



Trichoderma sp. endófito y microorganismos eficaces en el control de kcona kcona (*Eurysacca* sp.) y mejora del rendimiento de *Chenopodium quinoa*

Trichoderma sp. endophyte and efficient microorganisms in the control of kona kona (*Eurysacca* sp) and improvement of *Chenopodium quinoa* yield

Trichoderma sp. endófitos e *Microrganismos* eficientes no controle de kona kona (*Eurysacca* sp) e melhoria do desempenho de *Chenopodium quinoa*

Betsabe Leon Ttacca¹

bleonttacca@gmail.com.pe
<https://orcid.org/0000-0002-4343-2431>

Paul Mendoza Coari²

paulmendozac@gmail.com
<https://orcid.org/0000--0002-3111-7039>

José Luis Soto Gonzales³

jlsg_dh@yahoo.es
<https://orcid.org/0000-0001-8430-229X>

Yuri Rodrigo Borja Loza²

rodrigob1207@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4241-5189>

¹Univerdiad Nacional de Cañete, Perú

²Universidad Nacional del Altiplano, Perú

³Universidad Federal de Integración Latinoamericana ILAESP, Brasil

Artículo recibido 09 de marzo 2021 / Arbitrado y aceptado 02 de abril 2021 / Publicado 04 de mayo 2021

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de cepas nativas de *Trichoderma* sp. endófito y *Microrganismos* Eficaces (EM-1) en la incidencia de Kcona Kcona (*Eurysacca* sp.) y el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Salcedo INIA. La investigación se desarrolló durante la Campaña Agrícola 2016-2017, en el CIP Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Se realizaron aplicaciones foliares de cuatro cepas de *Trichoderma* sp. endófito (Cepa 1, 2 y 3: Cepas nativas de tallos de quinua y rizosfera, Cepa 4: Tallo de cacao) en una concentración de 1×10^7 ufc.ml⁻¹, un producto comercial de *Microrganismos* Eficaces (EM-1) en concentraciones de 5%, 10% y 15% y un producto químico (Karate) durante las fases fenológicas de floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica. La menor incidencia se registró en el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) seguido por el tratamiento T6 (EM-1 10%), y la mayor incidencia de larvas de *Eurysacca* sp. "Kcona Kcona", se registró en el tratamiento T9 (Testigo absoluto: sin tratamiento), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2). El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T6 (EM-1 10%) con un promedio de 3,871.70 kg/ha-1, seguido por el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126) con un rendimiento de 3,697.00 kg/ha-1. El menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) con 2,261 kg/ha-1, seguido del Tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2) con 2,262.87 kg/ha-1, respectivamente.

Palabras clave: Chenopodiaceae; Hongos antagonistas; Kcona Kcona; Producción; Quinoa

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the influence of native strains of *Trichoderma* sp. Endophyte and Efficient Microorganisms (EM-1) in the incidence of Kcona Kcona (*Eurysacca* sp.) and the yield of the quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variety Salcedo INIA. The research was developed during the Agricultural Campaign 2016-2017, at the CIP Camacani of the National University of the Altiplano of Puno. Foliar applications of four strains of *Trichoderma* sp. endophyte (Strain 1, 2 and 3: native strains of quinoa stem and rhizosphere, Strain 4: cocoa stem) in a concentration of 1×10^7 ufc.ml⁻¹, a commercial product of Effective Microorganisms (EM-1) in concentrations of 5 %, 10% and 15% and a chemical product (Karate) during the phenological phases of flowering, milky grain, pasty grain and physiological maturity. The lowest incidence was recorded in treatment T10 (Relative control: Chemical treatment - Karate) followed by treatment T6 (EM-1 10%), and the highest incidence of *Eurysacca* sp. "Kcona Kcona" was recorded in treatment T9 (absolute control: no treatment), followed by treatment T3 (*Trichoderma* sp. Strain 3: UNA-TE-R-2). The highest yield was obtained in treatment T6 (EM-1 10%) with an average of 3,871.70 kg / ha, followed by treatment T4 (*Trichoderma* sp. Strain 4: SG-TE-126) with a yield of 3,697.00 kg / ha. The lowest yield was obtained in Treatment T9 (absolute control: No treatment) with 2,261 kg / ha, followed by Treatment T3 (*Trichoderma* sp. Strain 3: UNA-TE-R-2) with 2,262.87 kg / ha, respectively.

Key words: Chenopodiaceae; fungi antagonism; Kcona Kcona; production; quinoa

RESUMO

O objetivo da presente investigação foi determinar a influência de cepas nativas de *Trichoderma* sp. *Microrganismos* endófitos e eficientes (EM-1) na incidência de Kona Kona (*Eurysacca* sp.) E no rendimento da variedade de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Salcedo INIA. A pesquisa foi desenvolvida durante a Campanha Agrícola 2016-2017, no CIP Camacani da Universidade Nacional do Altiplano Puno. Aplicações foliares de quatro cepas de *Trichoderma* sp. endófito foram realizadas (cepas 1, 2 e 3: cepas nativas de caules de quinua e rizosfera, cepa 4: caule de cacao) em uma concentração de 1×10^7 ufc.ml⁻¹, um produto comercial de *Microrganismos* Eficazes (EM-1) em concentrações de 5%, 10% e 15% e um produto comercial químico (Karate) durante as fases fenológicas de floração, grão leitoso, grão pastoso e maturação fisiológica. A menor incidência foi registrada no tratamento T10 (Controle relativo: Tratamento químico - Karate) seguido pelo tratamento T6 (EM-1 10%), e a maior incidência de *Eurysacca* sp. "Kcona Kcona" foi registrado no tratamento T9 (controle absoluto: sem tratamento), seguido pelo tratamento T3 (*Trichoderma* sp. Estirpe 3: UNA-TE-R-2). O maior rendimento foi obtido no tratamento T6 (EM-1 10%) com média de 3.871,70 kg / há-1, seguido pelo tratamento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126) com rendimento de 3.697,00 kg / há-1. O menor rendimento foi obtido no Tratamento T9 (controle absoluto: Sem tratamento) com 2.261 kg / ha, seguido pelo Tratamento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2) com 2.262,87 kg / há-1, respectivamente.

Palavras-chave: Chenopodiaceae; fungos antagonistas; Kcona Kcona; Produção; Quinoa

INTRODUCCIÓN

La quinua se constituye en un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria debido a su calidad nutritiva (1). Por poseer contenidos de proteínas, presencia de todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, fibra y no tener gluten hacen de la quinua un alimento de importancia (2). El Perú es el principal productor mundial de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con 79269 toneladas registrados en el 2017, representando el 53,3% del volumen de producción de este grano andino (3). Este cultivo fue incluido en la lista de cultivos prominentes más importantes de las producciones agrícolas sostenibles (4).

La polilla *Eurysacca melanocampta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) es la principal plaga en el cultivo de quinua en los Andes del sur de Perú (5). Las larvas de *E. melanocampta* en los primeros estados de crecimiento se alimentan del follaje y consecutivamente de los granos en desarrollo y maduros (6). Así mismo, es afectado por la enfermedad del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum), ocasionando defoliación completa de la planta y pérdidas económicas a los agricultores (7,8). Las pérdidas pueden alcanzar hasta 33% en variedades tolerantes y 99% en variedades susceptibles (9), en condiciones favorables para su desarrollo hasta 100% de pérdidas (10). Los agricultores al verse con estos problemas usan defensivos agrícolas de origen químico muchas veces sin prescripción del Ingeniero Agrónomo, para atenuar este inconveniente. Resaltando la peligrosidad de estos productos a la salud pública y a la salud del medio ambiente, Jamiołkowska; siendo los

extractos de plantas y algas, oligosacáridos, aminoácidos y sustancias sintéticas pueden activar componentes de protección de la planta frente al ataque de patógenos (11). En ese sentido los microorganismos eficientes han evidenciado efectos beneficiosos en la producción de alimentos libres de defensivos agrícolas (12).

La estrategia de control biológico, es el uso de cepas del hongo *Trichoderma* sp con capacidad endofítica, que son capaces de colonizar los tejidos de las plantas sin causar síntomas visibles e inducir la producción de compuestos relacionados con la defensa y algunos genes implicados en respuestas de defensa de las plantas a factores bióticos y abióticos (13). Además, son conocidos por ser más seguros, biodegradables y amigables con el medio ambiente, y son una alternativa viable frente a los productos químicos (14).

Los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas garantizando una reproducción exitosa en las plantas las cuales comprenden una gran diversidad microbiana representada por bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con actividad fermentativa (15). El uso de los microorganismos representa una alternativa racional y sostenible en la agricultura (16), ya que al establecerse en la planta mejorará el control de sus plagas y enfermedades (17), dando lugar a la reducción del uso de pesticidas químicos, generando consecuentemente un impacto positivo al reducir la contaminación en los componentes ambientales (18). En ese sentido el objetivo de este estudio fue mejorar el rendimiento de *Chenopodium quinoa*

Willd mediante la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endófito y microorganismos eficaces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el Centro de Investigación y Producción Camacani Puno, ubicado con las siguientes coordenadas geográficas latitud 15°57'14.03"S y longitud 69°51'30.88"O durante los meses de enero a junio del 2017. Así mismo, los microorganismos fueron reactivados y multiplicados en el laboratorio de fitopatología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica-Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Se condujo bajo un diseño de bloque completo al azar (DBCA)

con 3 bloques y 10 tratamientos. Cada parcela experimental fue de 1,8 m el ancho x 5 m de largo, 1,2 m de distancia entre parcelas, 4 surcos por parcela con un distanciamiento de 0,60 m entre surcos, y un área efectiva del experimento de 530,4 m².

Aplicación foliar de *Trichoderma* sp.

Las cepas de *Trichoderma* sp. fueron adquiridas del laboratorio de fitopatología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica-Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno (Tabla 1), fueron reactivadas en placas Petri conteniendo medio Extracto de Malta Agar (EMA) y luego se propagaron en sustrato de arroz.

Tabla 1. Código y procedencia de cepas de *Trichoderma* sp. Utilizados en la investigación - Centro de Investigación y Producción Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.

N° de Cepa	Tipo	Código	Procedencia
Cepa-1	Nativa	UNA-TE-T-19	Tallo de Quinoa, Puno
Cepa-2	Nativa	UNA-TE-T-22	Tallo de Quinoa, Puno
Cepa-3	Nativa	UNA-TE-R-2	Rizósfera de Quinoa, Puno
Cepa-4	Nativa	SG-TE-126	Tallo de Cacao, San Gabán

Para las aplicaciones foliares de *Trichoderma* sp. previamente se realizó el conteo de esporas por gramo de arroz. Luego se preparó una suspensión de esporas en agua a una concentración de 1×10^7 ufc/cc para su aplicación.

Aplicación foliar de Microorganismos Eficaces (EM⁻¹)

El producto Microorganismos Eficaces EM⁻¹ fue adquirido por una casa comercial, luego estos fueron activados dos semanas antes de su aplicación. Se utilizó la proporción

de una (1) parte de EM⁻¹ (5%) para una (1) parte de melaza (5%) de caña o azúcar para dieciocho (18) partes de agua (90%) limpia (sin cloro), así, 1 litro de EM⁻¹, rindió para 20 litros de EM⁻¹ activado. El procedimiento fue igual para la activación de EM⁻¹ al 10% y 15%. Para la aplicación se utilizó 150 cc de cada concentración para ser mezclada en 20 litros de agua.

Con una mochila asperjadora manual de 20 litros, se realizó cuatro aplicaciones foliares de suspensión de esporas de las cepas de *Trichoderma sp.* y concentración de EM⁻¹ (según la tabla 2 de tratamientos) en las etapas

del desarrollo fenológico del cultivo: floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica en horas de la mañana entre las 6 a 8 a.m.; por cada tratamiento se aplicó un promedio de dos litros de la solución, variando en función al desarrollo vegetativo de las plantas. Así mismo, se realizó una mezcla de microorganismo con las cepas 1,2,3,4 de *Trichoderma sp* y EM⁻¹ a una concentración del 10%. El testigo absoluto consistió en no aplicar ningún microorganismo; sin embargo, en el testigo relativo se aplicó un producto químico (Karate: Lambdacihalotrina).

Tabla 2. Tratamientos empleados para determinar la incidencia de *Eurysacca sp.* en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA bajo condiciones de campo en el CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.

Tratamiento	Microorganismo/Producto	Concentración/Dosis
T1	<i>Trichoderma sp.</i> (Cepa 1)	1 x 10 ⁷ ufc/cc
T2	<i>Trichoderma sp.</i> (Cepa 2)	1 x 10 ⁷ ufc/cc
T3	<i>Trichoderma sp.</i> (Cepa 3)	1 x 10 ⁷ ufc/cc
T4	<i>Trichoderma sp.</i> (Cepa 4)	1 x 10 ⁷ ufc/cc
T5	Microorganismos eficaces (EM-1)	5%
T6	Microorganismos eficaces (EM-1)	10%
T7	Microorganismos eficaces (EM-1)	15%
T8	Mezcla de <i>Trichoderma sp.</i> cepas 1,2,3, 4 y EM-1	1 x 10 ⁷ ufc/cc + 10%
T9	Testigo absoluto	
T10	Testigo relative (Karate: Lambdacihalotrina)	1 cc/l de H ₂ O.

Finalización del experimento

Se realizó a los 162 días después de la siembra, una vez alcanzado la madurez fisiológica. Se seleccionaron 10 plantas al azar de los tres surcos centrales de cada

parcela, las mismas; fueron cortadas al ras del suelo, para luego colocarlas dentro de sobres de papel y fueron transportadas al laboratorio de fitopatología para su secado bajo sombra a temperatura ambiente durante

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

dos meses, posteriormente fueron pesadas para determinar la biomasa seca. Se realizó la trilla en forma manual por cada planta. Finalmente, se procedió a limpiar los granos para ser guardados dentro de bolsas de manila, debidamente rotuladas. El resto de las plantas se segaron y dejaron en el campo durante 30 días, para que sequen completamente, y una vez secado se desarrolló el trillado correspondiente. Consecutivamente fue determinado el peso de semilla y finalmente se determinó el rendimiento (RDT).

Diseño y análisis estadístico

Los datos fueron procesados en un software estadístico InfoStat, versión 2008, para realizar el análisis de varianza (ANDEVA) y para las diferencias de medias se aplicó la prueba de contraste de Duncan $p < 0,01$, con un nivel de significancia de 0.05%.

En la Figura 1, se muestra el efecto de aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM^{-1}) en el rendimiento en kg/ha para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, hubo diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) para los tratamientos.

Los tratamientos que presentaron mayor rendimiento fueron el T6 (10% de EM^{-1}) y T4 (*Trichoderma* cepa 4) con 3871.7 y 3697 kg/ha respectivamente, seguido de T7 (15% de EM^{-1}) con 3603.7 kg/ha^{-1} a comparación del tratamiento T3 (*Trichoderma* cepa) con 2262,9 kg/ha^{-1} que mostró un menor rendimiento, sin diferencia estadística al tratamiento T9 (testigo absoluto; sin tratamiento) con 2261, 0 kg/ha^{-1} .

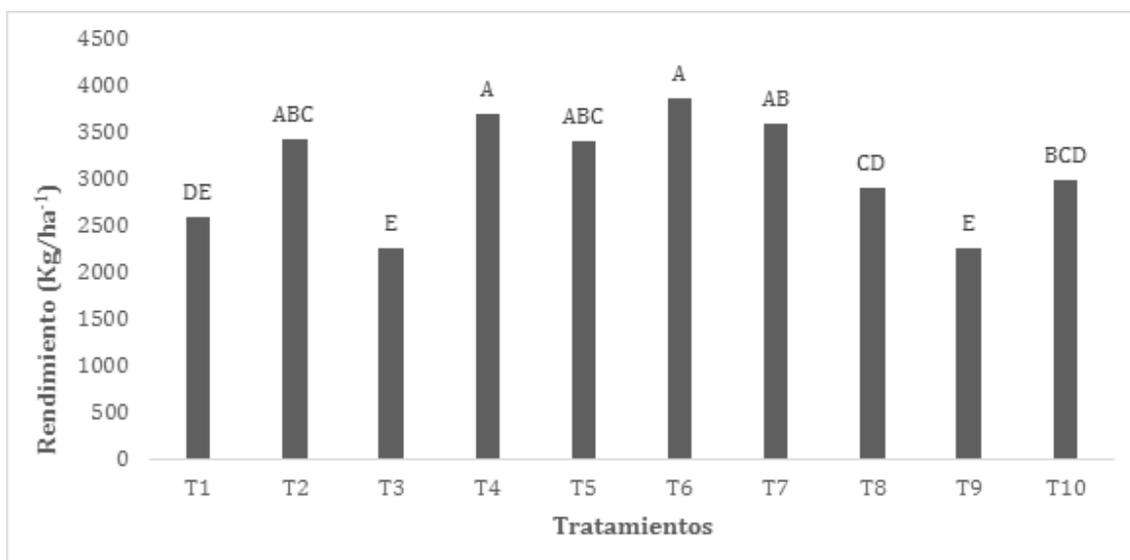


Figura 1. Rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM^{-1}). Letras distintas mayúsculas en la misma columna difieren entre sí por la prueba de Duncan $p < 0,01$.

La Tabla 3 muestra la prueba de rango múltiple para la Incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysaccasp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM⁻¹), en las cuatro etapas fenológicas, se ha determinado que los tratamientos que presentaron menor daño por “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) estadísticamente ($p < 0.01$) fueron T10 (Tratamiento químico: Karate) y

el tratamiento T6 (EM⁻¹ 10%), sin embargo; el tratamiento T9 presentó el valor más alto de incidencia de esta plaga en las cuatro etapas, de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM⁻¹ 10 y 15% presenta una disminución significativa del daño en las plantas de quinua e indudablemente la aplicación del producto químico “Karate”, resultó en la muerte de las larvas de “Kcona Kcona”.

Tabla 3. Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

Tratamientos	N	Estado fenológico del cultivo de quinua			
		Floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Madurez fisiológica
		Media	Media	Media	Media
T1	30	4.42 B	15.00 BC	28.47 A	32.57 A
T2	30	3.03 BC	14.97 BC	23.07 BC	31.10 A
T3	30	6.47 A	15.90 AB	26.17 AB	35.03 A
T4	30	3.60 BC	13.40 BCD	15.20 E	31.70 A
T5	30	3.23 CD	12.47 CD	20.20 CD	20.50 B
T6	30	2.70 CD	11.40 D	14.53 E	19.67 B
T7	30	3.77 BC	12.23 CD	19.57 D	24.93 B
T8	30	6.83 A	15.80 AB	17.57 E	32.67 A
T9	30	7.40 A	18.23 A	32.13 A	36.60 A
T10	30	6.33 A	0.00 E	0.00 F	0.030 C

Promedios por letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba (Duncan $p < 0,05$).

En las evaluaciones realizadas (Tabla 3) en las etapas fenológicas tales como: floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica, se aprecia que persiste

la mayor incidencia de “Kcona Kcona” en el tratamiento T9 (Testigo absoluto), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma sp.*: Cepa 3); y la menor incidencia se registró en el Tratamiento

T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico), seguido por el Tratamiento T6 (EM⁻¹ 10%).

No en tanto para el tratamiento T10, que fue empleado defensivo agrícola (Karate) no fue observado presencia de *E. quinoae* en etapas fenológicas como grano lechoso y grano pastoso.

El registro (Tabla 3) de la cantidad de larvas/panoja ha ido incrementando ligeramente durante el proceso de desarrollo de las plantas de quinua. Las larvas de *E. quinoae*, inicialmente fueron observadas entre las hojas apicales de las plantas en estado fenológico de ramificación. En esta etapa el daño ocurrió sobre todo en la panoja en plena formación.

Discusión

Existen relatos que los microorganismos eficientes incrementan la producción agrícola, en una investigación realizada en varios cultivos y especialmente con maíz se obtuvo una producción superior al 50% cuando se empleó microorganismos eficientes (19). Este comportamiento puede estar atribuido a la acción benéfica que realizan los microorganismos en el sistema suelo-planta (rizósfera) que podrían acelerar el proceso de reciclaje de nutrientes disponible para las plantas y garantizar un mayor crecimiento y desarrollo de las parcelas inoculadas con respecto al testigo absoluto (20).

Las aplicaciones de Microorganismos Eficientes en la agricultura incrementan la capacidad de fotosíntesis de las plantas a través de un mayor desarrollo foliar y mayor desarrollo foliar implica mayor fotosíntesis en la planta (21). Así mismo, en una investigación empleando "BIOL al 60%" EM⁻¹

para la producción de quinua obtuvo buenos rendimientos de este cultivo (22). Resultados semejantes fueron encontrados en la presente investigación (Tabla 3) para el tratamiento T6.

Los efectos de cepas de *Trichoderma* sp sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas tienen implicaciones económicas importantes, así como mejorar el vigor de las plantas para superar las tensiones bióticas y / o abióticas (14). Por otro lado, las enzimas hidrolíticas producidas por el género *Trichoderma* movilizan la materia orgánica del medio y de esta forma mejoran la absorción de compuestos más simple por la planta y finalmente influyen en su estado nutricional (23).

La promoción del crecimiento de las plantas se observa a menudo en respuesta a la colonización de *Trichoderma* sp. (24). Es muy probable que las cepas de *Trichoderma* endofito puedan crear condiciones de crecimiento más favorables que conduzcan a un mejor crecimiento de la planta (14).

Los resultados estuvieron de acuerdo con los hallazgos de otros investigadores que sugirieron que además de su capacidad de biocontrol, algunas especies de *Trichoderma* sp. son capaces de promover el crecimiento de las plantas, la resistencia al estrés por sequía y la tolerancia a las condiciones inadecuadas del suelo. Por ejemplo, semillas tratadas con la cepa T22 de *T. harzianum*, respondieron positivamente y hubo un aumento de rendimiento (24); aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito con fertilizantes orgánicos e inorgánicos en plantaciones de cacao obtuvieron incrementos porcentuales positivos en el rendimiento con respecto al control absoluto (25). También, señalan que

la mejora del crecimiento de la planta puede estar influenciada por compuestos como fitohormonas producidas por hongos endófitos como el ácido indolacético (IAA) y sus análogos. Además, la producción de algunos ácidos orgánicos tales como los ácidos glucónico cítrico y/o fumárico, dando como resultado la solubilización de fosfatos (14).

En la presente investigación (Tabla 4) se observó la presencia de *E. quinoae* en todas las etapas fenológicas estudiadas como (floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica. En la etapa fenológica de panojamiento, puede ocurrir el ataque de la primera generación de la polilla *Eurysacca quinoae* (26). El hongo endófito *Trichoderma* sp no demostró efecto de protección al ataque de *E. quinoae*. Contradictorio con resultados obtenidos en una investigación con la efectividad de *Trichoderma* spp. sobre insectos descortezadores de pino mostró que la cepa T01 fue el mejor tratamiento, ya que causó el 100% de mortalidad de los insectos (27). Demostrando que defensas biológicas no siempre puede tener la misma efectividad en el control de enfermedades.

En una investigación se observó mayor daño en el periodo de formación de grano y madurez fisiológica, donde las larvas se alimentan principalmente de las hojas tiernas si están en los primeros estadios y de los granos inmaduros y maduros si están en los últimos estadios (28). En el presente estudio se registró mayor cantidad de larvas de *E. quinoae* a medida que la planta madura se desarrolla. Así mismo, se reportaron que la abundancia de insectos, especialmente de insectos inmaduros, depende principalmente de la interrelación estrecha entre el desarrollo

de la planta hospedera y el ciclo biológico de los insectos (29).

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T6 (EM⁻¹ 10%) con un promedio de 3871,70 kg/ha⁻¹, seguido por el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126) se obtuvo un rendimiento de 3697,00 kg/ha⁻¹; mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) con 2261,00 kg/ha⁻¹, seguido del Tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2) con 2262,87 kg/ha⁻¹, respectivamente.

Menor incidencia de plagas se registró en el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) seguido por el tratamiento T6 (EM⁻¹ 10%), y la mayor incidencia de larvas de *Eurysacca* sp. "Kcona Kcona", se registró en el tratamiento T9 (Testigo absoluto: sin tratamiento), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rojas W, Alandia G, Irigoyen J, Blajos J, Santivañez T. La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FAO;2011.
2. Schmöckel S, Lightfoot D, Tazali R, Tester M, Jarvis D. Identification of putative transmembrane proteins involved in salinity tolerance in (*Chenopodium quinoa*) by integrating physiological data, RNAseq, and SNP analyses. *Frontiers in Plant Science*. 2017;(8):1-12.
3. FAO - Food and Agriculture Organization. La Quinoa: Cultivo Milenario para contribuir a la Seguridad Alimentaria. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>.

4. Cogliatti M, Heter D. Perspectivas de producción de Quinoa en la región agrícola del centro de la provincia de Buenos Aires. Centro de investigaciones integradas sobre sistemas agronómicos sustentables (CIISAS). Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; 2014.
5. Rasmussen C, Lagnaoui A, Esbjerg P. Advances in the knowledge of quinoa pests. *Food Rev Int.* 2003;(19):61-75.
6. Melo LA. Insectos asociados al cultivo de quinoa en Cusco. 51 p. Tesis Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco, Perú; 2001.
7. Khalifa W, Thabet M. Variation in downy mildew (*Peronospora variabilis* Gäum) resistance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivars under Egyptian conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research, Egipto.* 2018;7(2): 671-682.
8. Soyly S, Uysal A, Choi J. Morphological and molecular characterization of downy mildew disease caused by *Peronospora variabilis* on (*Chenopodium álbum*) in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes.* 3 p. 2020.
9. Thines M, Choi J. Evolution, diversity and taxonomy of the Peronosporaceae, with focus on the genus *Peronospora*. *Phytopathology.* 2016;106(1): 6-18.
10. Melorose J, Perroy R, Careas S. Guía del Cultivo de Quinoa. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, Chile; 2016.
11. Jamiotkowska A. Natural Compounds as Elicitors of Plant Resistance Against Diseases and New Biocontrol Strategies. *Agronomy* 2020;(10):173.
12. Luna Feijoo MA, Mesa Reinaldo JR. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas.* 2016;4(2):31-40.
13. Bae R.C, Sicher MS, Kim SH, Kim MD. Strem, R.L. Melnick y B.A. Bailey. The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *Journal of Experimental Botany.* 2009; 60(11): 3279-3295.
14. Toghueo RMK, Eke P, Zabalgoceazcoa I, De Aldana BRV, Nana LW, Boyom FF. Biocontrol and growth enhancement potential of two endophytic *Trichoderma* spp. from *Terminalia catappa* against the causative agent of Common Bean Root Rot (*Fusarium solani*). *Biological Control.* 2016; 96: 8-20.
15. Tanya MM y Leiva MM. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Revista centro agrícola.* 2019;46(2): 93-103.
16. Ramos Agüero D, Alfonso ET. Generalidades De Los Abonos Orgánicos: Importancia Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas. *Cultivos Tropicales.* 2014;35(4):52-59.
17. Porcuna CJL. Manejo de Plagas y Enfermedades en Producción Ecológica. Junta de Andalucía Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Manuales Técnicos SEAE. España; 2008.
18. Devine GJ, Eza D, Oguzuko E, Furlong MJ. Uso de Insecticidas Contexto y Consecuencias Ecológicas. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública.* 2008;25(1):74-100.
19. Kolima P, Rodriguez J, Olivera DS, Fuentes P, Melendrez J. Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. *Agron. Costarricense.* 2016; 40(2): 117-127.
20. Higa T, Parr JP. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center. Atami, Japan; 1994.
21. Haney CH, Samuel BS, Bush J, Ausubel FM. Associations with rhizosphere bacteria can confer an adaptive advantage to plants. *Nat. Plants.* 2015;1(6): 15051.
22. Mamani Reynoso F, Aliaga Zeballos S. Efectos de aplicación con biol en la producción de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Revista*

de la Carrera de Ingeniería Agronómica. 2017; 3(3): 713-717.

23. Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY, Valéro JR. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. *Biochem. Eng. J.* 2007; 37(1): 1-20.

24. Harman GE. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology.* 2004; 96(2): 190-194.

25. Tuesta-Pinedo Á.L., Trigozo-Bartra E, Cayotopa-Torres JJ, Arévalo-Gardini E, Arévalo-Hernández CO, Zúñiga-Cernadez LB, Leontacca B. Optimization of organic and inorganic fertilization cocoa (*Theobroma cacao* L.) with the inclusion of *Trichoderma endophyte* and *Arbuscular mycorrhizae*. *Revista Tecnología en Marcha.* 2017;30(1): 67-78.

26. Saravia R, Quispe R. Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Cultivo de la Quinoa. La

Paz Bolivia. Programa de apoyo a la quinua Altiplano Sur. Fundación AUTAPO. Fundación PROINPA. 105 p. 2006.

27. Gijón HAR, Sandoval ZT, López CM, Ramírez HGL, Padilla AVJA, Pérez GIM. Caracterización y Efectividad de *Trichoderma* spp. sobre insectos descortezadores de pino. *Entomología Mexicana.* 2015; 2: 293-299.

28. Rasmussen C, Jacobsen SE, Lagllaoui A. Las polillas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Perú: *Eurysacca* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Revista Peruana de Entomología.* 2001; (42):57-59.

29. Schoonhoven LM, Loon VJA, Dicke M. *Insect-plant biology.* New York. Oxford University Press. 421 p. 2005.