



Propagación de esquejes de pimienta (*Piper nigrum* var. Balankotta) en sustratos tratados con dos productos promotores de crecimiento en San Carlos, Costa Rica

Propagation of pepper cuttings (*Piper nigrum* var. Balankotta) on substrates treated with two growth promoter products in San Carlos, Costa Rica

José Quirós González^{✉1}, Arnoldo Gadea Rivas²

Palabras clave

Trichoderma harzianum, propagación vegetativa, acodos, almácigos.

Resumen

En la finca Inversiones Agropecuarias Hermanos Quirós S.A., se llevó a cabo un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes sustratos (suelo, aserrín y suelo + aserrín) y promotores de crecimiento (fertilizante foliar, *Trichoderma harzianum*, la mezcla de ambos y un control sin promotor), sobre la producción de esquejes de pimienta. Se utilizó un diseño factorial con los sustratos como factor A y los promotores de crecimiento como factor B, con cuatro repeticiones por tratamiento (combinación sustrato y promotor). Mediante el análisis de conglomerados se conformaron tres grupos de tratamientos con diferencias significativas entre ellos, de acuerdo con el análisis de varianza multivariado (Wilks, $p < 0,0001$). Se evidenció que el efecto observado entre conglomerados se debió únicamente a los sustratos, al no encontrarse diferencias significativas entre los promotores de crecimiento y su control.

Key words

Trichoderma harzianum, vegetative propagation, layering, seedlings.

Abstract

A trial was carried out at the farm "Inversiones Agropecuarias Hermanos Quirós S.A." with the objective to evaluate the effect of different substrates (soil, sawdust, and soil + sawdust) and growth promoters (foliar fertilizer, *Trichoderma harzianum*, the mixture of both, and a control without promoter), on the propagation of pepper cuttings. A factorial experimental design was used with substrates as factor A and the growth promoters as factor B, with four repetitions per treatment (substrate and promoter combination). The Cluster Analysis evidenced three differing-treatment groups, with significant differences among them according to the Multivariate Variance Analysis (Wilks, $p < 0.0001$). The observed effect was due solely to the substrates, as no significant differences were found between the growth promoters and their control.

1 Asesor técnico agropecuario. Ciudad Quesada.
✉ jcquigo@hotmail.com.
2 Profesor e investigador. Escuela de Agronomía ITCR.
agadea@tec.ac.cr.

Recibido: 10 de mayo del 2018
Aceptado: 15 de setiembre del 2018
Publicado: 30 de octubre del 2018
DOI: 10.18860/rath.v1i1.3928

Introducción

La pimienta (*Piper nigrum*) tiene su origen en la Costa de Malabar, al sur de la India y fueron los colonizadores europeos quienes se encargaron de llevarla hasta Europa, llegando finalmente a América [1]. El fruto de este cultivo se comercializa entero y seco como pimienta negra, o seco y sin cutícula como pimienta blanca.

En Costa Rica, la principal empresa productora y procesadora de pimienta es PROPICA S. A., que actualmente cuenta con 350 hectáreas sembradas de pimienta e involucra en su comercio a cerca de 500 pequeños y medianos productores [2]. La pimienta producida en territorio nacional se exporta al mercado norteamericano (EUA y México) como pimienta negra y pimienta blanca, siendo la negra la de mayor volumen, la cual alcanzó las 1 040 t en el período 2010-2013 [3].

Diversos autores enfatizan el alto grado de polimorfismo, lento crecimiento, fructificación retardada o con frutos vanos y bajos rendimientos que presentan las plantaciones de pimienta establecidas a partir de semilla [4], [5]. De allí que las plantaciones comerciales utilizan esquejes (obtenidos a partir de acodos) como método de propagación, aunque existen pérdidas de plantas a nivel de almácigo [6].

Las principales enfermedades de este cultivo son aquellas que atacan las raíces y entre las más importantes están las causadas por los hongos *Phytophthora*, *Rosellinia* y *Furasium* [4], [7]. Andújar y Moya [5] presentan un resumen de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo alrededor del mundo, haciendo especial énfasis en *Phytophthora*. Relacionado a ello, Sharma et al. [8] menciona que *Trichoderma harzianum* ha sido identificado como un potencial agente para el biocontrol de *Phytophthora* en el cultivo de pimienta, tanto en ensayos de invernadero como de campo.

Por otra parte, en la reproducción asexual de la pimienta se debe atender especialmente la selección del sustrato, mismo que debe retener humedad para mantener la planta turgente, aunque no en demasía para evitar la asfixia [5]. Como posibles sustratos, estos autores hacen referencia a la cáscara de arroz carbonizada o quemada, el aserrín de madera, la arena de río, o las mezclas de sustratos, tales como suelo con arena y estiércol o suelo con cáscara de arroz, en una relación 2:1.

Con el propósito de disponer de material propagativo de buena calidad en la etapa de almácigo, se estableció este ensayo para evaluar el efecto de tres sustratos y dos productos considerados comercialmente como promotores de raíces, en la producción de esquejes de pimienta.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la finca Inversiones Agropecuarias Hermanos Quirós S.A., en Ciudad Quesada de San Carlos, entre las coordenadas 10,33859° latitud norte y 84,45932° longitud oeste, a una altitud de 550 msnm. La precipitación promedio anual en el sitio es de 4532 milímetros anuales y la temperatura promedio anual es de 23,4 °C [9].

El ensayo se ejecutó entre el 15 de diciembre de 2016 y el 12 de mayo de 2017. El material experimental usado fue acodos enraizados de pimienta (*Pipernigrum* var. Balankotta), provenientes de plantas madre sanas y en producción, con una edad de cuatro años. Los acodos se colocaron individualmente en bolsas de polietileno de 12 x 20 cm, con uno de tres diferentes sustratos: suelo (Su), aserrín viejo (As) y mezcla de suelo y aserrín (SA) en una proporción de 50-50. El aserrín utilizado como sustrato se homogenizó y se desinfectó con agua hirviendo durante 45 minutos.

En cada sustrato se evaluó dos productos recomendados por sus fabricantes como promotores de crecimiento inicial, la combinación de ambos y un control. Uno de los productos fue un fertilizante (FF): Jumpstart 5-20-4 (KeyPlex®), producto formulado con micro-nutrientes, ácidos alfa-ceto y ácidos húmicos, que buscan corregir deficiencias de nutrientes, favorecer la fotosíntesis y el desarrollo vegetativo de los cultivos. Este fertilizante fue aplicado en tres fechas diferentes: al trasplante, a los 30 días después de siembra (dds) y a los 60 dds; utilizando las recomendaciones del fabricante (5 mL por litro de agua); esta aplicación se realizó al "drench". El segundo producto utilizado fue *Trichoderma harzianum* (TH), de la marca Bio-trí®, insumo recomendado por su fabricante para favorecer el desarrollo radical, la absorción de nutrientes y estimulación del sistema de defensa de la planta contra hongos de suelo. Este producto fue aplicado en la dosis de 15 g/L, en tres fechas diferentes: antes del trasplante, por inmersión de

los acodos en la solución durante cinco minutos, para posteriormente establecerlos en los sustratos, a los 30 dds y a los 60 dds, con aplicaciones al “drench”, en la dosis indicada. Un tercer nivel de este factor (productos promotores de crecimiento) consistió en la combinación del fertilizante foliar con el *Trichoderma* (FT), en las dosis indicadas anteriormente. Finalmente, se instaló un tratamiento control (CO) sin promotores de crecimiento en cada uno de los sustratos evaluados.

Al azar, se asignaron cuatro repeticiones a cada uno de los 12 tratamientos resultantes (sustrato x promotor). Cada repetición estuvo compuesta por 28 plantas o unidades de observación, de las cuales se utilizaron las diez centrales como parcela útil de medición.

Se calculó los valores promedio en las diez plantas evaluadas, para las siguientes variables: altura de planta, cantidad de brotes, largo de brotes (desde el nudo hasta la parte más distal del brote) (cm), cantidad de hojas nuevas, peso seco aéreo y de raíz (gr). También, se cuantificó el número total de plantas muertas en cada repetición a través del tiempo (mortalidad acumulada). Se realizaron cuatro mediciones mensuales para todas las variables, excepto peso fresco y peso seco de la parte aérea y radical de las plantas, que se midieron al final del estudio.

Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para determinar la importancia de las variables evaluadas, y en caso necesario, reducir la dimensionalidad de la base de datos. Posteriormente, se aplicó el análisis de conglomerados (método Ward, distancia Euclídea) para agrupar tratamientos según similitudes con base en el vector de medias de las variables evaluadas. Se realizó un análisis de varianza multivariado (ANAVAM) para los conglomerados conformados y la prueba de comparación múltiple Hotelling-Bonferroni, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los conglomerados. Finalmente, para cada variable se determinó las diferencias entre conglomerados con la técnica de modelos lineales generales y mixtos (MLMix) y la prueba Di Rienzo, González y Casanoves (DGC). Se utilizó el programa Infostat/P [10] 2017 para la ejecución de los análisis estadísticos, con un nivel de confiabilidad del 95%.

Resultados y discusión

El análisis de componentes principales (Figura 1) permitió determinar que los tratamientos del sustrato suelo + aserrín (SA) se asociaron positivamente a variables vegetativas como largo de brote, cantidad de hojas y los pesos secos de la raíz y del total; en tanto que los tratamientos del sustrato suelo (Su), excepto el que contiene fertilizante foliar + *Trichoderma* (FT) se asociaron con altos valores de mortalidad y de altura de la planta. El efecto del sustrato con aserrín en el que se aplicó únicamente fertilizante foliar (As:FF) se expresó mejor en el peso seco de raíz y cantidad de brotes, mientras que el resto de tratamientos de este sustrato presentaron menor afinidad con dichas variables.

El análisis de conglomerados definió tres grupos de tratamientos:

- Grupo 1= As:Co, As:FF, As:FT y As:TH
- Grupo 2= SA:Co, SA:FF, SA:FT, SA:TH y Su:FT
- Grupo 3= Su:Co, Su:FF y Su:TH

De acuerdo con el dendrograma incluido en la Figura 2, la conformación de los grupos estuvo determinada por el sustrato: sustrato de aserrín en el grupo 1, sustrato de suelo+aserrín en el grupo 2, excepto por el tratamiento con sustrato suelo: fertilizante foliar+ *Trichoderma*; y finalmente sustrato de suelo en el grupo 3. Este resultado corrobora lo encontrado en el análisis de componentes principales respecto a la asociación de sustratos y promotores a ciertas variables. Cada uno de los tres grupos conformados incluye a su correspondiente control (sin promotor de crecimiento), lo que sugiere que el efecto observado sobre el crecimiento y la sobrevivencia de los esquejes de pimienta se debió únicamente a efectos del sustrato.

El análisis de varianza multivariado (ANAVAM) mostró la existencia de diferencias altamente significativas para estos conglomerados (Wilks, $p < 0,0001$) y la prueba Hotelling-Bonferroni determinó diferencias significativas entre todos ellos. En el Cuadro 1 se presenta el vector de medias para los tres conglomerados.

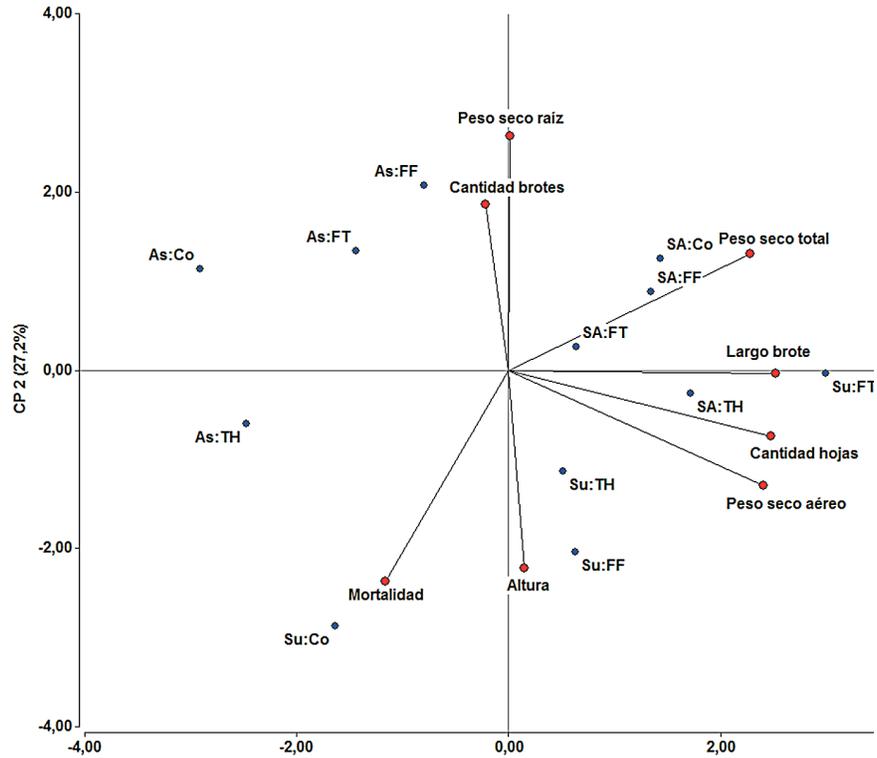


Figura 1. Biplot del análisis de componentes principales, para la asociación entre las variables de respuesta y los tratamientos evaluados (sustratos y promotores de crecimiento). San Carlos, Costa Rica. 2017.

Figure 1. Biplot analysis of principal components associating the response variables with the evaluated treatments (substrates and growth promoters). San Carlos, Costa Rica. 2017.

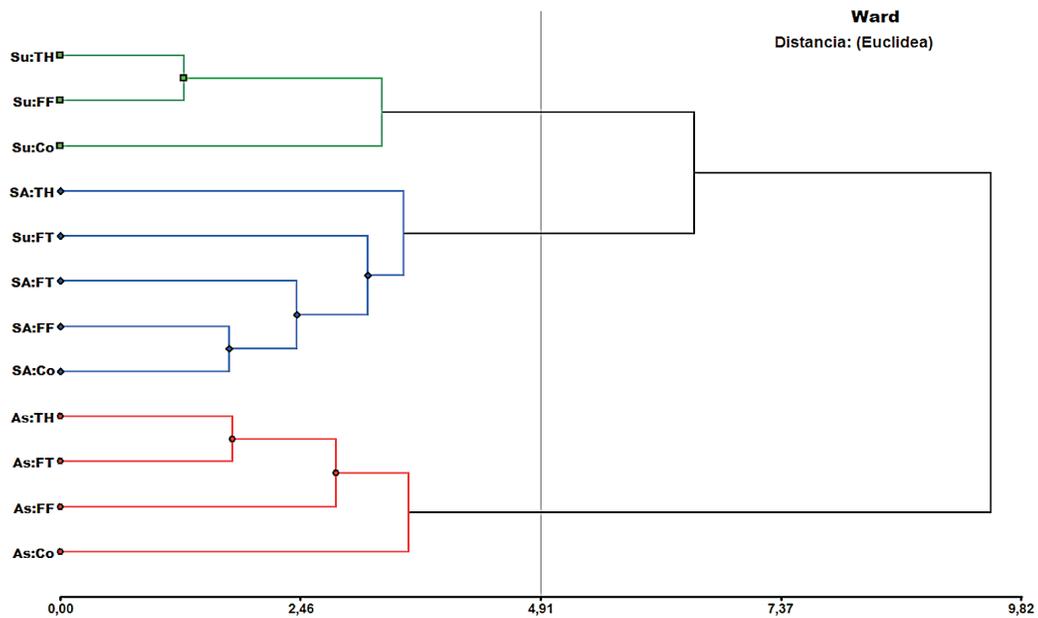


Figura 2. Dendrograma para la agrupación de los tratamientos evaluados en esquejes de pimienta. San Carlos, Costa Rica. 2017.

Figure 2. Dendrogram clustering the treatments evaluated in pepper cuttings. San Carlos, Costa Rica. 2017.

Cuadro 1. Vector de medias por conglomerado, de las variables de crecimiento evaluadas en esquejes de pimienta. San Carlos, Costa Rica, 2017.

Table 1. Vector averages clustering the growth evaluated variables in pepper cuttings. San Carlos, Costa Rica, 2017.

Variables	Grupo 1:	Grupo 2:	Grupo 3:	Valor p
	As:Co, As:FF, As:FT y As:TH	SA:Co, SA:FF, SA:FT, SA:TH y Su:FT	Su:Co, Su:FF y Su:TH	
Altura de planta (cm)	21,38 ± 0,44 ^b	21,50 ± 0,39 ^b	23,08 ± 0,45 ^a	0,0209
Cantidad de hojas	17,44 ± 1,41 ^b	36,15 ± 2,53 ^a	33,00 ± 3,48 ^a	<0,0001
Largo de brotes (cm)	8,17 ± 0,48 ^b	11,93 ± 0,65 ^a	9,78 ± 0,60 ^b	0,0001
Cantidad de brotes	9,81 ± 0,34	9,65 ± 0,20	9,17 ± 0,32	0,3117
Peso seco aéreo (g)	2,54 ± 0,21 ^b	6,91 ± 0,59 ^a	6,31 ± 0,92 ^a	<0,0001
Peso seco raíz (g)	9,57 ± 0,73 ^a	8,31 ± 0,46 ^a	6,25 ± 0,42 ^b	0,0025
Peso seco total (g)	12,11 ± 0,90 ^b	15,22 ± 0,78 ^a	12,03 ± 1,17 ^b	0,0190
Mortalidad (%)	9,82 ± 2,02 ^a	6,2 ± 1,05 ^b	13,39 ± 2,16 ^a	0,0195

Para cada variable, medias con letras similares en sentido horizontal indican ausencia de diferencias significativas entre conglomerados, según la Prueba DGC ($p > 0,05$).

For each variable, means with similar letters in a horizontal sense indicate absence of significant differences between clusters, according to the DGC Test ($p > 0.05$).

Como se observa en el cuadro anterior, los promotores ensayados en el sustrato de suelo + aserrín y el control de este sustrato, así como el promotor fertilizante foliar + *Trichoderma* del sustrato suelo, mostraron las medias más altas y significativamente diferentes a los otros grupos, en las variables largo de brotes y peso seco total, y la más baja en mortalidad (características más valoradas por los productores de pimienta). Así mismo, este grupo de tratamientos mostró medias estadísticamente similares al grupo 3 (sustrato suelo) en la cantidad de hojas y el peso seco aéreo. El grupo 3 presentó la media más alta en altura. Finalmente, el grupo 1 (sustrato aserrín) registró las medias más altas en el peso seco de raíz, aunque sin diferencias con el grupo 2. Los tres grupos presentaron medias estadísticamente similares en la variable cantidad de brotes.

Estos resultados demuestran que los tratamientos cuyos sustratos fueron suelo y suelo mezclado con aserrín, presentaron los mejores parámetros en cuanto a desarrollo de la parte aérea de la planta. El aporte natural de nutrientes por parte

del suelo, así como sus características físicas de aireación y retención de humedad (como en el sustrato suelo+aserrín), favoreció la absorción de los nutrientes disponibles [11]-[13]. Se observó que el uso de aserrín (sólo o mezclado con suelo) propició un mayor desarrollo de las raíces, debido a que estos sustratos presentan adecuada aireación, textura y retención de humedad, factores que benefician el desarrollo radicular.

La mortalidad en las plantas estuvo asociada con la incidencia de cochinillas harinosas (Hemíptera: Pseudococcidae), localizadas en raíz y meristemas de crecimiento. Resulta importante destacar que los tratamientos aserrín-*Trichoderma* y suelo-control presentaron menores valores en variables vegetativas y valores altos en mortalidad, lo que hace presumir que ambas asociaciones se vieron afectadas por la presencia de los insectos. El daño de las cochinillas se manifestó como debilidad, desnutrición y marchitamiento de la planta, hasta presentar retraso en el desarrollo, clorosis y en ocasiones la muerte [14].

Conclusiones

Según las condiciones experimentales en las que se llevó a cabo el presente estudio, se concluye que:

- Se observó un efecto positivo del sustrato (especialmente suelo mezclado con aserrín) en las variables evaluadas. La mezcla de suelo con aserrín presentó excelentes condiciones de textura, aireación y retención de humedad, lo que permite una adecuada absorción de los nutrientes aportados por el suelo, lo que se traduce en un óptimo desarrollo radicular y foliar de la planta.
- No se observó efecto de la aplicación del fertilizante foliar Jumpstart®, ni del producto a base de *Trichoderma harzianum* en las variables evaluadas.
- A nivel de vivero, la mortalidad de las plantas de pimienta estuvo asociada a la incidencia de cochinillas harinosas (Hemíptera: Pseudococcidae).

Bibliografía

- [1] P. Ravindran, "Black pepper: *Piper nigrum*". Series: Medical and Aromatic Plants – Industrial Profiles, Kerala: CRC Press, 2000.
- [2] CONICIT (Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas), "Propica S. A. apunta al desarrollo de productores para mejorar su competitividad", 2017. [en línea]. Disponible en: http://www.conicit.go.cr/prensa/boletincyt/boletines_cyt/bol_172/Propica.aspx. [Accesado 10 Jul. 2018].
- [3] SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria), "Boletín Estadístico Agropecuario N°24: Serie cronológica 2010-2013", SEPSA, 2014.
- [4] T. Vanaja, V. Neema, K. Mammooty, R. Rajeshkumar, "Development of a promising interspecific hybrid in black pepper (*Piper nigrum* L.) for *Phytophthora* foot rot resistance", *Euphytica*, vol. 161, no. 3, pp. 437-445, 2008.
- [5] F. Andújar, J. Moya, "La pimienta (*Piper nigrum* L.): su cultivo y perspectivas en la República Dominicana", Santo Domingo: JICA, 2009.
- [6] EARTH (Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo), "Biología y control de las enfermedades del cultivo de la pimienta: Módulo 7", Guápiles: EARTH, 2011.
- [7] EARTH (Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo), "Propagación vegetativa y selección de plantas madre: Módulo 2", Guápiles: EARTH, 2011.
- [8] P. Sharma, M. Sharma, M. Raja, V. Shanmugam, "Status of Trichoderma research in India: A review", *Indian Phytopathology*, vol. 67, no. 1, pp. 1-19, 2014.
- [9] A. Merkel, "Clima: Ciudad Quesada". [en línea]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/location/31915/>. [Accesado 5 Jul. 2017].
- [10] J. A. Di Rienzo, F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, C. Robledo, "InfoStat versión 2015". Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2017.
- [11] J. Castellanos, "Manual de producción de tomate en invernadero", Guanajuato: Intagri, 2009.
- [12] F. Bertsch, J. Méndez, "Nutrición y fertilización de pimienta", San José: UCR, CIA, ACCS, 2011.
- [13] P. Quesada, "Uso de compost y arena volcánica como sustratos en un sistema hidropónico abierto para cultivo protegido de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)", Tesis Lic., Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Alajuela, 2011.
- [14] A. Miranda, H. Blanco-Metzler, "Control de *Dysmicoccus brevipes* (Hemíptera: Pseudococcidae), en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica", *Agronomía Costarricense*, vol. 37, no. 1, pp. 103-111, 2012.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

J. Quirós-González, A. Gadea-Rivas, "Propagación de esquejes de pimienta (*Piper nigrum* var. Balankotta) en sustratos tratados con dos productos promotores de crecimiento en San Carlos, Costa Rica", *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 1, no. 1, pp. 47-52, 2018, DOI: 10.18860/rath.v1i1.3928.