




# Efecto de biopreparados de residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos enriquecidos con *Trichoderma harzianum* en la producción forrajera de medicago sativa

Effect of biopreparations of agro-industrial and livestock organic waste enriched with *Trichoderma harzianum* on the forage production of *Medicago sativa*

 Nuñez, Wilfredo E.<sup>1</sup>;  Espinoza, Francisco A.<sup>1</sup> y  Ballardo, Cindy V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

**Resumen:** El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de biopreparados de residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos enriquecidos con *Trichoderma harzianum* en la producción forrajera de *Medicago sativa* - alfalfa en la E.E.A. El Mantaro. Este proceso tecnológico inició con la obtención de biopreparados a base de biol (75%EV +25%RA), y de humus (50% EV+50%RA), que fueron fermentados anaerobiamente por 3 meses. El cultivo de *Trichoderma harzianum* se preparó en sustrato de arroz iniciando con una concentración de  $5.45E+02$  conidias/ml como inóculo inicial y finalizando con una concentración de  $3.9E+08$  conidias/ml para ser incorporado en cada biopreparados. La aplicación de los bioformulados enriquecidos con *Trichoderma harzianum* se aplicaron al cultivo de alfalfa en parcelas demostrativas. Los resultados demuestran que la incorporación de *Trichoderma harzianum* en los biopreparados tuvo un efecto significativo en el comportamiento del crecimiento de la alfalfa, lo que se ve reflejado en la altura de la planta, el efecto tanto en altura de la planta, producción de forraje, número de tallo, cobertura basal y cobertura aérea, demostrando la eficacia del *Trichoderma harzianum* en los biopreparados suministrados al cultivo de alfalfa. **Palabras clave:** trichoderma harzianum, medicago sativa, biopreparado.

**Abstract:** The objective of this research was to evaluate the effect of biopreparations of agro-industrial and livestock organic residues enriched with *Trichoderma harzianum* in the forage production of *Medicago sativa* - alfalfa in the E.E.A. El Mantaro. This technological process began with the obtaining of biopreparations based on biol (75%EV +25%RA), and humus (50% EV+50%RA), which were fermented anaerobically for 3 months. The *Trichoderma harzianum* culture was prepared on rice substrate starting with a concentration of  $5.45E+02$  conidia/ml as initial inoculum and ending with a concentration of  $3.9E+08$  conidia/ml to be incorporated in each biopreparation. The application of the bioformulates enriched with *Trichoderma harzianum* were applied to the alfalfa crop in demonstration plots. The results show that the incorporation of *Trichoderma harzianum* in the biopreparations had a significant effect on the growth behavior of alfalfa, which is reflected in the height of the plant, the effect both in height of the plant, forage production, number of stem, basal cover and aerial cover, demonstrating the effectiveness of *Trichoderma harzianum* in the biopreparations supplied to the alfalfa crop.

**Keywords:** trichoderma harzianum, medicago sativa, biopreparation.



**Referencia:** Nuñez, W. E., Espinoza, F. A., y Ballardo, C. V. (2025). Efecto de biopreparados de residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos enriquecidos con *Trichoderma harzianum* en la producción forrajera de medicago sativa. *Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias*, 06(01), 31–37. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/pucag/article/view/2154>

Recibido: 09 de octubre de 2024

Aceptado: 30 de junio de 2025

Publicado: 30 de junio de 2025

Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias. Vol. 06, núm. 01, enero a junio, 2025. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1. Introducción

Eradicar el hambre, alimentar a la población futura y conservar el medio ambiente son los grandes retos a los que se enfrentan hoy las sociedades modernas. La aplicación de fertilizantes químicos en la agricultura ha resultado en procesos de eutrofización, un desequilibrio en las reacciones fisicoquímicas del suelo y un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (Robas et al., 2022) además contribuye a la contaminación y eliminación de la cobertura vegetal, lo cual afecta al agua, aire y suelo (Montoro, Moreno, Gomero, y Reyes, 2009). Asimismo, esta situación ocasiona una serie de problemas en la salud de la población directamente expuesta a las sustancias tóxicas que se utilizan para el control de plagas y un impacto letal en organismos que no son su objetivo como recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores naturales de plagas (Devine, Eza, Ogu-suku, y Furlong, 2008).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su agenda 2030, denuncia que las técnicas agrícolas intensivas han dañado los ecosistemas, provocando la degradación de un tercio de los suelos del planeta. También concluye que la producción de alimentos debe aumentar en un 50% para satisfacer la demanda futura de alimentos e incentiva el uso de técnicas agrícolas ambiental, social y económicamente sostenibles (Colglazier, 2015).

Un elemento importante de estas tecnologías sostenibles que ahorran recursos para los cultivos es el uso de nuevos tipos de biopreparados a base de residuos orgánicos y ganaderos que puede reducir significativamente el volumen de aplicación de fertilizantes químicos o minerales tradicionales, lo que reduciría significativamente la pérdida de nutrientes de las plantas así como la contaminación del suelo y medio ambiente (Jiang Peng et al., 2019; Liatukiene Aurelija et al., 2020; Wassie Misganaw et al., 2020). Además, estos residuos vegetales sirven como sustrato importante de la actividad microbiana en la elaboración de los biopreparados, residuos que proporcionan carbono y los estiércoles que proporcionan nitrógeno que en una relación adecuada se obtiene un buen biofertilizante para la preservación del carbono edáfico y para aliviar el agotamiento de los nutrientes del suelo causado por la sobreexplotación (Chèneby et al., 2010); (Witzgall et al., 2021). Sumado a ello, la biotecnología hace su aporte al biopreparados debido a que se puede utilizar microorganismos para potenciar los efectos en estos complejos líquidos.

Se ha descrito la existencia de varias especies de microorganismos entomopatógenos con potencial para

el crecimiento de las plantas y el control microbiano de insectos, tales como hongos, virus, protozoos y bacterias (Chandler et al., 2011). También se han aislado microorganismos con actividad biofungicida, destacándose, entre ellos varias cepas de *Trichoderma* (Chandler et al., 2011), como reguladores del crecimiento de las plantas, aumentando su potencial de crecimiento y absorción de nutrientes proporcionados en los biopreparados que mejoran la nutrición y el rendimiento de las plantas (Cao S. et al., 2020; Wang Jing et al., 2020).

La aplicación de hongos *Trichoderma* garantiza un entorno favorable para el crecimiento y la proliferación de abundantes raíces sanas y simultáneamente, sacarosa derivada de plantas, que es un recurso importante proporcionado por *Trichoderma*. Por lo tanto, las plantas se benefician de esta relación a través de un mayor crecimiento de raíces y brotes y una mayor absorción de macro y micronutrientes.

Por tanto, *Trichoderma* se trata como promotores del crecimiento (fertilizante bioorgánico) y como agentes de control de patógenos (micofungicida) y su aplicación puede reducir el costo de producción de los cultivos además de conservar un ambiente agradable (Hossain et al., 2020). Es por ello que, en esta investigación se aborda la evaluación del efecto de los biopreparados a base de residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos enriquecidos con *Trichoderma harzianum* en la producción forrajera de medicago sativa, alfalfa, ya que este cultivo forrajero se considera un cultivo importante en el desarrollo de la ganadería, que aumenta los ingresos de los agricultores y promueve el desarrollo social y económico en las zonas rurales particularmente valiosa para los agricultores en entornos donde las especies tradicionales de ryegrás y trébol blanco no pueden persistir (Avery et al., 2008; Moot, 2012). Además, es importante conocer el efecto del biopreparado y del *Trichoderma harzianum* en el crecimiento de medicago sativa alfalfa para reducir la incorporación de fertilizantes químicos en esa búsqueda constante de encontrar nuevas formas y métodos para mejorar el cultivo y su calidad.

## 2. Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el período de abril a diciembre del año 2023 en el laboratorio del Centro de Investigación en Gestión de residuos sólidos CIRSO en la E.E.A. El Mantaro perteneciente a la Universidad Nacional del Centro del Perú, Ubicado en el distrito, El Mantaro; Provincia, Jauja; Departamento, Junín, con una Latitud Sur, 12°03'19" del Ecuador; Longitud Oeste, 75°16'33" de Greenwich; Altitud,

3316 msnm.

### 2.1. Materiales utilizados en el experimento

Los residuos orgánicos agroindustriales se obtuvieron de la empresa ECOANDINO SAC. ubicada en la provincia de Concepción Provincia de Junín. Empresa dedica al procesamiento y comercialización de alimentos de biodiversidad andina y amazónica. Los residuos ganaderos se obtuvieron del área de ganadería de la E.E.A. El Mantaro de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

### 2.2. Características fisicoquímicas de los residuos utilizados

Para el desarrollo de la investigación se evaluó las características físico-químicas de los residuos utilizados en el estudio, se presenta en la Tabla 1 los valores promedios de tres evaluaciones y se incorpora la desviación estándar.

El análisis fisicoquímico realizado a los residuos en su fase inicial es el punto de partida para el experimento, así se pudo evaluar en el tiempo como cambian estos residuos al degradarse por el efecto de la fermentación en un proceso de fermentación en estado sólido para su utilización

### 2.3. Preparación de biopreparados

Con los residuos orgánicos agroindustriales y el estiércol de ganado vacuno se procedió a preparar el abono orgánico líquido (biol) mediante fermentación anaerobia, la mezcla fue 75% de estiércol de Vacuno + 25% de residuos agroindustriales en igual proporción. Se dejó fermentar por un período de dos meses a temperatura ambiente.

Para la obtención de humus se utilizó la lombriz *ei-senia foetida* con el 50% de residuos agroindustriales (RC1: RY1) y el 50% de estiércol de ganado vacuno, obteniendo al cabo de tres meses humus.

### 2.4. Producción de inóculo de *Trichoderma harzianum*

Se adquirió una cepa de *Trichoderma harzianum* de SENASA - Lima en sustrato sólido a base de arroz. Para su posterior propagación, la cepa se aisló en agar Sabouraud en placas Petri completamente estériles, la dilución inicial fue a razón de 10 gr de cepas de *Trichoderma harzianum* diluidos en 90 ml de agua destilada (Hernández M. et al., 2019).

Se procedió a tomar un loop de muestra 10 ug. Y se sembró en cada placa Petri, después se incubó durante 48h a una temperatura de 28 °C. se realizó la evaluación de germinación de conidias al microscopio y luego se sacó un disco de agar de 1.8 cm de diámetro con una concentración promedio de  $(2.89E+02 \pm 1.60E+01)$  conidias por ml, este conteo de conidias se realizó con la cámara de Neubauer al microscopio a

40X

### 2.5. Cultivo de *Trichoderma harzianum* en biopreparados

Luego de obtener el inóculo de *Trichoderma harzianum* con un promedio de  $(2.89E+02 \pm 1.60E+01)$  conidias por ml, se procedió a inocular a los biopreparados 250 ml/erlenmeyer de biol, para la multiplicación del *Trichoderma harzianum*, para el caso del humus este se diluyó en agua destilada en una proporción de una parte de humus por 10 de agua, luego se separó en erlenmeyer de 500 ml el inóculo de *Trichoderma harzianum* fue la misma cantidad para ambos biopreparados. El seguimiento del crecimiento del *Trichoderma harzianum* fue a través del conteo de número de conidias en cámara de Neubauer al microscopio. Se incorporó cloranfenicol al proceso para evitar el crecimiento de bacterias en los biopreparados. Con el resultado positivo del crecimiento de *Trichoderma* en ambos biopreparados se escaló a 20 litros de cada biopreparados en los que también se controló el crecimiento del T.h. hasta obtener un promedio de  $5.24E+08 \pm 1.35E+07$  conidias por mililitro.

### 2.6. Prueba de germinación con aplicación de biopreparados enriquecidos con T.h.

Para la prueba de germinación se utilizaron como recipientes placas de Petri estériles de 140 mm, en las que se colocó sobre la base papel de filtro estéril (luz UV 30 min). Una vez esterilizados, los discos de papel de filtro se saturaron con 4,5ml de cada dilución (volumen experimental), evitando la acumulación de exceso de líquido. Se utilizó una placa para cada dilución de biopreparados. Se añadió un total de 160 semillas de alfalfa para cada tratamiento y se distribuyeron uniformemente con pinzas esterilizadas. Luego las placas se cerraron con una tapa superpuesta (en condiciones aeróbicas, evitando la contaminación por microorganismos aéreos) y se dejaron en oscuridad a temperatura controlada ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Cada condición se ensayó por triplicado. Las semillas germinadas (indicadas por la radícula emergente visible) se controlaron diariamente.

### 2.7. Instalación de parcelas demostrativas y aplicación de biopreparados

Se instaló en parcelas demostrativas con el cultivo de medicago sativa - alfalfa formado camellones. El tamaño de la parcela unitaria fue de 2,5 m CE 2,0 m. Las operaciones de cultivo, como deshierbe, riego, etc., se realizaron según requerimiento del cultivo de alfalfa. Los biopreparados se inocularon después de la germinación de las semillas de alfalfa. La concentración de biopreparados en el cultivo de alfalfa, fue al 0,2% (200

**Tabla 1***Características de los residuos utilizados en este estudio*

Parámetros	RC- cacao	RY- yacón	Estiércol v.
Humedad (% b.h.)	86.2 ±1.5	60.05 ±1.5	70.71 ±3.7
M.O (%)	77.79 ±0.23	45.59 ±1.12	71.92 ±2.8
pH.	6.7 ±0.5	8.62 ±0.37	5.30 ±0.27
Nitrógeno (%)	2.23 ±0.33	5.14 ±0.15	3.5 ±0.14
Fósforo (%)	0.4 ±0.00	0.03 ±0.01	1.31 ±0.5
Potasio (%)	2.92 ±1.51	0.04 ±0.10	1.3 ±0.2
Relación C/N	12.75 ±0.13	3.42 ±0.54	16.2 ±2.3

Nota. Media y desviación estándar de al menos tres valores obtenidos. (% b.h) Base húmeda

ml por 100 l de solución de biopreparados) con un pH a un nivel neutro.

### 2.8. Diseño experimental y tratamientos

El diseño de la investigación fue experimental, se utilizó el diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento. En dichas parcelas se probó los biopreparados en cuatro tratamientos y un testigo: T1 (Biol), T2 (biol +T.h), T3 (humus líquido), T4 (humus +T.h.) T5 (testigo).

### 2.9. Evaluación de medicago sativa alfalfa

Se evaluó el estado fenológico de prefloración a los (31 días), cobertura basal, cobertura aérea, altura de planta, número de hojas por tallo, número de tallos por planta, producción de forraje verde y materia seca, análisis bromatológico proteína y fibra.

## 3. Resultados

### 3.1. Características físicoquímicas de los biopreparados

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la caracterización de los biopreparados listos para ingresar a cultivo de medicago sativa alfalfa.

### 3.2. Comportamiento productivo de la de la alfalfa (Medicago sativa )

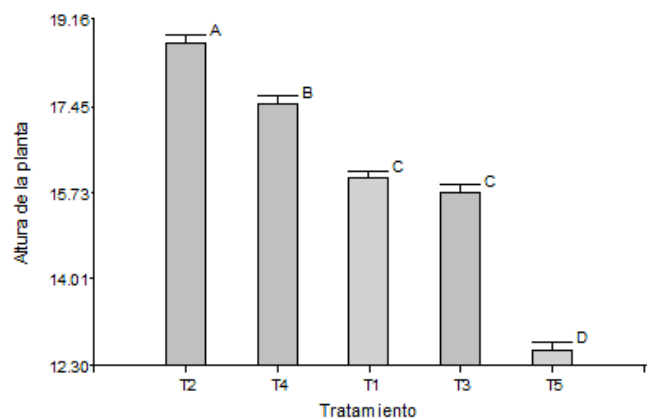
Al analizar el comportamiento productivo de la alfalfa bajo el efecto de aplicación de los biopreparados como se presenta en la Figura 1 se registró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), entre medias, reportándose el mejor tratamiento T2 seguidamente, del T4 ambos biopreparados con contenido de Trichoderma harzianum . los biopreparados sin contenido de Trichoderma se muestra que también contribuyen al crecimiento de la alfalfa no existiendo diferencias significativas entre el T3 y T1; finalmente el más tardío en crecimiento fue el testigo que solo se le administro agua.

Los resultados más favorables del crecimiento de la alfalfa con la aplicación de Trichoderma harzianum , se justifican de acuerdo a lo indicado en (Vega & Hernández-Chaverri, 2020) quien menciona que el hongo Trichoderma aparte de ser un biofertilizante estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas, así como ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo.

Al análisis de varianza se obtuvo un  $R^2$  de 0.71 que indica que aproximadamente el 71% de la variabilidad en la variable dependiente puede ser explicada por el modelo de regresión utilizado. se considerado bastante alto y sugiere que el modelo de regresión se ajusta bien a los datos, ya que es capaz de explicar una gran parte de la variabilidad en la variable dependiente.

**Figura 1**

Comportamiento productivo del cultivo de alfalfa inicio de crecimiento



Las medias registradas de la altura de la planta a los

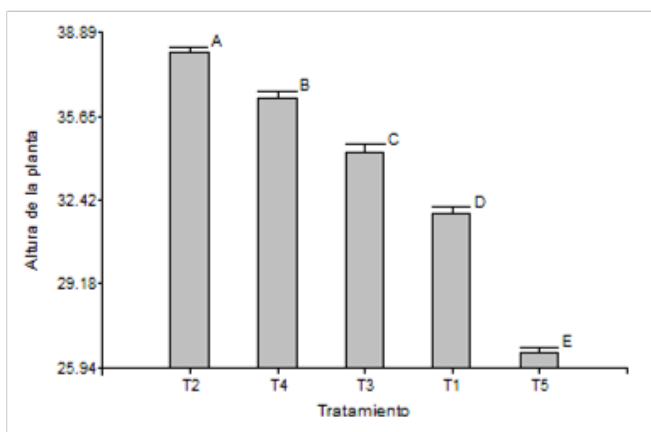
**Tabla 2**  
Características fisicoquímicas de los biopreparados ( bio y humus)

Parámetros	BIOL	HUMUS
Trichoderma h. conidias/ml	$5.45 \times 10^8 \pm 4.23 \times 10^7$	$7.45 \times 10^8 \pm 3.76 \times 10^7$
M.O (%)	77.79 ± 0.23	45.59 ± 1.12
pH.	6.7 ± 0.5	8.62 ± 0.37
Nitrógeno (%)	2.23 ± 0.33	5.14 ± 0.15
Fósforo (%)	0.4 ± 0.00	0.03 ± 0.01
Potasio (%)	2.92 ± 1.51	0.04 ± 0.10
Relación C/N	12.75 ± 0.13	3.42 ± 0.54

Nota.

15 días, del Medicago sativa, en el primer corte, reportaron diferencias estadísticas significativas (P 0.05), entre los tratamientos, por efecto de la aplicación de los biopreparados observando que las mejores respuestas se alcanzaron con los biopreparados con contenido de Trichoderma harzianum como se presenta en la figura 2 donde el T2 y T4 alcanzan mayor tamaño de planta en tanto que los reportes más bajos fueron registrados en el grupo control como se indica en la figura 2.

**Figura 2**  
Comportamiento productivo del cultivo de alfalfa a los 15 días después del primer corte



Las respuestas más eficientes obtenidas tanto a los 15 se alcanzaron al utilizar los biopreparados conteniendo Trichoderma harzianum confirmando que las hormonas, macro y microelementos presentes en los bioabonos que aunque en mínimas cantidades, actúan efectivamente en el desarrollo del cultivo de alfalfa, además el Trichoderma harzianum es un hongo que tiene también una serie de efectos secundarios en el suelo, emite vitaminas que absorbe la raíz, con lo que la planta crece más rápido y también gran cantidad de

enzimas, que hace que la raíz se alimente mejor, este hongo se alimenta de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, en caso de que no tenga ningún hongo para alimentarse mejora también la estructura del suelo. (Haque, Ilias, y Molla, 2011)

### 3.3. Producción de forraje

Las medias de la producción de forraje en materia verde en el primer corte determinadas en el cultivo de alfalfa por efecto de la aplicación los biopreparados registraron diferencias estadísticas altamente significativas (P 0.05 ) por lo que en la separación de medias, el mayor valor se presentó en el tratamiento T2 (Biol más Trichoderma ) con 26,10 Tn/ha/corte, a continuación y sin diferir estadísticamente se ubica el tratamiento T4 (Humus más Trichoderma), con 20,80 Tn/ha/corte, en tanto que respuestas menos eficientes se hallaron en los Tratamientos T3 (biol ) y T4 (humus) en las parcelas del grupo control (T5), con medias de 27,40 y 22,00 Tn/ha/corte respectivamente y en su orden, de acuerdo al análisis antes descrito se establece que la producción de forraje parece estar en dependencia de los niveles del Trichoderma harzianum determinados, por cuanto con la mezcla de biopreparados con Trichoderma se obtuvo una mayor cantidad de forraje, y está supeditado a lo que se reporta (Chirino-Valle et al., 2016) quien menciona la alfalfa posee una raíz pivotante y que su desarrollo se ve favorecido por efecto de la fertilización orgánica.

### 3.4. Número de Tallos por planta

En el análisis de varianza del número de tallos por planta a los 15 días, en el primer corte de Medicago sativa, no se encontraron diferencias estadísticas, (P>0,05), entre las medias de los tratamientos por efecto de la aplicación de los biopreparados, sin embargo de carácter numérico se observa cierta superioridad en las parcelas del tratamiento T2 y T4, ya que

las medias fueron de 29,54 tallos; a continuación en escala de mayor a menor se ubican los tratamientos T1, T3 y T5 con valores de 34.82, 33.76 y 28.07 tallos por planta

### 3.5. Cobertura basal (%)

Las medias registradas de la cobertura basal a los 15 días, de cultivo de alfalfa- *Medicago sativa*, en el primer corte, reportaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), entre los tratamientos, por efecto de la aplicación de los biopreparados observando que las mejores respuestas se alcanzaron con la utilización de T2, con 85.48% y que descendió a 72.42 y 44.50 %, cuando se utilizó los biopreparados sin *Trichoderma* (T1 Y T3) en tanto que los reportes más bajos fueron registrados en el grupo control T5 con medias de 64.15%

### 3.6. Cobertura de área (%)

Con relación al porcentaje de cobertura aérea a los 15 días, en el primer corte de cultivo de alfalfa-*Medicago sativa*, las medias determinadas presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la aplicación de los biopreparados, observándose una mayor cobertura aérea con las aplicación de los niveles altos de este biopreparados con *Trichoderma*; T2 con medias de 87,10%, con respecto a las respuestas determinadas en las plantas del grupo control que fueron las menos eficientes de la investigación con coberturas de 72,70%

## 4. Discusiones

La fertilización de los cultivos de alfalfa es un aspecto crucial para maximizar el rendimiento y la calidad de la cosecha. La alfalfa es conocida por su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico y su alta demanda de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. La adición de fertilizantes convencionales puede ser costosa y puede tener impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua subterránea. En este contexto, el uso de biopreparados, como *Trichoderma harzianum*, como parte de una estrategia de fertilización, ha ganado interés debido a sus potenciales beneficios agronómicos y ambientales. Además, la aplicación de fertilizantes orgánicos tiene como objetivo mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos, aumentar la fertilidad del suelo, reducir los insumos químicos,

apoyar la sostenibilidad y ser respetuosos con el medio ambiente (McNeill et al., 2022).

El uso de biopreparados con *Trichoderma harzianum* en la fertilización de la alfalfa ofrece un enfoque prometedor para mejorar la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agrícolas, al tiempo que reduce la dependencia de fertilizantes químicos y minimiza los impactos ambientales negativos. Sin embargo, se requiere más investigación para comprender completamente su potencial y optimizar su uso en diferentes condiciones de cultivo.

Además, la investigación permitió obtener información de las condiciones y parámetros que permitan aprovechar los residuos agroindustriales y ganaderos (estiércol de vacuno), en la obtención de biopreparados enriquecidos con *Trichoderma harzianum* capaz de controlar organismos plaga en el suelo o en cultivo

Así mismo la utilización de *Trichoderma* y el humus en alfalfa, es otra alternativa ya que demostraron buena cobertura basal en las parcelas fertilizadas con los biopreparados. Se determinaron los mejores rendimientos en la producción de forraje verde de alfalfa, alcanzando buenos rendimientos al corte de forraje verde. Por otro lado, utilizando como biopreparados de humus líquido y *Trichoderma Spp*, en la fertilización como foliar en *Medicago sativa*, las mejores respuestas se dieron al primer corte número de Tallos/planta a los 15 días con 68,33% mostrando como alternativa de uso al *Trichoderma* con los biopreparados.

## 5. Conclusiones

Los biopreparados enriquecidos de residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos con *Trichoderma harzianum* demostraron un efecto positivo en el incremento de la producción forrajera de *Medicago sativa* en la E.E.A. El Mantaro

Los valores de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de los residuos orgánicos agroindustriales y ganaderos para la elaboración de los biopreparados presentaron diferencias significativas de acuerdo al tipo de residuo.

El rendimiento forrajero de *Medicago sativa* utilizando los biopreparados obtenidos a partir de residuos orgánicos, agroindustriales y ganaderos enriquecidos con *Trichoderma harzianum* son similares

## Referencias

Chandler, D., Bailey, A. S., Tatchell, G. M., Davidson, G., Greaves, J., & Grant, W. P. (2011). The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1573), 1987-1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0390>

- Chirino-Valle, I., Kandula, D., Littlejohn, C., Hill, R., Walker, M., Shields, M., Cummings, N., Hettiarachchi, D., & Wratten, S. (2016). Potential of the beneficial fungus *Trichoderma* to enhance ecosystem-service provision in the biofuel grass *Miscanthus x giganteus* in agriculture. *Scientific Reports*, 6(1), 25109. <https://doi.org/10.1038/srep25109>
- Hossain, M. Z., Bahar, M. M., Sarkar, B., Donne, S. W., Ok, Y. S., Palansooriya, K. N., Kirkham, M. B., Chowdhury, S., & Bolan, N. (2020). Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant. *Biochar*, 2(4), 379-420. <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00065-z>  
572 citations (Crossref/DOI) [2025-09-14].
- McNeill, M. R., Tu, X., Altermann, E., Beilei, W., & Shi, S. (2022). Sustainable Management of *Medicago Sativa* for Future Climates: Insect Pests, Endophytes and Multitrophic Interactions in a Complex Environment. *Frontiers in Agronomy*, 4, 825087. <https://doi.org/10.3389/fagro.2022.825087>
- Robas, M., Fernández, V. M., Probanza, A., & Jiménez, P. A. (2022). Valorization as a Biofertilizer of an Agricultural Residue Leachate: Metagenomic Characterization and Growth Promotion Test by PGPB in the Forage Plant *Medicago Sativa* (Alfalfa). *Frontiers in Microbiology*, 13, 1048154. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1048154>
- Vega, M. C., & Hernández-Chaverri, R. A. (2020). Crecimiento de *Trichoderma* En Rastrojo de Piña Para Obtener Esporas Para Uso Agrícola. *Agronomía Mesoamericana*, 597-608. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40275>