











# Efecto de la aplicación de ácidos húmicos, microorganismos eficaces y *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum* en *Capcicum annun*

*Effect of the application of humic acids, effective microorganisms and Trichoderma asperellum, T. viride and T. harzianum on Capcicum annun*

Moisés Nelson Pineda-Cotrina<sup>1\*</sup>; Cesar Guillermo Ramírez-Rojas<sup>1</sup>; Lincol Emerson Pineda-Reyes<sup>1</sup>; Herminda Kimberly Gonzales-Medina<sup>1</sup>; Yoni Yulmer Zenobio-Tolentino<sup>1</sup>; Oliver Francli Rimac-Torres<sup>1</sup>; Jorge Alberto Agurto-Isidro<sup>1</sup>; Gregorio José Arone-Gaspar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Barranca, Lima, Perú

## RESUMEN

En Araya Grande - Barranca, la paprika (*Capsicum annum* L.) cv. Papri King se cultiva en suelos en proceso de degradación; hoy en día, para una buena cosecha, se utilizan altas dosis de fertilizantes y el uso constante de pesticidas tóxicos. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de ácidos húmicos co-inoculado con microorganismos eficaces y *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum* en el crecimiento de paprika en un suelo degradado. El experimento se instaló en el Centro de Investigación Los Anitos, en condiciones de casa malla, en macetas de 5 (l), bajo un diseño al azar, con 5 tratamientos y 6 repeticiones. Se evaluó la altura de planta, materia seca foliar y radicular a 60 días después del trasplante. Las variables estudiadas presentaron diferencias estadísticas para la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentaron incrementos frente al testigo (T5) en 25,54%, 17,35%, 14,66% y 12,83% para altura de planta; 88,26%, 48,28%, 34,54% y 16,03% para biomasa foliar y de 45,43%, 30,48%, 25,45% y 22,85% para la biomasa radicular. Además, no se observó pudrición radicular en T1, T2, T3 y T4 hasta el período de evaluación. Los insumos utilizados favorecieron el crecimiento foliar, radicular, altura de planta, protegindolos de danos de pudricion radicular.

**Palabras clave:** casa malla; pudricion radicular; *Solanum annum*; suelo degradado

## ABSTRACT

In Araya Grande - Barranca, paprika (*Capsicum annum* L.) cv. Papri King is grown on soils in the process of degradation; nowadays, for a good harvest, high doses of fertilizers and the constant use of toxic pesticides are used. The present study aimed to evaluate the effect of the application of humic acids co-inoculated with effective microorganisms and *Trichoderma asperellum*, *T. viride* and *T. harzianum* on the growth of paprika in a degraded soil. The experiment was installed in the Los Anitos production center, under mesh house conditions, in 5 (l) pots, under a random design, with 5 treatments and 6 repetitions. Plant height, leaf and root dry matter were evaluated 60 days after transplanting. The variables studied presented statistical differences for the Tukey test ( $\alpha=0.05$ ). The treatments T1, T2, T3 and T4 presented increases compared to the control (T5) in 25.54%, 17.35%, 14.66% and 12.83% for plant height; 88.26%, 48.28%, 34.54% and 16.03% for leaf biomass and 45.43%, 30.48%, 25.45% and 22.85% for root biomass. In addition, no stalk rot was observed in T1, T2, T3 and T4 until the evaluation period. The inputs used favored leaf and root growth, plant height, protecting them from root rot damage.

**Keywords:** house malla; root rot; *Solanum annum*; degraded soil

**Como citar / Citation:** Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E., Gonzales-Medina, H. K., Zenobio-Tolentino, Y. Y., Rimac-Torres, O. F., Agurto-Isidro, J. A. & Arone-Gaspar, G. J. (2022). Efecto de la aplicación de ácidos húmicos, microorganismos eficaces y *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum* en *Capcicum annun*. *QuantUNAB*, 1(1), e12. <https://doi.org/10.52807/qunab.v1i1.12>

## 1. INTRODUCCIÓN

Los valles de Barranca están representados por suelos aluviales (Caramanica et al., 2020), que por años se han cultivado el algodón y otros cultivos. Aproximadamente, hace 23 años en la parte alta del valle de Pativilca, en el sector de Araya Grande y otros anexos, se iniciaron la siembra de páprika con fines de exportaci3n (Agurto Isidro, 2019). En los primeros años de siembra se lograron altos rendimientos con bajas dosis de fertilizaci3n química y, dada las condiciones edafoclimáticas apropiadas para el cultivo, se promovieron la sobreexplotaci3n de estos suelos mediante el uso masivo de fertilizantes y pesticidas.

Con el pasar de los años, actualmente se aprecian problemas de salinizaci3n, compactaci3n de suelos, alta mortandad de plantas de páprika, presencia de enfermedades radicales y resistencia de plagas a los pesticidas (Agurto Isidro, 2019; Zhang et al., 2017).

La prolongada aplicaci3n de fertilizantes snticos por largos periodos, basados principalmente en Nitr3geno (N), F3sforo (P) y Potasio (K), producen cambios sobre las propiedades del suelo, en especial sobre las poblaciones microbianas, generando cambios en el contenido de carbono orgánico del suelo (COS), contenido de Nitr3geno (N), pH, humedad y disponibilidad de nutrientes, etc. (Krishnaprabu, 2019; Rodríguez Eugenio et al., 2019).

Por otro lado, la eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado por los cultivos se halla alrededor del 50%, por lo que un alto porcentaje del nitr3geno aplicado, principalmente en la forma ntrica ( $\text{NO}_3^-$ ), se infiltra y causa problemas de salud en los humanos y animales (Spalding & Kitchen, 1988; Castro-Rinc3n et al., 2018). Similarmente, el uso prolongado e intensivo de pesticidas también afecta categoricamente a la biodiversidad del suelo, la producci3n sostenible y la seguridad alimentaria, debido a que destruyen las funciones microbianas del suelo y los procesos bioquímicos, alterando la diversidad y composici3n de la comunidad microbiana beneficiosa (Bejger et al., 2021; Gunstone et al., 2021).

La degradaci3n de los suelos de Araya Grande es percibida por los mismos agricultores, quienes comentan que antaño era normal cosechar entre 7 a 9 toneladas (t) de páprika seca por hectárea (ha), con bajas dosis de fertilizaci3n y con dos o tres aplicaciones para el control de plagas y enfermedades; en cambio, ahora se logra usando altas dosis de fertilizantes y aplicaciones peri3dicas de pesticidas cada vez más t3xicos. Si el cultivo aún se siembra en el valle, es gracias a la calidad del producto y al precio que pagan los agroexportadores, que oscila entre S/. 9,5 a S/. 15 por kg.

La páprika de Barranca es considerada por el mercado americano, mexicano y europeo, como la mejor páprika del mundo y representa actualmente casi el 50% de la superficie cultivada en el Perú (Agurto Isidro, 2019). La demanda de colorantes naturales en reemplazo de los snticos, en el mercado agroexportador de páprika est en constante crecimiento, por ello, se busca día a día nuevos colorantes para satisfacer los desafíos y aquellas que puedan cumplir con las restricciones regulatorias en aplicaciones alimentarias y bioteraputicas (Luzardo-Ocampo et al., 2021; Brudzynska et al., 2021).

Por estas razones y bondades se emplea la páprika como fuente de colorantes alimenticios naturales, así como insumo para fabricar la Oleorresina de páprika, que mezclada con el colorante amarillo del marigold se emplea como aditivo alimenticio para pigmentar la piel y proveer el color naranja vivo a la yema del huevo, la tonalidad cobriza de la piel del pollo, la pigmentación de truchas, así como en la manufactura de charcuter as (chorizos, salchicha), salsas y carnes y, en la industria de cosméticos (Nicho Salas & Valencia Legua, 2009; Restrepo, 2007; Marcano, 2018; INEI, 2020).

Las principales variables influyentes en las exportaciones de páprika son la competencia internacional y las medidas fitosanitarias (Boza Martinez et al., 2018; Delgado-Zegarra et al., 2018; Gómez Galarza, 2021), por lo que hace necesario, buscar estrategias de producción más amigable con el ambiente, empleando insumos accesibles y de bajo costo, a fin de promover producción sostenible del cultivo, por lo que se plante  evaluar el efecto de aplicaciones de ácidos húmicos co-inoculado con Microorganismos Eficaces (EM) y *Trichoderma* en el crecimiento del ají páprika cultivada en un suelo degradado de Araya Grande.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo entre noviembre de 2019 y marzo de 2020, en condiciones de casa malla, en el Centro de Investigación Los Anitos, Escuela Profesional de Ingenier  Agrónoma de la Universidad Nacional de Barranca, localizada en las coordenadas UTM 200371,9789 (Este) y 8809161,218 (Norte) a 77,63 m. s. n. m.

Se empleó el diseño completamente al azar, con 5 tratamientos (T1=200, T2=150, T3=100, T4=50 lha<sup>-1</sup> de ácidos húmicos, con adición de 20 lha<sup>-1</sup> de EM y 20 lha<sup>1</sup> de *Trichoderma* que contiene (*Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum*) a cada tratamiento y T5 = Sin aplicación), 6 repeticiones y se empleó macetas de 5 litros como unidad experimental. Los tratamientos se aplicaron en drench (Kirschbaum et al., 2019; Llanos Ríos et al., 2021), una técnica que consiste en aplicar directamente mezcla de nutrientes diluido en agua sobre el suelo y cerca del cuello de planta, se aplicaron a los 7, 15 y 30 días después del trasplante. Se evaluaron la altura de planta, materia seca foliar y radicular de páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King (Ramos Aramburu, 2021; Peña B. & Zenner de Polanía, 2015) a los 60 días después del trasplante (ddt) (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Análisis de caracterización del suelo agrícola de Araya Grande-Barranca*

Parámetros	Valores	Interpretación
pH (H <sub>2</sub> O)	6,09	Ligeramente �cido
C.E (dS/m)	2,90	Ligeramente salino
CaCO <sub>3</sub> (%)	0,00	Bajo
MO (%)	0,64	Bajo
P disponible (mg kg <sup>-1</sup> )	30,30	Alto
K disponible (mg Kg <sup>-1</sup> )	228,00	Medio
CIC (meq 100g <sup>-1</sup> )	13,76	Medio
Ca <sup>+2</sup> (meq 100g <sup>-1</sup> )	10,16	

Mg <sup>2+</sup> (meq 100g <sup>-1</sup> )	1,63
K <sup>+</sup> (meq 100g <sup>-1</sup> )	0,53
Na <sup>+</sup> (meq 100g <sup>-1</sup> )	0,51
Arena (%)	37,00
Limo (%)	43,00
Arcilla (%)	20,00
Clase textural	Franco (Fr)

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM.

Con fuente de *Trichoderma*, se empleó Trichops WP de la empresa Productos Biológicos para la Agricultura EIRL, que contiene *Trichoderma* (*Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum*), > 1,5x10<sup>10</sup> conidias/g. Un sobre de 200 g de Trichops WP se activó en un balde de 20 (l) de tapa hermética, empleando 18 (l) de agua sin cloro con adición de 1 (l) de melaza, 200 g de papa previamente cocida y disgregada y 100 g de guano de isla, una vez mezclada se tapó y dejó en condiciones ambientales por 15 días, se empleó a razón de 20 l/ha de caldo activado.

Se empleó EM-compost (Microorganismos eficaces-EM) de la empresa BIOEM S.A.C y como sugiere el fabricante, antes de aplicar al cultivo se activó empleando un balde de 20 (l) de tapa hermética, donde se adicionaron 18 (l) de agua sin cloro, 1(l) de melaza y 1 litro de EM, se homogeneizó con la ayuda de un listón de madera y se tapó herméticamente por 15 días para favorecer la multiplicación microbiana, se empleó a razón de 20 (l) de caldo activado por hectárea.

Los ácidos húmicos se elaboraron empleando humus de lombriz e hidróxido de potasio (90% de pureza), siguiendo la metodología descrita por López-Salazar et al. (2018). Para su elaboración se empleó un cilindro de plástico de 200 (l), al cual se adicionó 100 (l) de agua sin cloro, 30 kg de humus de lombriz y 3 kg de hidróxido de potasio al 90% de pureza, se homogeneizó empleando un listón de madera durante 7 días, con agitaciones diarias de 30 minutos por la mañana, a mediodía y por la tarde, para facilitar que el hidróxido de potasio consuma el humus. Se decantó por 4 días, pasado este periodo se realizó el trasiego del sobrenadante y se guardó en recipientes herméticamente tapados hasta su uso.

Las plantas de páprika cultivadas en este experimento no recibieron fertilización adicional, la única fuente de nutrientes proviene del suelo y de los insumos utilizados en los tratamientos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Altura de planta de páprika

Los tratamientos que recibieron aplicaciones de ácidos húmicos, EM y *Trichoderma*, mostraron efectos significativos para las variables evaluadas y presentaron incrementos para altura de planta en 25,54% (T1= 55,93 cm), 17,35% (T2= 52,28 cm), 14,66% (T3= 51,08 cm) y 12,83% (T4= 50,26 cm), frente al testigo (T5= 44,55 cm), como se observa en la Tabla 2.

### 3.2. Materia seca de biomasa foliar y radicular de páprika

El testigo presentó menor producción de biomasa foliar seca (T5= 13,57 g) y radicular (T5= 1,86 g). En cambio, T1, T2, T3 y T4 estimularon incrementos de 88,26% (25,55 g), 48,28% (20,125 g), 34,54% (18,26 g) y 16,03% (15,74 g) en la biomasa foliar y 45,43% (2,70 g), 30,48% (2,42 g), 25,45% (2,33 g) y 22,85% (1,86 g) en la biomasa radicular, respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Comparación de medias de rango múltiple de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para altura de planta, peso seco de biomasa foliar y radicular de páprika en Barranca, 2019-2020*

Tratamiento	Promedio		
	Altura de planta (cm)	Peso seco foliar (g)	Peso seco radicular (g)
T1 = 200 l de AH + 20 l de EM + 20 L de <i>Trichoderma</i>	55,93 <sup>a</sup>	25,55 <sup>a</sup>	2,705 <sup>a</sup>
T2 = 200 l de AH + 20 l de EM + 20 L de <i>Trichoderma</i>	52,28 <sup>a</sup>	20,125 <sup>b</sup>	2,427 <sup>a</sup>
T3 = 200 l de AH + 20 l de EM + 20 L de <i>Trichoderma</i>	51,08 <sup>a</sup>	18,26 <sup>b</sup>	2,3333 <sup>b</sup>
T4 = 200 l de AH + 20 l de EM + 20 L de <i>Trichoderma</i>	50,267 <sup>b</sup>	15,747 <sup>b</sup>	2,285 <sup>b</sup>
T5 = Sin aplicación	44,55 <sup>c</sup>	13,572 <sup>c</sup>	1,86 <sup>c</sup>
Coefficiente de Variabilidad (%)	6,44	14,17	8,62
Prueba de normalidad Anderson-Darling, valor p	0,906	0,316	0,180
Prueba de igualdad de varianzas Levene, valor p	0,06	0,638	0,582
T1 = 200 l de AH + 20 l de EM + 20 L de <i>Trichoderma</i>	55,93 <sup>a</sup>	25,55 <sup>a</sup>	2,705 <sup>a</sup>

*Nota:* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 3.3. Diferencias en la sanidad de las raíces de páprika a los 60 ddt

La Figura 1, no contiene aplicación de ácidos húmicos, EM y *Trichoderma* y se aprecia necrosis radicular con coloración marrón oscuro, lesión hundida o deprimida que compromete a todo el tejido vascular y diámetro de la raíz de la zona de crecimiento y la zona pil fera, pero aún no compromete el cuello de planta.



**Figura 1.** Raíces sin aplicación de ácidos húmicos

En la Figura 2, se puede apreciar raíces de páprika con aplicación de ácidos húmicos, EM y *Trichoderma*, que presenta abundante cabellera radicular y sanidad.



**Figura 2.** Raíces con aplicación de ácidos húmicos

#### 4. DISCUSIÓN

El análisis de caracterización del suelo reporta que el suelo utilizado en el ensayo es pobre en materia orgánica (0,6%), medio en K (228 ppm), alto en P (30,3 ppm), posee pH ligeramente ácido (6,09) y una conductividad eléctrica ligeramente salino (2,90 dS/m), del cual podemos inferir que es un suelo pobre en nitrógeno, razón por la cual los agricultores emplean dosis crecientes de fertilización química a base de N, P y K, lo que en el tiempo, además de otras prácticas inadecuadas, como la escasa reposición de materia orgánica, aplicaciones descontroladas de pesticidas al suelo y la quema de todo resto de cosecha a campo abierto y sobre el mismo suelo, viene conllevando a su deterioro, por un lado a la salinización y compactación y por el otro a la acidificación del suelo en plena Costa peruana (Alva et al., 1976;

Wallace, 1994; Schroder et al., 2011; Tian & Niu, 2015; Padhi et al., 2020; Nakian et al., 2021) (Tabla 1).

El umbral de tolerancia del páprika a las sales es de 1,5 dS/m para la salinidad del suelo (ECe) y un valor umbral de 1,0 dS/m para la salinidad del agua de riego (ECw); valores superiores a estos umbrales provocan reducción de cosechas, así una salinidad de 2,2 dS/m del suelo reduce entre el 10% a 25% la cosecha (Warne, 2000; Semiz et al., 2014; zdemir et al., 2016; NSW-DPI, 2017); por consiguiente, el suelo de Araya Grande con un valor de 2,90 dS/m, tendra efectos mayores en la reducción de la cosecha. Asimismo, un suelo salino predispone al cultivo al ataque por *Phytophthora capsici*, cuyo daño genera muerte de plantas en campo y reduce el rendimiento (Sanogo, 2004; Chinnusamy & Zhu, 2003)(Tabla 1).

Esto conlleva a pensar que el menor crecimiento de plantas, menor producción de biomasa foliar y radicular del páprika en el testigo (T5) estaran siendo afectados por las condiciones del suelo, dado que el suelo empleado presenta un contenido de sales superior al umbral de tolerancia del cultivo, lo que influye para el adecuado crecimiento y desarrollo de páprika, además hacen más vulnerables al ataque de pudrición radicular por los patógenos del suelo, de modo los agricultores deben realizar aplicaciones continuas de agroquímicos para reducir o controlar su daño (Huez-López et al., 2011; Bojórquez-Quintal et al., 2014)(Tabla 1 y Tabla 2).

El cido húmico se extrae y comercializa principalmente de la leonardita (López-Salazar et al., 2018), sin embargo, también es posible extraer de otras fuentes orgánicas como restos de cosecha compostada y humus de lombriz (Atiyeh et al., 2002; Ywih Ch'ng et al., 2018; Wali et al., 2019). Asimismo, es posible obtener a partir de los humatos de vermicompost (Reyes-Perez et al., 2022) y una vez empleado puede ayudar a reducir las tasas de aplicación de fertilizantes, al mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, reemplazar los reguladores de plantas sintéticos, mejorar la calidad de la fruta, aumentar la tolerancia al estrés hídrico, disminuir la incidencia de enfermedades, mejorar el crecimiento temprano y la floración, mientras que su composición química puede ser adecuada para comportarse como portador para introducir microorganismos benéficos en los sistemas de cultivo (Canellas et al., 2015 ; Baldotto et al., 2016; Monda et al., 2021).

Asimismo, formulado como bioestimulante con bacterias diazotróficas endófitas y ácidos húmicos, es una tecnología de bajo costo y aumenta el rendimiento de los cultivos (da Silva et al., 2017), como del trigo (Huang, 2022). Además, está extensamente documentado que los ácidos húmicos pueden reducir los impactos negativos del estrés salino, por ello lo consideran como una herramienta prometedora en la fisiología del estrés de las plantas y en el manejo del estrés de los cultivos en suelos salinos (Canellas et al., 2020). Esta particularidad, posiblemente haya favorecido a los tratamientos que recibieron los ácidos húmicos co-inoculado con *Trichoderma* y microorganismos eficaces, que permitieron contrarrestar la presencia de sales en el suelo y diferenciarse en las variables evaluadas con respecto al control (Tabla 2).

Los impactos positivos de los ácidos húmicos sobre los cultivos se han descrito y apreciado desde 1950 (Cooper et al., 1998). Las experiencias indican que aplicaciones foliares de ácidos húmicos y ácidos salicílicos en tres cultivares de pimiento, promovieron el crecimiento

vegetativo, producción y calidad de frutos comparado con el testigo (Ibrahim et al., 2015). Igualmente, aplicaciones en plantas de tomate mejoraron su crecimiento (Abdellatif et al., 2017), debido a las funciones del ácido húmico que están implicadas en el transporte de nutrientes, las  $H^+$ -ATPasas de la membrana plasmática, genes/enzimas involucradas en la asimilación del nitrógeno, rutas hormonales, división celular y desarrollo de las plantas (Nardi et al., 2021). Aunque, el ácido húmico en nuestro experimento se ha aplicado vía suelo y en la forma de drench, sus efectos se han dejado notar promoviendo mayor crecimiento de las plantas de paprika en 25,54% en la dosis más alta y 12,83% en la dosis más baja (Tabla 2).

El ácido húmico se ha utilizado en diversos cultivos, en el maíz promueve la germinación y vigor en las semillas (Rodrigues et al., 2017; Salem et al., 2017; Nardi et al., 2021), en el pimiento incrementa el rendimiento en un 13,6% con una reducción significativa en su contenido de nitrato en un 12% en los frutos y un aumento en el contenido de vitamina C en un 28,6% (Varga & Ducsay, 2011) cuyas bondades habran influido también en los tratamientos que recibieron este insumo y promovieron incrementos en las variables evaluadas (Tabla 2).

El empleo de EM es una técnica accesible y de bajo costo, además de ser fácil de preparar, contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Su empleo aumenta el rendimiento de las plantas y promueve el crecimiento de los vegetales (Ju-cheng Zhang et al., 2017). El EM se han empleado en diversos cultivos y ha mostrado tener efectos positivos, como en la calidad de fritura de los tubérculos de papa (Sawicka et al., 2021), incremento en crecimiento de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Liriano González et al., 2021), crecimiento y producción de calidad de dos cultivares de cebolla (Fawzy et al., 2012), crecimiento de plántulas de tomate (Calero et al., 2019), aumento de biomasa de la raíz de frijol (Morocho & Leiva-Mora, 2019) y en el tratamiento de otros vegetales (Calero et al., 2019); (Zhang et al., 2021). Asimismo, Kodippili & Nimalan (2018) indican que el empleo de EM y compost en siembras de *Capsicum annuum* incrementaron el crecimiento y rendimiento de *Capsicum*; cualidades que también habran favorecido sobre las variables evaluadas (Tabla 2).

Los hongos *Trichoderma* son géneros beneficiosos que se emplean ampliamente para proteger contra varios organismos fitopatógenos como agentes de biocontrol de bacterias, nematodos y de hongos, al inhibir su crecimiento mediante el hiperparasitismo, competencia por nutrientes, espacio y antibiosis (Khalid, 2017; Sood et al., 2020). Por otro lado, el *Trichoderma* puede colonizar raíces de las plantas y estimular resistencia al estrés biótico (enfermedades de las plantas) y abiótico (salinidad y sequía), debido a la producción de metabolitos secundarios, enzimas y proteínas promotores de crecimiento de plantas, solubilización de fosfato, producción de auxina, y sideróforos, los que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas (Brotman et al., 2013; Zhang et al., 2018; Zhang et al., 2017; Sharma et al., 2017). Asimismo, Sánchez-Montesinos et al. (2020) indican que *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*, en condiciones de invernadero y vivero, promueven crecimiento de raíces de plántulas de pimiento y tomate, bondades que pudieron haber favorecido en promover el crecimiento foliar y radicular de la paprika.



Otro ensayo realizado en el pimentón, en un pariente de la páprika es susceptible al daño de plagas y enfermedades, siendo *Sclerotium* spp. una de las enfermedades más comunes y que al ser enfrentado en ensayos in vitro y en vivero con cepas de *Trichoderma* spp., lograron controlar superior al 90% y además promovió mayor desarrollo radical y foliar en las plantas de pimiento. En nuestro experimento evaluado a los 60 días apreciamos en las raíces de las plantas de páprika del tratamiento control (T5) invasión y daño radicular ocasionado por patógenos. Al respecto, aunque la parte aérea de la planta hasta el momento de la evaluación no mostraron síntomas de daño de pudrición radicular, igualmente el cuello de planta donde habitualmente se aprecia el estrangulamiento debido al daño radicular, tampoco se visualizó, sin embargo, al examinar las raíces se apreciaron que las raicillas en la zona de crecimiento y la zona pilfera presentaban necrosis, lesión hundida o deprimida que compromete a todo el diámetro de la raíz (Uribe-Loro et al., 2014; Amasifuen Hernández et al., 2019).

Diversos agentes biológicos causan la pudrición radicular a la páprika, entre ellos *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp. y otros, (Obregón et al., 2016; Amasifuen Hernández et al., 2019), los que quedan por dilucidar. En cambio, los tratamientos que recibieron AH, EM y *Trichoderma* no mostraron daños de pudrición radicular (Pineda-Insuasti et al., 2017; Siddiquee, 2017) y presentan apropiada cabellera radicular y sanidad (Tabla 2).

El *Trichoderma* se emplea en la agricultura y en el ambiente por poseer diversas funciones (Rajesh et al., 2016; Nakkeeran et al., 2018; Zin & Badaluddin, 2020; Kumar & Khurana, 2021), así como en el manejo de biocontrol de diversas enfermedades (Singh et al., 2018; Thakur, 2021). La inoculación de *Trichoderma harzianum* sobre la pudrición radicular de plántulas de pimiento redujo su daño y además promovió su crecimiento (Sofian et al., 2013; Tanci-ivanov et al., 2020; Bader et al., 2020; Miguel-Ferrer et al., 2021), igualmente el uso de *Trichoderma asperellum* cepa T34, tuvo una alta efectividad en el control de *Phytophthora capsici* en pimiento (Segarra et al., 2013; Herrera-Parra et al., 2017), similarmente, la aplicación de *Trichoderma* spp. en pimiento, control el daño por *Rhizoctonia* (Ali, 2021). Otra experiencia indica que el empleo de *Trichoderma virens* en plantaciones de *Vigna radiata* (L.) promovió su crecimiento (Inayati et al., 2021). Creemos que estas funciones diversas permitieron proteger a las raíces de las plantas de páprika de la pudrición radicular en los tratamientos donde se emplearon estos insumos (Figura 1 y 2).

El *Trichoderma* también se ha empleado en la tolerancia de los cultivos a la salinidad, una experiencia es el uso de *Trichoderma harzianum* sobre la respuesta en arroz (*Oryza sativa* L.) a diferentes niveles de estrés salino, donde el *Trichoderma* reduce los efectos nocivos de estrés salino y mejora su crecimiento y reproducción del cultivo (Rawat et al., 2012). Resultados similares se lograron con la cepa Q1 de *T. asperellum* que aplicado en *Cucumis sativus* L., promovió positivamente el crecimiento de las plántulas y alivió la supresión de crecimiento inducida por el estrés salino, su respuesta se confirmó mediante los cambios en el crecimiento y parámetros bioquímicos y fisiológicos (Qi & Zhao, 2013). Por todas las bondades beneficiosas descritas sobre el *Trichoderma*, actualmente es promovida para su empleo como una alternativa

en los sistemas de manejo integrado de enfermedades de plantas (Peña-Tovar & Pavone-Maniscalco, 2020; Liu et al., 2020)

Finalmente, tanto el ácido húmico, el EM y el *Trichoderma*, mejoran el efecto depresivo de la salinidad de los suelos, al mejorar la salud biológica del suelo, mejorar la actividad enzimática del suelo, actuar como agentes bactericidas del suelo y fungicida de las plantas. Al aumentar el crecimiento de las raíces mejoran el crecimiento y la nutrición de las plantas e inducen así al cultivo y a su tolerancia a las sales (Khaled & Fawy, 2011; Ouni et al., 2014; Canellas et al., 2015; de Melo et al., 2016; Sharma et al., 2017; Salem et al., 2017; Abu-Qaoud et al., 2021; Huang, 2022), efectos que se han dejado notar en el incremento de altura de planta, biomasa foliar, radicular y sanidad de las raíces de las plantas de páprika. (Tabla 2) (Figura 1 Y 2).

## CONCLUSIONES

El empleo de ácidos húmicos co-inoculado con *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM), promovieron el crecimiento foliar, radicular y altura de planta de páprika. Además, protegieron a las raíces de daños de pudrición radicular.

El empleo de los ácidos húmicos co-inoculado con *Trichoderma* y microorganismos eficaces (EM), muestran ser una alternativa agroecológica para la producción de páprika en suelos con presencia de sales.

## FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue subvencionado por la II Convocatoria de Iniciación Científica para grupos estudiantiles dedicados a la Investigación en Ciencia, Tecnología e Innovación (GEI), a cargo de la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Barranca, con Resolución de Comisión Organizadora N 552-2019-UNAB.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E., Gonzales-Medina, H. K. y Zenobio-Tolentino, Y. Y.

Curación de datos: Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G. y Pineda-Reyes, L. E.

Análisis formal: Zenobio-Tolentino, Y. Y., Rimac-Torres, O. y Agurto-Isidro, J.

Investigación: Arone-Gaspar, G. J., Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E. y Gonzales-Medina, H. K.

Metodología: Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E., Gonzales-Medina, H. K. y Zenobio-Tolentino, Y. Y.

Supervisión: Rimac-Torres, O. F., Agurto-Isidro, J. A. y Arone-Gaspar, G. J.

Redacción-borrador original: Rimac-Torres, O. F., Agurto-Isidro, J. A. y Arone-Gaspar, G. J.

Redacción-revisión y edición: Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E., Gonzales-Medina, H. K. y Zenobio-Tolentino, Y. Y.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdellatif, I. M. Y., Abdel-Ati, Y. Y., Abdel-Mageed, Y. T., & Hassan, M. A.-M. M. (2017). Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*, 25(2), 59–66. <https://doi.org/10.1515/johr-2017-0022>
- Abu-Qaoud, H., Al-Fares, H., Shtaya, M. J. Y., & Shawarb, N. (2021). Effect of effective microorganisms on wheat growth under salt stress condition. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(3), 351–356. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392021000300351>
- Agurto Isidro, J. A. (2019). *Estudio del suelo para el cultivo de ají paprika (Capsicum annum, L) en la comunidad de Araya Grande de la provincia de Barranca* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3613>
- Ali, A. (2021). The Competitive Potential of Different Trichoderma spp. to Control Rhizoctonia Root Rot Disease of Pepper (Capsicum annum L.). *Egyptian Journal of Phytopathology*, 49(1), 136–150. <https://doi.org/10.21608/ejp.2021.73456.1030>
- Alva, C. A., Alphen, J. V., & De la Torre, A. (1976). *Problemas de drenaje y salinidad en la costa peruana* (16th ed.). International Institute for Land Reclamation and Improvement -ILRI.
- Amasifuen Hernández, D. A., Pineda Lázaro, J. A., & Noriega-Córdova, H. (2019). Aislamiento e identificación de Fusarium oxysporum obtenidos de zonas productoras de “aj paprika” Capsicum annum L. (Solanaceae) en el distrito de Barranca, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 689–698. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n2/a11v26n2.pdf>
- Atiyeh, R., Lee, S., Edwards, C., Arancon, N., & Metzger, J. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(1), 7–14. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00017-2)
- Bader, A. N., Salerno, G. L., Covacevich, F., & Consolo, F. (2020). Bioformulacion de Trichoderma harzianum en sustrato sólido y efectos de su aplicación sobre plantas de pimienta. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 119(1), 037. <https://doi.org/10.24215/16699513e037>
- Baldotto, M. A., Da Rocha, J. E., Dias Paes Andrade, F., Del Giúdice, M. P., & Baldotto, L. E. (2016). The plant stimulant humic acid extracted from organic waste recycled by composting combined with liming and fertilization. *Semina: Ciências Agrarias*, 37(6), 3955. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n6p3955>
- Bejger, R., Ukalska-Jaruga, A., Cwiela-Piasecka, I., Weber, J. L., Mielnik Jamroz, E., Jerzykiewicz, M., Debicka, M., Bekier, J., & Kocowicz, A. (2021). Identification of potential pesticide accumulation processes in soil. *Union Europea de Geociencias*, 1, 4–5. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-15364>

- Bojórquez-Quintal, E., Velarde-Buendía, A., Ku-González, Á., Carillo-Pech, M., Ortega-Camacho, D., Echevarría-Machado, I., Pottosín, I., & Martínez-Estévez, M. (2014). Mechanisms of salt tolerance in habanero pepper plants (*Capsicum chinense* Jacq.): Proline accumulation, ions dynamics and sodium root-shoot partition and compartmentation. *Frontiers in Plant Science*, 5, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00605>
- Boza Martinez, S., Rozas González, J., & Rivers, R. (2018). Rechazos de exportaciones por incumplimiento de medidas no arancelarias: el caso de los productos agrícolas latinoamericanos en la frontera de Estados Unidos. *Estudios Internacionales*, 50(191), 37–56. <https://doi.org/10.5354/0719-3769.2018.52047>
- Brotman, Y., Landau, U., Cuadros-Inostroza, Á., Takayuki, T., Fernie, A. R., Chet, I., Viterbo, A., & Willmitzer, L. (2013). Trichoderma-Plant Root Colonization: Escaping Early Plant Defense Responses and Activation of the Antioxidant Machinery for Saline Stress Tolerance. *PLoS Pathogens*, 9(3), e1003221. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003221>
- Brudzyńska, P., Sionkowska, A., & Grisel, M. (2021). Plant-Derived Colorants for Food, Cosmetic and Textile Industries: A Review. *Materials*, 14(13), 3484. <https://doi.org/10.3390/ma14133484>
- Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Olivera, D., Peña C, K., Castro L, I., & Jiménez H, J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67–78. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Canellas, L. P., Canellas, N. O. A., da S. Irineu, L. E. S., Olivares, F. L., & Piccolo, A. (2020). Plant chemical priming by humic acids. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00178-4>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Caramanica, A., Huaman Mesia, L., Morales, C. R., Huckleberry, G., Castillo B., L. J., & Quilter, J. (2020). El Niño resilience farming on the north coast of Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(39), 24127–24137. <https://doi.org/10.1073/pnas.2006519117>
- Castro-Rincón, E., Mojica-Rodríguez, J. E., Corulla-Fornaguera, J. E., & Lascano-Aguilar, C. E. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>
- Chinnusamy, V., & Zhu, J.-K. (2003). Plant salt tolerance. In *Trends in Plant Science* (4th ed., Vol. 6, Issue 2, pp. 241–270). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-39402-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-39402-0_10)
- Cooper, R. J., Liu, C., & Fisher, D. S. (1998). Influence of Humic Substances on Rooting and Nutrient Content of Creeping Bentgrass. *Crop Science*, 38(6), 1639–1644. <https://doi.org/10.2135/cropsci1998.0011183X003800060037x>

- da Silva, S. F., Olivares, F. L., & Canellas, L. P. (2017). The biostimulant manufactured using diazotrophic endophytic bacteria and humates is effective to increase sugarcane yield. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0106-8>
- de Melo, B. A. G., Motta, F. L., & Santana, M. H. A. (2016). Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. *Materials Science and Engineering: C*, 62, 967–974. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.001>
- Delgado-Zegarra, J., Alvarez-Risco, A., & Yáñez, J. A. (2018). Uso indiscriminado de pesticidas y ausencia de control sanitario para el mercado interno en Perú. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.3>
- Fawzy, Z. F., El-magd M. M., A., Li, Y., Ouyang, Z., & Hoda, A. M. (2012). Influence of Foliar Application by EM “Effective Microorganisms”, Amino Acids and Yeast on Growth, Yield and Quality of Two Cultivars of Onion Plants under Newly Reclaimed Soil. *Journal of Agricultural Science*, 4(11), 26–39. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n11p26>
- Gómez Galarza, V. E. (2021). Uso indiscriminado de plaguicidas en la cadena de valor del rocoto (*Capsicum pubescens*) en Oxapampa. *Anales Científicos*, 82(1), 22. <https://doi.org/10.21704/ac.v82i1.1738>
- Gunstone, T., Cornelisse, T., Klein, K., Dubey, A., & Donley, N. (2021). Pesticides and Soil Invertebrates: A Hazard Assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.643847>
- Herrera-Parra, E., Cristóbal-Alejo, J., & Ramos-Zapata, J. A. (2017). Trichoderma strains as growth promoters in *Capsicum annuum* and as biocontrol agents in *Meloidogyne incognita*. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77(4), 318–324. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392017000400318>
- Huang, R. (2022). The effect of humic acid on the desalinization of coastal clayey saline soil. *Water Supply*, 22(9), 7242–7255. <https://doi.org/10.2166/ws.2022.311>
- Huez-López, M. A., Ulery, A. L., Samani, Z., Picchioni, G., & Flynn, R. P. (2011). Respuesta de plantas de Chile (*Capsicum annuum* L.) al estrés salino y fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno: I. crecimiento y rendimiento. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(3), 757–763. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-04622011000300010&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-04622011000300010&script=sci_abstract)
- Ibrahim, L., Laham, L., Touma, A., & Ibrahim, S. (2015). Mass Production, Yield, Quality, Formulation and Efficacy of Entomopathogenic *Metarhizium anisopliae* Conidia. *British Journal of Applied Science & Technology*, 9(5), 427–440. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/17882>
- Inayati, A., Setyowati, L., Aini, L. Q., & Yusnawan, E. (2021). Plant growth promoter produced by *Trichoderma virens* and its effect on mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) seedling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 803(1), 012013.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/803/1/012013>

- INEI. (2020). *Informe Técnico N° 2 - Indicador de la Actividad Productiva Departamental Primer Trimestre 2020* (pp. 1–56). Instituto Nacional de Estadística e Informática.  
<https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-actividad-productiva-departamental-i-trim-2020.pdf>
- Khaled, H., & Fawy, H. A. (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Soil and Water Research*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.17221/4/2010-SWR>
- Khalid, S. A. (2017). Trichoderma as biological control weapon against soil borne plant pathogens. *African Journal of Biotechnology*, 16(50), 2299–2306.  
<https://doi.org/10.5897/AJB2017.16270>
- Kirschbaum, D. S., Heredia, A. M., Funes, C. F., & Quiroga, R. J. (2019). Effects of biostimulant applications on strawberry crop yield and quality Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa. *Horticultura Argentina*, 38(95), 25–40. <http://www.horticulturaar.com.ar/en/articles/effects-of-biostimulant-applications-on-strawberry-crop-yield-and-quality.html>
- Kodippili, K. P. A. N., & Nimalan, J. (2018). Effect of Homemade Effective Microorganisms on the Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annuum*) MI-2. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, 12(2), 27. <https://doi.org/10.4038/agrieast.v12i2.57>
- Krishnaprabu, S. (2019). Sustainable Agriculture through Green Manuring: A Prospective Approach. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(3), 2509–2513. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.297>
- Kumar, N., & Khurana, S. M. P. (2021). Trichoderma-plant-pathogen interactions for benefit of agriculture and environment. In *Biocontrol Agents and Secondary Metabolites* (pp. 41–63). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822919-4.00003-X>
- Liriano González, R., Pérez Ramos, J., Pérez Hernández, Y., Placeres Espinosa, I., Jardines González, S. B., & Rodríguez Jimenez, S. L. (2021). Use of effective microorganisms and FitoMas-E® to increase the growth and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(3), 9699–9706.  
<https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90588>
- Liu, Q., Meng, X., Li, T., Raza, W., Liu, D., & Shen, Q. (2020). The Growth Promotion of Peppers (*Capsicum annuum* L.) by Trichoderma guizhouense NJAU4742-Based Biological Organic Fertilizer: Possible Role of Increasing Nutrient Availabilities. *Microorganisms*, 8(9), 1296.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms8091296>
- Llanos Ríos, E. M., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Drench: evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (*Musa x Paradisiaca* L) y sus efectos en la producción y calidad de fruto. *Re- Vista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 141–152. <https://n9.cl/6rehx>

- López-Salazar, R., González-Cervantes, G., Vázquez-Alvarado, R. E., Olivares-Sáenz, E., Vidales-Contreras, J. A., Carranza de la Rosa, R., & Ortega-Escobar, M. (2018). Metodología para obtener ácidos húmicos y fulvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 1397–1407.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i8.1094>
- Luzardo-Ocampo, I., Ramírez-Jiménez, A. K., Yañez, J., Mojica, L., & Luna-Vital, D. A. (2021). Technological Applications of Natural Colorants in Food Systems: A Review. *Foods*, 10(3), 634. <https://doi.org/10.3390/foods10030634>
- Marcano, D. (2018). *Introducción a la Química de los Colorantes* (2nd ed.). Colección Divulgación Científica y Tecnológica.
- Miguel-Ferrer, L., Romero-Arenas, O., Andrade-Hoyos, P., Sánchez-Morales, P., Rivera-Tapia, J. A., & Fernández-Pavía, S. P. (2021). Antifungal activity of *Trichoderma harzianum* and *T. koningiopsis* against *Fusarium solani* in seed germination and vigor of Miahuateco chili seedlings. *Mexican Journal of Phytopathology*, 39(2).  
<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2101-5>
- Monda, H., McKenna, A. M., Fountain, R., & Lamar, R. T. (2021). Bioactivity of Humic Acids Extracted From Shale Ore: Molecular Characterization and Structure-Activity Relationship With Tomato Plant Yield Under Nutritional Stress. *Frontiers in Plant Science*, 12.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.660224>
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093)
- Nakian, K., Behnke, G. D., & Villamil, M. B. (2021). Soil properties after 36 years of N fertilization under continuous corn and corn-soybean management. *SOIL*.  
<https://soil.copernicus.org/preprints/soil-2021-26/>
- Nakkeeran, S., Vinodkumar, S., Priyanka, R., & Renukadevi, P. (2018). Mode of Action of *Trichoderma* Spp. in Biological Control of Plant Diseases. *Biocontrol of Soil Borne Pathogens and Nematodes*, 81–95.  
[https://www.researchgate.net/publication/329177943\\_Mode\\_of\\_Action\\_of\\_Trichoderma\\_Spp\\_in\\_Biological\\_Control\\_of\\_Plant\\_Diseases](https://www.researchgate.net/publication/329177943_Mode_of_Action_of_Trichoderma_Spp_in_Biological_Control_of_Plant_Diseases)
- Nardi, S., Schiavon, M., & Francioso, O. (2021). Chemical Structure and Biological Activity of Humic Substances Define Their Role as Plant Growth Promoters. *Molecules*, 26(8), 2256.  
<https://doi.org/10.3390/molecules26082256>
- Nicho Salas, P., & Valencia Legua, A. (2009). Manejo técnico del cultivo de ají paprika. In *Incagro* (pp. 1–64). Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
[https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/748/1/Nicho-Manejo\\_técnico\\_del\\_cultivo\\_ají\\_Páprika.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/748/1/Nicho-Manejo_técnico_del_cultivo_ají_Páprika.pdf)
- NSW-DPI. (2017). Salinity tolerance in irrigated crops. *Department of Primary Industries*, 1–7.

<https://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/water/quality/pubs-and-info/salinity-tolerance-irrigated-crops>

- Obregón, V. G., Ibañez, M., & Lattar, T. (2016). *Guía para la identificación de las enfermedades de pimiento en invernadero* (1st ed.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA DIGITAL.
- Ouni, Y., Ghnaya, T., Montemurro, F., Abdelly, C., & Lakhdar, A. (2014). The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. *International Journal of Plant Production*, 8(3), 353–374.  
[https://ijpp.gau.ac.ir/article\\_1614\\_d21a65de0aebdbd39542c9ec32e92eda.pdf](https://ijpp.gau.ac.ir/article_1614_d21a65de0aebdbd39542c9ec32e92eda.pdf)
- Özdemir, B., Tanyolaç, Z. Ö., Ulukapı, K., & Onus, A. N. (2016). Evaluation of Salinity Tolerance Level of Some Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(2), 2319–1473.  
[https://ijair.org/administrator/components/com\\_jresearch/files/publications/IJAIR\\_2109\\_FINAL.pdf](https://ijair.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJAIR_2109_FINAL.pdf)
- Padhi, P. P., Chiranjeeb, K., Das, M., Behera, T., & Mishra, A. P. (2020). Fertilizer use and soil acidity. *Biomolcule Letter*, 1–3.  
[https://www.researchgate.net/publication/339240573\\_Fertilizer\\_Use\\_and\\_Soil\\_Acidity](https://www.researchgate.net/publication/339240573_Fertilizer_Use_and_Soil_Acidity)
- Peña-Tovar, E., & Pavone-Maniscalco, D. (2020). Efecto de *Trichoderma* spp. sobre el desarrollo de plántulas de *Capsicum annuum* L. (pimentón) y el biocontrol del hongo fitopatógeno *Sclerotium* sp. In *Agrobiología: Una visión general y sus aplicaciones* (1st ed., pp. 45–55). Mérida Publishers. <https://doi.org/10.4322/mp.2020.001.03>
- Peña B., F., & Zenner de Polanía, I. (2015). Crecimiento de tres híbridos de pimentón de colores en condiciones de invernadero. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 139–146.  
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.49667>
- Pineda-Insuasti, J. A., Benavides-Sotelo, E. N., Duarte-Trujillo, A. S., Burgos-Rada, C. A., Soto-Arroyave, C. P., Pineda-Soto, C. A., Fierro-Ramos, F. J., Mora-Muñoz, E. S., & Álvarez-Ramos, S. E. (2017). Producción de biopreparados de *Trichoderma* spp: una revisión. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 51(1), 47–52.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223153894008>
- Qi, W., & Zhao, L. (2013). Study of the siderophore-producing *Trichoderma asperellum* Q1 on cucumber growth promotion under salt stress. *Journal of Basic Microbiology*, 53(4), 355–364. <https://doi.org/10.1002/jobm.201200031>
- Rajesh, R. W., Rahul, M. S., & Ambalal, N. S. (2016). *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. *African Journal of Agricultural Research*, 11(22), 1952–1965.  
<https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10584>
- Ramos Aramburu, H. C. (2021). *Densidad de siembra, producción y calidad de semillas de páprika (Capsicum annuum L.) en la Molina* [Universidad Nacional Agraria la Molina].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/5078>



- Rawat, L., Singh, Y., Shukla, N., & Kumar, J. (2012). Seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum* alleviates salt stress in rice: Growth, physiological and biochemical characteristics. *Journal of Plant Pathology*, *94*(2), 353–365. <https://doi.org/10.4454/JPP.FA.2012.026>
- Restrepo, M. (2007). Sustitución de colorantes en alimentos. *Lasallista de Investigación*, *4*(1), 35–39. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492007000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492007000100006)
- Reyes-Perez, J. J., Amador, B. M., Hernández-Montiel, L. G., Rangel, P. P., Rueda-Puente, E. O., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2022). Vermicompost humates as a salinity mitigator in the germination of basil. *Ciência Rural*, *52*(7). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210167>
- Rodrigues, L. A., Alves, C. Z., Rego, C. H. Q., da Silva, T. R. B., & da Silva, J. B. (2017). Humic acid on germination and vigor of corn seeds<sup>1</sup>. *Revista Caatinga*, *30*(1), 149–154. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n116rc>
- Rodríguez Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta* (1st ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Salem, H., Abo-Setta, Y., Aiad, M., Hussein, H.-A., & El-Awady, R. (2017). Effect of Potassium Humate on some Metabolic Products of Wheat Plants Grown under Saline Conditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, *8*(11), 565–569. <https://doi.org/10.21608/jssae.2017.38098>
- Sánchez-Montesinos, B., Diáñez, F., Moreno-Gavira, A., Gea, F. J., & Santos, M. (2020). Role of *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* as Plant-Growth Promoter in Horticulture. *Agronomy*, *10*(7), 1004. <https://doi.org/10.3390/agronomy10071004>
- Sanogo, S. (2004). Response of Chile Pepper to *Phytophthora capsici* in Relation to Soil Salinity. *Plant Disease*, *88*(2), 205–209. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.2.205>
- Sawicka, B., Pszczółkowski, P., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Barbaś, P., Ćwintal, M., & Krochmal-Marczak, B. (2021). The Effect of Effective Microorganisms on the Quality of Potato Chips and French Fries. *Applied Sciences*, *11*(4), 1415. <https://doi.org/10.3390/app11041415>
- Schroder, J. L., Zhang, H., Girma, K., Raun, W. R., Penn, C. J., & Payton, M. E. (2011). Soil Acidification from Long-Term Use of Nitrogen Fertilizers on Winter Wheat. *Soil Science Society of America Journal*, *75*(3), 957–964. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0187>
- Segarra, G., Avilés, M., Casanova, E., Borrero, C., & Trillas, I. (2013). Effectiveness of biological control of *Phytophthora capsici* in pepper by *Trichoderma asperellum* strain T34. *Phytopathologia Mediterranea*, *52*(1), 77–83. <https://www.jstor.org/stable/42685385>
- Semiz, G. D., Suarez, D. L., Ünlükara, A., & Yurtseven, E. (2014). Interactive effects of salinity and n on pepper (*Capsicum annum* L.) yield, water use efficiency and root zone and drainage salinity. *Journal of Plant Nutrition*, *37*(4), 595–610. <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.867985>

- Sharma, A., Saha, T. N., Arora, A., Shah, R., & Nain, L. (2017). Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold. *Horticultural Plant Journal*, 3(2), 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.003>
- Siddiquee, S. (2017). *Practical Handbook of the Biology and Molecular Diversity of Trichoderma Species from Tropical Regions* (1st ed.). Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64946-7>
- Singh, A., Shukla, N., Kabadwal, B. C., Tewari, A. K., & Kumar, J. (2018). Review on Plant-Trichoderma-Pathogen Interaction. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 2382–2397. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.291>
- Sofian, S., Hadisutrisno, B., & Priyatmojo, A. (2013). The Growth of Root Rot Disease on Pepper Seed Applied by Trichoderma Harzianum Inoculum. *International Journal of Science and Engineering*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.12777/ijse.5.1.49-54>
- Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). Trichoderma: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. *Plants*, 9(6), 762. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
- Spalding, R. F., & Kitchen, L. A. (1988). Nitrate in the Intermediate Vadose Zone Beneath Irrigated Cropland. *Groundwater Monitoring & Remediation*, 8(2), 89–95. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6592.1988.tb00994.x>
- Tančić-Živanov, S., Medić-Pap, S., Danojević, D., & Prvulović, D. (2020). Effect of Trichoderma spp. on Growth Promotion and Antioxidative Activity of Pepper Seedlings. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63, e20180659. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020180659>
- Thakur, R. (2021). Use of Trichoderma spp. as biocontrol for disease management. *Indian Farmer*, 8(1), 108–115. [www.indianfarmer.net](http://www.indianfarmer.net)
- Tian, D., & Niu, S. (2015). A global analysis of soil acidification caused by nitrogen addition. *Environmental Research Letters*, 10(2), 024019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/2/024019>
- Uribe-Lorío, L., Castro-Barquero, L., Arauz-Cavallini, F., Henríquez-Henríquez, C., & Blanco-Meneses, M. (2014). Pudrición basal causada por Phytophthora capsici en plantas de Chile tratadas con vermicompost. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 243–253. <https://doi.org/10.15517/am.v25i2.15427>
- Varga, L., & Ducsay, L. (2011). Influence of sodium humate on the yield and quality of green pepper. *Horticultural Science*, 30(3), 116–120. <https://doi.org/10.17221/6003-HORTSCI>
- Wali, A., Ben Salah, I., Zerrouki, M., Choukchou-Braham, A., Kamoun, Y., & Ksibi, M. (2019). A novel humic acid extraction procedure from Tunisian lignite. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 4(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s41207-019-0115-z>
- Wallace, A. (1994). Soil acidification from use of too much fertilizer. *Communications in Soil*

*Science and Plant Analysis*, 25(1–2), 87–92. <https://doi.org/10.1080/00103629409369010>

Warne, M. S. J. (2000). Description of how each toxicant trigger value was derived. *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand*, 3(4), 1–169.

[https://www.waterquality.gov.au/sites/default/files/documents/toxicant-trigger-value-derivation\\_0.pdf](https://www.waterquality.gov.au/sites/default/files/documents/toxicant-trigger-value-derivation_0.pdf)

Ywih Ch'ng, H., Yee Yue, Y., B. Othman Osman, S., & Young Liew, J. (2018). Determination of Extraction Period and Extractant Ratio for Extracting Humic Acid from Rice Straw Compost. *Current Agriculture Research Journal*, 6(2), 150–156.

<https://doi.org/10.12944/CARJ.6.2.03>

Zhang, F., Huo, Y., Cobb, A. B., Luo, G., Zhou, J., Yang, G., Wilson, G. W. T., & Zhang, Y. (2018). Trichoderma Biofertilizer Links to Altered Soil Chemistry, Altered Microbial Communities, and Improved Grassland Biomass. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1–11.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00848>

Zhang, J., Liang, Z., Wang, C., & Li, S. (2021). Compound Effective microorganisms Treatment Increases Growth and Yield of Vegetables. *Agricultural Science and Technology*, 23(4), 943–954. <https://jast.modares.ac.ir/article-23-44689-en.html>

Zhang, Ju-cheng, Chen, G.-Y., Li, X.-Z., Hu, M., Wang, B.-Y., Ruan, B.-H., Zhou, H., Zhao, L.-X., Zhou, J., Ding, Z.-T., & Yang, Y.-B. (2017). Phytotoxic, antibacterial, and antioxidant activities of mycotoxins and other metabolites from Trichoderma sp. *Natural Product Research*, 31(23), 2745–2752. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1295235>

Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of Trichoderma spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168–178.

<https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.09.003>