

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

Efecto de un esquema combinado de incorporación de enmiendas orgánicas y fertilización convencional en la microbiota del suelo y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* var. Pony express)

Estudiante

Adolfo Alejandro Tobar Osorio

Alejandro Antonio Solis Alvarado

Asesores

Ricardo Alexander Peña Venegas, Ph.D.

Carolina Avellaneda Barbosa, Ph.D.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción

Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	8
Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Materiales y Métodos	15
Localización del Experimento	15
Diseño y Establecimiento Del Experimento	16
Análisis Estadístico	17
Muestreo Del Lote	19
Plan de Fertilización	19
Siembra y Manejo	19
Riego	19
Prácticas Culturales	20
Manejo Fitosanitario y Control de Plagas	20
Material Vegetal y Enmiendas	20
Variables Medidas	21
Total, Hongos, Total Bacterias y Relación Hongo Bacteria	21
Carbono Orgánico	21
Nitrógeno Total	21
Relación Carbono/Nitrógeno	22
Rendimiento	22

Resultados y Discusión.....	23
Propiedades Químicas del Suelo a los 95 Días Después de la Siembra	23
Propiedades Microbiológicas del Suelo a los 95 Días Después de la Siembra.....	27
.....	30
Propiedades Químicas del Suelo a la Cosecha.....	31
Propiedades Microbiológicas del Suelo a la Cosecha	35
Efecto en el Rendimiento del Tomate	39
Conclusiones	41
Recomendaciones.....	42
Referencias.....	43
Anexos.....	47

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tratamientos usados en la experimentación de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y productividad del tomate.	16
---	----

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica del lote N 0 24 de Zona 2, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, donde se realizó el experimento de incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y productividad del tomate.....	15
Figura 2 Esquema del establecimiento del experimento en el del lote N0 24 de Zona 2, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, donde se realizó el experimento de incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y la productividad del tomate.....	18
Figura 3 Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre las propiedades químicas del suelo a los 95 DDS. a, b) Carbono orgánico (%), c, d) Nitrógeno total (%), e, f) Relación Carbono- Nitrógeno.	25
Figura 4 Efectos de la interacción entre ambos factores (Fertilización Convencional X Enmienda orgánica) sobre las propiedades químicas del suelo a los 95 DDS. A) Carbono orgánico (%), B) Nitrógeno total (%), C) Relación C/N.	26
Figura 5 Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre la cantidad de hongos y bacterias del suelo del suelo a los 95 DDS. A-B) Cantidad de hongos (Copias de ARN g ⁻¹ de suelo), C-D) Cantidad de bacterias (copias de ARN g ⁻¹ de suelo), E-F) Relación Hongo-Bacteria.....	29
Figura 6 Efecto de la interacción entre ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda orgánica) sobre la cantidad de hongos y bacterias del suelo a los 95 DDS. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g ⁻¹ de suelo), B) Cantidad de bacterias (copias de ARN g ⁻¹ de suelo), C) Relación Hongo-Bacteria.	30
Figura 7 Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre las propiedades químicas del suelo a cosecha. a-b) Carbono orgánico (%), c-d) Nitrógeno total (%) , e-f) Relación Carbono- Nitrógeno.	33

Figura 8 Efecto de la interacción de ambos factores sobre las propiedades químicas del suelo a la cosecha. A) Carbono orgánico (%), B) Nitrógeno total (%), C) Relación C/N.	34
Figura 9 Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre la cantidad de hongos y bacterias en el suelo a la cosecha. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g ⁻¹ de suelo), B) Cantidad de bacterias (copias de ARN por g ⁻¹ de suelo), C) Relación Hongo-Bacteria.	36
Figura 10 Efecto de la interacción de ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda orgánica) en las propiedades microbiológicas del suelo a la cosecha. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g ⁻¹ de suelo), B) Cantidad de bacterias (Copias de ARN g ⁻¹ de suelo), C) relación H:B.	38
Figura 11 Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre el rendimiento en kg planta ⁻¹ . a) efecto de la fertilizacion b) efecto de la enmienda.....	40
Figura 12 Efecto de la interacción de ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda) sobre el rendimiento en kg planta ⁻¹	40

Índice de Anexos

Anexo A Análisis de suelos del lote 24 de zona 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	47
Anexo B Análisis de suelo por unidad experimental a los 95 DDS.....	48
Anexo C Análisis de suelo por unidad experimental a la cosecha.	49
Anexo D Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el carbono orgánico y el nitrógeno total a los 95 DDS.	50
Anexo E Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación carbono-nitrógeno a los 95 DDS.....	51
Anexo F Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la población de Hongos y Bacterias a los 95 DDS.....	52
Anexo G Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación Hongo-Bacteria a los 95 DDS.	53
Anexo H Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el carbono orgánico y el nitrógeno total a la cosecha.....	54
Anexo I Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación carbono-nitrógeno a la cosecha.	55

Anexo J Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la población de Hongos y Bacterias a la cosecha.	56
Anexo K Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación Hongo-Bacteria a la cosecha.....	57
Anexo L Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el rendimiento.	58

Resumen

El tomate es una de las hortalizas de mayor demanda a nivel mundial donde se suelen aplicar mayormente fertilizantes químicos. Sin embargo el alto costo y el uso indiscriminativo de estos ha ocasionado un auge en el uso de abonos orgánicos ya que mejoran características físicas, biológicas y químicas del suelo. Se llevó a cabo una investigación en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, para evaluar el efecto de un esquema combinado de incorporación de enmiendas orgánicas y fertilización convencional en la salud del suelo y el rendimiento del tomate. El experimento se estableció en un diseño de Bloques completamente al azar (BCA) con un arreglo factorial de 2×3 . Siendo el primer factor las plantas bajo un esquema de fertilización convencional obtenido por medio del análisis de suelo y sin fertilización convencional y el segundo factor fue la aplicación de la enmienda orgánica. Se evaluaron variables fisicoquímicas, microbiológicas a los 95 días después de siembra (DDS) y a la cosecha al igual que el rendimiento. A la cosecha se encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno del suelo (Nitrógeno Total, NT) siendo el Bocashi con fertilización convencional con mejores resultados y en relación Carbono/Nitrógeno (C/N) la Leonardita sin fertilización convencional. No se encontraron diferencias en las variables microbiológicas de total de hongos, bacterias y relación hongo/bacteria. En el rendimiento, se obtuvo diferencia significativa por el factor de la fertilización, donde, las plantas tratadas bajo un esquema de fertilización convencional mostraron mayor rendimiento. La fertilización convencional tuvo un efecto positivo en la relación C/N y NT a la cosecha.

Palabras clave: Enmiendas orgánicas, Fertilización, rendimiento, salud del suelo, tomate.

Abstract

Tomato is one of the most demanded vegetables worldwide where chemical fertilizers are usually applied. However, the high cost and indiscriminate use of chemical fertilizers has led to a boom in the use of organic fertilizers, since they improve the physical, biological, and chemical characteristics of the soil. Research was carried out at Zamorano University, Honduras, to evaluate the effect of a combined scheme of incorporating organic amendments and conventional fertilization on soil health and tomato productivity. The experiment was established in a completely randomized block design (BCA) with a 2 × 3 factorial arrangement. The first factor was the plants under a conventional fertilization scheme obtained from soil analysis and without conventional fertilization, and the second factor was the application of the organic amendment. Physicochemical and microbiological variables were evaluated at 95 days after sowing (DDS) and at harvest, as well as productivity. At harvest, significant differences were found in Total Nitrogen (TN) with Bocashi with conventional fertilization having the best results, and in C/N ratio, Leonardite without conventional fertilization. No differences were found in the microbiological variables of total fungi, bacteria, and fungus/bacteria ratio. In productivity, a significant difference was obtained for the fertilization factor, where plants treated under a conventional fertilization scheme showed higher productivity. Conventional fertilization had a positive effect on C/N ratio and NT at harvest.

Keywords: Fertilization, organic amendments, productivity, soil health, tomato

Introducción

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es conocido por ser una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial, se estima que actualmente se producen cerca de 252 millones de toneladas, de las cuales un 25 % se destina a la transformación industrial (Arozarena González et al. 2023). En Honduras, el tomate representa un destacado renglón del producto interno bruto (PIB), teniendo un incremento del 10.4% en exportaciones del año 2016 al 2019, llegando a un ingreso de 8.2 millones de dólares para el año 2019 (Ordoñez 2020). La producción de tomate en Honduras puede llegar a tener rendimientos de 60 a 120 toneladas por hectárea, siendo los departamentos de El Paraíso, Comayagua, Francisco Morazán, Choluteca y Olancho, los que encabezan su producción a nivel nacional (FHIA 2017).

El sistema de producción de tomate, comúnmente, incluye un gran número de aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes ya que es esencial para garantizar la seguridad alimentaria de la creciente población humana (Huang et al. 2002). El uso indiscriminado de agroquímicos en el cultivo de tomate ha acelerado los procesos de erosión, desertificación, contaminación ambiental y reducción de la biodiversidad según Laurin et al. (2006), esto sumado al alto costo de los fertilizantes, ha creado la necesidad de buscar alternativas de fertilización, a través del uso de abonos o enmiendas orgánicas, conocidas por tener un impacto ambiental mucho menor (Jazmín Marín 2019).

Las enmiendas orgánicas tienen su origen en la descomposición de residuos de origen animal o vegetal; dentro de ellas se destacan: turba, estiércol, abonos verdes, residuos de cosecha, residuos orgánicos industriales, desechos orgánicos urbanos, compost, vermicompost, bocashi y leonardita, etc. Según Trinidad-Santos (2016), los cuales, además de aportar nutrientes, mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo; teniendo un impacto positivo en la conductividad eléctrica, el pH, el fósforo disponible y en el contenido de materia orgánica del suelo (MOS), la cual, juega un papel determinante en la conservación de la salud del suelo ((Vázquez et al. 2020). Debido a esto, la aplicación de este tipo de abonos o enmiendas tiene un potencial mucho

mayor para aumentar los rendimientos de las cosechas que los fertilizantes químicos en cantidades equivalentes de nutrientes (Trinidad-Santos 2016).

La estabilidad estructural del suelo, su permeabilidad, la capacidad de intercambio catiónico y la diversidad y actividad biológica y el ciclaje de nutrientes del suelo dependen en gran medida de los contenidos de MOS (García 2008). Por consiguiente, cualquier cambio en las cantidades de carbono orgánico del suelo (COS) afectará las propiedades de este (Cantú Silva y Yañez Díaz 2018). La MOS es además la fuente principal de alimento de los microorganismos del suelo; toda la red trófica de este depende de la cantidad de MOS (Domínguez et al. 2009).

Se ha observado que el cultivo de tomate tiene una respuesta positiva a la aplicación de MO, por ejemplo, se ha demostrado que la MO ayuda a mitigar el impacto del exceso de sales y boro en este cultivo (Wladimir et al. 2017). Por otro lado, la MO ha demostrado tener un efecto positivo en el crecimiento y el rendimiento del tomate (Durand Cos et al. 2013).

Entre las enmiendas orgánicas más comúnmente utilizadas se encuentra el Bocashi, el cual ha demostrado ser una gran alternativa a la fertilización convencional para los productores por su alto contenido de carbono estable y nutrientes, el bajo costo de producción y el corto tiempo requerido para su producción (Ramos Agüero y Terry Alfonso 2014a). El Bocashi, incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (Ramos Agüero et al. 2014). Este tipo de enmiendas tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas por medio de la estimulación de la salud del suelo en aspectos como un adecuado ciclaje de nutrientes, buena agregación y adecuado movimiento de agua (Ramos Agüero y Terry Alfonso 2014a).

Recientemente, se han desarrollado otros tipos de enmiendas orgánicas como la utilización de ácidos orgánicos a base de Leonardita, la cual, ha demostrado tener efectos positivos sobre la salud del suelo y una buena aceptación entre los productores agrícolas (Suárez Acosta 2021). La Leonardita

es un mineral formado por la oxidación de lignitos fósiles, a partir de la misma y por procesos industriales que incluyen homogeneización y tratamientos con agua y soluciones alcalinas, se obtienen los ácidos húmicos que se expenden comercialmente (Rivero et al. 2004).

La Leonardita tiene un gran impacto en la producción de hortalizas. Entre los beneficios de utilizarla se encuentra la mejoría en la estructura del suelo y reservas de nutrientes, favoreciendo la oxigenación del suelo, logrando así que los microorganismos que habitan en el encuentren un ambiente favorable para su reproducción; funciona como un regulador en el drenaje del suelo y activa el desarrollo de microorganismos benéficos como hongos y bacterias que ayudan a la planta a mejorar su capacidad de absorción de nutrientes (Flores Quilumbango 2015) . En cultivos hortícolas ha demostrado incrementar significativamente la estabilidad de los agregados del suelo en condiciones de invernadero, además de contribuir positivamente en el desarrollo radicular de las plantas (Pinedo Salas 2017).

La inclinación de los productores a aplicar grandes cantidades de fertilizantes químicos, especialmente nitrogenados, para asegurar altos rendimientos en la producción hortícola es una iniciativa que puede ser sana desde la perspectiva económica, pero no deseable desde el punto de vista ambiental, pues a menudo, cantidades de nitrógeno y fósforo permanecen en el suelo después de las cosecha o van a las fuentes de agua generando procesos de eutrofización (Hernandes et al. 2020). El uso de enmiendas orgánicas en el cultivo de tomate es una necesidad dadas las condiciones de producción actuales y el uso indiscriminado de agroquímicos y fertilizantes. Debido a lo anteriormente expuesto, se estableció como objetivo evaluar el efecto de un esquema combinado de incorporación de enmiendas orgánicas y fertilización convencional en la microbiota del suelo y el rendimiento del tomate.

Materiales y Métodos

Localización del Experimento

El ensayo se realizó entre noviembre del 2022 y abril del 2023, en el lote N^o 24 de Zona 2, perteneciente a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el municipio San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras, localizada a 32 km al este de Tegucigalpa, a 14°00'28" latitud norte y 86°59'5" longitud oeste (Figura 1). La zona cuenta con una precipitación de 1100 mm por año, una temperatura promedio de 27°C y una altura de 800 msnm.

Figura 1

Ubicación geográfica del lote N 0 24 de Zona 2, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, donde se realizó el experimento de incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y productividad del tomate.



Entre las características analizadas del suelo antes del establecimiento del experimento, se encontró que el suelo cuenta con una textura franco-arenosa, un pH neutro de 6.76 y niveles por debajo de los ideales de carbono orgánico, nitrógeno total, materia orgánica y relación carbono-nitrógeno (Anexo 1).

Diseño y Establecimiento Del Experimento

El experimento se estableció en un diseño de Bloques completamente al azar (BCA) con un arreglo factorial de 2×3 . Siendo el primer factor las plantas bajo un esquema de fertilización convencional obtenido por medio del análisis de suelo y sin fertilización convencional. Por otro lado, el segundo factor fue la aplicación de la enmienda orgánica: plantas con aplicación de 5 gramos de Leonardita al inicio del experimento, plantas con aplicación de 350 gramos de Bocashi fraccionados en 3 aplicaciones, siendo estas al día 36, 60 y 90 de establecido el cultivo y, finalmente, plantas sin aplicación de enmienda (Cuadro 1).

Cuadro 1

Tratamientos usados en la experimentación de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y productividad del tomate.

Tratamiento	Factor 1	Factor 2	Cantidad aplicada g planta ⁻¹
	Fertilización convencional	Enmienda orgánica	
1	Sin fertilización convencional	Leonardita	5
2		Bocashi	350
3		Sin enmienda orgánica	-
4	Con fertilización convencional	Leonardita	5
5		Bocashi	350
6		Sin enmienda orgánica	-

El experimento conto con un total de seis tratamientos y tres bloques. Cada uno de los tratamientos fue incluido aleatoriamente en cada uno de los bloques, es decir que, cada bloque representaba una repetición. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 9 plántulas de tomate, dando un total de 357 plántulas en el experimento, de las cuales 162 fueron inoculadas y 288 fueron utilizadas como efecto borde. Las plantas fueron sembradas a una distancia de 30 centímetros entre plantas y 80 centímetro entre surcos (Figura 2).

Análisis Estadístico

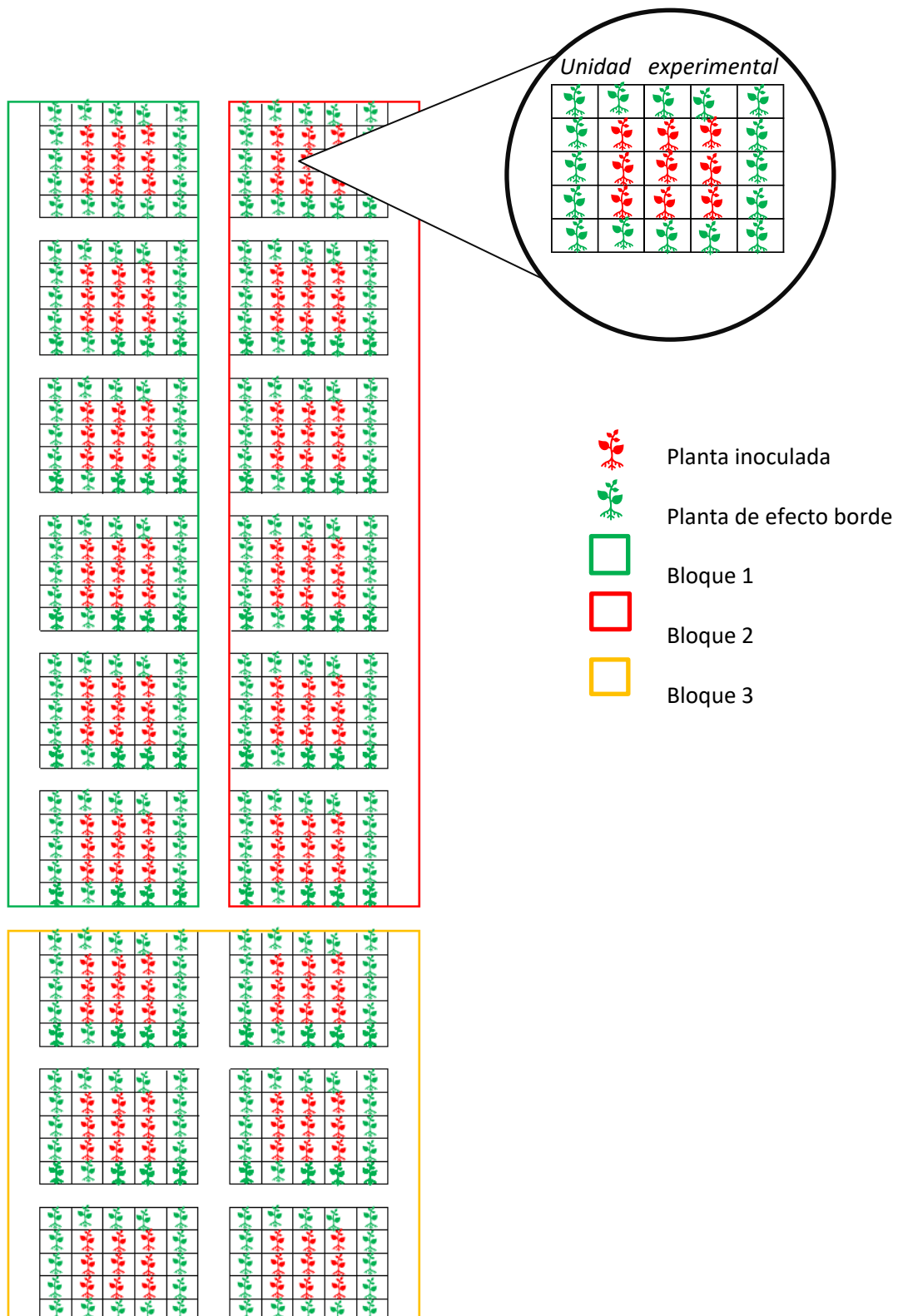
El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo se realizó por medio del software Infostat versión 2020. Para asegurar que los datos cumplieran las premisas normalidad y homocedasticidad, se llevaron a cabo la prueba de Shapiro Wilk y Levene respectivamente. Solo después de confirmar que los datos cumplieran todas las premisas, se realizó un análisis de varianza con una separación de medias de Tukey, usando un nivel de significancia $p \leq 0.05$.

Figura 2

Esquema del establecimiento del experimento en el del lote NO 24 de Zona 2, Escuela Agrícola

Panamericana, Honduras, donde se realizó el experimento de incorporación de enmiendas orgánicas

en un sistema de fertilización convencional sobre la salud del suelo y la productividad del tomate



Muestreo Del Lote

Para la realización de este experimento se identificó el lote No. 24 de Zona 2 el cual correspondería a la unidad de muestreo.

Los muestreos del lote se realizaron a los 22 días después de la siembra (DDS), a los 95 días después de siembra (DDS) y a la cosecha. Se tomaron muestras para el Laboratorio de Suelos de Zamorano para obtener los datos fisicoquímicos del suelo y para el Laboratorio de Biome Makers Inc. en Estados Unidos, representado en Centroamérica por la empresa Disagro, para obtener los datos microbiológicos del suelo. Las muestras fueron tomadas a 20 cm de profundidad, se tomaron submuestras de la rizosfera de cada una de las plantas de la unidad experimental para formar una muestra compuesta.

Plan de Fertilización

La fertilización fue realizada siguiendo el programa diseñado por Disagro para el cultivo de tomate.

Siembra y Manejo

Las plántulas de tomate fueron obtenidas a partir de bandejas de germinación de 200 alveolos, las cuales pasaron por 23 días de procesos de germinación y aclimatación. En campo, se realizaron 9 camas de 1.2 metros de ancho × 7.5 metros de largo, contando con una densidad de 27,000 plantas por hectárea.

Riego

El sistema de riego utilizado fue un sistema presurizado y localizado por goteo, se colocó la cinta de riego por encima de la cama tomando en consideración la pendiente del terreno para asegurar un riego uniforme. Después del trasplante se realizaron riegos de 5 minutos aproximadamente cada 2 días para asegurar una humedad adecuada. Durante la época de fructificación y floración se realizaron riegos de manera diaria por 30 minutos para asegurar un buen desarrollo y llenado de los frutos.

Prácticas Culturales

Entre las practicas que se realizaron en el lote previo al trasplante se realizó un pase de maquinaria agrícola para eliminación de malezas y eliminación de agregados. Una vez trasplantado el cultivo se colocaron Casas Chinas de manta térmica para evitar el daño causado por plagas, enfermedades, viento y temperatura en el primer mes y medio de estar establecido el cultivo. Además, se realizaron prácticas de desmalezado y podas para evitar la competencia y eliminar hospederos de plagas y enfermedades.

Manejo Fitosanitario y Control de Plagas

Para el caso de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó un insecticida de amplio espectro a base de Avermectina, Benzoilurea, Benzoato de Emamectina y Lufernuron.

Para el caso de *Cercospora* spp., se aplicó un fungicida a base de Azoxystrobin.

En ambos casos, la aplicación se realizó una sola vez a mitad del desarrollo del cultivo debido a la baja incidencia de plagas y enfermedades que se observó.

Material Vegetal y Enmiendas

En el presente estudio se utilizó un híbrido comercial de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la variedad Pony Express F1, utilizado comúnmente en la Universidad Zamorano debido a su alto potencial de rendimiento generado por su madurez precoz. Este híbrido cuenta también con un hábito de crecimiento determinado y se caracteriza por ser compacto y muy productivo generando así, frutos de excelente uniformidad con un color deseable por el mercado y una correcta firmeza de frutos. Cuenta también con una amplia adaptabilidad a muchas regiones y con una alta resistencia a enfermedades como *Verticillium dahliae*, *Verticillium alboatrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Raza 1,2,3).

Las Enmiendas utilizadas, Bocashi y Leonardita, fueron suministradas por la unidad de agricultura orgánica y Disagro respectivamente. El Bocashi se aplicó en una dosis total de 350 gramos por planta fraccionada en 3 aplicaciones, la primera de 105 gramos a los 36 DDS, la segunda de 105

gramos a los 60 DDS y la tercera de 140 gramos a los 90 DDS. Por otro lado, la Leonardita se suministró en cantidades de 5 gramos por planta a a los 36 DDS.

Variables Medidas

Total, Hongos, Total Bacterias y Relación Hongo Bacteria

Se evaluó esta relación por medio del análisis Becrop realizado a través de un muestreo del lote antes a los 95 DDS y a la cosecha. En total, se realizaron 9 barrenadas a 20 centímetros de profundidad en cada unidad experimental para cumplir con la profundidad efectiva del tomate de manera aleatoria por cada tratamiento y control del experimento para la recolección de las submuestras. Posteriormente, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de Biome Makers Inc., en el cual se identificaron las comunidades bacterianas y fúngicas del suelo utilizando genes marcadores 16S rRNA e ITS secuenciados con la tecnología Illumina MiSeq y analizados con el pipeline Biome Makers Inc. A partir de este análisis se genera la relación hongo-bacteria.

Carbono Orgánico

La evaluación del carbono en el suelo (CO) consistió en muestrear el suelo a los 95 DDS y a la cosecha. Se recolectaron las submuestras de manera aleatoria con 9 barrenadas a 20 centímetros de profundidad en cada una de las unidades experimentales, dando en total 162 barrenadas por muestreo. Después de la recolección de las submuestras estas serán enviadas a laboratorio donde por el método Walkey y Black se determinó la cantidad del carbono en porcentaje.

Nitrógeno Total

Se realizó el estudio del nitrógeno total (NT) a los 95 DDS y a la cosecha, para esto, se utilizó el método Kjeldahl el cual consiste en la suma del nitrógeno orgánico, amonio y amoniaco del suelo por medio de tres etapas: digestión, destilación y valoración.

Relación Carbono/Nitrógeno

Para medir la relación carbono/nitrógeno (C/N), se tomaron los resultados de contenido de carbono y nitrógeno para luego realizar una división entre ambos y saber así la relación que existe entre el contenido de carbono y nitrógeno en el suelo.

Rendimiento

Para el rendimiento se evaluó el peso total de cosecha para cada planta, siendo expresado en kg planta^{-1} .

Resultados y Discusión

Propiedades Químicas del Suelo a los 95 Días Después de la Siembra

A los 95 días después de siembra (DDS), los contenidos de CO variaron significativamente como efecto de la fertilización convencional ($p < 0.05$), siendo el CO del suelo significativamente más alto en aquellas plantas que recibieron la fertilización convencional (Figura 3a y Anexo D). Las plantas que fueron tratadas bajo un programa de fertilización convencional alcanzaron valores de CO de 0.99% en comparación con los tratamientos sin fertilización convencional, donde las plantas tratadas tuvieron una media de 0.89% (Figura 3a y Anexo D). En la investigación realizada por Cazorla (2012), se evaluó el efecto de distintos niveles de fertilización en cultivos de maíz y soya establecidos bajo un sistema de rotación y cultivos de cobertura, los resultados obtenidos mostraron patrones similares a los de la presente investigación, obteniendo como resultado que las plantas tratadas con un nivel de fertilización de reposición, obtuvieron mayor porcentaje de CO en el suelo comparado con las plantas tratadas sin fertilización. Esto se atribuye a que la incorporación de fertilizantes en el suelo ayuda directamente con el ciclo de nutrientes de este, ayudando así a que la materia orgánica particulada (MOP) tenga una mejor movilidad y capacidad de reacción ante el estímulo recibido por la fertilización química lo que se traduce en la movilización de las partículas de CO de mayor profundidad hacia la superficie del suelo (Eiza et al. 2006).

No se observó un efecto de la fertilización convencional en el NT y la relación C/N (Figura 3c, 3e y Anexos D, E). Por otro lado, se encontró que la aplicación de enmiendas orgánicas no tuvo un efecto sobre el CO y la relación C/N, pero sí mostró afectar significativamente el NT del suelo (Figura 3d y Anexo D); en este caso, el NT fue significativamente más alto en las plantas que recibieron Leonardita, en comparación con aquellas que no recibieron ninguna enmienda. Las plantas tratadas con Leonardita, obtuvieron mayor porcentaje de NT siendo este de 0.10% en comparación a las plantas que no fueron tratadas con algún tipo de enmienda que tuvieron un total de 0.09%. Esto podría deberse a lo expuesto por Paria y Gallegos (2015) donde demuestra que las plantas tratadas

con Leonardita, tienden a disminuir la tasa de volatilización del nitrógeno debido a las propiedades quelantes de los ácidos húmicos que esta contiene, Alterando así, el porcentaje de NT en el suelo.

Respecto a la Relación C/N, Gamarra et al. (2018) indican que una relación de C/N de 10-14 es la ideal para la proliferación de microorganismos descomponedores de la materia orgánica, por lo que se puede inferir, que, aunque no haya habido diferencias significativas para la variable, el tratamiento sin fertilización convencional y sin enmienda, presenta rangos adecuados para la mejora de la salud del suelo (Figura 4c y Anexo E).

No se observó un efecto significativo en la interacción de la fertilización convencional × enmienda orgánica en el contenido de CO, el NT y la relación C/N (Figura 4 y Anexo D, E); debido probablemente, a que, aunque existe una tendencia en la cual la Leonardita con fertilización convencional demostró mayor contenido CO, las dosis utilizadas no fueron suficientemente altas para realizar un cambio significativo en los contenidos de CO del suelo, tal como lo expone Rotondo et al. (2009) en su investigación sobre el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilización nitrogenada sobre las propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos hortícolas. Los principales componentes de la Leonardita son los ácidos húmicos y estos, por sus propiedades quelantes, ayudan a liberar nutrientes atrapados en el suelo según Paria Gallegos (2015), evitando así la posible lixiviación o volatilización futura de estos; lo que no permitió un incremento en la tasa de volatilización del nitrógeno, manteniendo su contenido estable en el suelo.

Figura 3

Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre las propiedades químicas del suelo a los 95 DDS. a, b) Carbono orgánico (%), c, d) Nitrógeno total (%), e, f) Relación Carbono- Nitrógeno.

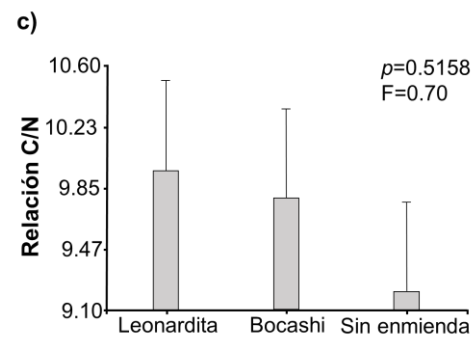
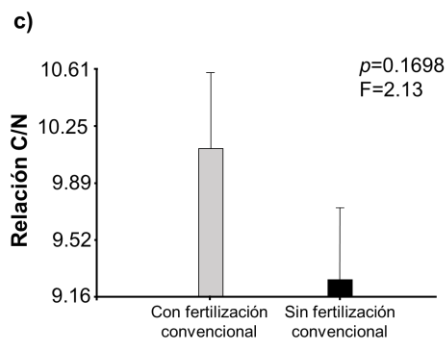
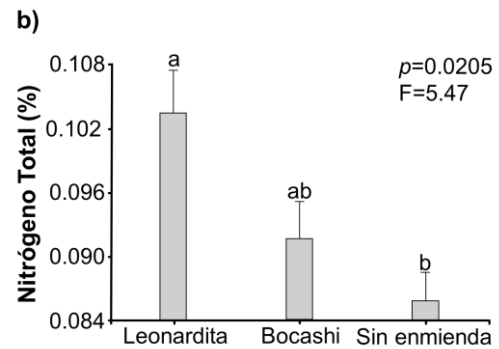
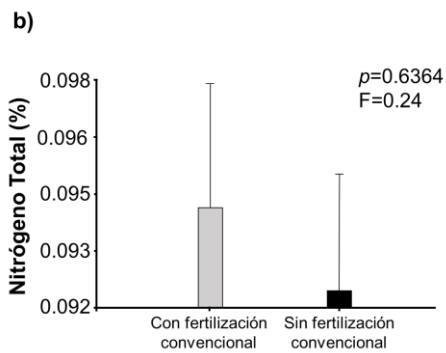
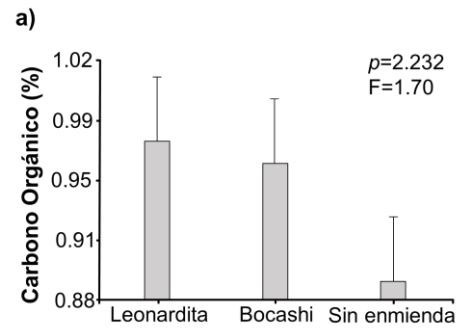
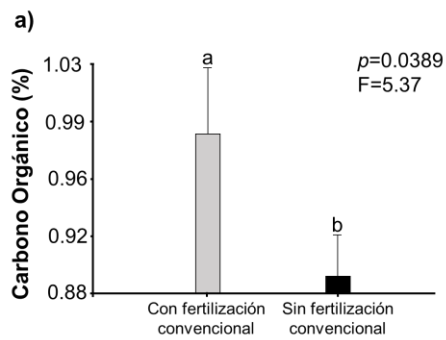
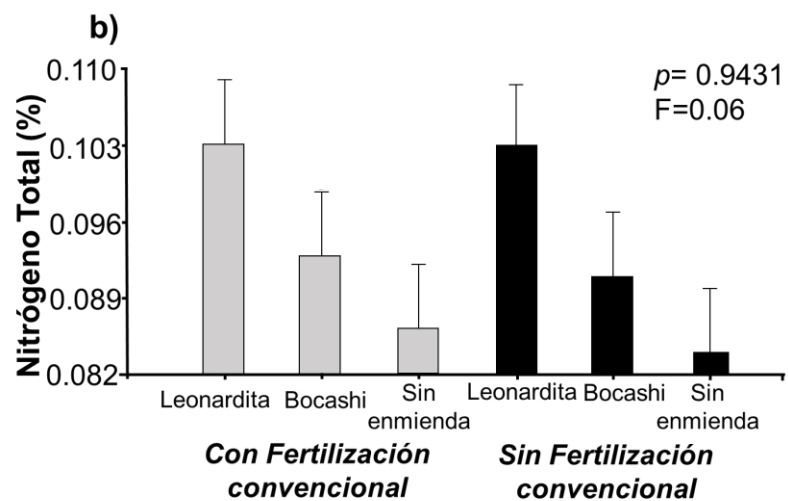
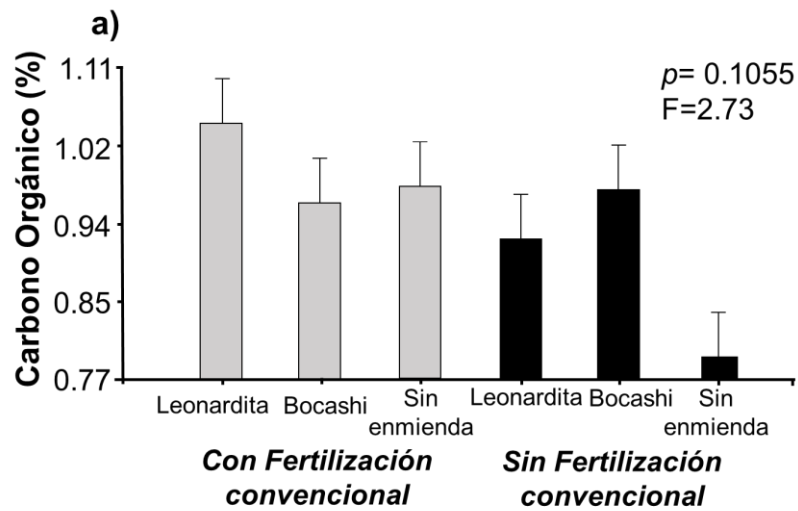


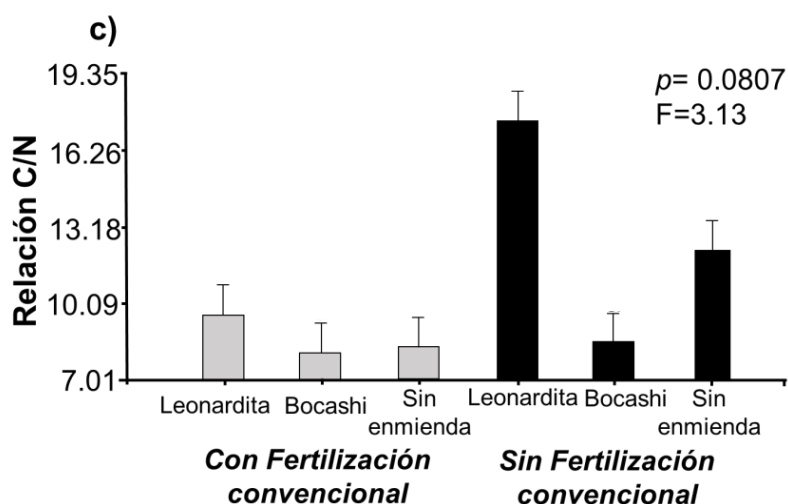
Figura 4

Efectos de la interacción entre ambos factores (Fertilización Convencional X Enmienda orgánica)

sobre las propiedades químicas del suelo a los 95 DDS. A) Carbono orgánico (%), B) Nitrógeno total

(%), C) Relación C/N.





Propiedades Microbiológicas del Suelo a los 95 Días Después de la Siembra

A los 95 DDS se observó que la fertilización convencional y la aplicación de enmiendas no tuvieron un efecto significativo en la cantidad de hongos y bacterias del suelo, y tampoco en la relación Hongos: Bacterias (H:B) (Figura 5a-5f y Anexo F, G). Tampoco se observó un efecto significativo en la interacción de la fertilización convencional \times enmienda orgánica en el contenido en ninguna de las variables microbiológicas evaluadas (Figura 6a, 6b y 6c y Anexo F, G). Estos resultados son similares a los encontrados por Xiang et al. (2020) quienes investigaron los efectos de la fertilización mineral y orgánica a largo plazo sobre la abundancia y la estructura de la comunidad de hongos en un campo de cultivo. Sus resultados mostraron que no había diferencias significativas en la abundancia de hongos entre los dos tratamientos de fertilización convencional, fertilización orgánica y la combinación de ambos. Esto podría deberse a lo observado por Bradley et al. (2006), quienes encontraron que la fertilización convencional a largo plazo suprime la función fúngica en el ciclo de nutrientes y disminuye la abundancia de hongos. En cuanto al efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas en el total de hongos, los resultados de este estudio son similares a los del estudio realizado por Yanagishita et al. (2017), donde se aplicó durante 12 semanas Bocashi, ácido húmico y una combinación de ambos, midiendo la cantidad de hongos en el suelo. Los investigadores descubrieron

que la abundancia de hongos del suelo no era significativamente diferente en los suelos tratados en comparación con el suelo de control. Esto sugiere que no hay un efecto significativo sobre la abundancia de hongos del suelo en un suelo arenoso cuando se aplica Bocashi y ácidos húmicos. Adicionalmente, este mismo estudio indica que los efectos del Bocashi y de los ácidos húmicos sobre los hongos del suelo pueden depender del tipo específico de suelo, de la concentración de las enmiendas del suelo utilizadas y del tipo de hongos que se estén estudiando. En cuanto a la interacción entre la fertilización convencional x enmienda orgánica, al igual que el estudio realizado por Xiang et al. (2020) no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los tratamientos de fertilización convencional, no convencional y la combinación entre ambos. Esto se puede deber a lo dicho por Zhang et al. (2023), quienes sugieren que el total de hongos no se ve afectados por los diferentes tratamientos de fertilización, sino al uso de labranza convencional o la gestión antrópica de la tierra. En cuanto al total de bacteria, los resultados del presente estudio contrastan con los hallazgos de Zhong et al. (2010), quienes encontraron que la fertilización orgánica se asociaba a niveles más altos de bacterias y hongos del suelo que la fertilización convencional. Se puede inferir que estas diferencias están dadas por el tipo de enmienda orgánica utilizada pues en el experimento anteriormente mencionado la enmienda orgánica fue la Cerdaza con dosis de 30 toneladas por hectárea, mientras que el Bocashi fue aproximadamente 9 toneladas por hectárea.

En relación con las bacterias, Ortiz et al. (2018), en su investigación exponen que a pesar de que la producción bajo un sistema convencional de fertilización cambiara propiedades del suelo como lo puede ser pH no afecta significativamente la cantidad de bacterias del suelo, aunque si, su funcionalidad como estructura microbiológica. Podría inferirse que esto se debe a que la adición de fertilizantes al suelo aporta nutrientes que ayudan al balance de microorganismos del suelo, sin embargo, como menciona Bradley et al. (2006) dichos fertilizantes también suprimen la actividad microbiológica del suelo, haciendo que estas pierdan en cierta cantidad, su capacidad reproductiva y funcional.

Figura 5

Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre la cantidad de hongos y bacterias del suelo del suelo a los 95 DDS. A-B) Cantidad de hongos (Copias de ARN g^{-1} de suelo), C-D) Cantidad de bacterias (copias de ARN g^{-1} de suelo), E-F) Relación Hongo-Bacteria.

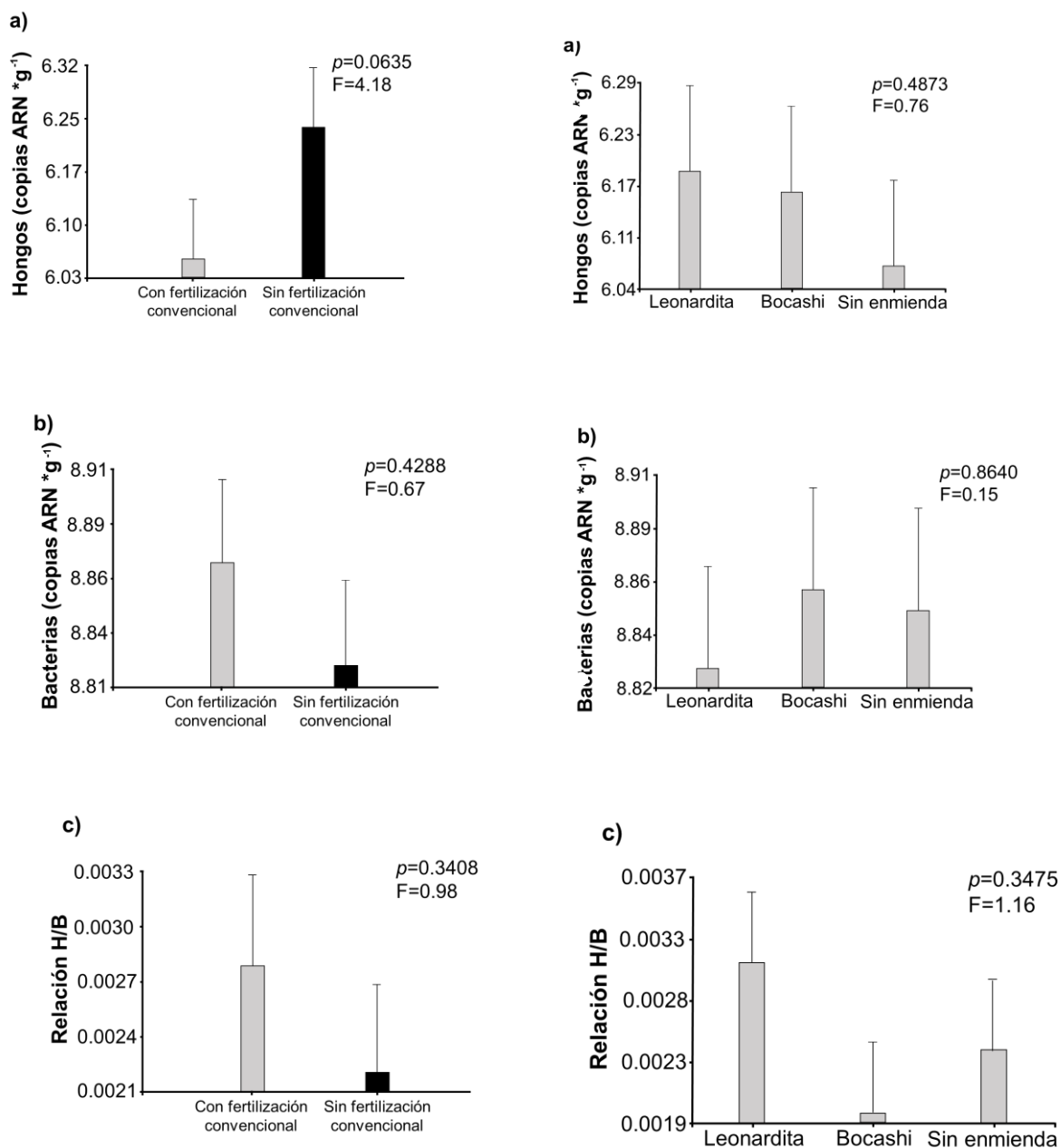
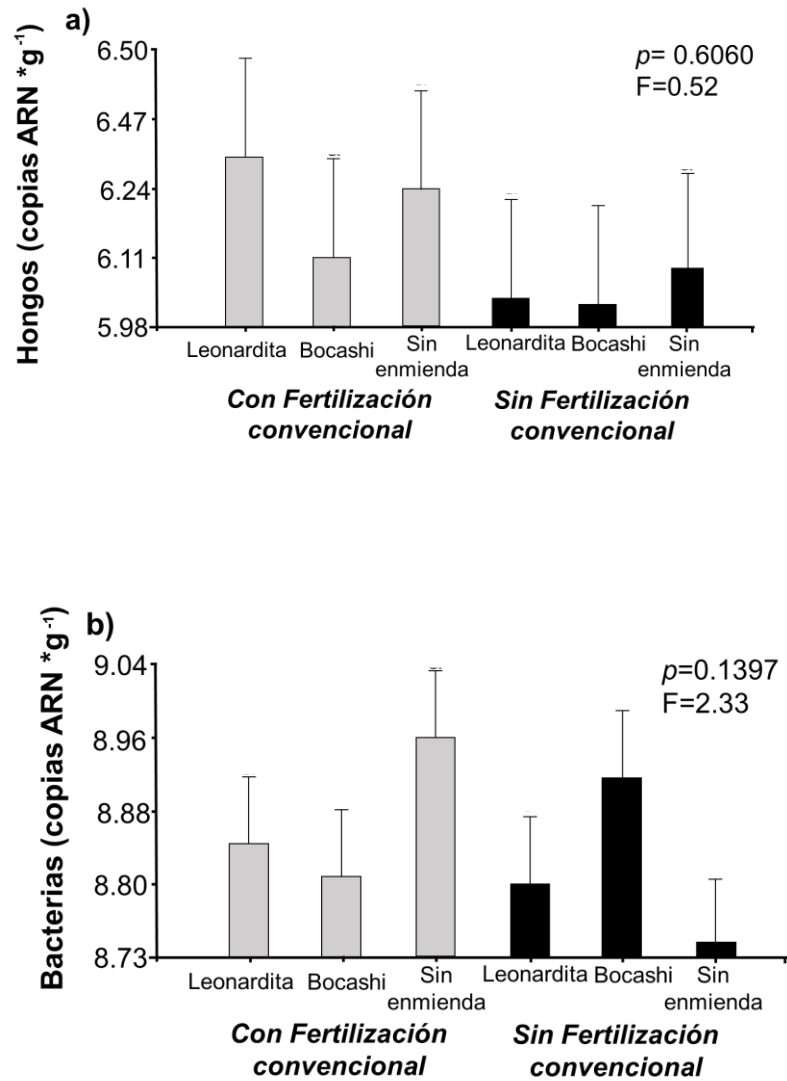
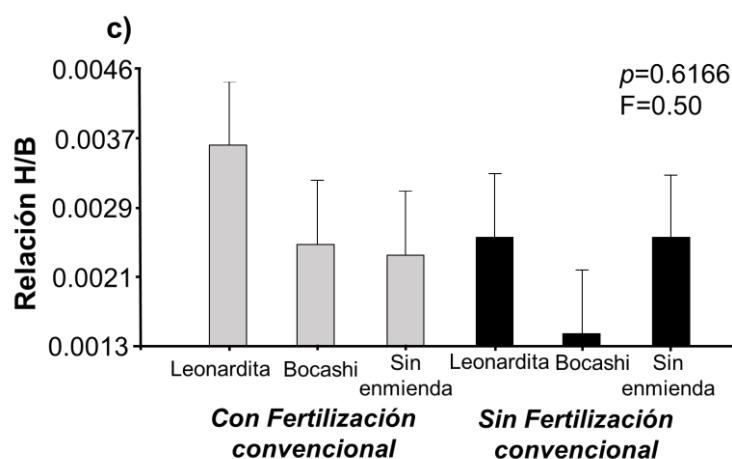


Figura 6

Efecto de la interacción entre ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda orgánica) sobre la cantidad de hongos y bacterias del suelo a los 95 DDS. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g^{-1} de suelo), B) Cantidad de bacterias (copias de ARN g^{-1} de suelo), C) Relación Hongo-Bacteria.





Propiedades Químicas del Suelo a la Cosecha

A la cosecha, los contenidos de CO en el suelo mostraron variar significativamente únicamente como efecto del tipo de enmienda utilizada, siendo el CO del suelo significativamente más alto en aquellas plantas que fueron tratadas con la enmienda Bocashi en comparación a las que fueron tratadas sin enmienda ($p<0.05$) (Figura 7a, 7b y Anexo H). Las plantas tratadas con la enmienda orgánica Bocashi, resultaron en un contenido de CO de 1.08% en comparación con las plantas tratadas sin enmienda que obtuvieron un total de 0.79%. Por otro lado, la interacción fertilización convencional x enmienda orgánica mostró no afectar significativamente el contenido de CO del suelo a la cosecha (Figura 8a y Anexo H). El Bocashi es un producto de la descomposición anaeróbica de material orgánico por medio de microorganismos que generan un material parcialmente estable y de lenta liberación (Ramos Agüero y Terry Alfonso 2014). Por lo que se puede inferir que el incremento del CO orgánico en las unidades experimentales tratadas con Bocashi lograron una tasa de material descompuesto mayor debido a la influencia del tiempo y prevalencia del material en campo. Por otro lado, la ausencia en diferencias significativas en el efecto de la fertilización convencional y la interacción entre ambos factores (Fertilización convencional x Enmienda), difiere de la investigación realizada por Cazorla (2012), probablemente atribuido a que en el presente estudio la aplicación de fertilizantes convencionales se detuvo la semana antes que el cultivo entrara a cosecha, por lo que detuvo al

mismo tiempo el estímulo de la materia orgánica particulada (MOP) dentro del ciclo de nutrientes del suelo.

Respecto al NT se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), como efecto del tipo de fertilización, el tipo de enmienda utilizada y la interacción entre ambos factores (Fertilización convencional \times Enmienda) (Figura 7c, 7d, 8b y Anexo H). Siendo en este último caso, las plantas tratadas con fertilización convencional y Bocashi las que presentaron mayor porcentaje de nitrógeno en el suelo, con un 0.15% en comparación con los demás tratamientos, los cuales, reportaron valores inferiores a 0.10%. (Cristóbal-Acevedo et al. 2011) exponen en su investigación sobre la concentración de nitrógeno en el suelo por efectos de manejo orgánico y convencional, expone que las unidades experimentales tratadas bajo un método de fertilización convencional tuvieron una mayor concentración de nitrógeno en el suelo en comparación con las unidades experimentales tratadas bajo un manejo orgánico. Debido a esto, se puede inferir que el aporte de la fertilización convencional, sumada a la lenta liberación de los nutrientes por parte de la descomposición del Bocashi, mencionada por Ramos Agüero y Terry Alfonso (2014) ayudaron al incremento del nitrógeno en el suelo.

Al igual que el NT, en el caso de la relación C/N, se pudo observar diferencias significativas entre los tratamientos como efecto de la fertilización convencional, la enmienda orgánica utilizada y la interacción entre ambos factores (Fertilización convencional \times Enmienda) ($p < 0.05$) (Figura 7e, 7f y 8c y Anexo I), en la cual, las unidades experimentales tratadas sin fertilización convencional y bajo la enmienda orgánica Leonardita obtuvieron una mayor relación C/N en el suelo, reportando un valor de 17.53 en comparación con el resto de los tratamientos, los cuales, reportaron valores inferiores a 12.47. A pesar de existir diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que las unidades experimentales tratadas sin fertilización convencional y sin enmienda, obtuvieron resultados en el rango ideal (10-14) que expone Gamarra et al. (2018), donde las plantas tratadas sin fertilización convencional y sin enmienda, presentaron una relación C/N de 12.47. Esto puede deberse a que la variabilidad temporal de la relación C/N depende del manejo del suelo, siendo este cambiante

dependiendo de los materiales incorporados al mismo como expone Carvalho et al. (1999), por lo que al no tener mayor alteración debido a la falta de fertilizantes y enmiendas orgánicas, existió un equilibrio de estos dos elementos en el suelo.

Figura 7

Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre las propiedades químicas del suelo a cosecha. a-b) Carbono orgánico (%), c-d) Nitrógeno total (%), e-f) Relación Carbono- Nitrógeno.

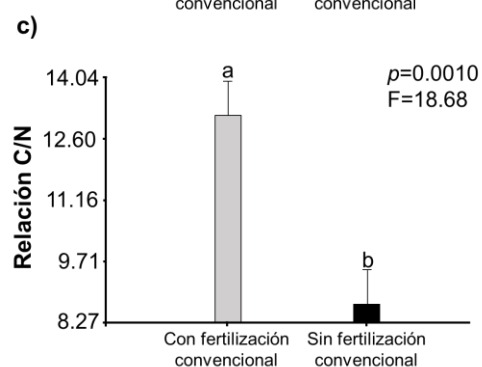
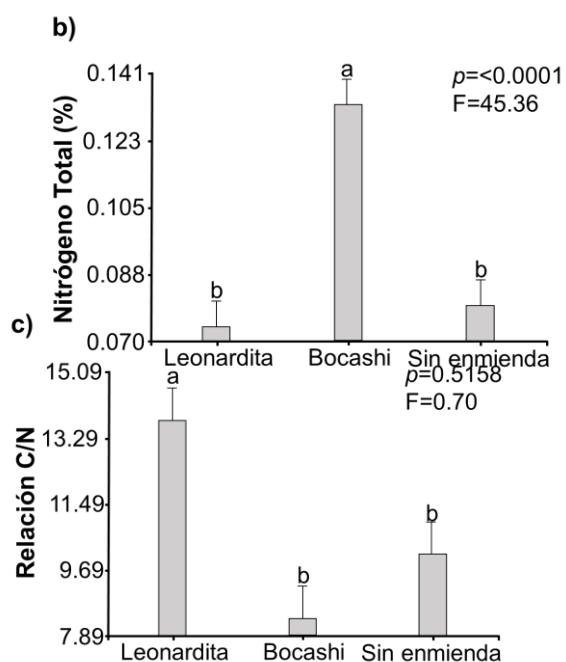
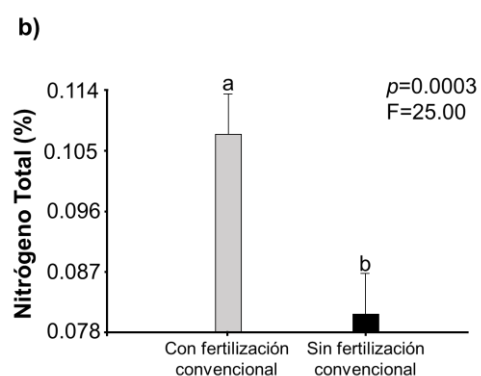
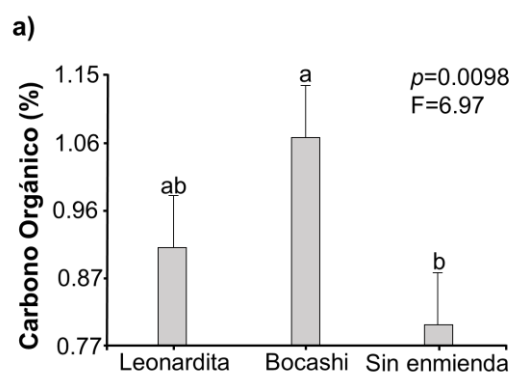
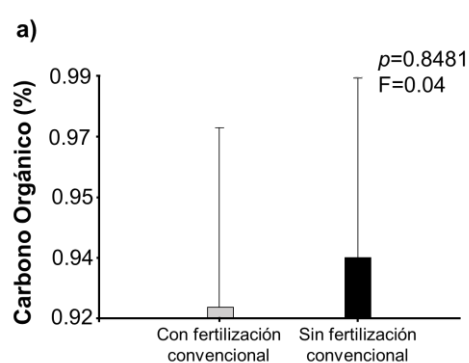
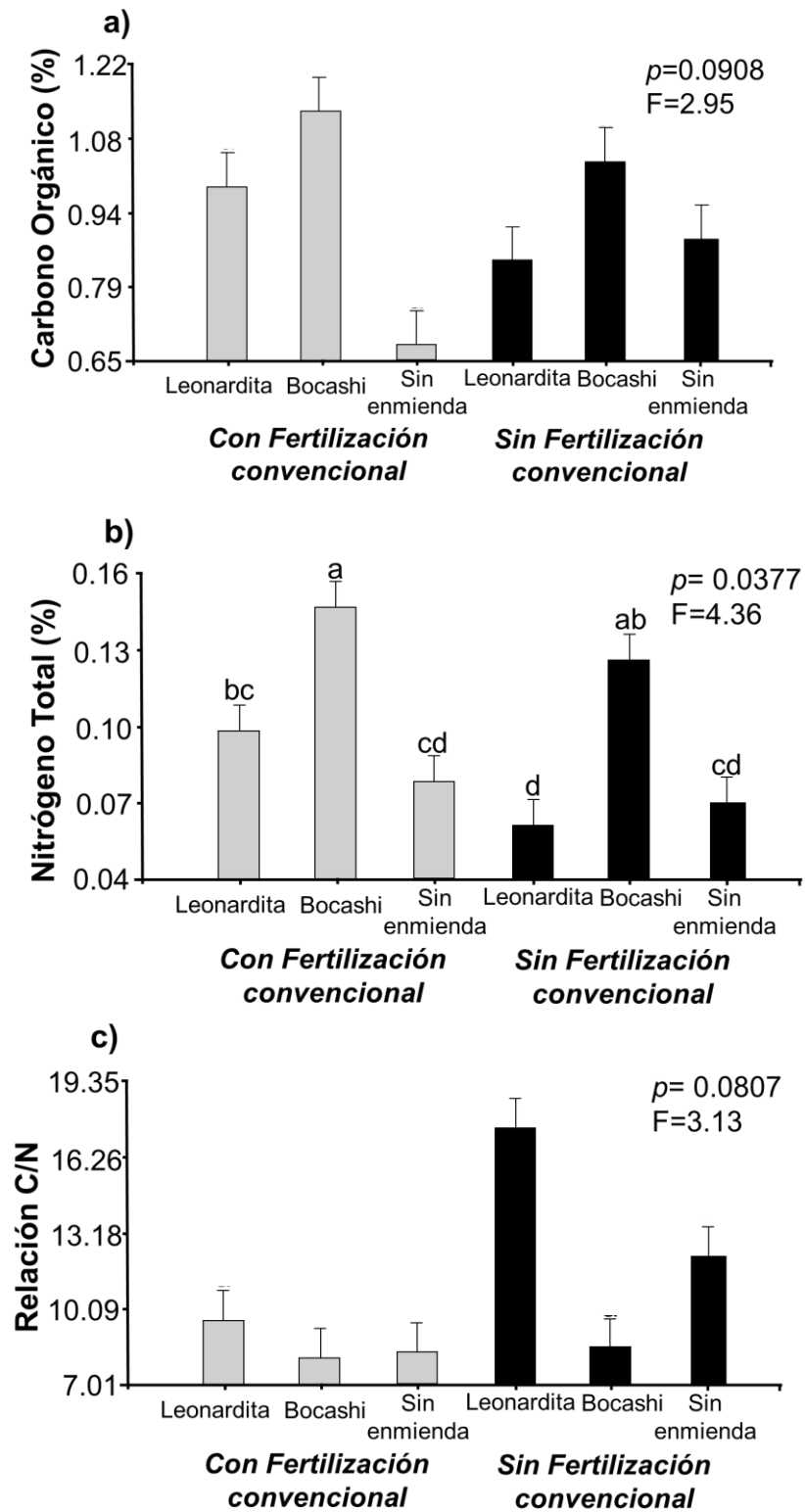


Figura 8

Efecto de la interacción de ambos factores sobre las propiedades químicas del suelo a la cosecha. A)

Carbono orgánico (%), B) Nitrógeno total (%), C) Relación C/N.



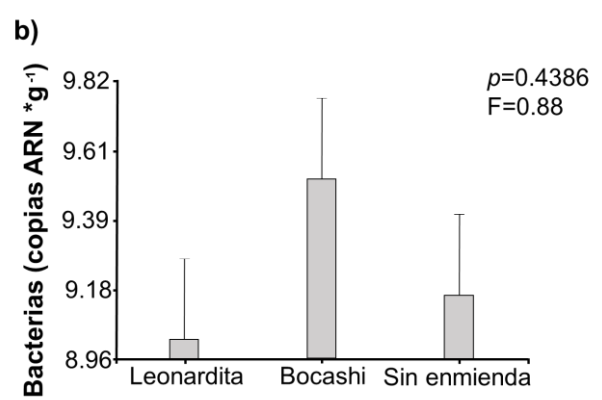
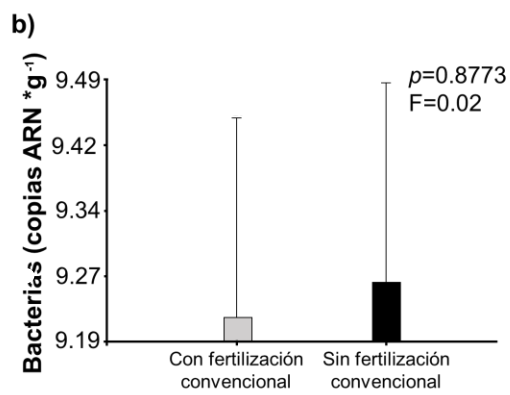
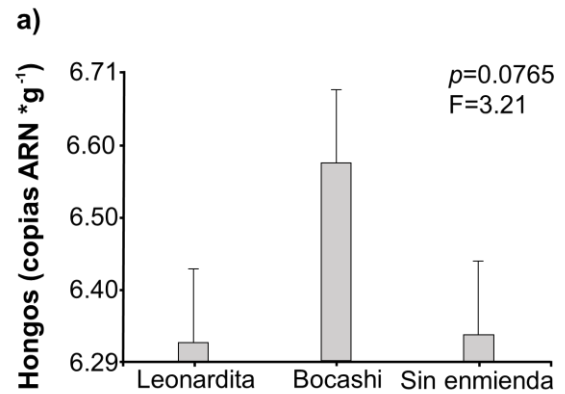
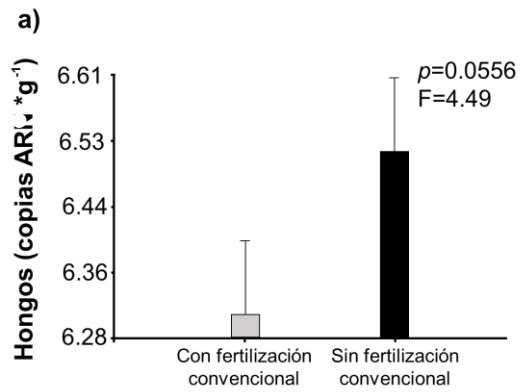
Propiedades Microbiológicas del Suelo a la Cosecha

A la cosecha se observó que la fertilización convencional, la aplicación de enmiendas y la interacción entre ambos factores, no tuvo un efecto significativo en la cantidad de hongos, la cantidad de bacterias y en la relación H:B (Figura 9, 10, Anexo J y K). Los resultados de la presente investigación son consistentes con los encontrados por Xiang et al. (2020) y Bradley et al. (2006), quienes indican que la fertilización convencional a largo plazo puede suprimir la función fúngica en el ciclo de nutrientes y disminuir la abundancia de hongos, como se había expuesto anteriormente. Por otro lado, Yanagishita et al. (2017), descubrió que la abundancia de hongos del mostraba diferencias significativas únicamente cuando se aplicó Bocashi y ácidos húmicos, lo que puede deberse directamente a la textura del suelo, siendo las texturas arenosas las que permiten mayor oxigenación al suelo, ayudando así a la proliferación los hongos.

Respecto a la cantidad de bacterias, Bradley et al. (2006) señala que los microorganismos del suelo estuvieron suprimidos por la acción de los fertilizantes aplicados. Sin embargo, Gamarra et al. (2018), expone que, sí pueden existir cambios en algunas propiedades del suelo y un incremento de las cantidades de bacterias en el mismo, pero que, a pesar de eso, los cambios de propiedades físicas del suelo, tienden a limitar la funcionalidad de dichos microorganismos del suelo.

Figura 9

Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre la cantidad de hongos y bacterias en el suelo a la cosecha. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g^{-1} de suelo), B) Cantidad bacterias (copias de ARN por g^{-1} de suelo), C) Relación Hongo-Bacteria.



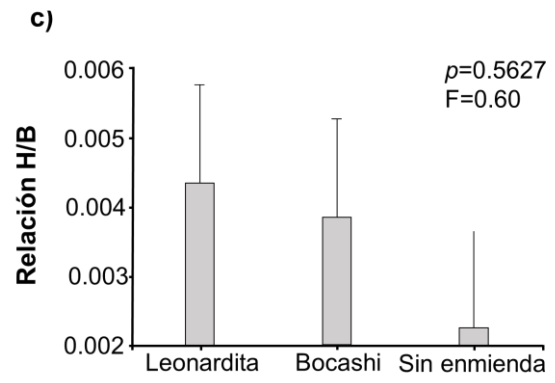
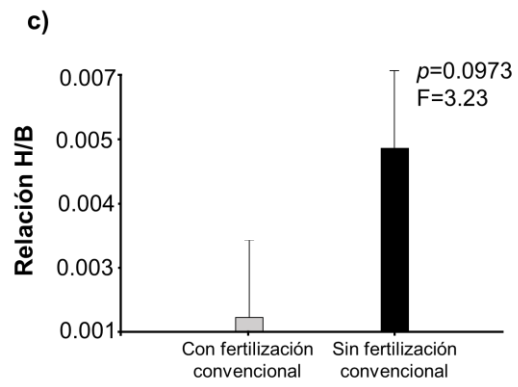
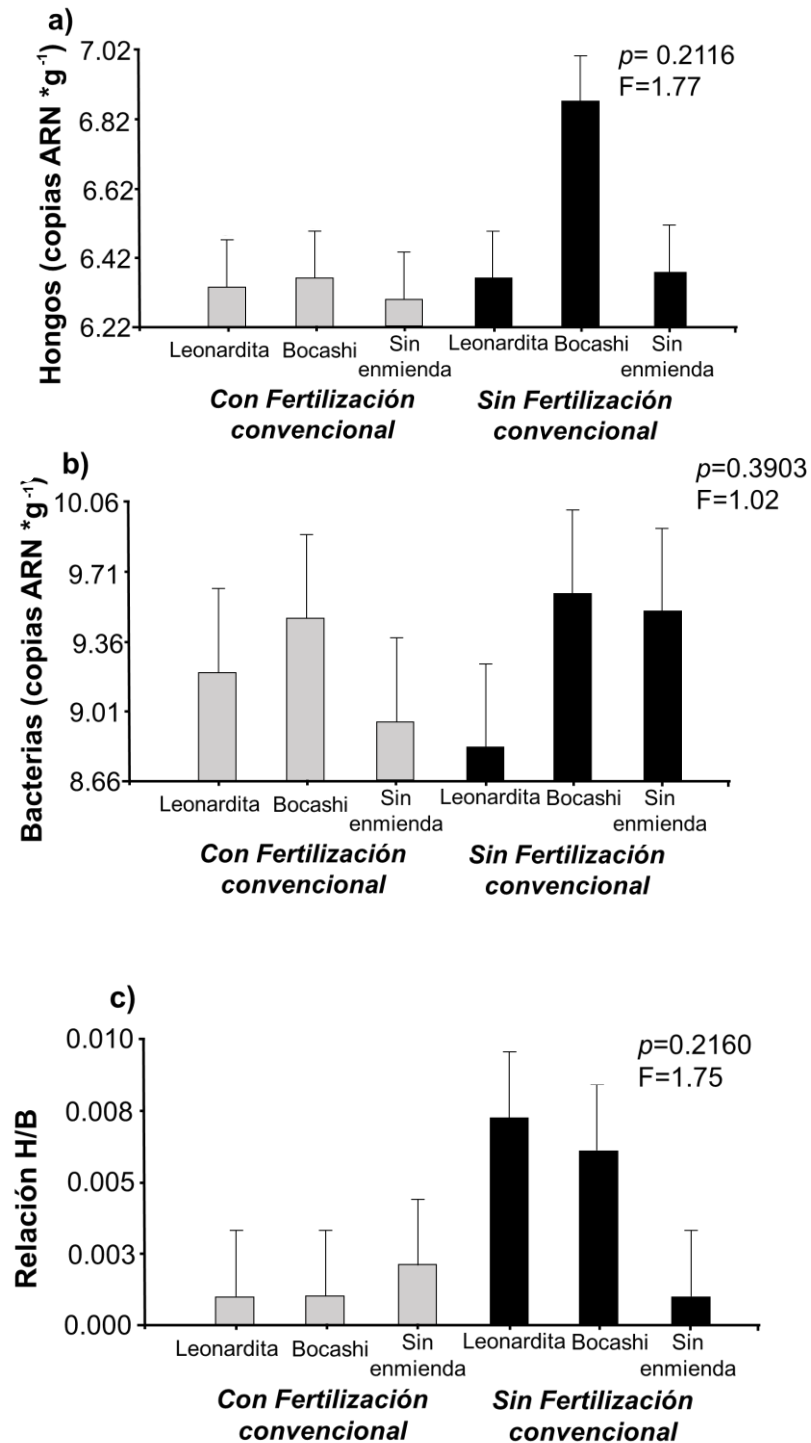


Figura 10

Efecto de la interacción de ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda orgánica) en las propiedades microbiológicas del suelo a la cosecha. A) Cantidad de hongos (Copias de ARN g^{-1} de suelo), B) Cantidad de bacterias (Copias de ARN g^{-1} de suelo), C) relación H:B.



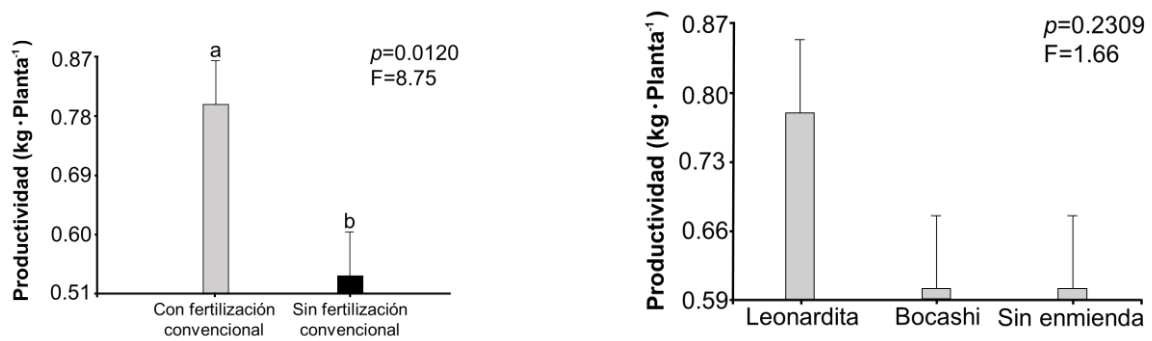
Efecto en el Rendimiento del Tomate

Se observó que la fertilización convencional tuvo un efecto altamente significativo sobre el rendimiento de las plantas de tomate, siendo las plantas tratadas con fertilización convencional, las que obtuvieron un mayor rendimiento a lo largo del ciclo (Figura 11a y Anexo L). Sin embargo, no se observó diferencias significativas entre los tratamientos como efecto del tipo de enmienda orgánica utilizada y tampoco en la interacción entre fertilización convencional y enmienda orgánica (Figura 11b, 12 y Anexo L, M).

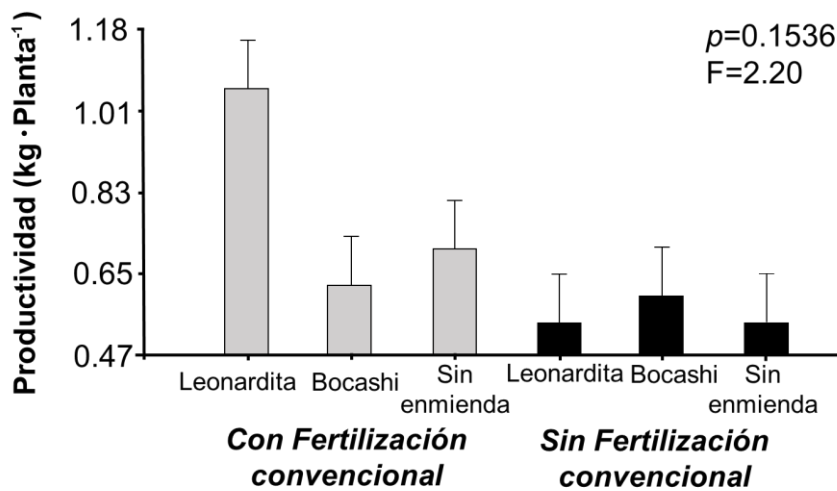
Respecto al rendimiento del tomate, las plantas tratadas bajo un esquema de fertilización convencional mostraron mayor productividad, siendo esta de $0.79 \text{ kg planta}^{-1}$ en comparación con las plantas tratadas sin fertilización convencional que obtuvieron $0.52 \text{ kg planta}^{-1}$. Estos resultados son consistentes con los encontrados por Ponisio et al. (2015), quienes indican que una de las limitantes de la producción con fertilización orgánica son los bajos rendimientos del cultivo en comparación con el sistema de fertilización convencional, lo cual es también explicado por Cavigelli et al. (2008) quienes mencionan que esta limitante se da debido a la baja disponibilidad de nutrientes en los abonos orgánicos en especial el Nitrógeno. Por lo que se puede inferir que, la mejora en el rendimiento de los tratamientos con fertilización convencional, esta dada principalmente por el aporte nutricional dado por los fertilizantes aplicados.

Figura 11

Efectos de los factores fertilización convencional y enmienda orgánica sobre el rendimiento en kg planta⁻¹. a) efecto de la fertilización b) efecto de la enmienda.

**Figura 12**

Efecto de la interacción de ambos factores (Fertilización convencional X Enmienda) sobre el rendimiento en kg planta⁻¹.



Conclusiones

Las plantas tratadas con fertilización convencional mostraron un mayor rendimiento comparadas con las plantas que no recibieron este tipo de fertilización. Sin embargo, no hubo diferencias en la interacción de los factores evaluados. Adicionalmente, la fertilización convencional tuvo un efecto positivo en la relación C/N y NT a la cosecha; afectando positivamente el CO a los 95 DDS.

Los resultados de las variables microbiológicas no mostraron diferencia significativa en ninguno de los factores evaluados a lo largo de todo el experimento.

Recomendaciones

Replicar el estudio agregando las variables: pH, Capacidad de intercambio catiónico (CIC), Densidad aparente y Conductividad eléctrica (CE), para identificar otras características productivas del suelo con impacto sobre la salud del suelo y la producción.

Elaborar el mismo experimento bajo condiciones protegidas para disminuir así el efecto de los factores bióticos y abióticos sobre el rendimiento final.

Prolongar el tiempo del estudio a por lo menos 3 ciclos de cultivo para evaluar los efectos que este esquema de fertilización pueda tener sobre la salud del suelo.

Referencias

- Arozarena González I, Marzo Cidoncha C, Calvillo Ruiz S, Sádaba Díaz de Rada S. 2023. Tomate de industria. Campaña 2022. Navarra agraria. (254):4. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8924568>.
- Bradley K, Drijber RA, Knops J. 2006. Increased N availability in grassland soils modifies their microbial communities and decreases the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*. 38(7):1583–1595. doi:10.1016/j.soilbio.2005.11.011.
- Cantú Silva I, Yañez Díaz MI. 2018. Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. *RMCF*. 9(45). doi:10.29298/rmcf.v9i45.138.
- Carvalho OS, Saa A, Montes JMG, Caballero R, López FG. 1999. Variabilidad temporal de algunas propiedades químicas en un suelo sometido a distintas sucesiones de cultivo. *Bioresour Technol*. 34(12):2299–2309. doi:10.1590/S0100-204X1999001200017.
- Cavigelli MA, Teasdale JR, Conklin AE. 2008. Long-Term Agronomic Performance of Organic and Conventional Field Crops in the Mid-Atlantic Region. *Agronomy Journal*. 100(3):785–794. doi:10.2134/agronj2006.0373.
- Cazorla CR. 2012. Influencia de la fertilización y de los cultivos de cobertura en los contenidos de carbono orgánico, estabilidad de agregados y densidad aparente del suelo [Tesis]. Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto. spa; [consultado el 8 de ago. de 2023]. <https://repositorio.unrc.edu.ar/xmlui/handle/123456789/73950?show=full>.
- Cristóbal-Acevedo D, Álvarez-Sánchez ME, Hernández-Acosta E, Améndola-Massiotti R. 2011. Concentración de nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *TERRA LATINOAMERICANA*; [consultado el 8 de ago. de 2023]. (3):325–332. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792011000300325&script=sci_arttext.
- Domínguez J, Aira M, Gómez-Brandón M. 2009. El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. *ECOS*. 18(2):20–31. es. <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/61>.
- Durand Cos JJ, Esmilda J, Fernández Turro A, Conrado Riera Nelson M. 2013. Respuesta del tomate al uso de alternativas orgánicas y micorriza en producción protegido en Guantánamo. *Centro Agrícola*. 40(3):15–21. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2013/vol40/no3/3.pdf>.
- Eiza MJ, Studdert GA, Domínguez GF. 2006. Dinámica de la materia orgánica del suelo bajo agricultura continua: ii. materia orgánica particulada. Argentina: [sin editorial]. https://www.researchgate.net/publication/237373106_DINAMICA_DE_LA_MATERIA_ORGANICA_DEL_SUELO_BAJO_AGRICULTURA_CONTINUA_II_MATERIA_ORGANICA_PARTICULADA.
- [FHIA] Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2017. Informe Técnico 2017 programa de hortaliza. [sin lugar]. 110 p. Informe no.1; [consultado el 30 de jun. de 2023]. http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Hortalizas-2017.pdf.
- Flores Quilumbango DA. 2015. Respuesta de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) a la aplicación de sustancias húmicas de leonardita y un bioestimulante [Tesis]. Ecuador: Universidad Central Del Ecuador. spa; [consultado el 8 de ago. de 2023]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7111>.

- Gamarra C, Díaz Lezcano MI, Vera de Ortíz M, Galeano MDP, Cabrera Cardús AJN. 2018. Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *RMCF*. 9(46). doi:10.29298/rmcf.v9i46.134.
- García A. 2008. La materia orgánica (MOS) y su papel en lucha contra la degradación del suelo; [consultado 9/7/23]. 18:1–18. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38578408/9.-Dr.-Alvaro-Garcia.-MOS_Degradacion_Suelo-libre.pdf?1440602385=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMOS_Degradacion_Suelo.pdf&Expires=1691511874&Signature=EbZjAvdA8kx8c3Ye0z5Z8hR9-0cX1r5bUGZ9SJeCw7jWtDbsKnY9w29qHAYJR-fS2~F69dNOdkF6h0PrwCBjmAdlVADac3y~ImRuWzTJ2ykJNtnErngjCQ4I6MnaiWc6G~JOTtpKWDr69QwD-AyC1xWfQpv231Ekxchi7EAfgt59bophlK3qovk85-nfUhtw6rByDt56XPm~tlrJ9PiL9QCslEFpbWND~ceK6pne~ZPd-bSDpb6lLeuBrE4rRKYr8ilzH0JfWqiNHaYaxhNqrVZpCD7y1wP2vk5uigHXx2lyDlpsbzRm8fhyoQz9KlXfd41Fq-9XliRVYllco9iYg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Hernandes O, Ojéda D, López J, Arras A. 2020. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. [sin lugar]. Informe no.1; [consultado el 8 de ago. de 2023]. <https://www.upeg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2021/07/AC-TOMATE-V20.1.pdf>.
- Huang J, Pray C, Rozelle S. 2002. Enhancing the crops to feed the poor. *Nature*. 418(6898):678–684. eng. doi:10.1038/nature01015.
- Jazmín Marín D. 2019. Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *ConCiencia Tecnológica*. (58):47–50. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417>.
- Laurin M, Porcuna J, González V, Llosá M. 2006. El papel de la agricultura ecológica en la disminución del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios químicos. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/cd%20congreso%20zaragoza/ponencias/105%20laurin%20com-%20el%20papel.pdf>.
- Ordoñez L. 2020. Tomate: Analisis de Coyuntura. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 30 de jun. de 2023]. 19 p. http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Hortalizas-2017.pdf.
- Paria Gallegos AM. 2015. Influencia de tres ácidos húmicos en el rendimiento del cultivo de zapallito italiano (Cucúrbita pepo L.), en el CEA III Los Pichones. Tacana Peru: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, PE. spa. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1868?show=full>.
- Pinedo Salas LL. 2017. Influencia de la fertilización de ácidos húmicos (Leonardita) sobre los rendimientos del pepinillo híbrido (Stonewall F-1) Lamas – San Martín. Peru: Universidad Nacional de San Martín. Fondo Editorial, PE. spa. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2835>.
- Poniso LC, M'Gonigle LK, Mace KC, Palomino J, Valpine P de, Kremen C. 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proc Biol Sci*. 282(1799):20141396. eng. doi:10.1098/rspb.2014.1396.
- Ramos Agüero D, Cabrera Rodríguez JA, Soto Carreño F, Terry Alfonso E. 2014. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 19 de jul. de 2023]. 35(2):90–97.

- Ramos Agüero D, Terry Alfonso E. 2014a. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 3 de feb. de 2023]. 34(4):52–59. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/939ffa5b-04d1-483f-a19c-c1770f726a7b/content>.
- Ramos Agüero D, Terry Alfonso E. 2014b. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. 0258-5936. 35(4):52–59. https://www.researchgate.net/publication/317519925_Generalidades_de_los_abonos_organicos_Importancia_del_Bocashi_como_alternativa_nutricional_para_suelos_y_plantas.
- Rivero C, Senesi N, D’Orazio V. 2004. Los ácidos húmicos de leonardita sobre características espectroscópicas de la materia orgánica de un suelo en la cuenca del Lago de Valencia. *Agronomía Tropical*; [consultado el 8 de ago. de 2023]. 54(2). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000200001.
- Rotondo R, Firpo IT, Ferreras L, Toresani S, Fernández, S. y Gómez, E. 2009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. [sin lugar]: [sin editorial] (vol. 28). <https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/45/efecto-de-la-aplicacion-de-enmiendas-organicas-y-fertilizante-nitrogenado-sobre-propiedades-edaficas-y-productividad-en-cultivos-hortícolas.pdf>.
- Suárez Acosta AV. 2021. Efecto de la aplicación de ácidos húmicos sobre propiedades químicas del suelo y plantas de lechuga Batavia: Efecto de la aplicación de ácidos húmicos sobre propiedades químicas del suelo y plantas de lechuga Batavia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Bogotá - Ciencias Agrarias - Maestría en Ciencias Agrarias, Escuela de posgrados, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. spa. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79720>.
- Trinidad-Santos A. 2016. Importancia de la materia orgánica del suelo. *AP*. 9(8). es. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802>.
- Vázquez J, Alvarez-Vera M, Iglesias-Abad S, Castillo J. 2020. The incorporation of organic amendments in the form of compost and vermicompost reduces the negative effects of monoculture in soils. *Sci. agropecu.* 11(1):105–112. doi:10.17268/sci.agropecu.2020.01.12.
- Wladimir E, Pacheco P, Angel Y, Bastías E. 2017. Efecto de la incorporación de materia orgánica en la respuesta fisiológica y química de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivadas en condiciones de salinidad y exceso de boro. *Idesia*; [consultado el 8 de ago. de 2023]. 35(2):0. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000014>. doi:10.4067/S0718-34292017005000014.
- Xiang X, Liu J, Zhang J, Li D, Xu C, Kuzyakov Y. 2020. Divergence in fungal abundance and community structure between soils under long-term mineral and organic fertilization. *Soil and Tillage Research*. 196:104491. doi:10.1016/j.still.2019.104491.
- Yanagishita T, Nishizawa M, Ueda Y, Nishida T. 2017. Effect of Bokashi and Humic Acids on the Abundance of Soil Fungi in a Sandy Soil. *Mycorrhiza*. 27(4):491–496.
- Zhang X, Li J, Le Shao, Qin F, Yang J, Gu H, Zhai P, Pan X. 2023. Effects of organic fertilizers on yield, soil physico-chemical property, soil microbial community diversity and structure of Brassica rapa var. Chinensis. *Front Microbiol.* 14:1132853. eng. doi:10.3389/fmicb.2023.1132853.

Zhong W, Gu T, Wang W, Zhang B, Lin X, Huang Q, Shen W. 2010. The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity. *Plant Soil*. 326(1-2):511–522. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr12214.pdf>. doi:10.1007/s11104-009-9988-y.

Anexos.

Anexo A

Análisis de suelos del lote 24 de zona 2, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Textura	g 100g ⁻¹		mg Kg ⁻¹ (extractable)							Relación C/N
	pH	C.O	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	
Franco	6.76	0.96	1.65	0.08	129	453	1420	160	20	10.2

Nota: Proporcionado por el laboratorio de Suelos de Zamorano.

Anexo B

Análisis de suelo por unidad experimental a los 95 DDS

Muestra	%				Relación C/N
	C.O	M.O	N total	N Kjeldahl	
T1R1	1.06	1.83	0.09	0.11	10
T1R2	0.79	1.36	0.07	0.11	7
T1R3	0.87	1.50	0.07	0.09	9
T2R1	0.99	1.70	0.09	0.09	10
T2R2	0.99	1.70	0.08	0.09	10
T2R3	0.95	1.64	0.08	0.09	10
T3R1	0.61	1.04	0.05	0.08	7
T3R2	0.83	1.43	0.07	0.09	9
T3R3	0.91	1.57	0.08	0.08	11
T4R1	1.06	1.83	0.09	0.09	11
T4R2	1.03	1.77	0.09	0.11	9
T4R3	1.03	1.77	0.09	0.11	9
T5R1	0.91	1.57	0.08	0.11	8
T5R2	0.99	1.70	0.08	0.09	10
T5R3	0.92	1.58	0.08	0.08	11
T6R1	0.92	1.58	0.08	0.08	11
T6R2	1.02	1.76	0.09	0.09	11
T6R3	1.01	1.74	0.09	0.09	11

Anexo C

Análisis de suelo por unidad experimental a la cosecha.

Muestra	%				Relación C/N
	C.O	M.O	N total	N Kjeldahl	
T1R1	0.72	1.23	0.06	0.04	17.1
T1R2	0.89	1.53	0.08	0.04	21.3
T1R3	0.99	1.70	0.09	0.07	14.2
T2R1	1.14	1.97	0.10	0.13	9.1
T2R2	0.79	1.36	0.07	0.11	7.1
T2R3	1.16	2.01	0.10	0.11	10.4
T3R1	0.87	1.49	0.07	0.06	15.5
T3R2	0.91	1.56	0.08	0.08	10.8
T3R3	0.93	1.60	0.08	0.08	11.1
T4R1	0.95	1.63	0.08	0.10	9.7
T4R2	1.02	1.76	0.09	0.11	9.2
T4R3	0.93	1.60	0.08	0.08	11
T5R1	1.12	1.93	0.10	0.14	8
T5R2	1.02	1.77	0.09	0.15	6.7
T5R3	1.22	2.10	0.11	0.15	8
T6R1	0.48	0.83	0.04	0.08	5.7
T6R2	0.74	1.27	0.06	0.08	8.8
T6R3	0.81	1.40	0.07	0.08	9.7

Anexo D

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el carbono orgánico y el nitrógeno total a los 95 DDS.

Factor	Carbono Orgánico(%)				Nitrógeno Total(%)					
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey		ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Mean (± standard error)	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Mean (± standard error)
Fertilización	5.37	1	0.0389	Convencional	0.99± 0.03 a	0.24	1	0.6364	Convencional	0.09 ± 3.0E-03 a
				Sin	0.89 ± 0.03 a				Sin	0.09 ± 3.0E-03 a
Enmienda	1.70	2	0.2232	Bocashi	0.96 ± 0.04 a	5.47	2	0.0205	Bocashi	0.09 ± 3.7E-03 a
				Leonardita	0.97 ± 0.04 a				Leonardita	0.10 ± 3.7E-03 a
				Sin Enmienda	0.88 ± 0.04 a				Sin enmienda	0.09± 3.7E-03 a
Enmienda x Fertilización convencional	2.73		0.1055	Convencional – Bocashi	0.94 ± 0.05 a	0.06	2	0.9431	Convencional – Bocashi	0.09 ± 0.01 a
				Convencional – Leonardita	1.04 ± 0.05 a				Convencional – Leonardita	0.10 ± 0.01 a
				Convencional – sin enmienda	0.98 ± 0.05 a				Convencional – sin enmienda	0.09 ± 0.01 a
				Sin – Bocashi	0.98± 0.05a				Sin – Bocashi	0.09 ± 0.01 a
				Sin – Leonardita	0.91 ± 0.05 a				Sin – Leonardita	0.10 ± 0.01a
				Sin – sin enmienda	0.78 ± 0.05 a				Sin – sin enmienda	0.08± 0.01 a

Anexo E

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación carbono-nitrógeno a los 95

DDS.

Factor	Relación C/N				
	ANDEVA			Análisis post-hoc Tukey	
	Valor F	Gl	valor - p	Nivel	Mean (± standard error)
Fertilización	2.13	1	0.1698	Convencional	10.11 ± 0.44 a
				Sin	9.22 ± 0.44 b
Enmienda	0.70	2	0.5158	Bocashi	9.83 ± 0.54 a
				Leonardita	9.17 ± 0.54 a
				Sin Enmienda	10.00 ± 0.54 a
Enmienda x Fertilización	1.23	2	0.3257	Convencional – Bocashi	9.67 ± 0.75 ab
				Convencional – Leonardita	9.67 ± 0.75 ab
				Convencional – Sin enmienda	11.00 ± 0.75 a
				Sin – Bocashi	10.00 ± 0.75 bc
				Sin -Leonardita	8.67 ± 0.75 c
				Sin – Sin enmienda	9.0 ± 0.75 bc

Anexo F

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la población de Hongos y Bacterias a los 95 DDS.

Factor	Total Hongos(copias ARN g ⁻¹)					Total Bacteria(copias ARN g ⁻¹)						
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey				
	F	Valor	GI	p	valor - Nivel	Mean (± standard error)	F	Valor	GI	p	valor - Nivel	Mean (± standard error)
Fertilización	4.18	1	0.0635		Convencional	6.24±	0.67	1	0.4288		Convencional	8.87 ±
					Sin	6.04±					Sin	8.82 ±
Enmienda	0.76	2	0.4873		Bocashi	6.06 ±	0.15	2	0.8640		Bocashi	8.86±
					Leonardita	6.20 ±					Leonardita	8.82 ±
					Sin Enmienda	6.16 ±					Sin enmienda	8.85±
						0.08 a					a	0.05
Enmienda x Fertilización convencional	0.52	2	0.6060		Convencional - Bocashi	6.10 ±	2.33	2	0.1397		Con - Bocashi	8.81 ±
					Convencional - Leonardita	6.36 ±					Con - Leonardita	8.84 ±
					Convencional - sin enmienda	6.25 ±					Con - sin enmienda	8.95 ±
					Sin - Bocashi	6.01 ±					Sin - Bocashi	8.91 ±
					Sin - Leonardita	6.03 ±					Sin - Leonardita	8.80 ±
					Sin - sin enmienda	6.08 ±					Sin - sin enmienda	8.74±
						0.12 a					0.07 a	0.07 a
						0.12 a					0.07 a	0.07 a

Anexo G

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación Hongo-Bacteria a los 95 DDS.

Factor	Relación H:B			valor -	Análisis post-hoc Tukey	
	ANDEVA				Nivel	Mean (± standard error)
	F	Valor	Gl p			
Fertilización	0.98	1		0.3408	Convencional	2.8E-03 ± 4.4E-04 a
					Sin	2.2E-03 ± 4.4E-04 b
Enmienda	1.16	2		0.3475	Bocashi	1.9E-03 ± 5.4E-04 a
					Leonardita	3.1E-03 ± 5.4E-04 a
					Sin Enmienda	2.4E-03 ± 5.4E-04 a
Enmienda x Fertilización	0.50	2		0.6166	Convencional – Bocashi	2.4E-03 ± 7.7E-04 ab
					Convencional – Leonardita	3.7E-03 ± 7.7E-04 ab
					Convencional – Sin Enmienda	2.2E-03 ± 7.7E-04 a
					Sin – Bocashi	1.4E-03 ± 7.7E-04 bc
					Sin Leonardita	2.5E-03 ± 7.7E-04 c
					Sin enmienda – Sin	2.5E-03 ± 7.7E-04 bc

Anexo H

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el carbono orgánico y el nitrógeno total a la cosecha.

Factor	Carbono Orgánico(%)					Nitrógeno Total(%)						
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey				
	F	Valor	Gl	p	valor – Nivel	Mean (± standard error)	F	Valor	Gl	valor - p	Nivel	Mean (± standard error)
Fertilización	0.04	1	0.8481		Convencional	0.92±	25.00	1	0.0003		Convencional	0.11 ±
					Sin	0.93±					Sin	0.08 ±
Enmienda	6.97	2	0.0098		Bocashi	1.08 ±	46.36	2	<0.0001		Bocashi	0.13 ±
					Leonardita	0.92 ±					Leonardita	0.07 ±
					Sin Enmienda	0.79 ±					Sin enmienda	0.01 a
Enmienda x Fertilización convencional	2.95	2	0.0908		Convencional	1.12 ±	4.36	2	0.0377		Convencional	0.15 ±
					– Bocashi	0.08 a					– Bocashi	0.01a
					Convencional	0.97 ±					Convencional	0.10 ±
					– Leonardita	0.08 a					– Leonardita	0.01 a
					Convencional	0.68 ±					Convencional	0.08 ±
					– sin enmienda	0.08 a					– sin enmienda	0.01 a
					Sin – Bocashi	1.03 ±					Sin – Bocashi	0.12 ±
Sin – Leonardita	0.87 ±	Sin – Leonardita	0.05 ±									
Sin – sin enmienda	0.90 ±	Sin – sin enmienda	0.07±									

Anexo I

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación carbono-nitrógeno a la cosecha.

Factor	Relación C/N			Análisis post-hoc Tukey		
	ANDEVA					
	F	Valor	Gl	valor -	Nivel	Mean (± standard error)
Fertilización	18.68	1		0.0010	Convencional	8.53± 0.83 a
					Sin	12.96 ± 0.83 a
Enmienda	9.97	2		0.0028	Bocashi	8.22 ± 1.01 a
					Leonardita	13.75 ± 1.01 a
					Sin Enmienda	10.27 ± 1.01 a
Enmienda x Fertilización	3.13	2		0.0807	Convencional – Bocashi	7.57 ± 1.25 ab
					Convencional – Leonardita	9.97 ± 1.25 ab
					Convencional – Sin enmienda	8.07 ± 1.25 a
					Sin – Bocashi	8.87 ± 1.25 bc
					Sin Leonardita	17.53 ± 1.25 c
					Sin – Sin enmienda	12.47 ± 1.25 bc

Anexo J

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la población de Hongos y Bacterias a la cosecha.

Factor	Total Hongos (copias ARN g ⁻¹)					Total Bacterias(copias ARN g ⁻¹)								
	ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey			ANDEVA		Análisis post-hoc Tukey						
	r F	Valor	G	-p	valor	Nivel	Mean (± standard error)	r F	Valor	G	-p	valor	Nivel	Mean (± standard error)
n	Fertilización	4.49	1	6	0.055	Convencion	6.52	0.02	1	3	0.877	al	Convencion	9.21
						Sin	± 0.07 a						Sin	± 0.22 a
	Enmienda	3.21	2	5	0.076	Bocashi	6.60	0.88	2	6	0.438	enmienda	Bocashi	9.51
						Leonardita	± 0.09 a						Leonardita	± 0.27 a
	Enmienda	3.21	2	5	0.076	Sin	6.31	0.88	2	6	0.438	enmienda	Sin	9.00
						Enmienda	± 0.09 a						Enmienda	9.18± 0.27
	Enmienda	3.21	2	5	0.076	al – Bocashi	6.34	0.88	2	6	0.438	enmienda	Con	9.41
							± 0.13a						Bocashi	± 0.39 a
	Enmienda	3.21	2	5	0.076	al – Leonardita	6.28	0.88	2	6	0.438	enmienda	Con	9.28
							± 0.13a						Leonardita	± 0.39 a
x	Fertilización convencional	1.77	2	6	0.211	Convencion	6.26	1.02	2	3	0.390	enmienda	Con – sin	8.92
						al – sin enmienda	± 0.13a						enmienda	± 0.39 a
	Enmienda	1.77	2	6	0.211	Sin	6.85	1.02	2	3	0.390	enmienda	Sin	9.61
						Bocashi	± 0.13 a						Bocashi	± 0.39 a
	Enmienda	1.77	2	6	0.211	Sin	6.34	1.02	2	3	0.390	enmienda	Sin	8.72
						Leonardita	± 0.13 a						Leonardita	± 0.39 a
	Enmienda	1.77	2	6	0.211	Sin – sin	6.37	1.02	2	3	0.390	enmienda	Sin – sin	9.44
						enmienda	± 0.13a						enmienda	± 0.39 a

Anexo K

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre la relación Hongo-Bacteria a la cosecha.

Factor	Relación H:B				Análisis post-hoc Tukey	
	ANDEVA				Nivel	Mean (± standard error)
	F	Valor	Gl	valor - p		
Fertilización	3.23	1		0.0973	Convencional	1.5E-03± 1.4E-03 a
					Sin	0.01 ± 1.4E-03 a
Enmienda	0.60	2		0.5627	Bocashi	3.7E-03 ± 1.7E-03 a
					Leonardita	4.3E-03± 1.7E-03a
					Sin Enmienda	1.8E-03± 1.7E-03a
					Convencional – Bocashi	8.5E-04 ± 2.4E-03 a
Enmienda x Fertilización	1.75	2		0.2160	Convencional – Leonardita	1.1E-03 ± 2.4E-03 a
					Convencional – Sin	2.6E-03 ±2.4E-03 a
					Sin – Bocashi	0.01±2.4E- 03 a
					Sin Leonardita	0.01± 2.4E-03 a
					Sin – Sin enmienda	9.8E-04 ± 2.4E-03 a

Anexo L

Resultados del análisis de varianza de dos vías del efecto de la incorporación de enmiendas orgánicas en un sistema de fertilización convencional y su efecto sobre el rendimiento.

Factor	Rendimiento (kg planta ⁻¹)				Análisis post-hoc Tukey	Mean (± standard error)	
	ANDEVA			valor -			Nivel
	F	Valor	Gl p				
Fertilización	8.75	1		0.0120	Convencional	0.79±	
					Sin	0.52 ± 0.06 b	
Enmienda	1.66	2		0.2309	Bocashi	0.60 ± 0.08a	
					Leonardita	0.78 ± 0.08 a	
					Sin Enmienda	0.60 ± 0.08 a	
Enmienda x Fertilización	2.20	2		0.1536	Convencional – Bocashi	0.64 ± 0.11ab	
					Convencional – Leonardita	1.04 ± 0.11 ab	
					Convencional – Sin enmienda	0.69 ± 0.11 a	
					Sin – Bocashi	0.56 ± 0.11 bc	
					Sin Leonardita	0.51 ± 0.11 c	
					Sin – Sin enmienda	0.51 ± 0.11 bc	