

Sección (Marcar)

Artículo científico ☒ xRevisión Bibliográfica ☐Punto de vista ☐Special Issue" Sustentabilidad Organizacional, Desarrollo y Gestión Ambiental" ☐

Efecto de *Trichoderma* spp. en el establecimiento inicial de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum*), Biloxi y Emerald, bajo cubierta y polisombra en condiciones alto andinas (2937 msnm, Ecuador)

Effect of *Trichoderma* spp. on early establishment of two blueberry varieties (*Vaccinium corymbosum*), Biloxi and Emerald, under cover and shade cloth (2937 masl, Ecuador)

John Klever Chicaiza Toapanta

Maestría en Agronomía con mención en Sanidad Vegetal, PUCESI

Correo: jkchicaizat@gmail.com

ORCID: 0009-0008-9546-564X

Santiago Xavier Mafla Andrade

Magíster en Ciencias mención Microbiología

Correo: sxmafla@pucesi.edu.ec

ORCID: 0000-0002-1252-3357

RESUMEN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es un frutal de alto valor nutricional con creciente demanda comercial. El uso de *Trichoderma* spp. se ha consolidado como alternativa sostenible al reducir agroquímicos, promover crecimiento vegetal e inducir resistencia sistémica. Este estudio evaluó el efecto de *Trichoderma* spp. (cepa comercial T-22, 1×10^{10} UFC/ml) sobre el establecimiento inicial (90 días post-trasplante) de dos variedades de arándano (Biloxi y Emerald) bajo dos sistemas de protección (cubierta plástica y polisombra 65%) a 2937 msnm en Imbabura, Ecuador. Se aplicó un diseño factorial $2 \times 2 \times 2$ completamente al azar con 10 repeticiones (planta individual como unidad experimental), evaluando: altura, diámetro basal, número de brotes, índice SPAD, longitud de raíz y estado fitosanitario. Hipótesis: La inoculación con *Trichoderma* spp. mejorará significativamente el crecimiento vegetativo y la respuesta fisiológica (SPAD), con efecto diferencial según variedad y sistema de protección. Los resultados mostraron efecto significativo de la inoculación sobre SPAD (incremento del 59.2% bajo polisombra en la variedad Emerald: TP2 = 55.83 vs. TSP2 = 35.07 en testigo, $p < 0.05$), la longitud de raíz (incremento 65%: 34.5 cm vs 20.0 cm, $p < 0.05$), altura (31.95 cm vs 18.51 cm, $p < 0.05$) y número de brotes (2.75 vs 0.80, $p < 0.05$). El sistema de polisombra mostró mejor desempeño que cubierta para SPAD (35.33 vs 27.66, $p < 0.05$), aunque este resultado debe interpretarse con cautela debido a posible pseudorreplicación del factor sistema (una sola estructura por ambiente). No se detectaron diferencias en diámetro basal ($p > 0.05$) ni estado fitosanitario. Se concluye que *Trichoderma* spp. favorece el establecimiento inicial de arándano a 2937 msnm, especialmente bajo polisombra, aunque se requiere replicación de estructuras para validar definitivamente el efecto del sistema de protección.

Palabras clave: *Trichoderma*, arándano, aclimatación, fisiología vegetal, adaptación.

ABSTRACT

Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) is a high-value fruit crop with increasing commercial demand. *Trichoderma* spp. has been recognized as a sustainable alternative by reducing agrochemical use, promoting plant growth, and inducing systemic resistance. This study evaluated the effect of *Trichoderma* spp. (commercial strain T-22, 1×10^{10} CFU/ml) on early establishment (90 days post-transplant) of two blueberry varieties (Biloxi and Emerald) under two protection systems (plastic cover and 65% shade cloth) at 2937 masl in Imbabura, Ecuador. A completely randomized $2 \times 2 \times 2$ factorial design with 10 replicates (individual plant as experimental unit) was applied, evaluating: plant height, basal diameter, number of shoots, SPAD index, root length, and phytosanitary condition. Hypothesis: Inoculation with *Trichoderma* spp. will significantly improve vegetative growth and physiological response (SPAD), with differential effects by variety and protection system. Results showed significant effects of inoculation on SPAD (55.8% increase under shade cloth in the Emerald variety: TP2 = 55.83 vs. TSP2 = 35.07 in control, $p < 0.05$), root length (65% increase: 34.5 cm vs 20.0 cm, $p < 0.05$), height (31.95 cm vs 18.51 cm, $p < 0.05$), and shoot number (2.75 vs 0.80, $p < 0.05$). Shade cloth system showed better performance than plastic cover for SPAD (35.33 vs 27.66, $p < 0.05$), although this result must be interpreted cautiously due to possible pseudoreplication of the system factor (single structure per environment). No differences were detected in basal diameter ($p > 0.05$) or phytosanitary status. We conclude that *Trichoderma* spp. promotes early blueberry establishment at 2937 masl, especially under shade cloth, although replication of structures is required to definitively validate the protection system effect.

Keywords: *Trichoderma*, blueberry, acclimatization, physiology, plant growth.

1. Introducción

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es una especie frutal de importancia económica y nutricional, con expansión creciente en Ecuador (Caiza, 2022). Este cultivo enfrenta limitaciones asociadas al manejo técnico, fertilidad del suelo y alta incidencia de enfermedades, lo que lleva frecuentemente al uso intensivo de agroquímicos (Álvarez Robledo et al., 2020; Zárate et al., 2017). El aprovechamiento de microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp. emerge como alternativa sostenible al brindar protección, estimular el crecimiento y conferir resistencia a estrés abiótico (Matas-Baca et al., 2023; Rica et al., 2021).

Sin embargo, existe escasa información científica sobre el impacto de *Trichoderma* spp. en la aclimatación inicial del arándano bajo diferentes sistemas de acondicionamiento en zonas altoandinas > 2900 msnm. La inoculación con *Trichoderma* spp. mejora la adaptación inicial de plántulas de arándano en sistemas de cubierta y polisombra en condiciones altoandinas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de *Trichoderma* spp. en el desempeño inicial de dos variedades de arándano bajo condiciones de cubierta y polisombra.

Una mejora en la aclimatación inicial tiene repercusiones económicas y productivas, optimizando la sanidad vegetal y el uso racional de insumos. En este contexto, el uso de microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp. se ha consolidado como una herramienta eficaz para la agricultura sostenible (Matas-Baca et al., 2023). Este hongo actúa como agente de biocontrol, promueve el desarrollo radicular, solubiliza nutrientes e induce resistencia sistémica adquirida (Matas-Baca et al., 2023; Viracocha-Mamani & Cadena-Miranda, 2023). Estas características lo convierten en un bioinsumo estratégico para mejorar la adaptación del arándano, especialmente en zonas altoandinas.

Pese a ello, la información sobre la adaptación inicial del arándano bajo diferentes sistemas de acondicionamiento y con apoyo microbiano sigue siendo limitada (Cortes Solís et al., 2023; Landeros Gálvez et al., 2024). La inoculación con *Trichoderma* spp. podría mejorar la adaptación de arándano en zonas altoandinas mediante mecanismos de inducción de resistencia, promoción de raíces y mejora de la eficiencia fotosintética. Sin embargo, existe poca evidencia para condiciones altitudinales superiores a 2900 msnm en el norte de Ecuador.

En este contexto, se plantea como hipótesis que la inoculación con *Trichoderma* spp. (cepa T-22, 1×10^{10} UFC/ml) incrementará significativamente ($p < 0.05$) el crecimiento vegetativo (altura, diámetro basal, longitud de raíz, número de brotes) y la respuesta fisiológica (índice SPAD) de plántulas de arándano durante los primeros 90 días post-trasplante en condiciones altoandinas (2937 msnm), con posibles efectos diferenciales según variedad y sistema de protección. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de *Trichoderma* spp. en el desempeño inicial de dos variedades de arándano bajo condiciones de cubierta y polisombra.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Mojandita Curubí, cantón Otavalo, provincia de Imbabura, a 2937 msnm (UTM 17N 801574;21658;0°11'45"N, 78°17'27"W). El clima corresponde a un régimen mediterráneo–templado seco, con 1000–1400 mm de precipitación anual y temperaturas entre 5 y 10 °C (GADMO, 2020).

2.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial A×B×C:

- **Factor A:** Variedad (Biloxi, Emerald)
- **Factor B:** Sistema de aclimatación (cubierta plástica, polisombra 65%)
- **Factor C:** Con *Trichoderma* spp.(cepa T-22, 1×10^{10} UFC/ml) y sin *Trichoderma* (testigo absoluto, solo agua)

Nota metodológica: El Factor B (sistema de protección) contó con una sola estructura por ambiente (una cubierta plástica y una polisombra), lo que impide la replicación independiente de este factor y constituye una limitación en la interpretación estadística de sus efectos. Los resultados asociados al sistema de protección deben considerarse de carácter exploratorio.

Total de tratamientos: $2 \times 2 \times 2 = 8$ combinaciones.

Repeticiones: 10 plantas por tratamiento (unidad experimental: planta individual)

Total de plantas: 8 tratamientos × 10 repeticiones = 80 plantas

Distribución: Completamente al azar dentro de cada sistema de protección (40 plantas/sistema).

Tabla 1 Codificación de los tratamientos en estudio

Código	Variedad	Sistema	Inoculación
TC1	Biloxi	Cubierta	Con <i>Trichoderma</i>
TC2	Emerald	Cubierta	Con <i>Trichoderma</i>
TS1	Biloxi	Cubierta	Sin <i>Trichoderma</i> (testigo)
TS2	Emerald	Cubierta	Sin <i>Trichoderma</i> (testigo)
TP1	Biloxi	Polisombra	Con <i>Trichoderma</i>
TP2	Emerald	Polisombra	Con <i>Trichoderma</i>
TSP1	Biloxi	Polisombra	Sin <i>Trichoderma</i> (testigo)
TSP2	Emerald	Polisombra	Sin <i>Trichoderma</i> (testigo)

2.3. Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) factorial y la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$) para identificar diferencias significativas entre tratamientos. Previamente se verificaron los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Todos los análisis se realizaron con el software InfoStat (versión libre, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

2.4. Inoculación y manejo agronómico

Se emplearon plántulas de arándano (*V. corymbosum*) cv. *Biloxi* y *Emerald* de 3 meses de edad, propagadas in vitro en un vivero comercial (altura inicial: 8-12 cm, 3-5 hojas verdaderas). Se establecieron en fundas de 12 L con sustrato de proporción 3:3:2:2 (aserrín: cocopeat: pomina: compost). La primera inoculación consistió en la activación de *Trichoderma* spp. (cepa comercial T-22; concentración 1×10^{10} UFC/ml) en 1 L de agua destilada + 50 ml de melaza + 50 ml de suero de leche.

La dilución final fue de 1 L de suspensión activada en 20 L de agua (concentración final: 5×10^8 UFC/ml). Para la segunda aplicación se siguió el mismo protocolo de activación y dilución; se aplicaron 100 ml/planta mediante riego localizado al suelo (drench). La solución control fue: agua destilada + melaza + suero (sin *Trichoderma*), misma concentración y volumen que tratamientos inoculados.

Tabla 2 Fertilización orgánica (aplicada por igual a todos los tratamientos, vía fertirriego)

Producto	Composición	Dosis	Frecuencia
Biol (fermentado anaerobio)	N: 0.8%, P: 0.4%, K: 1.2%, MO: 15%, pH: 6.5	30 ml/20 L	Semanal
Humus líquido (lombricompuesto)	N: 1.5%, P: 0.8%, K: 0.9%, MO: 22%, pH: 7.2	30 ml/20 L	Semanal
Ácidos húmicos (extracto leonardita)	Ácidos húmicos: 12%, ácidos fúlvicos: 3%, pH: 8.0	10 ml/20 L	Quincenal

Se instaló un sistema de goteo automatizado (2 emisores/planta, 2 L/h cada uno), con una frecuencia de 2 aplicaciones al día (7:00 y 15:00 h) con una duración: 15 minutos/aplicación, con un volumen de 60 ml/planta/día. La calidad de agua se midió con un Testers de Bolsillo/Lápiz: pH 6.8 ± 0.2 , CE 0.4 ± 0.1 dS/m (agua de río, analizada mensualmente)

Para el control fitosanitario no se aplicaron fungicidas ni insecticidas durante el ensayo (solo monitoreo visual).

2.5. Variables evaluadas

Todas las mediciones se realizaron cada 15 días (días 15, 30, 45, 60, 75, 90 post-trasplante). Los resultados reportados corresponden a la evaluación final (día 90).

a) Altura de planta (cm)

La medición se realizó con cinta métrica, abarcando desde el cuello hasta el ápice del tallo principal. Este procedimiento se llevó a cabo entre las 8:00 y las 10:00 horas, antes de que se alcanzara la máxima turgencia, y se aplicó a 10 plantas por tratamiento ($n=10$).

b) Diámetro basal (mm)

Se realizó una medición con un vernier digital, que posee una precisión de ± 0.01 mm, a una distancia de 2 cm sobre el cuello de la planta. Esta medición se llevó a cabo en 10 plantas por tratamiento (n=10).

c) Número de brotes nuevos

Se realizó un conteo de los brotes axilares emergidos después del trasplante que superaran los 1 cm de longitud, aplicándose a un total de 10 plantas por tratamiento (n=10).

d) Longitud de raíz (cm)

Se realizó una medición destructiva en la muestra final al día 90, utilizando 3 plantas por tratamiento. Tras una cuidadosa extracción, las raíces fueron lavadas con agua, y posteriormente se midió la longitud total del sistema radicular, sumando todas las raíces primarias y secundarias. El tamaño muestral reducido (n=3) para esta variable, comparado con n=10 para las demás, limita el poder estadístico del análisis de longitud de raíz y debe considerarse al interpretar los resultados.

e) Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development)

Se utilizó un medidor portátil SPAD-502Plus (Konica Minolta) siguiendo un protocolo estandarizado. La medición se realizó en la tercera hoja completamente expandida desde el ápice, específicamente en el tercio medio del limbo y evitando la nervadura central. Se tomaron tres mediciones por hoja, de tres hojas por planta, promediando un total de nueve lecturas por planta. Estas mediciones se llevaron a cabo entre las 9:00 y las 11:00 horas para asegurar la máxima estabilidad fotosintética, con un total de 10 plantas por tratamiento (n=10).

f) Estado fitosanitario

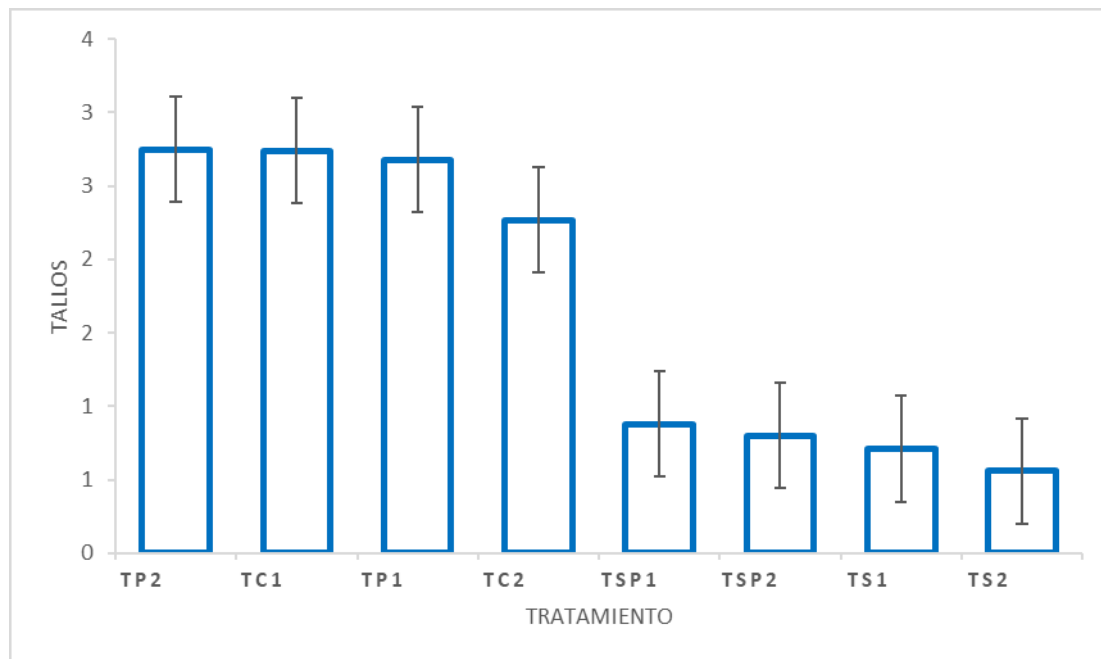
La evaluación visual se realizó utilizando una escala ordinal de 1 a 3, donde 1 indica una planta sana con follaje verde uniforme y sin síntomas visibles; 2 señala síntomas leves, como clorosis marginal en menos del 25% del área foliar o la presencia de una o dos hojas necróticas; y 3 representa síntomas severos, incluyendo clorosis o necrosis en más del 25% del área foliar, marchitez, muerte regresiva o la aparición de signos fúngicos.

3. Resultados y Discusión

3.1. Número de brotes nuevos

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$), con mayores promedios en tratamientos inoculados bajo polisombra, TP2 (Trichoderma + Polisombra + Emerald) y TC1 (Trichoderma + Cubierta + Biloxi) presentaron los mayores promedios de brotes nuevos (2.75 y 2.74, respectivamente), en contraste con TS1 y TS2, cuyos testigos registraron valores de 0.71 y 0.56 brotes nuevos (Tabla 7). Estudios previos indican que Trichoderma promueve la ramificación mediante la producción de fitohormonas (Matas-Baca et al., 2023).

Figura 1 Número de brotes promedio en plantas de arándano a los 90 días de trasplante (por tratamiento y sistema).



*Barras con promedios y desviaciones estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$).

3.2. Índice SPAD

Se encontraron diferencias altamente significativas entre sistemas ($p < 0.05$, $CV = 6.07\%$). El sistema de polisombra mostró el mejor valor (35.33, Grupo A), versus cubierta (27.66, Grupo B) (ver Figura 2 y Tabla 3). La inoculación complementó este efecto al mejorar la disponibilidad y absorción de macro y micro nutrientes activando el metabolismo de las plantas (Cortes Solís et al., 2023; Landeros Gálvez et al., 2024)

Figura 2 Índice de clorofila en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación.

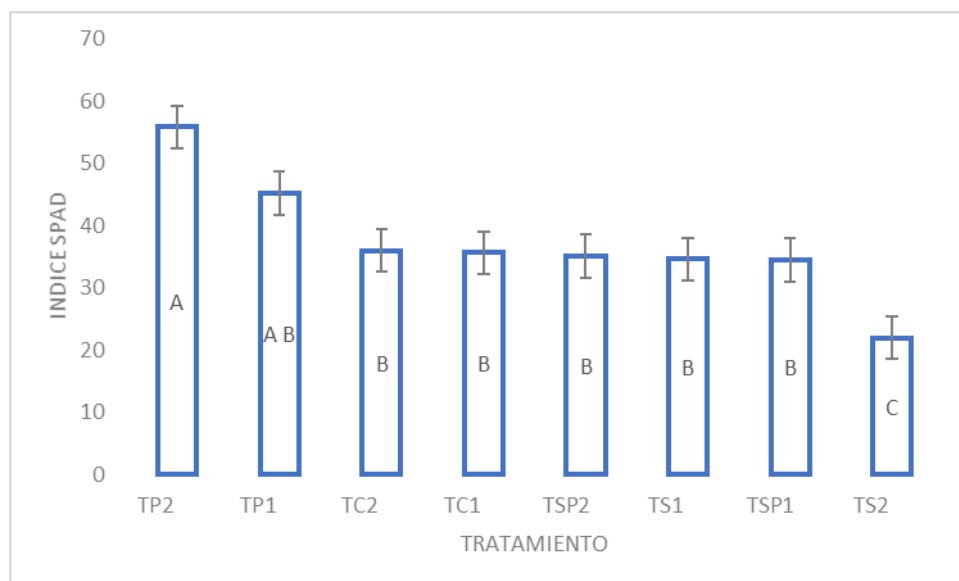


Tabla 3 Índice SPAD promedio en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante y grupos de medias según tukey ($p < 0.05$). Letras distintas indican diferencias significativas.

Tratamiento	Índice SPAD CI	Clasificación
TP2	55,83	A
TP1	45,24	A B
TC2	35,99	B
TC1	35,67	B
TSP2	35,07	B
TS1	34,61	B
TSP1	34,45	B
TS2	22,03	C

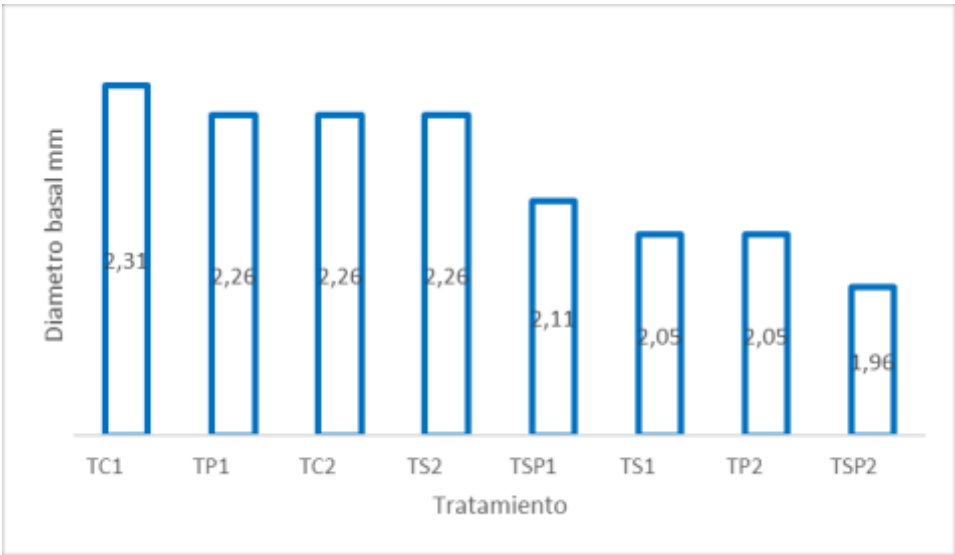
3.3. Diámetro basal

No se registraron diferencias significativas (ver tabla 2 y figura 3). La literatura indica que esta variable requiere periodos superiores a 90 días para mostrar incrementos atribuibles a inoculaciones microbianas. (Salgado Vargas et al., 2017; Zárate et al., 2017)

Tabla 4 Promedio de diámetro basal en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación.

Tratamiento	Diámetro basal cm
TC1	2,31
TP1	2,26
TC2	2,26
TS2	2,26
TSP1	2,11
TS1	2,05
TP2	2,05
TSP2	1,96

Figura 3 Diámetro basal promedio en plantas de arándano a los 90 días de trasplante (por tratamiento y sistema).



*Barras con promedios y desviaciones estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$).

220

3.4. Altura de planta

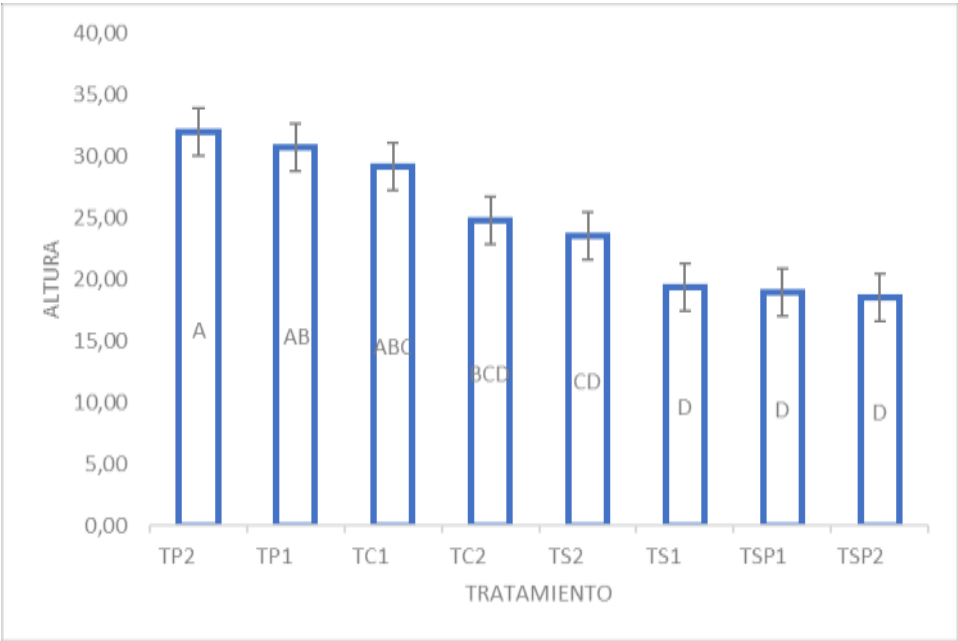
221

Se registraron diferencias significativas, con plantas inoculadas bajo polisombra mostrando mayores promedios (TP2 y TP1) (ver Figura 4 y Tabla 5). La literatura indica que este efecto tiende a intensificarse a partir de los 100 días post-trasplante (Caiza, 2022; Huerta Mendoza & Jorquera Fontena, 2023; Lima Balcázar, 2019), lo cual sugiere que los incrementos observados en el presente estudio (evaluado a los 90 días) podrían subestimar el efecto real de la inoculación a largo plazo.

227

Figura 4 Altura promedio en plantas de arándano a los 90 días de trasplante (por tratamiento y sistema).

228



229

*Barras con promedios y desviaciones estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$).

230

231

232

233

Tabla 5 Promedio de altura total de planta en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación.

234

235

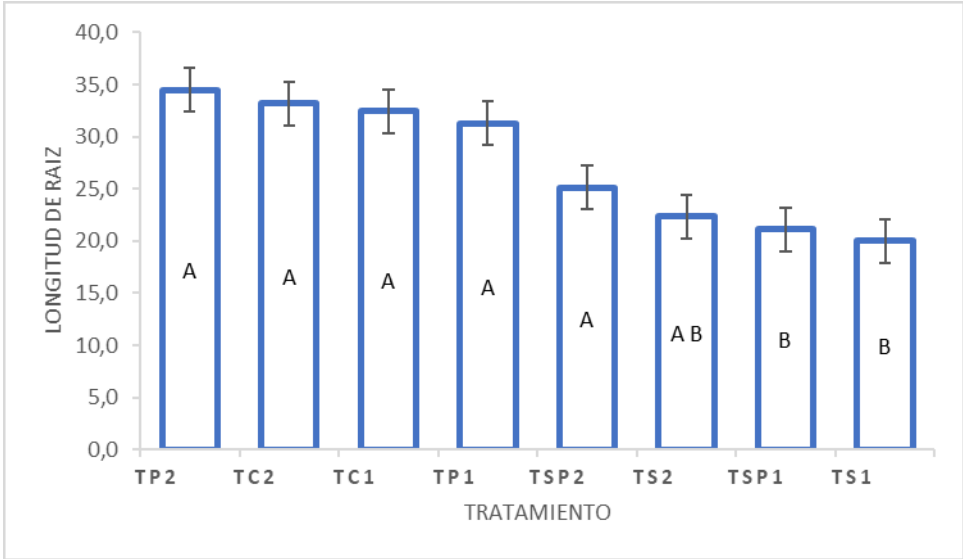
Tratamiento	Altura de planta cm	Clasificación
TP2	31,95	A
TP1	30,72	AB
TC1	29,11	ABC
TC2	24,78	BCD
TS2	23,53	CD
TS1	19,33	D
TSP1	18,98	D
TSP2	18,51	D

236

3.5. Longitud de raíz

Se registraron diferencias significativas ($p<0.05$), destacando TP2 y TC2 con una longitud de 34.5 cm y 33.2 cm en relación a sus testigos (ver Figura 5 y tabla 4). La inoculación favoreció el desarrollo radicular, relacionado con la producción de auxinas, giberelinas y citoquininas por Trichoderma (Matas-Baca et al., 2023; Viracocha-Mamani & Cadena-Miranda, 2023). Esto se corrobora con lo reportado por Abalco (2023), Cortés Hernández et al. (2023), Cortes Solis et al. (2023) y Salgado Vargas et al. (2017), quienes registraron diferencias significativas en el desarrollo radicular de plántulas de arándano bajo diferentes sistemas de manejo, confirmando el efecto promotor de Trichoderma sobre el sistema radical durante el establecimiento inicial.

Figura 5 Longitud de la raíz promedio en plantas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación.



*Promedios y desviaciones estándar. Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p<0.05$).

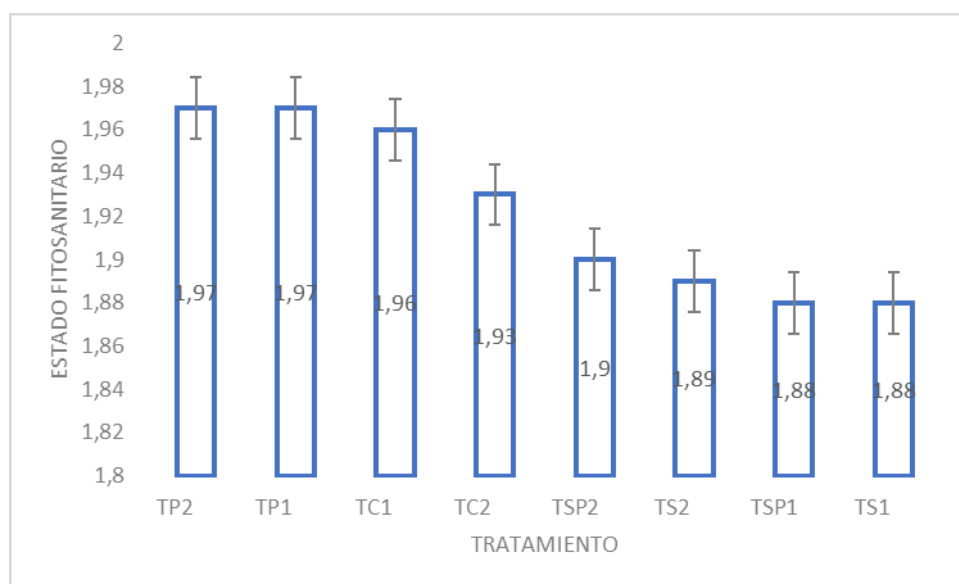
Tabla 6 Promedio de la longitud de raíz en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación

Tratamiento	Medias	Clasificación
TP2	34,5	A
TC2	33,2	A
TC1	32,5	A
TP1	31,3	A
TSP2	25,1	A
TS2	22,4	A B
TSP1	21,1	B
TS1	20,0	B

3.6. Estado fitosanitario

No se identificaron diferencias significativas (ver Figura 6). Sin embargo, las plantas inoculadas presentaron una mejor apariencia general, posiblemente relacionada con la actividad antagónica del hongo (Cortés Hernández et al., 2023; Hernández-Melchor et al., 2019; Landeros Gálvez et al., 2024).

Figura 6 Estado fitosanitario promedio de plántulas de arándano a los 90 días de trasplante



Medias y error estándar. No se observan diferencias significativas ANOVA, (Tukey ($p < 0.05$)).

Tabla 7 Promedio de las variables dasométricas evaluadas en plántulas de arándano a los 90 días de trasplante en dos sistemas de adaptación

Tratamiento	Código	Numero de brotes	Índice SPAD	Altura de planta cm	Diámetro basal cm	Longitud de raíz cm	Estado fitosanitario (escala 1-3)
Cubierta	TC1	2,74	35,67	29,11	2,31	32,5	1,96
	TC2	2,27	35,99	24,78	2,26	33,2	1,93
	TS1	0,71	34,61	19,33	2,05	20,0	1,88
	TS2	0,56	22,03	23,53	2,26	22,4	1,89
Polisombra	TP1	2,68	45,24	30,72	2,26	34,5	1,97
	TP2	2,75	55,83	31,95	2,05	31,3	1,97
	TSP1	0,88	34,45	18,98	2,11	21,1	1,88
	TSP2	0,8	35,07	18,51	1,96	25,1	1,9

4. Conclusiones

La inoculación con *Trichoderma harzianum* [o *Trichoderma* spp., según decisión de los autores] incrementó el índice SPAD en un 59.2% bajo polisombra en la variedad Emerald (TP2 = 55.83 vs. TSP2 = 35.07, $p < 0.05$). Además, se observaron incrementos del 72.6% en la altura de planta (TP2 = 31.95 cm vs. TSP2 = 18.51 cm) y del 63.5% en la longitud radicular (TP2 = 34.5 cm vs. TSP1 = 21.1 cm), junto con mejoras significativas en el número de brotes. No se observaron diferencias significativas en diámetro basal ni estado fitosanitario. Se recomienda ampliar la evaluación hasta la fase productiva para analizar el impacto en rendimiento y calidad de fruto.

La inoculación temprana con *Trichoderma* spp. T-22 (1×10^{10} UFC/ml, aplicado al trasplante y reforzado a los 15 días) representa una estrategia efectiva para mejorar el establecimiento de arándano en viveros altoandinos, reduciendo potencialmente el tiempo de aclimatación y mejorando la calidad de plantas para trasplante definitivo.

Los resultados justifican la adopción de *Trichoderma* como bioinsumo en protocolos de producción de plantas de arándano en zonas altoandinas, con necesidad de validación en condiciones de campo y evaluación de efectos a largo plazo sobre productividad y sanidad.

5. Referencias

- Abalco, S. I. (2023). Propagación vegetativa de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) con diferente material vegetal, enraizante y sustratos bajo invernadero (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana).
- Álvarez Robledo, Y. A., Oliva Cruz, M., Collazos Silva, R., Vilca Valqui, N. C., & Huamán Huamán, E. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*, 32(3).
- Arteaga Dalgo M., Andrade Cuví M., & Moreno Guerrero C. (2014). Relación del desarrollo del color con el contenido de antocianinas y clorofila en diferentes grados de madurez de mortiño (*Vaccinium floribundum*). (2), 14-28. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Bautista, J. M., Posadas, L., Urbina, J., Larsen, J., & Segura, S. (2017). Colonización por micorrizas en la producción de plántulas en vivero de arándano (*Vaccinium* spp.) cv Biloxi. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.
- Caiza, P. D. M. (2022). Adaptación de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum*), Biloxi y Emerald, bajo cubierta y semicubierta en el CIITAT-Píllaro (Tesis de maestría).
- Arestegui-Cantoral, Y. C., Gaslac-Zumaeta, E., & Leon-Ttacca, B. (2024). NATIVE *Trichoderma* STRAINS FOR THE CONTROL OF GREY MOULD (*Botrytis cinerea* Pers.) IN FRUITS AND FLOWERS OF BLUEBERRY (*Vaccinium corymbosum* L.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(3). <https://doi.org/10.56369/TSAES.5072>
- Cortés Hernández, F. del C., Alvarado Castillo, G., & Sanchez Viveros, G. (2023). T. harzianum., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 62-76.
- Cortés Solís, Y., Tovar Rocha, V., Tovar Rocha, J. C., Santoyo, G., & Rocha Granados, M. D. C. (2023). Parámetros de crecimiento de plantas de arándano (*Vaccinium* spp.) inoculadas con *Pseudomonas*. *Acta Biológica Colombiana*, 28(1), 165–172.
- GADMO. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Otavalo. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo.
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R., & Alarcón, A. (2019). Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35(1), 98–112.
- Huerta Mendoza, V., & Jorquera Fontena, E. (2023). Efecto de la aplicación de CPPU sobre el rendimiento, calidad de fruta y clorofila foliar en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Blue Ribbon. *Agro Sur*.
- Landeros Gálvez, E. C., Hernández Pérez, A., Cerna Chávez, E., Ochoa Fuentes, Y. M., Landeros Gálvez, E. C., Hernández Pérez, A., Cerna Chávez, E., & Ochoa Fuentes, Y. M. (2024). Diversidad de hongos asociados al cultivo del arándano en Michoacán, México. *Scientia fungorum*, 55, 1449.
- Lima Balcázar, A. M. (2019). Crecimiento y desarrollo vegetativo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en tres pisos altitudinales en la provincia de Loja (Tesis de grado).
- Matas-Baca, M. A., Flores-Córdova, M. A., Pérez-Álvarez, S., Rodríguez-Roque, M. J., Salas-Salazar, N. A., Soto-Caballero, M. C., & Sánchez-Chávez, E. (2023). *Trichoderma* fungi as an agricultural biological control in Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 29(3), 89–114.

- Meléndez-Jácome, M. R., Flor-Romero, L. E., Sandoval-Pacheco, M. E., Vásquez-Castillo, W. A., & Racines-Oliva, M. A. (2021). *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions and beneficial microorganisms in the rhizosphere. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 109–120.
- Pannunzio, A., Vilella, F., Teixeira, P., & Premuzic, Z. (2011). Impacto de los sistemas de riego por goteo en arándanos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Agriambi.
- Ramírez Marrache, K. F. R. N., & Fortunato, E. M. (2019). Chemical and microbiological indicators of the soil under application of efficient microorganisms in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 21–28.
- Rica, C., Rodríguez-García, D., & Vargas-Rojas, J. (2021). Efecto de la inoculación con *Trichoderma* sobre el crecimiento vegetativo del tomate (*Solanum lycopersicum*). *Agronomía Costarricense*.
- Salgado Vargas, C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V. H., & Colinas León, M. T. B. (2017). Respuesta agronómica del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia*, 52.
- Sandoval-Reyes, F., C.-P. Y., & R.-R., L. (2017). Evaluación de la remediación del suelo contaminado con aceite crudo utilizando microorganismos de montaña. *Revista de Sistemas Experimentales*, 4(13).
- Viracocha-Mamani, P. M., & Cadena-Miranda, F. A. (2023). Incorporación de *Trichoderma* spp. para la reducción del ataque de *Phytophthora capsici* en pimiento. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(3), 56–63.
- Vukelić, I.D., Prokić, L.T., Racić, G.M., Pešić, M.B., Bojović, M.M., Sierka, E.M., Kalaji, H.M. y Panković, D.M. (2021). Efectos de *Trichoderma* spp. en las características fotosintéticas y la calidad del fruto de las plantas de tomate. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 22 (13), 6961.
- Zárate, B. N., Yescas-Alavez, A., & Morales-Domínguez, V. J. (2017). Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la Sierra Norte de Oaxaca. *UCiencia*, 6.