a 17° 59' 48" N y 67° 08' 10" E. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con Parcelas Divididas con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A) cubierta de micro túnel (color amarillo y blanco) y factor B) dos cultivares de cebolla (cultivar Poquera y Valencianita).



Figura 2.

Producción de almácigo de cebolla variedades Poquera y Valencianita en micro túneles de color amarillo y traslucido en dependencias de la Universidad Técnica de Oruro.

Para lo cual se construyeron micro túneles con el uso de fierro liso de construcción ($\frac{1}{4}$ "), introducido en tubos PVC de $\frac{1}{2}$ ", se empotraron en el suelo a una profundidad de 0,20 m, formando los arcos. Cada uno de estos arcos fue distribuido a lo largo de las camas a una distancia de 1,50 m entre arcos. Posteriormente, se colocó la cubierta de plástico, con sujeción al suelo en ambos extremos, con estacas de madera de 2"x2", y a 0,80 m de cada extremo. Las variables de respuesta incluyeron días a la emergencia, altura planta, diámetro del pseudotallo, longitud de raíz, incidencia de enfermedades, presencia de plagas, enfermedades de raíz y calidad de plántulas. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas (análisis de varianza, comparación de medias y prueba de Dunn), utilizando el software R (versión libre).

Resultados

La cobertura plástica blanca translúcida, utilizada en el micro túnel, favoreció significativamente en el desarrollo de las plántulas de cebolla en almácigo bajo condiciones del altiplano, ya que incrementó la altura plántula hasta 34,19 cm, maximizó la longitud de raíz con 12,18 cm, de igual modo se incrementó el diámetro de pseudotallo hasta los 4,21 mm en promedio, todo esto debido a las características y bondades del color y materia de la cobertura, teniendo mayor transmisión de rango espectral fotosintético activo PAR y favoreciendo la regulación térmica dentro el microambiente.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor de F	Pr (>F)
Bloque.	3	11,000,00	3,666,667		
Color de cubierta plástica.	1	121,000,00	121,000,00	12,100	<,0001 ***
Error Parcela Principal.	3	3,000,000	1,000,000	100	0,4547 ns
Variedad de Cebolla.	1	441,000,00	441,000,00	44,100	<,0001 ***
Color* Variedad.	1	1,000,000	1,000,000	100	0,3559 sn
Error	6	6,000,000	1,000,000		
Total corregido	15	583,000,00			

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable de respuesta color de hoja.

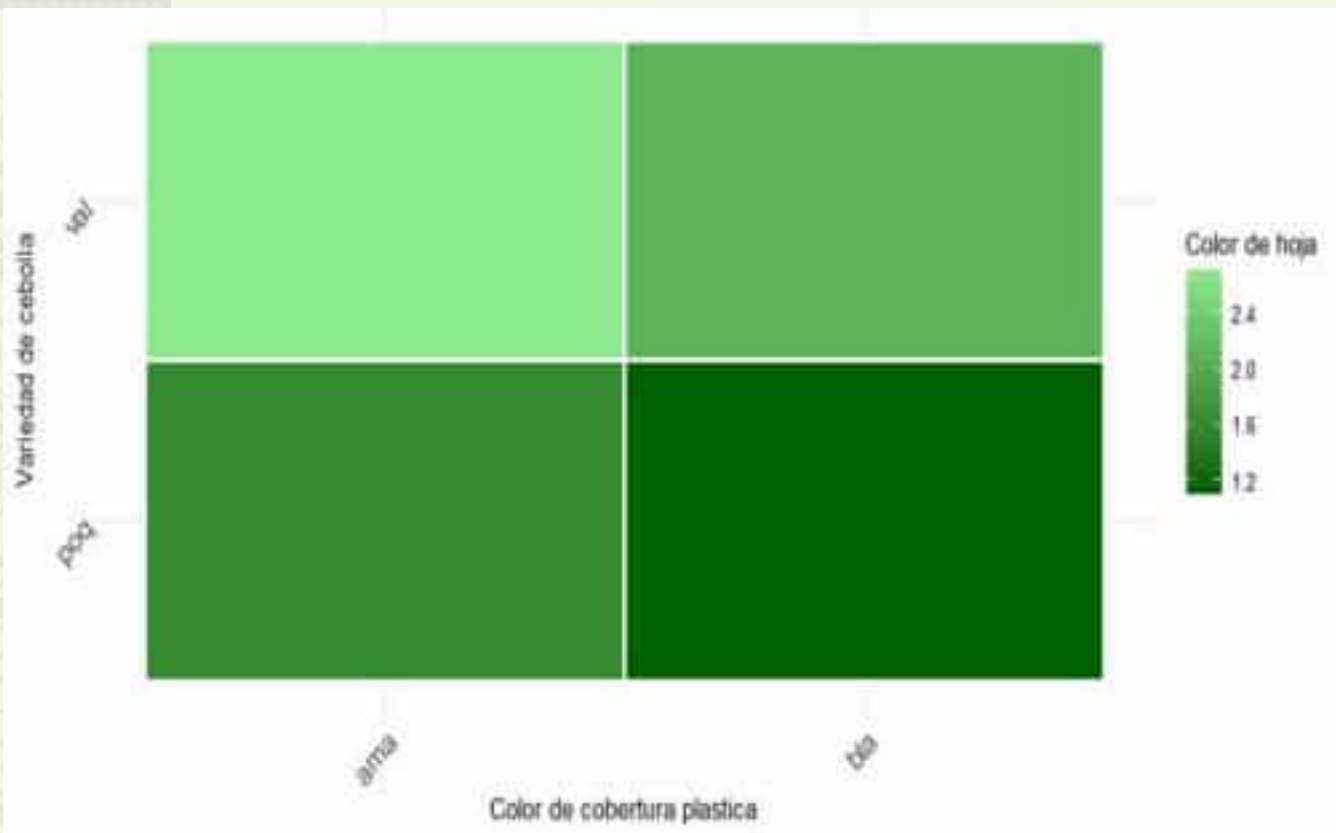


Figura 4. Mapa de calor de la variable de respuesta color de hoja.

De acuerdo al análisis económico, el uso de cobertura plástica de color blanco translucido obtuvo la mayor relación beneficio-costos de 1,42. Además el uso de cobertura plástica, sirvió como barrera física, protegiendo efectivamente de la incidencia de plagas insectiles y patogénicas, reduciendo el riesgo de estrés biológico. Asimismo, las variedades de cebolla Valencianita y Poquera no mostraron diferencias significativas en casi todas las variables de respuesta, excepto para diámetro de pseudotallo en la que la variedad Valencianita fue superior alcanzando 4,21 mm de diámetro.



Figura 3. Cosecha de almácigo de cebolla de las variedades Valencianita y Poquera bajo micro túneles con cobertura plástica de color amarillo y blanco translucido.

La calidad de las plántulas se determinó por la intensidad del color de hoja, asociado a su capacidad fotosintética y sanidad fisiológica, intensidad que fue maximizada al usar la cobertura plástica de color blanco translucido y la variedad Poquera como la que presenta mayor intensidad en hojas de color verde.

Conclusiones

La cobertura plástica blanca translúcida favoreció significativamente en el desarrollo de las plántulas de cebolla en almácigo bajo condiciones del altiplano, ya que alcanzo una altura de planta 34,19 cm, maximizo la longitud de raíz con 12,18cm, de igual modo se incrementó el diámetro de pseudotallo hasta los 4,21 mm, además obtuvo la mayor relación beneficio-costos con 1,42. Asimismo, las variedades de cebolla Valencianita y Poquera, mostraron diferencias significativas solo para diámetro de pseudotallo en la que la variedad Valencianita fue superior alcanzando 4,21 mm de diámetro.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGO DE CEBOLLA VARIEDAD NAVIDEÑA Y SU COMPORTAMIENTO EN CAMPO

Introducción

En el marco de la innovación hortícola, este estudio evaluó el efecto del uso de la solarización del suelo con plástico transparente para eliminar patógenos y malezas, la aplicación del hongo benéfico *Trichoderma spp.* para proteger las plántulas de enfermedades fúngicas, y el uso de densidades de siembra adecuadas, que en conjunto buscan optimizar el crecimiento y la sanidad del semillero para obtener plántulas vigorosas, listas para el trasplante y para garantizar una alta productividad en campo.

Objetivo general

Evaluar la calidad y comportamiento en campo de plantines de cebolla variedad Navideña obtenidos en almácigo de diferentes tratamientos de desinfección de almaciguera (solarización, solarización con fosfato diamónico, solarización con *Trichoderma spp.*, y solo *Trichoderma spp.*) y dos densidades de siembra.

Metodología

La investigación se implementó en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas, Sipe Sipe (Cochabamba), ubicada a 17°26' 26,05" S y 66° 20' 42,08" O. Se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar con arreglo en Parcelas Divididas, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: Factor A) métodos de desinfección (solarización por 30 días, solarización por 30 días y fosfato diamónico, solarización por 30 días y *Trichoderma spp.*, inoculada con *Trichoderma spp.*) y Factor B) densidades de siembra (6, 8 y 12 g m⁻²). Las variables de respuesta en almaciguera incluyeron en la incidencia de enfermedades de suelo, altura de planta, diámetro de plántula, número de hojas por planta, incidencia de clorofila SPAD, número de raíces, peso fresco de hojas, peso fresco de bulbos y raíces, índice de calidad de plántula y rendimiento de almácigo por metro cuadrado, y las variables de respuesta en campo incluyeron altura de planta, hojas por planta, diámetro de bulbo, rendimiento bruto y rendimiento comercial. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas, las interacciones significativas han sido analizadas a través de gráficas de interacción, análisis de efectos simples y comparación de medias, utilizando el software R (versión libre).



Figura 1.

Camas elevadas de 1 m de ancho para almacigo de cebolla, en el Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas, Sipe Sipe (Cochabamba).



Figura 2.

Control de plagas insectiles en almacigo de Cebolla, durante el estudio.



Figura 3.

Aplicación de riego en almacigueras de cebolla del ensayo de investigación.

Resultados

La incidencia del carbón de la cebolla (*Urocystis cepulae*) varió significativamente entre tratamientos. T8 (8 g m⁻²+ solarización + *Trichoderma spp.*) mostró síntomas iniciales que desaparecieron a los 30 días, mientras que T1 (*Trichoderma spp.*) y T6 (solarización + fosfato diamónico) mantuvieron la incidencia por debajo del 5%. Además, en la mayoría de los tratamiento no se observaron síntomas, lo que indica que fueron efectivos en la prevención de enfermedades del suelo en comparación al tratamiento testigo. las densidades de siembra de 6 g y 8 g en almácigo favorecieron plántulas de cebolla con altura óptima, número adecuado de hojas y mayor peso fresco, mientras que densidades mayores (12 g y testigo) resultaron en plantas demasiado altas y de menor calidad.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr (>F)
Error: bloque.					
Residual.	2	1,504	7,519		
Error: Bloque por métodos de desinfección de almaciguera.					
Métodos de desinfección de almaciguera.	3	16,442	5,481	4,446	572
Residual.	6	7,396	1,233		
Densidades de siembra.	2	13,772	6,886	81,609	4,04e-09***
Métodos de desinfección de almaciguera*densidades de siembra.	6	2,681	447	5,296	0.00352e-06***
Residuales.	16	1,650	84		

Tabla 1.

Análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento de almácigo por metro cuadrado.



Figura 5.

Evaluación de las variables de respuesta del comportamiento de la cebolla en la etapa de campo.

Los tratamientos T12 y T3 mostraron los mejores rendimientos en almácigo (12,67 kg m⁻² y 12,07 kg m⁻²), mientras que en campo definitivo, los tratamientos T2, T5 y T8 destacaron por su alto rendimiento comercial (54.142,95 kg ha⁻¹, 75.197,49 kg ha⁻¹ y 61.654,06 kg ha⁻¹), producción de bulbos medianos (71,50%, 68,00% y 66,20%) y elevadas tasas de retorno marginal (1.625,86%, 14.948,81% y 24.937,03%), siendo los más rentables con relaciones beneficio-costo positivas (1,11, 1,93 y 1,57). Estos tratamientos se recomiendan para optimizar rendimiento, calidad y rentabilidad en el cultivo de cebolla navideña.

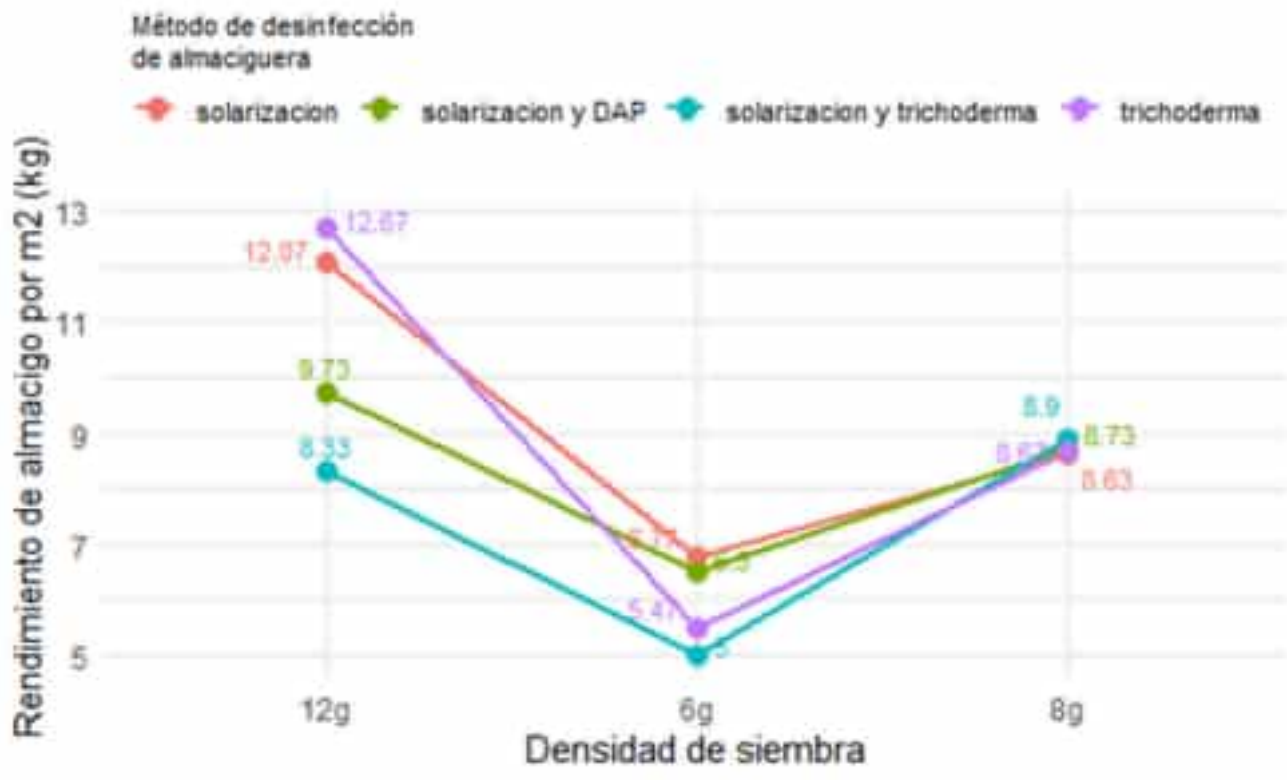


Figura 4.

Interacción métodos de desinfección de almaciguera por densidades de siembra para la variable de respuesta rendimiento de almácigo por metro cuadrado.

Los tratamientos T8 (8 g m⁻² + solarización + *Trichoderma spp.*), T5 (8 g m⁻²+ solarización+ fosfato diamónico) y T3 (8 g m⁻²+solarización) demostraron ser los más efectivos, con incidencias de carbón inferiores al 5%, rendimientos superiores (12,07-12,67 kg m⁻² en almácigo y 54,142-75,197 kg ha⁻¹en campo) y altas tasas de retorno marginal (1,625-24,937%), mostrando relaciones beneficio-costo positivas, lo que los convierten en opciones altamente rentables.

ENSAYOS DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE ZANAHORIA (*Daucus carota* L.) EN MÚLTIPLES LOCALIDADES

Introducción

En el marco de la innovación agrícola, se evaluó la estabilidad y adaptabilidad fenotípica de seis genotipos de zanahoria en nueve localidades, con el objetivo de determinar su capacidad para mantener productividad y calidad en diferentes condiciones ambientales. La estabilidad en el rendimiento observada en ciertos genotipos respalda su potencial para ser producidos y comercializados en diversas zonas agroecológicas en mayor superficie y garantizar una oferta constante y competitiva.

Objetivo general

Determinar la estabilidad y adaptabilidad fenotípica del rendimiento de seis cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) en cinco localidades del departamento de Cochabamba, una localidad de Tarija, Potosí, Oruro y La Paz, respectivamente.

Metodología

El estudio se ejecutó en las épocas de verano 2023 y 2024 en diversas localidades y departamentos (Tabla 2). Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones, evaluando como factor principal seis genotipos de zanahoria (Tabla 1). La siembra se realizó de forma tradicional, con una densidad de 10 kg ha⁻¹ uniforme en todas las localidades. Las variables morfo-agronómicas y de rendimiento se registraron en la unidad de muestreo conforme al descriptor oficial para zanahoria (UPOV, 2007). El análisis estadístico incluyó pruebas paramétricas y no paramétricas (ANVA, comparación de medias y prueba de Dunn), así como análisis descriptivo, todos ejecutados en el software R (versión libre).



Figura 1. Desarrollo vegetativo de 6 cultivares de zanahoria en la localidad de Payacollo, Sipe Sipe - Cochabamba.

N° Genotipos Líneas	Línea experimental	Procedencia	Tipo de raíz
1	Mafalda	INTA	Chantenay
2	Coral	INTA	Chantenay
3	Beatriz	INTA	Chantenay
4	M-1	CNPSH	Chantenay
5	Larga Vida	CNPSH	Nantes
6	Altiplano	CNPSH	Chantenay

Tabla 1. Material genético de seis cultivares de zanahoria evaluado en ensayo de estabilidad en nueve localidades.

ID	Departamento	Municipio	Localidad	Coordenadas		
				Latitud S.	Longitud O.	m s.n.m.
1	Cochabamba	Punata	Punata	17° 35' 31"	65° 56' 03"	2750
2	Cochabamba	Capinota	Capinota	17° 45' 00"	66° 40' 0"	2403
3	Cochabamba	Sipe Sipe	Payacollo	17° 27' 00"	66° 23' 00"	2550
4	Cochabamba	Mizque	Mizque	17°56'63"	65°19'10"	2015
5	Cochabamba	Tiraque	Koari	17°27'11"	65°36'0.45"	3776
6	Oruro	Soracachi	Cotochullp	17°49'59"	67°0,5'73"	3745
7	Tarija	Padcaya	Chaguaya	21° 52' 03"	64° 52' 23"	2543
8	Potosí	Tupiza	Tupiza	21° 26' 32"	65° 43' 08"	2973
9	La Paz	Patacamay	Mantecani	17° 9' 12"	67° 56' 35"	3.9

Tabla 2. Descripción de la localización de los ensayos de investigación.

Resultados

El análisis de los valores genotípicos (Tabla 3) mostró interacción significativa entre las variables genéticas (u+g), lo que respalda su uso en recomendaciones para distintas localidades. El genotipo 4 presentó la mayor ganancia respecto a la media poblacional (+1,93%), evidenciando superioridad en rendimiento. En contraste, el genotipo 6 no mostró ganancia, por lo que no es apto para las condiciones evaluadas. La correlación genotípica entre ambientes (Tabla 3) fue alta (0,89), indicando estabilidad en el rendimiento total y ausencia de interacción ambiente × genotipo. El rendimiento total mostró una precisión media (0,62) en los genotipos 4, 2 y 6, indicando predicciones confiables. La varianza genética fue alta (11,63) en el genotipo 4, evidenciando características deseables. En cambio, los genotipos 3, 5 y 1 presentaron menor variabilidad genética (0,61).

Orden	Genotipo	g	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem
4	4	1.9345	11.6399	1.9345	11.6399	11.6663
2	3	-0.0653	9.6402	0.9346	10.64	9.6393
3	5	-0.0958	9.6096	0.5911	10.2965	9.6083
4	2	-0.2032	9.5022	0.3925	10.098	9.4995
5	1	-0.3952	9.3102	0.235	9.9404	9.3048
6	6	-1.1749	8.5305	0	9.7054	8.5144

Tabla 3. Selección de genotipos en las 9 localidades de la variable de respuesta rendimiento total.

Nota: g:variable genética, u+g: combinación de variables genéticas, Ganho; Ganancia, nova media; nueva mediana, u+g+gem: efectos genotípicos promedio; genotipo 1: Larga Vida, genotipo 2: Altiplano, genotipo 3: Beatriz, genotipo 4: Coral, genotipo 5: Montenegro-1 genotipo 6: Mafalda.

Orden	Genotipo	VG	Acuracia	LIIC	LSIC	Med Fenot
1	4	11.6399	0.6216	9.3015	13.9783	13.8615
2	3	9.6402	0.6166	7.29	11.9903	8.7185
3	5	9.6096	0.6166	7.2594	11.9598	8.6515
4	2	9.5022	0.6216	7.1638	11.8406	9.2689
5	1	9.3102	0.6166	6.96	11.6603	7.9946
6	6	8.5305	0.6216	6.1921	10.8689	7.1811

Tabla 4. Clasificación de Términos Estadísticos según Niveles de Acuracia en la variable de respuesta de rendimiento total.

Nota: VG: Varianza genética, Acuracia: exactitud, LIIC: Límite inferior de intervalo de confianza, LSIC: Límite superior de intervalo de confianza, Med fendt: Mediana fenotípica, genotipo 1: Larga Vida, genotipo 2: Altiplano, genotipo 3: Beatriz, genotipo 4: Coral, genotipo 5: Montenegro-1 genotipo 6: Mafalda.

Conclusiones

El genotipo 4 “Coral” se distinguió por su forma cónica de raíz, hombro redondeado, color externo naranja claro, alta relación longitud/anchura y homogeneidad, características más marcadas en las localidades de Tarija y La Paz. Además, obtuvo el mayor rendimiento total (38,76 t ha⁻¹) y presentó alta estabilidad y adaptabilidad en la mayoría de las variables evaluadas en nueve localidades. El genotipo 3 “Beatriz” mostró buen rendimiento (32,13 t ha⁻¹) y estabilidad general, mientras que el genotipo 5 “M-1” sobresalió en diámetro de raíz con los valores más altos de estabilidad (1,04) y adaptabilidad (4,79). Estos resultados evidencian la superioridad productiva y la consistencia del genotipo 4, consolidándolo como una opción recomendada para distintas zonas de producción.



Figura 3. Evaluación de Raíz del genotipo para componentes de rendimiento en localidad Capinota.



Figura 4. Evaluación longitud de raíz de genotipo Coral.

ENSAYOS DE RENDIMIENTO DE GENOTIPOS DE TOMATE EN MÚLTIPLES LOCALIDADES

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L., 2n=24), de la familia Solanaceae, es una hortaliza globalmente cultivada y de gran importancia nutricional. El desarrollo de variedades de tomate adaptadas a Bolivia requiere programas de mejoramiento genético que evalúen líneas avanzadas en distintos ambientes. Esta evaluación, que incluye ensayos de rendimiento en múltiples localidades, permite medir la interacción genotipo-ambiente y seleccionar genotipos con estabilidad fenotípica y alto potencial de rendimiento. Así, se pueden crear variedades más productivas y adaptables a las fluctuaciones ambientales y diversas condiciones del suelo y temperatura, con el objetivo de satisfacer la demanda del mercado boliviano, que carece de cultivares nacionales.

Objetivo general

Determinar la adaptabilidad y estabilidad fenotípica de 14 genotipos de tomate en cuatro localidades productoras de Bolivia.

ID	Nombre del material genético	Centros de Origen
1	AVTO 1007	Taiwan
2	Sapahaqui	Variedad local
3	Luribay	Variedad local
4	119a 20-20	PNH INIAF
5	112b 12-7	PNH INIAF
6	112b 12-10	PNH INIAF
7	Caroca	INTA (Argentina)
8	Renacer	CNPSH
9	Río Grande	CNPSH
10	Lía	Comercial
11	L 17	PNH INIAF
12	L 14	PNH INIAF
13	118a 6-6	PNH INIAF
14	Sorata	Variedad local

Tabla 1. Descripción del material genético.

ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1	Cochabamba	Omereque	Pucara	18° 06' 25"	64° 54' 18"	1588
2	Cochabamba	Sipe Sipe	CNPSH	17° 26' 26"	66° 20' 39"	2555
3	La Paz	Sapahaqui	Thola	16° 53' 15"	67° 57' 07"	3134
4	La Paz	Luribay	Bravillo	17° 03' 47"	67° 39' 38"	2550
5	La Paz	Cairoma	Cosirraya	16° 54' 16"	67° 32' 23"	1834
6	Tarija	Uriondo	Chocloca	21°43'26.70"	64°43'4.86"	1801
7	Potosí	Cotagaita	Chuque	20° 43' 55.9"	65° 30' 49.1"	2511

Tabla 2. Descripción de la localización de los ensayos de investigación.



Figura 1. Cultivo de tomate variedad INIAF Renacer.

Metodología

La metodología del estudio consistió en la evaluación de 14 genotipos de tomate (siete líneas avanzadas, seis cultivares y un híbrido comercial) (Tabla 1), en siete localidades productoras de Bolivia: Pucara y Sipe Sipe en Cochabamba, Thola, Bravillo y Cosirraya en La Paz, Chocloca en Tarija y Chuque en Potosí. El diseño experimental empleado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA). Las condiciones climáticas en las diferentes localidades (Tabla 2) variaron, incluyendo temperaturas bajo cero en Sipe Sipe (de abril a agosto) y en Sapahaqui y Luribay (de marzo a septiembre), lo que representó una condición desfavorable para el cultivo. Las actividades incluyeron la siembra de los genotipos en invernadero, el trasplante a campo abierto a una densidad de 20.000 plantas por hectárea, tutorado, riego por goteo, fertirriego, control fitosanitario y cosecha manual semanal.

Resultados

	AP	PF	DF	LF	NL	GP	RDTO	HC
Vg	94.289015	2.161641	0.404636	0.3173	2.633095	0.000344	11.73593	21.32107
Vint	7.692165	423.955741	4.185557	74.582643	465.835922	0.018949	85.9049	995.7137
Ve	446.636699	481.815603	200.784316	233.614198	65.679956	1.583848	6270.98	56580.2
Vf	548.61788	907.932986	205.374509	308.514141	534.148974	1.60314	6368.62	57597.29
h2g	0.171866 +- 0.0977	0.002381 +- 0.0115	0.001970 +- 0.0105	0.001028 +- 0.0076	0.00493 0 +- 0.0165	0.000214 +- 0.0035	0.0018 43 +- 0.0101	0.000 370 +- 0.004
h2mg	0.750278	0.017593	0.027592	0.010081	0.025233	0.003127	0.02621	0.00532
Acgen	0.866186	0.132638	0.166109	0.100403	0.158849	0.055917	0.16189	0.07299
c2int	0.014021	0.466946	0.02038	0.241748	0.872109	0.01182	0.01348	0.01728
rgloc	0.924573	0.005073	0.088152	0.004236	0.005621	0.017811	0.12019	0.02096
MG	52.088055	85.405132	34.2969	35.205742	7.149727	3.681695	8.367739	231.2816
CVgi%	18.641996	1.721503	1.854717	1.600005	22.695712	0.503481	40.9402	1.99647
CVe%	40.573181	25.701381	41.315215	43.414631	113.351415	34.182902	946.367	102.846

Tabla 3. Estadística descriptiva de las variables cuantitativas evaluadas en las diferentes localidades.

Nota: AP: Altura Planta "cm", PF: Peso de Fruto "g", DF: Diámetro Fruto "mm", LF: Longitud de Fruto "mm", NL: Número de Lóculos, GP: grosor de pericarpio "mm", RDTO "g m⁻² ": Rendimiento y HC: Hábito de crecimiento. Genotipo 1: AVTO 1007, Genotipo 2: Sapahaqui, Genotipo 3: Luribay, Genotipo 4: 119a 20-20, Genotipo 5: 112b 12-7, Genotipo 6: 112b 12-10, Genotipo 7: Caroca, Genotipo 8: Renacer, Genotipo 9: Río Grande, Genotipo 10: Lía, Genotipo 11: L 17, Genotipo 12: L 14, Genotipo 13: 118a 6-6 y Genotipo 14: Sorata.

Var.	AP	PF	DF	LF	NL	GP	RDTO	HC
13	50.1543	85.6378	34.4634	35.2022	7.0871	3.6814	8.2317	231.306
10	61.7368	85.5026	34.218	35.2763	7.0646	3.6818	9.8821	231.210
7	48.5636	85.1858	34.2568	35.2442	7.0894	3.682	8.224	231.434
1	34.1399	85.2832	34.2928	35.1448	7.7761	3.6812	8.456	230.989
6	50.3522	85.2004	34.3213	35.1829	7.0902	3.6817	8.2274	231.426
11	56.8893	85.4073	34.3299	35.2077	7.0897	3.6811	8.2243	231.376
3	50.9932	85.4335	34.1747	35.1916	7.1234	3.6817	8.2196	231.102
4	57.9661	85.5966	34.3756	35.2275	7.1154	3.683	8.2976	230.966
8	68.7798	85.6348	34.2966	35.1913	7.0334	3.682	8.2238	231.143
5	50.2199	85.4077	34.1895	35.2502	6.9979	3.6822	8.2097	231.386
12	46.4915	85.4343	34.3886	35.2025	6.9959	3.6821	8.2152	231.727
14	48.9361	85.3495	34.3869	35.1816	7.0205	3.682	8.2196	231.437
9	52.1449	85.2592	34.2334	35.2448	6.9863	3.6812	8.2232	231.093
2	51.8652	85.3389	34.2291	35.1329	7.6265	3.6803	8.2942	231.340

Tabla 4. Estadística descriptiva de media poblacional en respuesta de cada genotipo en diferentes localidades de las variables cuantitativas evaluadas.

Nota: AP: Altura Planta "cm", PF: Peso de Fruto "g", DF: Diámetro Fruto "mm", LF: Longitud de Fruto "mm", NL: Número de Lóculos, GP: grosor de pericarpio "mm", RDTO "g/2m2": Rendimiento y HC: Hábito de crecimiento. Genotipo 1: AVTO 1007, Genotipo 2: Sapahaqui, Genotipo 3: Luribay, Genotipo 4: 119a 20-20, Genotipo 5: 112b 12-7, Genotipo 6: 112b 12-10, Genotipo 7: Caroca, Genotipo 8: Renacer, Genotipo 9: Río Grande, Genotipo 10: Lía, Genotipo 11: L 17, Genotipo 12: L 14, Genotipo 13: 118a 6-6 y Genotipo 14: Sorata.



Figura 2. Parcela de investigación en los predios de CNPSH.

La altura de la planta muestra una heredabilidad individual aceptable (0,17) y una heredabilidad media alta (0,75), con una alta precisión genética (0,86) y una fuerte correlación genotípica entre ambientes (0,92), lo que indica que es un rasgo predecible y estable para la selección.

En contraste, las variables peso, longitud y diámetro del fruto, junto con el grosor del pericarpio, presentan baja heredabilidad individual y precisión genética, así como una baja correlación genotípica entre ambientes, sugiriendo que están fuertemente influenciadas por el ambiente y que la selección debe ser específica para cada zona. En el caso del número de lóculos y el rendimiento, a pesar de su baja estabilidad, muestran una alta diversidad genética, lo que ofrece una buena oportunidad para la selección. Finalmente, el coeficiente de variación experimental (C_{Ve}) en la mayoría de las variables indica que el diseño experimental utilizado no fue el más adecuado para las condiciones del estudio.

De los resultados obtenidos, se destaca que el genotipo "Renacer" presentó la mayor altura de planta con un promedio de 68,77 cm, mientras que "Lía" lideró en rendimiento (49,40 t ha⁻¹) y longitud de fruto (35,27 mm). Por su parte, el genotipo "118a 6-6" mostró los promedios más altos en peso (85,64 g) y diámetro de fruto (34,46 mm). El grosor del pericarpio se mantuvo constante en 3,68 mm para todos los genotipos, y se concluyó que los 14 genotipos evaluados son de tipo de crecimiento determinado o semideterminado.

Conclusiones

Los resultados demostraron variabilidad genética y fenotípica significativa entre los genotipos, así como una marcada interacción genotipo × ambiente (G×A). Para el carácter de altura de planta, la alta heredabilidad y precisión genética permiten una selección confiable de genotipos superiores, destacando "Renacer" y "Lia" como los más prometedores. Sin embargo, para el peso, diámetro y longitud del fruto, la baja heredabilidad y la fuerte influencia ambiental indican que la selección debe ser específica para cada ambiente, con el posible apoyo de marcadores moleculares. El rendimiento, aunque identificó genotipos de alto potencial como "Lía" y "112b 12-7", también está fuertemente influenciado por factores ambientales, por lo que se requieren más ensayos multiambientales para una selección efectiva.

SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN ÓPTIMA DE PLANTINES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN ALMACIGUERA

Introducción

El tomate se establece de manera más eficiente mediante el uso de almácigos antes del trasplante definitivo. En Bolivia, aún es común el método tradicional de almácigos en suelo; sin embargo, el alto costo de las semillas híbridas ha impulsado la adopción de bandejas con alvéolos y el uso de sustratos especializados. Un sustrato es cualquier material sólido que actúa como soporte para el sistema radicular y que, además, puede aportar nutrientes a la planta. Debido al elevado costo de los sustratos comerciales, se han desarrollado mezclas locales que combinan materiales orgánicos, como tierra vegetal y cascarilla de arroz, con arena fina, con el fin de mejorar la aireación y reducir costos. La elección del sustrato adecuado se fundamenta en sus características físico-químicas, disponibilidad, uniformidad y costo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes sustratos para la producción óptima de plantines de tomate en almaciguera.

Metodología

El trabajo de investigación se realizó en una plantinera del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas (CNPSH) de Villa Montenegro, Cochabamba, con tomate variedad INIAF Renacer. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos, un testigo y cinco repeticiones, empleando 40 bandejas de 128 alveolos. Se prepararon cuatro mezclas de sustrato desinfectadas con vapor. Las bandejas sembradas se mantuvieron en condiciones controladas (20-28°C, 80% HR) dentro una cámara húmeda durante 4 días, luego se trasladaron a la plantinera para continuar el proceso de producción. Se evaluaron parámetros del sustrato (emergencia, pH, CE) y de los plantines (clorofila, altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, longitud de raíz). Los resultados experimentales se analizaron con el paquete estadístico R (versión libre).

Resultados

El porcentaje de emergencia de semillas de tomate variedad INIAF Renacer varió significativamente según el sustrato utilizado en almácigo ($p \leq 0,05$). Los tratamientos T2 (8:1:1 - tierra vegetal, cascarilla de arroz y cascarilla de arroz quemada), T1 (6:2:2 - tierra vegetal, cascarilla de arroz y cascarilla de arroz quemada) y T3 (6:3:1 - tierra vegetal, cascarilla de arroz y perlita) presentaron los mayores porcentajes de emergencia. El ANVA por permutaciones realizado para las variables conductividad eléctrica (CE) y pH no mostró diferencias significativas entre tratamientos ni entre momentos de evaluación. Todos los sustratos presentaron un pH altamente alcalino (8,2 a 8,4) y valores de conductividad eléctrica similares (2,63 a 2,80 $\mu\text{S cm}^{-1}$).

ID	Error estándar	Grados de libertad	Valor más bajo	Valor más alto	Media	
T1	914	36	944	981	9,609	b
T2	914	36	959	996	9,766	a
T3	914	36	938	975	9,531	bc
T0	914	36	910	947	9,453	c

Tabla 1. Comparación de medias en porcentaje de emergencia.



Figura 1. Siembra manual de semilla de tomate variedad INIAF Renacer en bandejas plásticas de 128 alveolos.

Tratamiento	Descripción	Dosis de los componentes del sustrato
T1	Proporción 6-2-2	6 partes de tierra vegetal, 2 de cascarilla de arroz y 2 proporciones de cascarilla de arroz quemada
T2	Proporción 8-1-1	8 partes de tierra vegetal, 1 de cascarilla de arroz quemada, 1 de cascarilla de arroz quemada
T3	Proporción 6-3-1	6 partes de tierra vegetal y 3 de cascarilla quemada, una parte de perlita
Testigo	Proporción 1-1-1	Sustrato utilizado por CNPSH: 1 de tierra vegetal, 1 de arena fina y 1 de cascarilla de arroz

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados.



Figura 2. Evaluación del diámetro de tallo de plantines de tomate INIAF Renacer, utilizando un calibrador Vernier digital.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos para el índice de clorofila. T1 presentó el mayor valor (36,37 unidades SPAD), superando significativamente a todos los demás tratamientos. T2 y T3 mostraron valores intermedios (35,06 y 35,20 unidades SPAD, respectivamente), estadísticamente similares entre sí, pero superiores al control T0 (30,55 unidades SPAD). Para altura de planta, T2 (4,79 cm) y T3 (4,71 cm) fueron estadísticamente similares y superiores a T1 (4,64 cm) y T0 (3,69 cm), siendo este último el de menor altura. En número de hojas, los tratamientos T1, T2 y T3 (promedio de 3,25 hojas/planta) fueron estadísticamente similares entre sí y superiores al control T0 (2,08 hojas/planta). El diámetro de tallo no mostró diferencias significativas entre tratamientos, se registraron diámetros de entre 2,78 mm (T0) a 3,20 mm (T2). Para longitud de raíz, T2 (6,01 cm), T3 (5,93 cm) y T1 (5,80 cm) fueron estadísticamente similares entre sí y superiores al control T0 (4,57 cm). A partir de los resultados obtenidos, el análisis económico mostró relaciones beneficio/costo aceptables para los tratamientos con sustratos (T1=1,20; T2=1,21; T3=1,20) comparadas con el control (T0=1,18), indicando viabilidad económica moderada para la producción de plántines de tomate en bandejas multicelda.

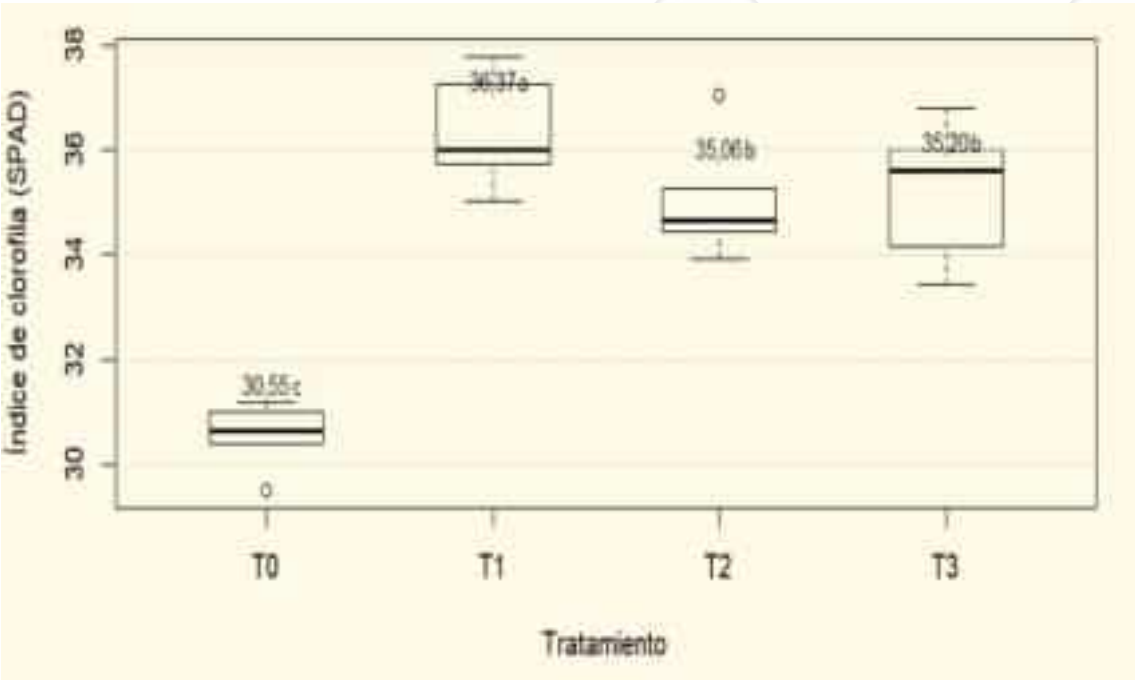


Figura 3. Comparación de medias entre los tratamientos para la variable de respuesta índice de clorofila.

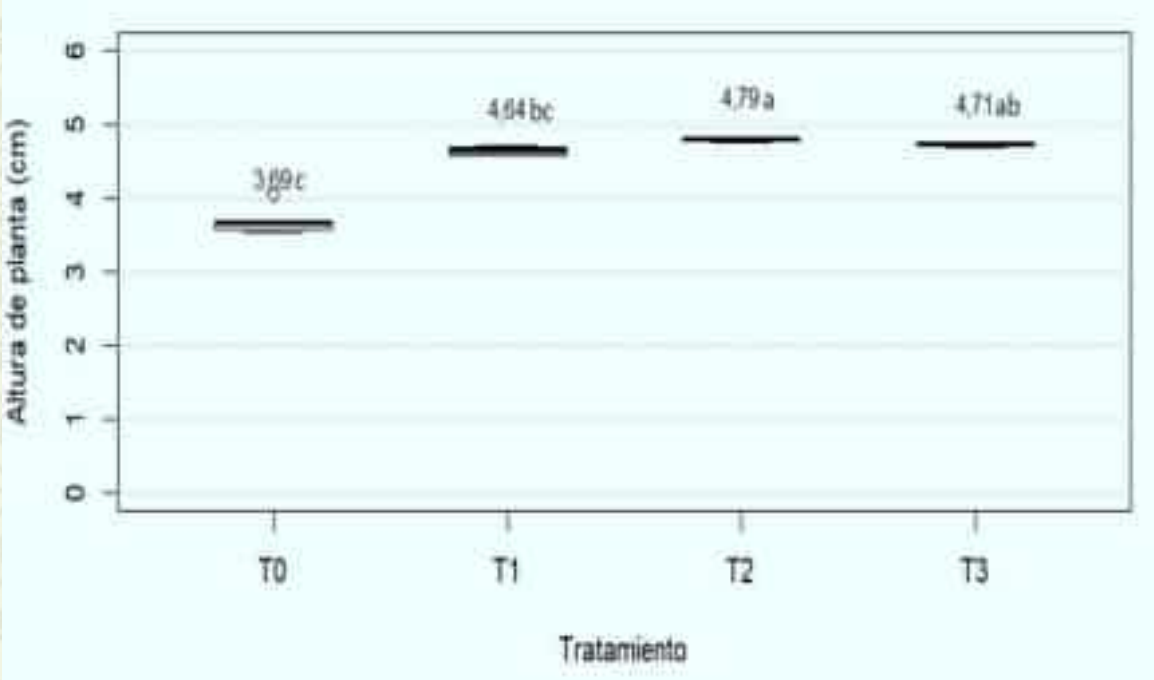


Figura 4. Comparación de medias entre los tratamientos para la variable de respuesta altura de planta.

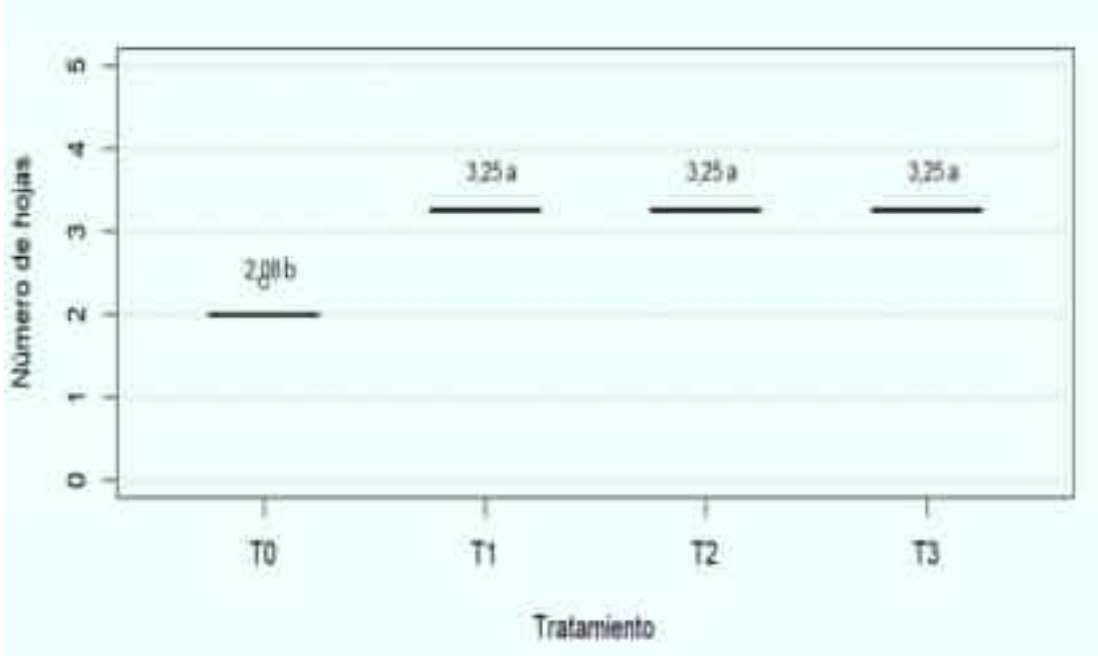


Figura 5. Comparación de medias entre los tratamientos para la variable de respuesta altura de planta.

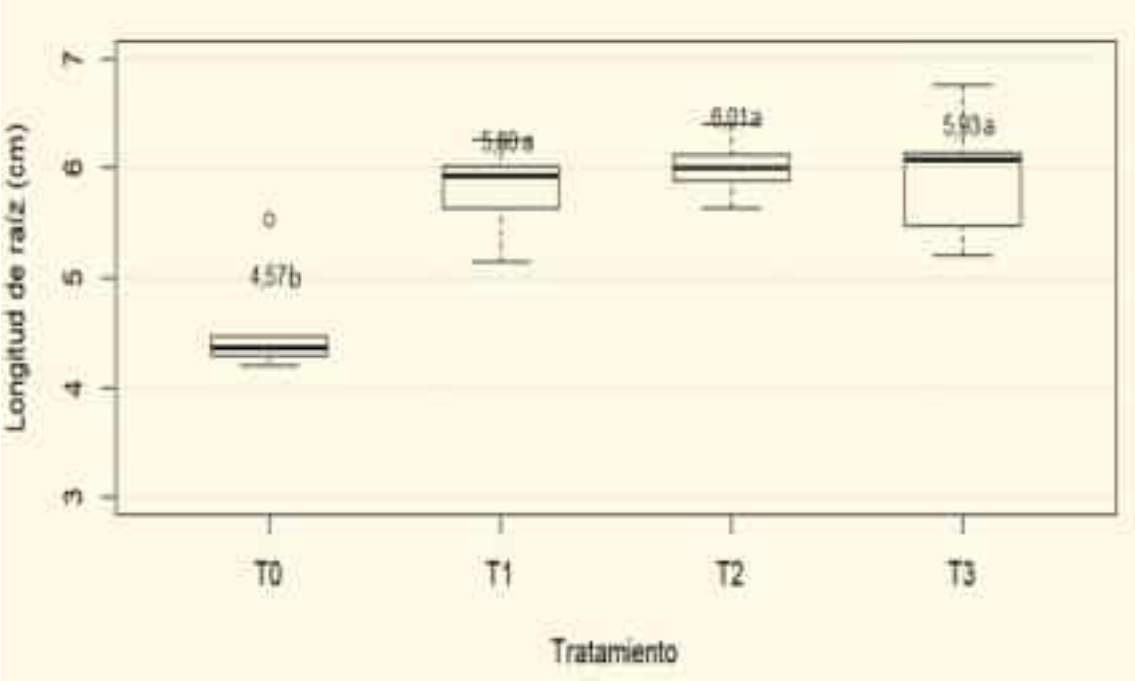


Figura 6. Comparación de medias entre los tratamientos para la variable de respuesta longitud de raíz.

Tratamiento	Costo de producción por	Precio de venta bandeja	Ingreso Bruto bandeja	Costos Variables bandeja	Beneficio Neto bandeja	Beneficio / Costo
T1	3,238	3,900	662	15	647	120
T2	3,233	3,900	667	10	657	121
T3	3,249	3,900	651	7	644	120
T0	3,223	3,800	577	0	577	118

Tabla 3. Análisis económico de producción de plántines de tomate variedad INIAF Renacer con diferentes sustratos.

Conclusiones

Los tratamientos T2 (8:1:1-tierra vegetal, cascarilla de arroz y cascarilla de arroz quemada) y T1 (6:2:2-tierra vegetal, cascarilla de arroz y cascarilla de arroz quemada) favorecieron una emergencia más rápida y un mayor desarrollo vegetativo, evidenciado en altura de planta (4,79 cm y 4,64 cm), número de hojas (promedio de 3,25 hojas), diámetro de tallo (3,20 mm y 3,05 mm) y sistema radicular más desarrollado (6,01 cm y 5,80 cm, respectivamente). Adicionalmente, presentaron mayor contenido de clorofila (35,06 y 36,37 unidades SPAD, respectivamente) y fueron las alternativas más rentables, demostrando ser los sustratos más adecuados para la producción de plántines de tomate INIAF Renacer.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA SEMISOMBRA Y COBERTURA PLÁSTICA

Introducción

El cambio climático está afectando gravemente la agricultura, reduciendo el rendimiento de los cultivos debido a la alteración de la fenología de las plantas por el estrés térmico. Asimismo, está acelerando la degradación y desertificación de los suelos, además de incrementar plagas y enfermedades. Para contrarrestar estos efectos, el proyecto Desarrollo de Tecnologías para Mejorar la Productividad de Hortalizas en Regiones Productoras de Bolivia sugiere implementar el mulching con cobertura plástica blanca en cultivos de tomate. Esta técnica ayuda a conservar la humedad del suelo, controlar malezas y regular la temperatura al reflejar la luz solar. También propone el uso de mallas semisombra para proteger los cultivos de la radiación solar excesiva, mejorando así su productividad.



Figura 2.

Preparación de camas elevadas en parcela de tomate variedad INIAF Renacer con cobertura plástica en Quebrada seca, Tupiza-Potosí.

Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de malla semisombra y cobertura plástica en el comportamiento agronómico del cultivo de tomate variedad INIAF Renacer.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en dos localidades, Quebrada seca del municipio de Tupiza, Potosí y Playa ancha del municipio de Capinota, Cochabamba, se utilizó semilla de tomate variedad INIAF Renacer, que fue almacigado en bandejas de 128 alvéolos y posteriormente trasplantados en ambas localidades bajo un diseño de Bloques Completos al Azar BCA, con arreglo en franjas cruzadas con tres repeticiones, se evaluó el efecto del uso de cobertura plástica (con cobertura, sin cobertura) y el efecto del uso de malla semisombra (sin malla semisombra, con malla semisombra). El establecimiento se realizó en camas elevadas con dimensiones de 20 cm de alto, ancho de corona de 60 cm y ancho de base de 80 cm, la distancia entre camas de 1 m, posterior al sistema de riego por goteo se colocó cobertura plástica conforme a la investigación, para luego perforar la cobertura plástica y realizar el trasplante de plántulas. El colocado de malla semisombra se realizó posterior al trasplante. Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron variables de crecimiento y presencia de enfermedades en el cultivo, al momento de madurez comercial se evaluaron los componentes del rendimiento, y los datos evaluados fueron analizados utilizando software R versión 4.5.0.



Figura 2.

Parcela de tomate variedad INIAF Renacer con cobertura plástica y malla semisombra en Playa ancha, Capinota-Cochabamba.

Estación meteorológica de Capinota (-66,266207, -17,711418)					
Año	Mes	Altura (m s.n.m.)	Precipitación (mm)	Temperatura Máxima (oC)	Temperatura Mínima (oC)
2024	8	2.406	0	2,920	400
2024	9	2.406	660	2,950	750
2024	10	2.406	4,670	3,100	1,020
2024	11	2.406	15,160	3,200	1,250
2024	12	2.406	5,490	3,150	1,320
Total			259,80 (acumulado)	30,64 (Promedio)	9,48 (Promedio)

Estación meteorológica de Tupiza (-65,715278, - 21,438333)					
Año	Mes	altura	Precipitación (mm)	Temperatura Máxima (oC)	Temperatura Mínima (oC)
2024	8	2.923	0	3,040	-460
2024	9	2.923	0	3,020	400
2024	10	2.923	3,220	3,300	150
2024	11	2.923	7,240	2,880	840
2024	12	2.923	450	3,000	520
Total			109,10 (Acumulado)	30,48 (Promedio)	2,90 (Promedio)

Tabla 1:

Condiciones climáticas durante el periodo de investigación en las localidades de Quebrada Seca, Tupiza- Potosi y Playa ancha, Capinota-Cochabamba.

Resultados

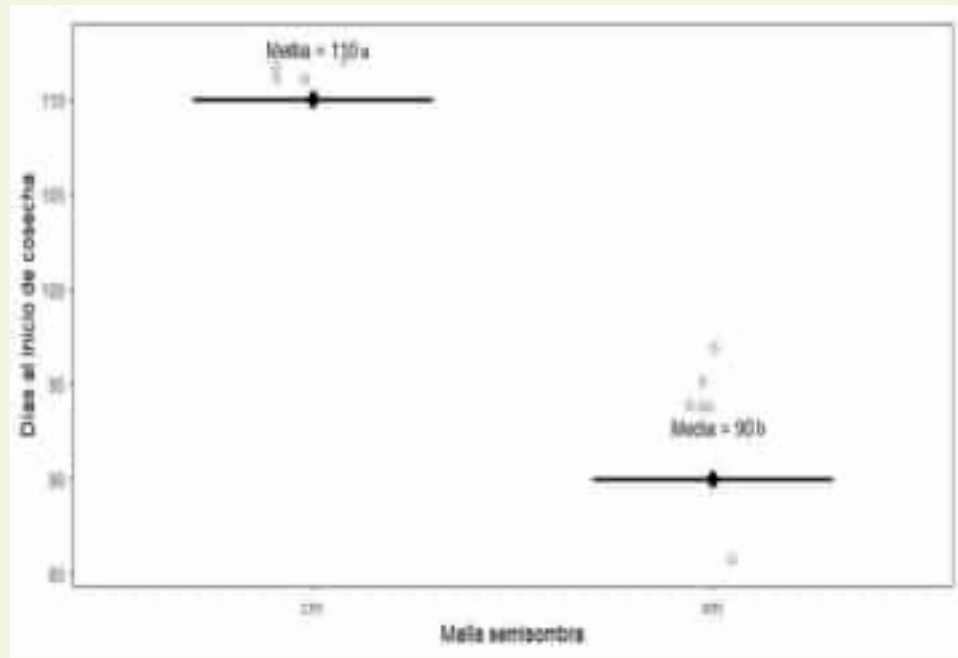


Figura 3. Efecto principal del factor malla semisombra para la variable días a la cosecha en Quebrada seca, Tupiza-Potosí.

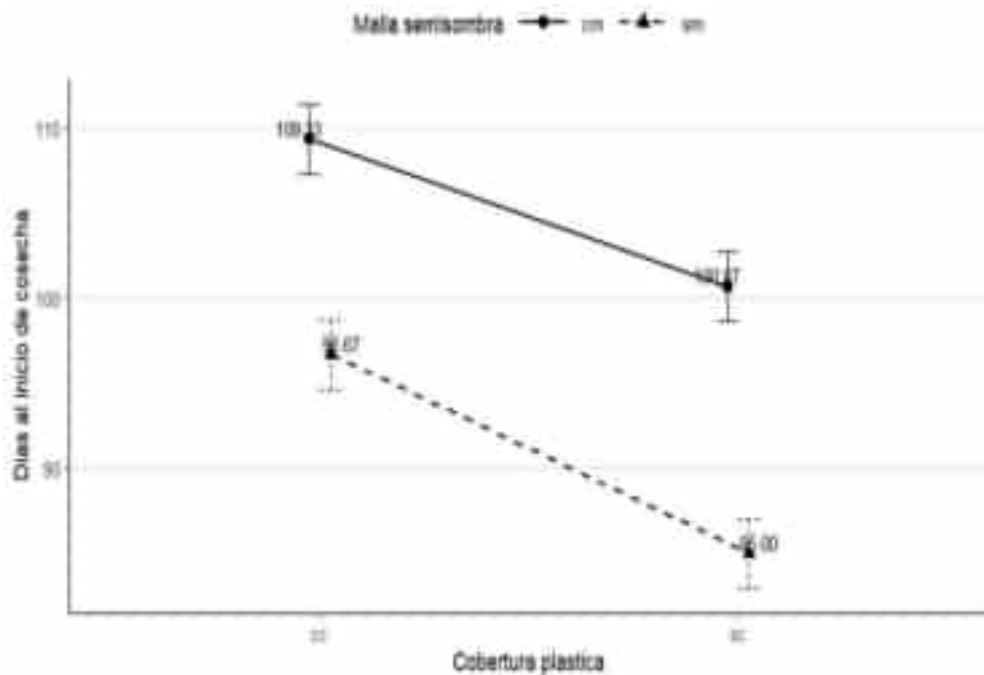


Figura 4. Interacción de factores malla semisombra y cobertura plástica para la variable días a la cosecha en Playa ancha, Capinota-Cochabamba.

La implementación de cobertura plástica en el cultivo de tomate INIAF Renacer en Quebrada Seca (Potosí) y Playa Ancha (Cochabamba) mostró resultados positivos al mejorar la retención de humedad del suelo, reduciendo el estrés hídrico y favoreciendo el desarrollo vegetal. En Quebrada Seca, las plantas alcanzaron 59,73 cm de altura, con 5,75 flores por inflorescencia, 6,53 racimos por planta y 17,28 frutos por planta, mientras que en Playa Ancha se registraron 63,70 cm de altura, 5,92 flores, 6,43 racimos y 20,55 frutos por planta. Además, los frutos de Playa Ancha presentaron mayor peso (82,44 g vs. 76,06 g) y un rendimiento comercial superior (37,75 t ha⁻¹ vs. 37,25 t ha⁻¹), aunque ambas localidades tuvieron diámetros (54,36 mm) y longitudes (80,37 mm) similares.

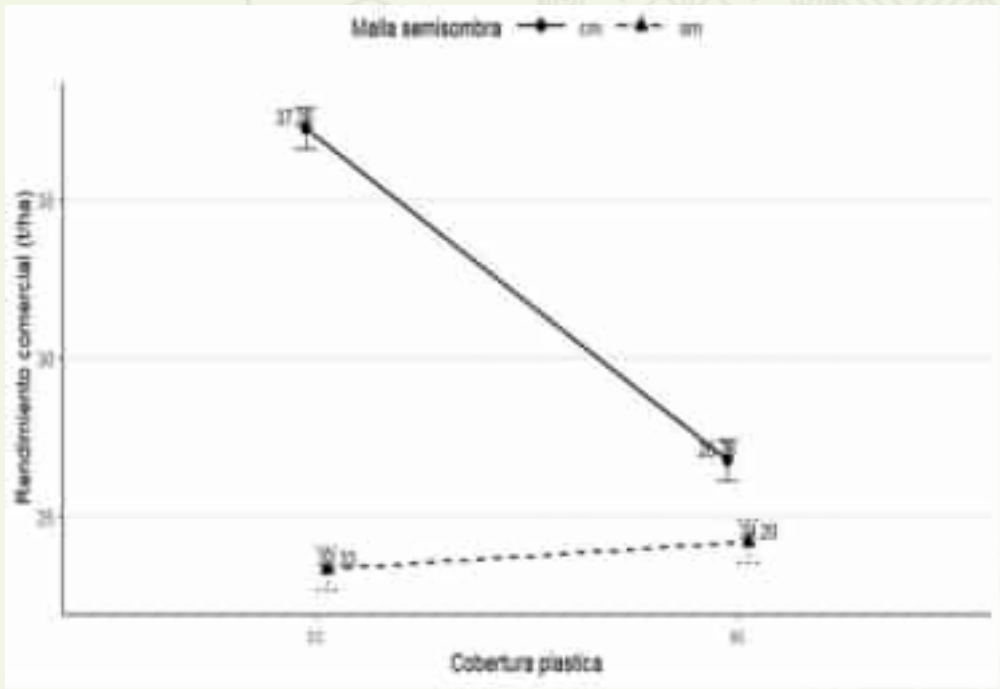


Figura 5. Interacción de factores malla semisombra y cobertura plástica para la variable rendimiento comercial en Quebrada seca, Tupiza-Potosí.

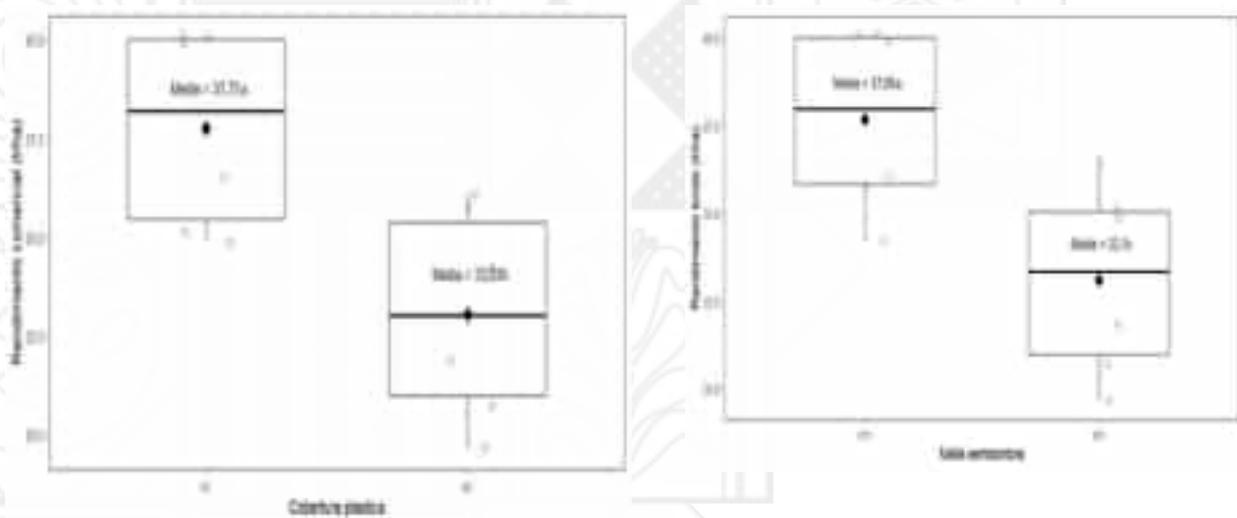


Figura 6. Efectos principales de los factores cobertura plástica y malla semisombra para la variable rendimiento comercial en Playa ancha, Capinota-Cochabamba.

Conclusiones

El uso combinado de malla semisombra y cobertura plástica en el cultivo de tomate INIAF Renacer en Quebrada Seca y Playa Ancha, mejora notablemente la calidad y el rendimiento comercial del fruto, aumentando un 53,9% en Quebrada Seca y 14,10% en Playa Ancha frente al método tradicional. Asimismo, favorece la retención de humedad en el suelo, disminuye el estrés hídrico y optimiza el uso del agua, promoviendo un mejor desarrollo de las plantas. Aunque extiende el ciclo de cultivo, su alta rentabilidad con tasas de retorno marginal del 172,66% y 129,03% en dichas localidades, la hace una opción sostenible y viable. Por ello, se recomienda su aplicación en zonas con condiciones agroambientales similares a las de Quebrada Seca (Potosí) y Playa Ancha (Cochabamba).



Figura 7. Desarrollo de cultivo de tomate variedad INIAF Renacer con cobertura plástica y malla semisombra en parcela de Playa ancha, Capinota-Cochabamba.

