

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

CON MENCIÓN EN ENERGÍA



TESIS

Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefú en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua

Presentado para obtener el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Mecánica y Eléctrica con mención en Energía

Investigador:

MSc. Alejandro Wilson Rodriguez La Barrera

Asesor:

Dr. Oscar William Neciosup Obando

24 de noviembre del 2023

“Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefú en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua”



MSc. Alejandro Wilson Rodriguez La Barrera
Autor



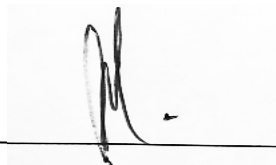
Dr. Oscar W. Neciosup Obando
Asesor

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Grado Académico de: DOCTOR EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA CON MENCIÓN EN ENERGIA

Aprobado por:



Dr. Arnulfo Cieza Ramos
Presidente del jurado



Dr. Santos Henry Guevara Quiliche
Secretario del jurado



Dr. Cesar Alberto García Espinoza
Vocal del jurado

Lambayeque, noviembre de 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

012

Siendo las 11:00 am horas del día 24 de NOVIEMBRE del año Dos Mil veinte y tres (2023), en la Sala de Sustentación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros del Jurado, designados mediante Resolución N° 114-2023-UG de fecha 03/02/2023, conformed por:

<u>Dr. Augusto Cieza Ramos</u>	PRESIDENTE (A)
<u>Dr. Santos Henry Guevara Quiliche</u>	SECRETARIO (A)
<u>Dr. Cesar Alberto Garcia Espinoza</u>	VOCAL
<u>Dr. Oscar William Negrós Obando</u>	ASESOR (A)

Con la finalidad de evaluar la tesis titulada

Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefu en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua

presentado por el (la) Tesisista ALEJANDRO Wilson RODRIGUEZ Lo BARRERA sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 1054-2023-UG de fecha 17 de Noviembre de 2023

El Presidente del jurado autorizó del acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, las mismas que fueron absueltas por el (la) sustentante, quien obtuvo 10 puntos que equivale al calificativo de MUY BUENO

En consecuencia el (la) sustentante queda apto (a) para obtener el Grado Académico de: DOCTOR EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA CON MENCIÓN EN ENERGIA

Siendo las 12:15 horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

ASESOR

Declaración jurada de originalidad

Yo, Alejandro Wilson Rodriguez La Barrera, investigador principal, y Oscar William Neciosup Obando, asesor del trabajo de investigación “Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefú en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 20 de octubre de 2023



MSc. Alejandro Wilson Rodriguez La Barrera
Autor



Dr, Oscar William Neciosup Obando
Asesor

Dedicatoria

A mis padres Héctor y Julia, así como a mi abuelo Camilo, que desde el cielo guían mi camino y son la fuente de inspiración para culminar este trabajo.

A mis hijos María Alejandra, Alex y Katya de igual manera a mi esposa Florencia, que, con mucha paciencia y amor, esperaron que logre alcanzar mis sueños.

A mis hermanos, y en especial a la memoria de mi hermana Sol Imperio, quienes me apoyaron en la travesía de mi vida de manera incondicional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la vida para concluir mis estudios de doctorado.

Agradezco a mi asesor de tesis Dr. Oscar William Neciosup Obando por sus orientaciones que me brindó durante el desarrollo de la investigación. Asimismo, al Ingeniero Agrónomo Eliberto Ballena Cuzma, por su disponibilidad a colaborar con la presente tesis y al Sr. Carlos Chafloque por permitir acceder a su terreno de cultivo ubicado en el sector El Pueblo de la ciudad de Monsefú distrito de Chiclayo.

Índice General

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	xiv
Capítulo I. Diseño Teórico	1
1.1.Antecedentes de la Investigación	1
1.2.Base Teórica.....	4
1.2.1. Radiación solar	4
1.2.2. Colectores Solares	8
1.2.3. Concentradores Solares	10
1.2.4. Energía Solar Fotovoltaica	10
1.2.5. Características del Suelo	11
1.2.6. La Planta del Tomate.....	16
1.2.7. Taxonomía.....	17
1.2.8. Morfología.....	17
1.2.9. Formas de Cultivo	20
1.2.10. Organismos del Suelo.....	20
1.2.11. Patogenos del Suelo	22
1.2.12. Metodos de Desinfeccion de Suelos.....	27
1.3.Hipótesis.....	33
Capítulo II. Métodos y Materiales	34
2.1. Tipo de Investigación.	34
2.2. Método de Investigación.	34
2.3. Diseño de Contrastación.....	34
2.4. Población, Muestra y Muestreo.....	34
2.4.1. Población.	34

2.4.2. Muestra.	35
2.4.3. Muestreo	40
2.5 Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos.	41
2.6 Procesamiento y Análisis de Datos.	44
Capítulo III. Resultados.....	45
3.1. Resultados del análisis bacteriológico de suelo rizoferico del cultivo de tomate.	45
3.2. Resultados del análisis micológico de suelo rizoférico del cultivo de tomate.	51
3.3. Resultados del analisis nematologico de suelo rizoferico del cultivo de tomate.	59
Capítulo IV. Discusión	64
Capítulo V. Conclusiones.....	65
Capítulo VI. Recomendaciones	68
Capítulo VII. Referencias Bibliográficas	69

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Taxonomía del tomate.</i>	17
Tabla 2 <i>Bacterias</i>	23
Tabla 3 <i>Hongos.</i>	25
Tabla 4 <i>Nematodos</i>	26
Tabla 5 <i>Virus.</i>	26
Tabla 6 <i>Inactivación térmica de diferentes patógenos.</i>	31
Tabla 7 <i>Resumen Del Análisis De Suelo Rizosférico Del Cultivo De Tomate</i>	63

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Distribución de la energía en el espectro solar.</i>	5
Figura 2 <i>Calentamiento de la Tierra y su Atmósfera.</i>	6
Figura 3 <i>Colector Cilíndrico-Parabólico.</i>	10
Figura 4 <i>Sistema Solar Fotovoltaico.</i>	11
Figura 5 <i>El Tomate.</i>	17
Figura 6 <i>Clasificación de organismos por su nutrición.</i>	21
Figura 7 <i>Clasificación de organismos por su tamaño.</i>	21
Figura 8 <i>Métodos físicos para el tratamiento de suelos.</i>	30
Figura 9 <i>Método de solarización.</i>	30
Figura 10 <i>Clasificación de los plaguicidas.</i>	32
Figura 11 <i>Vista aérea del terreno seleccionado, después de la cosecha de tomate.</i>	35
Figura 12 <i>Toma de muestra del terreno en estudio para análisis.</i>	36
Figura 13 <i>Sistema de bloques del método de inyección de vapor de agua.</i>	37
Figura 14 <i>Componentes en el método de inyección de vapor de agua.</i>	38
Figura 15 <i>Disponibilidad del equipo en campo</i>	39
Figura 16 <i>Aplicando la técnica de solarización.</i>	40
Figura 17 <i>Tacho de plástico, que se usó como tanque de agua fría.</i>	41
Figura 18 <i>Esquema de la captación de la radiación solar por el colector cilíndrico parabólico, centrando los rayos al foco donde se encuentra la tubería de cobre por la que pasa el agua.</i>	42
Figura 19 <i>Colector solar cilindro parabólico.</i>	42

Figura 20	<i>Terma eléctrica que hace la función de tanque de almacenamiento adiabático, para conservar el agua caliente.</i>	43
Figura 21	<i>Inyector de vapor de agua (Hidrolavadora).</i>	44
Figura 22	<i>Bacillus spp a profundidad de 10 cm.</i>	45
Figura 23	<i>Bacillus spp a profundidad de 20 cm.</i>	46
Figura 24	<i>Bacillus spp a profundidad de 30 cm.</i>	46
Figura 25	<i>Micrococcus spp a profundidad de 10 cm.</i>	47
Figura 26	<i>Micrococcus spp a profundidad de 20 cm.</i>	47
Figura 27	<i>Micrococcus spp a profundidad de 30 cm.</i>	48
Figura 28	<i>Streptomyces spp a profundidad de 10 cm.</i>	48
Figura 29	<i>Streptomyces spp a profundidad de 20 cm.</i>	49
Figura 30	<i>Streptomyces spp a profundidad de 30 cm.</i>	49
Figura 31	<i>Total de bacterias a profundidad de 10 cm.</i>	50
Figura 32	<i>Total de bacterias a profundidad de 20 cm.</i>	50
Figura 33	<i>Total de bacterias a profundidad de 30 cm.</i>	51
Figura 34	<i>Cylindrocarpon spp sin tratamiento a diferentes profundidades.</i>	51
Figura 35	<i>Fusarium spp a profundidad de 10 cm.</i>	52
Figura 36	<i>Fusarium spp a profundidad de 20 cm.</i>	52
Figura 37	<i>Fusarium spp a profundidad de 30 cm.</i>	53
Figura 38	<i>Aspergillus spp a profundidad de 10 cm.</i>	53
Figura 39	<i>Aspergillus spp a profundidad de 20 cm.</i>	54
Figura 40	<i>Aspergillus spp a profundidad de 30 cm.</i>	54
Figura 41	<i>Penicillium spp a profundidad de 10 cm.</i>	55
Figura 42	<i>Penicillium spp a profundidad de 20 cm.</i>	55
Figura 43	<i>Penicillium spp a profundidad de 30 cm.</i>	56

Figura 44 <i>Rhizopus spp</i> a profundidad de 10 cm.	56
Figura 45 <i>Rhizopus spp</i> a profundidad de 20 cm.	57
Figura 46 <i>Rhizopus spp</i> a profundidad de 30 cm.	57
Figura 47 <i>Cladosporium spp</i> a profundidad de 10 cm.	58
Figura 48 <i>Cladosporium spp</i> a profundidad de 20 cm.	58
Figura 49 <i>Cladosporium spp</i> a profundidad de 30 cm.	59
Figura 50 <i>Meloidogyne spp</i> (J2) a profundidad de 10 cm.....	59
Figura 51 <i>Meloidogyne incógnita</i> (J2) a profundidad de 20 cm.	60
Figura 52 <i>Meloidogyne incógnita</i> (J2) a profundidad de 30 cm.	60
Figura 53 <i>Rotylenchulus spp</i> a profundidad de 10 cm.	61
Figura 54 <i>Rotylenchulus spp</i> a profundidad de 20 cm.	61
Figura 55 <i>Rotylenchulus spp</i> a profundidad de 30 cm.	62
Figura 56 Esquema del sistema de medición de la temperatura del suelo rizoférico. ..	71
Figura 57 Sensores de temperatura insertados en la pared del suelo.....	72
Figura 58 Sensores conectados al sistema de control.	72
Figura 59 Circuito que registra automáticamente la temperatura de cada sensor.	73
Figura 60 Representación de la variación de la temperatura versus la profundidad del terreno.....	73

Resumen

En la actualidad la humanidad está pasando por tres crisis, una relacionada con la contaminación ambiental, el incremento de la población (explosión demográfica) y la crisis alimentaria. Esta última en el Perú tiene relación con la erosión de suelos agrícolas, el excesivo uso de pesticidas, fertilizantes y el incremento de plagas presentes en los campos de cultivo. Los agricultores, tienen el problema de enfrentar la contaminación de suelos por la presencia de fitopatógenos y maleza, principalmente en los cultivos de tomate, pimiento, lechuga y otros. Siendo el cultivo de tomate el más atacado por virus, bacterias, nematodos y hongos. El presente trabajo de investigación, tiene por finalidad la eliminación de los fitopatógenos que afectan a los cultivos de tomate de una parcela en Monsefú, para lo cual se hizo uso del método de inyección de vapor de agua, construyendo un sistema formado por un colector solar parabólico cuya función es captar los rayos solares para calentar agua, pasando a un depósito de características adiabáticas que mantenga la temperatura del agua constante, concluyendo el proceso con un inyector de vapor de agua. Este vapor es aplicado a tres profundidades diferentes (10 cm, 20 cm y 30 cm respectivamente). Finalmente, aplicando el método de inyección de vapor de agua, con respecto al de solarización, el análisis microbiológico dio como resultado, la mortandad del hongo *Fusarium* spp, con 90,9 % para 20 cm de profundidad con 46°C de temperatura y 72,7% para 30 cm con 48° C. En el caso de la mortandad del nemátodo *Rotylenchulus* spp, aplicando el método de inyección de vapor de agua con respecto a la muestra sin tratamiento, se obtuvo 88,5 % para la profundidad de 10 cm con 47° C de temperatura, 96,05% para 20 cm con 46°C; 95,5% para 30 cm con 48°C. No se logró eliminar al nemátodo *Meloidogyne* incógnita, se mostró muy resistente al método aplicado.

Palabras clave: Eliminación de fitopatógenos, suelo rizosférico del cultivo de tomate, método inyección de vapor de agua,

Abstract

Humanity is currently going through three crises, one related to environmental pollution, the increase in population (population explosion) and the food crisis. The latter in Peru is related to the erosion of agricultural soils, the excessive use of pesticides, fertilizers and the increase of pests in the fields. Farmers face the problem of soil contamination due to the presence of phytopathogens and weeds, mainly in tomato, bell pepper, lettuce and other crops. The tomato crop is the most attacked by viruses, bacteria, nematodes and fungi. The purpose of this research work is the elimination of phytopathogens affecting tomato crops in a plot in Monsefu, for which the steam injection method was used, building a system consisting of a parabolic solar collector whose function is to capture the sun's rays to heat water, passing to a tank with adiabatic characteristics that maintain the water temperature constant, concluding the process with a steam injector. This steam is applied at three different depths (10 cm, 20 cm and 30 cm respectively). Finally, applying the steam injection method to the solarization method, the microbiological analysis resulted in the mortality of the fungus *Fusarium* spp, with 90.9% for a depth of 20 cm at 46°C and 72.7% for 30 cm at 48°C. In the case of *Rotylenchulus* spp. nematode mortality, applying the water vapor injection method with respect to the untreated sample, 88.5% was obtained for a depth of 10 cm at 47°C, 96.05% for 20 cm at 46°C, 95.5% for 30 cm at 48°C. It was not possible to eliminate the nematode *Meloidogyne incognita*, which proved to be very resistant to the method applied.

Keywords: Elimination of phytopathogens, rhizospheric soil of tomato crop, water vapor injection method,

Introducción

El tomate es una hortaliza, muy difundida en el mundo por su valor nutricional, su alto contenido de agua y propiedades antioxidantes. La temperatura a la que se desarrolla, varía entre los 20° y 30° C, prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa con alto contenido de materia orgánica.

El manejo tecnificado del cultivo de tomate, hace que se obtenga óptima calidad y mejor producción. Pero la presencia de agentes patógenos (hongos, nematodos, etc.), implica la utilización de fungicidas o nematicidas, para evitar estos agentes se trata la tierra con métodos que pueden ser de tipo culturales, químicos, biológicos o físicos, dentro estos últimos usados más frecuentemente son el de solarización, que tiene un costo barato, pero que su efectividad en cuanto a profundidad es baja. El otro método que da mejor resultado pero que es costoso por el equipamiento y se utilizará en esta tesis es de inyección de vapor de agua. utilizando como fuente energética el sol

El método de inyección de vapor de agua, utiliza como fuente energética al sol, recurso inagotable; Y consiste en calentar agua a través de un colector cilíndrico-parabólico, acumularlo en un tanque adiabático, para luego inyectarlo al terreno a desinfectar.

Capítulo I. Diseño Teórico

1.1. Antecedentes de la Investigación

1.1.1. Internacionales

El proceso de esterilización del sustrato mediante vaporización se refiere al método de purificar suelos y sustratos utilizando calor para erradicar plagas, enfermedades y semillas de malas hierbas. A pesar de que la aplicación de calor seco podría, en teoría, ofrecer beneficios comparables, la utilización de vapor es generalmente la técnica preferida debido a su mayor eficiencia en la difusión y su óptima relación de coste-eficacia. La técnica de esterilización a vapor implica la introducción de vapor de agua en el suelo utilizando calderas y mecanismos de dispersión como placas o tuberías, con el fin de desinfectar de agentes patógenos. Esta práctica no es innovadora, ya que ha sido una práctica común en la agricultura de invernadero durante muchas décadas. (Pizano, 1997).

La técnica de vaporización del suelo emerge como una solución prometedora que puede rivalizar con la eficacia del bromuro de metilo tanto en aspectos técnicos como económicos, sobre todo cuando se integra en un esquema de manejo holístico. Dado que el tratamiento con vapor erradica la totalidad de los organismos vivos en el suelo o en los medios de cultivo, es aconsejable la inoculación subsiguiente con compost o microorganismos beneficiosos, como *Trichoderma*, para reestablecer un equilibrio biológico favorable después del procedimiento de vaporización. (Stefanova, 1996; Pizano, 1997; Bettiol, 2006).

La esterilización por vaporización es una técnica que utiliza calor húmedo en forma de vapor de agua para purificar materiales sólidos, como el suelo, mediante dispositivos específicamente diseñados para este fin. Estos dispositivos se

componen esencialmente de una caldera para generar el vapor y un recipiente de metal donde se coloca el material a tratar. Es crucial mantener el suelo a una temperatura superior a 80°C por un período mínimo de 30 minutos para garantizar la eficacia del proceso. Este procedimiento es capaz de eliminar una amplia gama de agentes patógenos y plagas, incluyendo hongos, bacterias, nematodos, insectos y gran parte de las semillas de malas hierbas. En la práctica, para vaporizar una capa de suelo de 10 a 20 cm de profundidad, se necesita una cantidad de vapor aproximada de 15 kg por metro cuadrado. Cabe destacar que la producción de un kilogramo de vapor requiere la evaporación de un litro de agua. (González, 2006).

El empleo de vapor se ha identificado como una medida eficaz en la supresión de nematodos y una diversidad de agentes patógenos presentes en el suelo. Sin embargo, su implementación acarrea un alto costo en términos de la infraestructura requerida para su aplicación en terrenos de cultivo. Adicionalmente, el proceso exige una meticulosa preparación del suelo para garantizar la adecuada difusión del vapor. A estos costos se les añade el gasto adicional en combustible y agua. Debido a estos factores económicos, su uso queda restringido principalmente a aquellos cultivos que generan una alta rentabilidad y es particularmente aplicado para erradicar nematodos en plantas de vivero, según señala (Greco, 2000).

El proceso de solarización del suelo implica el uso de la energía solar para elevar la temperatura de la tierra arada y húmeda, la cual es cubierta con una lámina de polietileno transparente que suele tener un grosor de entre 25 y 50 micras. Este método es particularmente beneficioso por su capacidad para suprimir simultáneamente la presencia de malezas, diversas plagas y agentes patógenos terrestres. Sin embargo, su eficacia disminuye en la lucha contra los nemátodos fitoparásitos, incluidos los de la especie *Meloidogyne*, debido a su habilidad para

desplazarse hacia zonas más profundas del suelo. En estas áreas, los nemátodos están fuera del alcance de las temperaturas mortales inducidas por la solarización. A pesar de una reducción inicial en su población, estos nemátodos tienen la capacidad de regresar y colonizar el suelo, afectando las plantas hospederas posteriormente a la siembra. (Stapleton y Heald, 1991; Wang y McSorley, 2008)

Dado que el agua tiene una capacidad destacada para transferir calor, se considera un método efectivo para la desinfección, erradicando eficazmente una amplia gama de patógenos y semillas de malezas. No obstante, la aplicación de este sistema está limitada por la necesidad de equipos especializados y un consumo de energía considerable, lo cual resulta en su uso restringido, generalmente confinado a áreas de menor extensión. (Almudena, 20215).

El estudio fue llevado a cabo en 2006 en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Tradicionalmente, los patógenos en las plantas se eliminan mediante fumigantes químicos, pero su uso extensivo ha generado preocupaciones relacionadas con el medio ambiente, la salud y la sostenibilidad de los suelos agrícolas. Por ello, se están considerando métodos físicos, especialmente en invernaderos, para evitar residuos químicos. En este contexto, se desarrolló un dispositivo remolcable para desinfectar suelos agrícolas utilizando vapor de agua mezclado con aire y aire caliente. Este equipo se fabricó con acero inoxidable y PTR, incorporando un sistema automatizado para regular el calor y la temperatura. En pruebas con un suelo de textura franco arenosa, el tiempo necesario para elevar la temperatura de 21 °C a 71 °C con vapor de agua mezclado con aire fue de 15 minutos, mientras que con aire caliente tomó 3.5 horas. En ambos casos, se pudo mantener una temperatura de 71-72 °C por un período no

determinado. La eficiencia con el vapor de agua mezclado con aire fue de 487.2 L·h⁻¹ y con aire caliente de 121.8 L·h⁻¹. (Chávez Aguilera Noel, 2010).

1.2. Base Teórica

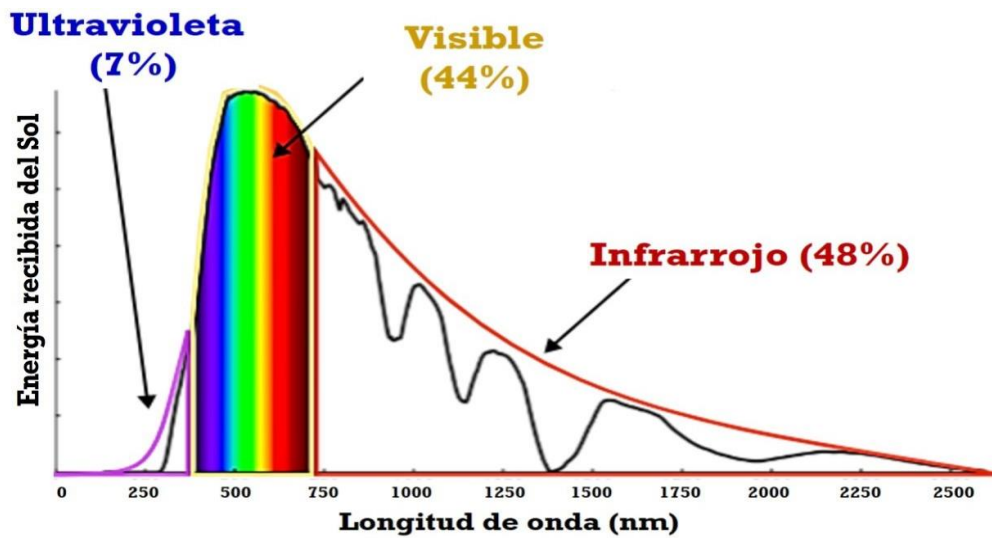
1.2.1. Radiación solar

La atmosfera tiene como fuente principal de energía a la radiación solar. La luz y el calor son formas de energía transmitidas por ondas electromagnéticas, que se propagan a través del espacio sin necesidad de un medio material y a la velocidad de 300 000 km/s. la radiación suministra el total de la energía necesaria para el desarrollo de los procesos meteorológicos en la atmosfera y de los biológicos. La radiación solar se presenta con mayor intensidad donde incide casi o perpendicularmente, de toda la radiación que llega del sol solamente una parte, llamada rango visible, es detectado por el ojo humano con el nombre de luz.

Si se descompone un rayo de luz en colores que solo difieren entre sí por la longitud de onda. La del violeta es aproximadamente 0,4 μ (4 000 Å) y la del rojo 0,7 μ (7 000 Å). fuera de este rango visible, están las radiaciones ultravioletas (actínicas) de ondas más cortas y las infrarrojas (caloríficas) de ondas más largas.

Figura 1

Distribución de la energía en el espectro solar.



Fuente Google

La suma de la radiación solar directa y la radiación difusa del cielo conforman la “radiación global” es decir, la energía total recibida en una superficie horizontal. La cantidad de radiación global que llega a la superficie terrestre está en relación directa con los procesos de absorción, dispersión y reflexión.

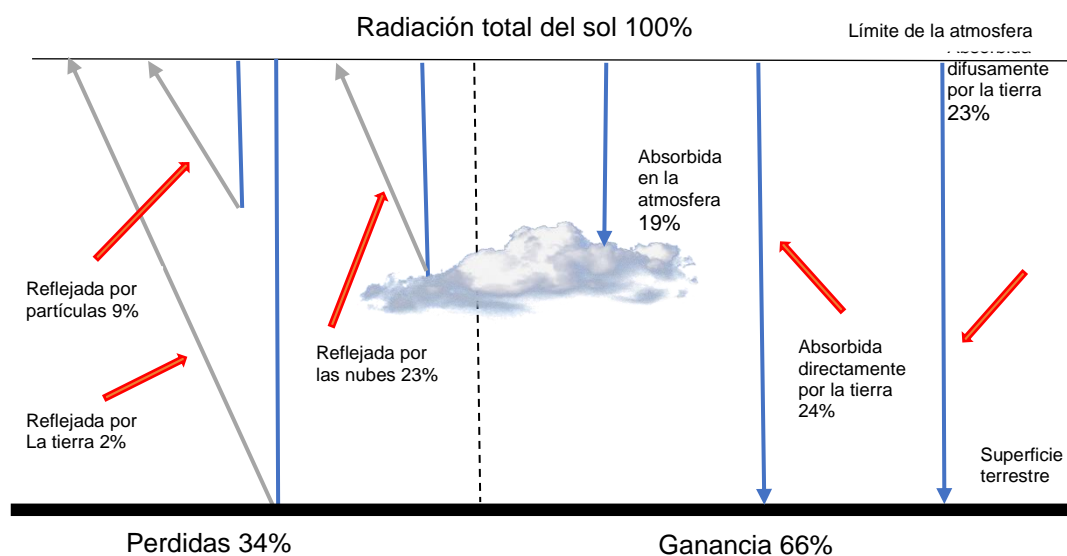
El conocimiento de los procesos de radiación comprende el intercambio de calor entre la superficie terrestre y la atmosfera. Del total de radiación solar que llega a los límites superiores de la atmosfera cerca del 32% se refleja en las nubes y en partículas de suspensión en el aire; 2% desde la superficie terrestre.

Este total de reflexión se conoce como “albedo” o sea la relación entre la cantidad de energía luminosa emitida en comparación con la recibida. El valor promedio del albedo de la tierra incluyendo la atmosfera es cerca de 34%, aunque es mayor en las regiones polares que en el ecuador. Alrededor del 19% de radiación solar es

absorbida por los gases (principalmente vapor de agua) y partículas en suspensión, 24% es absorbida directamente por la tierra, y 23% también por la tierra, pero después de una dispersión difusa por las nubes y la atmosfera. De modo que, del total de la radiación, únicamente, las dos terceras partes son efectivas en el calentamiento de la tierra y su atmosfera.

Figura 2

Calentamiento de la Tierra y su Atmósfera.



Fuente Jorge Valdivia Ponce

1.2.1.1. Medición de la radiación.

El estudio de sobre la determinación o medida de la energía radiante en sus aspectos térmico, químico y luminoso, se llama “actinometría”. Entre los principales instrumentos para medir la radiación solar, se mencionan:

A) Piroheliómetro, que miden la intensidad de la radiación solar directa en su normal incidencia.

B) Piranómetro, miden la radiación recibida de todo el cielo.

C) Heliógrafo, mide el tiempo que brilla el sol en un lugar durante un día (insolación).

1.2.1.2. Variación de la radiación.

La cantidad de radiación que recibe un lugar cualquiera de la tierra está determinado por:

A. La constante solar.

Es la cantidad de radiación que llega al límite superior de la atmosfera, esta depende de la energía radiante del sol y de la distancia de la tierra al sol, por lo cual presenta una pequeñísima variación, también puede estar relacionada con ciertas fluctuaciones climáticas.

B. La transparencia de la atmosfera.

Depende de las zonas de mayor nubosidad y las de mayor contaminación aérea o turbidez atmosférica reciben menos radiación directa. La transparencia es también una función de la latitud, así pues, en las medias y altas latitudes los rayos solares deben pasar a través de una capa atmosférica más gruesa que en las latitudes bajas, varía también con las estaciones del año.

C. La duración diaria de la luz solar

Varía de acuerdo con la latitud y las estaciones. A un período más largo de luz le corresponde una mayor radiación.

D. El efecto de la variación del ángulo.

Con que los rayos solares inciden sobre la superficie terrestre, puede verse en el curso diario del sol a través del cielo. Al medio día la intensidad de la radiación es mayor que en las mañanas y en las tardes. Este mismo efecto puede aplicarse con respecto a la latitud y a las estaciones del año.

1.2.2. Colectores Solares

- **Colector de aire**

Los sistemas aprovechan el aire para transferir calor. Hay colectores que emplean tubos con revestimiento, sin revestimiento o al vacío para conservar el calor útil. Funcionan mediante convección y hacen uso de ventiladores para mover el aire a través de un conjunto de tubos aislantes. En el ámbito industrial, estos colectores son idóneos para procesos de deshidratación, proporcionando aire calentado hasta temperaturas cercanas a los 100°C.

- **Colector Plano**

Los colectores emplean agua como medio para transferir calor hacia un depósito o directamente al proceso de producción. Están diseñados con una caja aislante que alberga un absorbedor de metal, acompañado de un conjunto de tubos para la conducción del calor. Esta caja se protege con una o dos láminas de vidrio, ocasionalmente tratadas con un recubrimiento antirreflejante para minimizar la disipación térmica. Estos dispositivos alcanzan rangos de temperatura de 30 a 90°C y son producidos en diversas naciones. En contextos industriales, se prefieren colectores de mayor tamaño. Los colectores planos destinados a la industria pueden superar los 90°C al disminuir las pérdidas por convección.

- **Colector de tubos evacuados**

Se distinguen por estar formados por tubos en los que se ha hecho vacío, empleando este vacío como medio aislante para resguardar el absorbedor de las condiciones externas. El colector con tubos evacuados de doble vidrio está compuesto por dos tubos con un espacio vacío entre ellos, en contraste con el colector de un solo tubo de vidrio simple. Este tipo de colector puede alcanzar temperaturas que oscilan entre 50 y 150°C.

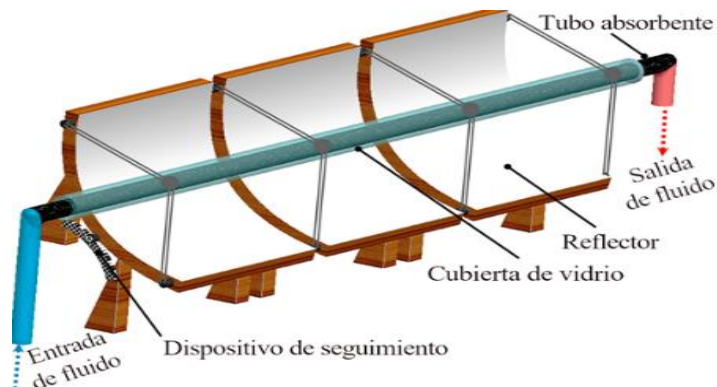
- **Colector cilíndrico-parabólico**

Compuesto de una lámina en forma de parábola que refleja la radiación solar directa y la concentra en el tubo receptor ubicado a lo largo de la línea focal. Por lo general, el tubo absorbente de metal es cubierto de un material (cobre) que mejora la transferencia de calor al interior del tubo por donde circula el fluido.

Este conducto absorbente es aislado al vacío con un tubo de vidrio para disminuir las pérdidas térmicas por convección a pesar de originarse pérdidas ópticas por efecto de la reflexión. Estos colectores deben acoplarse a un sistema de seguimiento para alinearse a la trayectoria del sol durante el día

Figura 3

Colector Cilíndrico-Parabólico.



- **Colector de plato parabólico**

El Colector de plato parabólico concentra la irradiación solar hacia un punto y producen altas temperaturas de hasta 400°C, dependiendo del tamaño del espejo y de la evacuación del tubo receptor.

1.2.3. Concentradores Solares

En la central de energía solar concentrada, se utiliza la energía del sol mediante un campo de heliostatos o colectores cilíndricos parabólicos para concentrar la radiación y producir el vapor.

Una ventaja importante de la tecnología de torre central de energía solar concentrada es la posibilidad de utilizar sistemas de almacenamiento térmico de la energía para producir electricidad, incluso cuando no hay radiación solar.

1.2.4. Energía Solar Fotovoltaica

Una de las principales fuentes de energía renovable e inagotable, es el sol, cuando el sol ilumina los paneles solares sus celdas fotovoltaicas producen electricidad en forma de corriente continua.

Este proceso de transformación de los rayos solares en energía eléctrica para ser usada en diferentes aplicaciones se llama conversión fotovoltaica, donde intervienen diferentes factores para que ocurra:

- Aprovechar la radiación de la luz solar
- Aplicar el efecto fotoeléctrico
- Utilizar célula fotovoltaica en los paneles solares
- El inversor

Figura 4

Sistema Solar Fotovoltaico.

Figura.4. Sistema Solar Fotovoltaico.



1.2.5. Características del Suelo

El suelo es la capa más externa de la litosfera, constituida por material procedente de procesos erosivos y otras alteraciones físicos y químicos, así como de materia orgánica procedente de la actividad humana.

El suelo puede ser de tipo arenoso, arcilloso, pedregoso, calizo, tierra negra o mixtos.

Las características y propiedades asociadas al suelo son muy variadas, dentro de las que se puede mencionar:

- Fertilidad. - asociado con la presencia de materia orgánica, rica en nitrógeno y azufre, que permitirá el desarrollo vegetal.
- Mutabilidad. -por el cambio permanente de procesos físicos y químicos.
- Variabilidad. - por sus componentes no homogéneos, como rocas y elementos de diversos tamaños, textura y naturaleza.

1.2.5.1. Temperatura del Suelo

La dinámica térmica del suelo juega un papel crítico tanto en la agrometeorología como en la meteorología general. Al absorber la radiación neta, la superficie terrestre experimenta una conversión de energía radiante en calor, lo cual induce un incremento de temperatura que se propaga hacia las capas subterráneas, alterando su estado térmico. Este fenómeno es particularmente relevante para la agrometeorología, dado que la temperatura del suelo incide directamente sobre el hábitat natural de la flora y la microbiota, ejerciendo una influencia significativa sobre su desarrollo. La interacción entre la temperatura del suelo y su contenido de humedad define el clima edáfico, un factor determinante en la viabilidad y productividad agrícola. En términos meteorológicos, el suelo actúa como un regulador térmico del aire adyacente, ya que el aire se calienta o se enfría en respuesta a su contacto con la superficie terrestre. Cabe destacar que el suelo es un sistema tridimensional compuesto por fases sólida, líquida y gaseosa, cada una

contribuyendo a la complejidad de sus propiedades térmicas y su interacción con el medio ambiente.

La influencia de la temperatura del suelo, es significativa en la aparición de brotes y el crecimiento de las plantas.

La variación de temperatura en los suelos es un indicador clave para determinar la extensión de las fases de desarrollo de la flora y fauna que habitan en dicho terreno. Además, la humedad presente en el suelo afecta directamente su capacidad para regular la temperatura. Específicamente, los suelos con mayor contenido de humedad tardan más en calentarse debido a que el agua, presente entre las partículas del suelo, retiene el calor de manera más eficiente que el aire.

Algunas características de la temperatura sobre el suelo son:

- No ocurre la germinación cuando las temperaturas son extremas, menores a 5 ° C y mayores a 40°C.
- Altas temperaturas favorecen la pérdida de agua por evaporación.
- A altas temperaturas se incrementa la descomposición de la materia orgánica.
- Puede reducirse el crecimiento de las raíces en los primeros centímetros de suelo, por altas temperaturas.

1.2.5.2. Propiedades Térmicas del Suelo

Las características térmicas del terreno, como el calor específico, la capacidad de conducción del calor y la difusión térmica, fluctúan en función del nivel de humedad, la distribución del tamaño de las partículas y la formación de

agregados en el suelo. (Porta et al. 1994) y se relacionan con la actividad microbiana, mineralización y la humificación de la materia orgánica (Montenegro y Malagón, 1990).

Calor específico (Ce). Es la cantidad de calor que hay que suministrar a una unidad de sustancia para elevar su temperatura 1 °C, siendo su unidad en cal/g °C.

$$Ce = dQ / m d T$$

Donde:

dQ = cantidad de calor

m = masa de la sustancia

d T = aumento de temperatura

En el caso del suelo, conviene hacer una diferencia entre el “calor específico gravimétrico” y el “calor específico volumétrico”, ya que el suelo se encuentra entre los cuerpos que pueden variar su densidad, es decir relación entre peso y volumen. El calor específico gravimétrico (Ceg) considera la densidad real del suelo (Ceg = cal/g°C) y el calor específico volumétrico (Cev) considera la densidad aparente del suelo, y definido como la cantidad de calor que un volumen de suelo de 1 cm³, necesita para elevar en 1 °C su temperatura (Cev = cal/cm³°C).

La conductividad térmica (λ), o habilidad del suelo para transferir calor por conducción molecular se expresa en calorías que fluye por una placa de suelo con área y espesor unitarios, con una diferencia de 1° C entre las dos caras (Honorato, 2000). En un suelo con elevada conductividad térmica, las fluctuaciones de temperatura en la superficie tienden a ser reducidas. A medida que el contenido de

humedad del suelo aumenta, también lo hace su conductividad térmica, lo que influye en las alteraciones de temperatura del mismo. No obstante, cuando los poros del suelo están saturados, el incremento en conductividad térmica no es tan pronunciado como se anticiparía. Se percibe la conductividad térmica como un indicador sensible a las transformaciones que ocurren en el suelo. (Honorato, 2000; Jury et al. 1991).

La conductividad térmica del agua supera en alrededor de 20 veces a la del aire. Así, cuando el suelo está húmedo, su capacidad para conducir el calor mejora en comparación con un suelo seco. Esto permite que el suelo retenga y distribuya más calor hacia sus capas inferiores durante el día y lo irradie a la atmósfera por la noche. Un suelo labrado conduce menos calor que uno compacto. Además, a medida que un suelo contiene más agua, su coeficiente de conductividad térmica (λ) se incrementa, ya que el agua desplaza al aire en los espacios porosos del suelo. Al irrigar el suelo, se potencia su conductividad térmica, favoreciendo la transferencia de calor hacia las capas más profundas. Esta característica es crucial para combatir las heladas. Por lo tanto, una estrategia efectiva sería mantener el suelo húmedo y compacto para optimizar su conductividad térmica y reducir la presencia de aire. Por otro lado, la presencia de materia orgánica, que generalmente tiene una menor conductividad que los componentes minerales del suelo, puede disminuir esta capacidad conductiva. Esto se debe a que la materia orgánica, compuesta por partículas pequeñas y aireadas, dispersa el suelo.

Difusividad Térmica (D): El comportamiento térmico del suelo está influenciado por una serie de parámetros físicos entre los que destacan su capacidad para conducir calor, su densidad y su capacidad para almacenar calor. Estas

propiedades están interconectadas mediante el coeficiente de difusividad térmica, un parámetro crucial que dicta la rapidez con que el suelo puede transmitir calor. Este coeficiente es proporcional al coeficiente de conductividad térmica del suelo, pero varía inversamente con la densidad del suelo y su calor específico medido por unidad de peso. La respuesta de la temperatura del suelo a un flujo de calor entrante está regulada por esta relación, siendo más sensible a la conductividad térmica y menos a su densidad y calor específico. Al analizar los cambios de temperatura, es útil reemplazar el calor específico por unidad de masa con el calor específico por unidad de volumen para obtener una perspectiva más directa sobre cómo la temperatura del suelo se ajusta en presencia de un flujo de calor. La difusividad térmica, simbolizada por 'D', indica qué tan eficientemente un material puede ajustar su temperatura; un alto valor significa que la temperatura se puede transmitir con rapidez a través del material.

1.2.6. La Planta del Tomate

1.2.6.1. Origen

Durante el siglo XVI, se consumía en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo de utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos. Desde Europa también se difundieron a Estados Unidos y Canadá. (INFOAGRO.com)

Figura 5

El Tomate.



1.2.7. Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía del tomate.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE	
Clase	Dicotiledóneas.
Especie	Esculentum
Familia	Solanaceae
Género	Lycopersicon
Orden	Solanales
Subfamilia	Solanoideae
Nombre científico	Solanum lycopersicum
Nombre común	Tomate

1.2.8. Morfología

- **SEMILLA:** La semilla en cuestión tiene una morfología plana y lenticular, con dimensiones aproximadas de 3x2x1mm. Su proceso de germinación se divide en tres etapas: inicialmente, tras ser sembrada, absorbe agua de

manera acelerada durante un periodo de 12 horas. Posteriormente, entra en una fase de reposo que dura alrededor de 40 horas, tras la cual retoma la absorción de agua, momento en el que comienza su crecimiento. Para una germinación óptima, requiere una alta concentración de oxígeno y un rango de temperatura entre 18-23°C. Se ha observado que su desarrollo es más rápido si germina en condiciones de semioscuridad. Es interesante señalar que un fruto de tomate puede albergar entre 150 y 250 de estas semillas.

- **RAICES:** Durante la germinación, la semilla presenta una raíz primaria breve y frágil que, al ser trasplantada, da lugar a raíces secundarias ramificadas. Esta raíz primaria puede crecer aproximadamente 3 cm diarios, alcanzando una profundidad de hasta 60 cm y expandiéndose lateralmente hasta 1,5 m. Esta raíz está dotada de filamentos que le permiten absorber agua y nutrientes.
- **TALLO:** El objeto en cuestión es de tonalidad verde, con una textura parcialmente leñosa y un grosor que varía entre 2 y 4 cm. Las hojas emergen de manera alterna desde los nodos. La agrupación de flores, conocida como inflorescencia, se manifiesta en el eje principal cerca de la aparición de la cuarta hoja. A partir de este punto, surge una rama secundaria que se bifurca de forma similar. Al llegar a una longitud de 2 metros, el tallo tiende a inclinarse hacia el suelo, requiriendo soporte para mantenerse en posición vertical. Un rasgo distintivo de esta planta, posiblemente una tomatera, es su habilidad para generar brotes de manera constante. Debido a esto, es esencial realizar un cuidado regular para gestionar la densidad de sus ramas y asegurar su productividad.

- **HOJA:** Está formada por márgenes serrados y cubiertos por tricomas glandulares. En el tallo, se organizan de manera alterna.
- **FLOR:** La flor presenta un tono amarillo y se origina por debajo del ovario, denominado hipógina. Estas flores se organizan en conjuntos que surgen tras cada 2 o 3 hojas. Dentro de un mismo conjunto, es posible observar tomates aún en proceso de maduración, flores y brotes florales. Esta flor es hermafrodita, conteniendo tanto órganos masculinos como femeninos. La autofertilización ocurre cuando los óvulos son fecundados por el polen de la misma flor. La estructura floral es sencilla, con un cáliz unido, o gamosépalo, que consta de 5 lóbulos fusionados que persisten en el fruto. Su corola, de color amarillo, es gamopétala y rotácea, compuesta por 5 o 7 pétalos. Los estambres, que representan el órgano masculino, coinciden en número con los sépalos y están fusionados formando una estructura anular. Las anteras albergan el polen, que se dispersa a través de una abertura que se forma al madurar. Tras la polinización, el fruto requiere de 45 a 60 días para alcanzar su madurez.
- **FRUTO:** El fruto en cuestión es una drupa de forma esférica a ovalada, con posibles surcos longitudinales, cuyo peso varía desde unos pocos gramos hasta 600 gramos. Inicialmente de color verde, su maduración lo lleva a un espectro cromático que incluye varios tonos de rojo y, en ciertos tipos, a un amarillo vibrante. La transición cromática del fruto se debe a la presencia de compuestos bioactivos como los antocianos, en particular el licopeno, que proporcionan el matiz rojo, mientras que los carotenoides son responsables de la pigmentación amarilla. La proporción de estos pigmentos no solo se halla influenciada por la herencia genética del fruto,

sino que también es altamente susceptible a factores ambientales como el clima, la temperatura y la exposición a la luz solar, con una predominancia de carotenos cuando las condiciones son cálidas y con alta luminosidad. (Fornaris Guillermo J. Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. 2007)

1.2.9. Formas de Cultivo

- **CULTIVO TRADICIONAL:** Directamente en la tierra donde recibe el aporte de agua y abonos necesario para su desarrollo.
- **CULTIVO HIDROPONICO:** Se cultiva en agua directamente (bandejas en “V” de polietileno) y se aportan en el agua todos los nutrientes.
- **CULTIVO SEMI-HIDROPONICO:** Se cultiva en bolsas con soportes de cultivo (perlita, lana de roca o piedra volcánica) y se abona directamente **con el riego por goteo.**

1.2.10. Organismos del Suelo

El suelo alberga numerosos organismos, desde insectos y lombrices visibles a simple vista, hasta bacterias y hongos microscópicos. Estos organismos trabajan para el agricultor, por lo que se consideran de suma importancia (Coleman et al. 2004).

Además de las lombrices, hay otras especies de organismos del suelo visibles. Entre ellas están los coleópteros coprófagos, las cochinillas (Isópodos), los milpiés (Milípedos), los ciempiés (Centípedos), las babosas (Moluscos), los caracoles (Basommatophora) y los colémbolos (Collembola), que son los descomponedores primarios (Coleman et al. 2004). Comienzan a ingerir las

fracciones más voluminosas de los desechos vegetales y las interaccionan con otros entes, que posteriormente las degradan.

Los organismos del suelo considerando su nutrición pueden clasificarse:

Figura 6

Clasificación de organismos por su nutrición.



De la gran variedad de organismos presentes en el suelo, puede dividirse también por su tamaño.

Figura 7

Clasificación de organismos por su tamaño.



1.2.11. Patógenos del Suelo

El terreno alberga un espectro diverso de organismos vivos, abarcando desde microscópicos virus hasta raíces de plantas de gran tamaño. Esta biodiversidad incluye bacterias, hongos, algas, pequeños insectos como los colémbolos, ácaros, anélidos como las lombrices de tierra, nematodos y diversas especies de insectos tales como las hormigas. La relevancia de cada grupo biológico varía en función de las características específicas de cada suelo. (Thompson y Troeh, 1988).

El terreno bajo nuestros pies alberga un amplio espectro de organismos vivos, que van desde los diminutos virus hasta las complejas raíces de las plantas. Este conjunto incluye una variedad de formas de vida como bacterias, hongos, algas, pequeños insectos como los colémbolos, ácaros, las beneficiosas lombrices de tierra, los parásitos nemátodos y las laboriosas hormigas. Según las investigaciones de Fassbender (1982) y Wild (1992), la relevancia de estos organismos varía ampliamente y está influenciada en gran medida por las características específicas del suelo en el que habitan. (Thompson y Troeh, 1988).

- **ACTINOMICETOS**

Actinomicetos son microorganismos procariotas de forma filamentosa. Sus estructuras filamentosas, conocidas como hifas, son similares en diámetro a las bacterias y a partículas de arcilla de gran tamaño. Estas hifas a menudo se ramifican y entrelazan, lo que las hace complicadas de identificar en número (Thompson y Troeh, 1988). Desde el punto de vista nutricional, los actinomicetos son versátiles; todos ellos son heterótrofos y tienen la capacidad de metabolizar una variedad de fuentes de carbono y nitrógeno, incluyendo polisacáridos, grasas, hidrocarburos no insaturados, compuestos fenólicos, proteínas y quitina. Estos microorganismos

prefieren ambientes aeróbicos, lo que significa que raramente se encuentran en suelos saturados de agua. Son más comunes en climas cálidos que en climas fríos y muestran una baja tolerancia a ambientes ácidos (Wild, 1992).

- **BACTERIAS**

Los microorganismos procariotas, como las bacterias, se caracterizan por ser unicelulares y pueden presentarse en morfologías esféricas, conocidas como cocos, o en forma de bastón, denominados bacilos. Estos organismos son de suma importancia en diversos procesos biológicos; por ejemplo, algunas especies están implicadas en la transformación del amoníaco en nitratos, un paso crucial en el ciclo del nitrógeno. Además, otras bacterias desempeñan un papel fundamental en la descomposición de la materia orgánica, facilitando así el reciclaje de nutrientes en el medio ambiente. (Thompson y Troeh, 1988).

Tabla 2

Bacterias

BACTERIAS	
PATOGENO DEL TOMATE	LOCALIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD
1.-CANCRO BACTERIANO	Semillas, tallo, hojas, fruto
2.-MANCHA BACTERIANA	Tallo, hoja, fruto
3.-MARCHITAMIENTO BACTERIANO	Toda la planta, especialmente tallo y raíces
4.-MÉDULA HUECA	Toda la planta, especialmente al interior del tallo.
5.-PODREDUMBRE BLANCA	Tallo, hoja, fruto.

- **HONGOS**

De acuerdo con Wild (1992), los hongos pueden constituir hasta el 70% de los microorganismos del suelo, siendo uno de los dos principales grupos microbianos presentes en él. Estos organismos son eucariotas heterótrofos que requieren nitrógeno, ya sea de sales minerales o de compuestos orgánicos con nitrógeno, debido a que no tienen la habilidad de fijar nitrógeno por sí mismos. La variedad de hongos en el suelo es amplia en términos de sus necesidades de sustratos carbonados; algunos pueden usar simples carbohidratos, alcoholes y ácidos orgánicos, mientras que otros tienen la capacidad de descomponer compuestos más complejos como la celulosa y la lignina. Hay hongos que establecen relaciones parasitarias con plantas superiores o forman simbiosis esenciales con ciertas plantas, como es el caso de las micorrizas. Los hongos saprófitos en el suelo pueden convertir eficientemente los sustratos del suelo en tejidos microbianos. Es notable que algunos hongos pueden incorporar del 30 al 50% del carbono de la materia orgánica que descomponen, una tasa de conversión que supera significativamente al 5-20% observado en bacterias. Esto implica que el rápido crecimiento de los hongos puede generar una alta demanda de nitrógeno en el suelo, aunque esta demanda puede ser moderada por su relación carbono/nitrógeno, que es más alta que la de las bacterias, según (Wild, 1992).

Tabla 3

Hongos.

HONGOS	
PATOGENO DEL TOMATE	LOCALIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD
1.- CHUPADERA O MAL DE LOS ALMÁCIGOS	Tallo, raíz
2.-MANCHA GRIS DEL TOMATE	Tallo, hoja
3.-MARCHITEZ POR FUSARIUM	Raíz, tallo, semilla
4.- MARCHITEZ POR VERTICILLIUM	Raíz, tallo
5.- MOHO BLANCO	Tallo, fruto
6.- MOHO DE LA HOJA	Hoja
7.- MOHO GRIS	Tallo, hojas, flores y frutos
8.- PATA BLANCA	Tallo
9.- PODREDUMBRE POR COLLETOTRICHUM	Tallo, hoja, fruto
10.-POLVILLO O CENICILLA	Tallo, hoja
11.-RAÍZ CORCHOSA	Raíz
12.-TIZON TEMPRANO DEL TOMATE	Tallo, hoja, fruto

- **NEMATODOS**

Estos son microorganismos con un pseudoceloma, midiendo entre 0,5 y 1,5 mm de longitud y con un diámetro que oscila entre 10 y 30 μm . (Newman, 1992; Porta et al., 1999). Son de forma cilíndrica y se les encuentra en grandes cantidades en los suelos, de la amplia variedad que existen muchos de ellos son parásitos de los cultivos (fitopatógenos).

Existen cientos de tipos de nematodos que parasitan plantas, causando diversas patologías en ellas (Agrios, 2001). Existe, sin embargo, un grupo distinto de estos organismos que son depredadores, subsistiendo a costa de seres multicelulares o de entidades microscópicas tales como bacterias, protozoarios, esporas fúngicas y otros nematodos. Estos cazadores microscópicos están equipados con un conjunto robusto de estructuras

similares a dientes en torno a sus bocas, las cuales utilizan para capturar y consumir a sus presas. (Newman, 1992).

Los nematodos son responsables de la baja producción y del enanismo de las plantas, porque atacan las raíces provocando agallas y podredumbre.

Tabla 4

Nematodos

NEMATODOS	
PATOGENO DEL TOMATE	LOCALIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD
1.-GLOBODERA PALLIDA /ROSTOCHIENSIS	Raíz
2.-MELOIDOGYNE INCOGNITA.	Raíz

- **VIRUS**

Son microorganismos muy difíciles de detectar, se consideran como parásitos que se desarrollan al interior de las células vivas. De acuerdo con los registros, se estima que existen aproximadamente 300 virus responsables de patologías en plantas. (Bovey, 1989). En la mayoría de casos para identificarlos o diagnosticarlos se necesita la intervención de técnicas especializadas (Agrios, 2001).

Tabla 5

Virus.

VIRUS	
PATOGENO DEL TOMATE	LOCALIZACIÓN DE LA ENFERMEDAD
1.-BEGOMOVIRUS	Toda la planta
2.-HOJAS CORDÓN DE ZAPATO	Hojas
3.-PESTE NEGRA	Toda la planta

1.2.12. Métodos de Desinfección de Suelos.

- **MÉTODOS BIOLÓGICOS.**

Este método consiste, en que a las poblaciones de patógenos se les destruya por medio de otros organismos; siendo el método biológico, natural no produce contaminantes ni efectos secundarios.

Dentro de los métodos más importantes de biocontrol, tendremos:

- **ANTAGONISMO**

Se presenta entre microorganismos, donde uno de ellos produce la inhibición de la actividad sobre el otro, a través de la producción de metabolitos. Aunque este método es económico y sencillo, no ha sido muy divulgado. Como ejemplo se podría mencionar la acción de los residuos de Lactucaceas sobre la Fusariosis del cuello de la raíz del tomate.

- **COMPETENCIA**

La técnica implica la introducción de microorganismos saprófitos al terreno con el objetivo de que estos compitan por recursos nutritivos con los patógenos presentes, previniendo así que estos últimos alcancen concentraciones perjudiciales. Un caso ilustrativo de esta competencia es el del hongo Endomicorrítico *Glomus Intrarradices*, que suprime al *Fusarium Oxysporum f.sp. radicis-lycopersici* en las raíces del tomate, posiblemente debido a una lucha por nutrientes o a una respuesta defensiva activada en la planta anfitriona. (Jarvis, 1998).

- **RESISTENCIA INDUCIDA**

Es la reacción de defensa que realiza un organismo inocuo, que llegó primero ante un huésped. Ejemplo se utiliza en el control del virus del mosaico del tomate.

- **METODOS CULTURALES.**

Se refieren a técnicas relacionadas con las peculiaridades del agricultor. Estas abarcan una amplia variedad de prácticas, tales como la alternancia de cultivos, el tratamiento del suelo, la incineración de residuos agrícolas, la erradicación de hierbas no deseadas, la regulación del momento de plantación, la gestión del riego y drenaje, la fertilización balanceada, la poda, el empleo de plantas señuelo y la adopción de variedades de cultivo resistentes. (Soriano 2007). Dentro de las más importantes mencionaremos.

- **ABONADO EQUILIBRADO.**

Un fertilizante bien balanceado previene cambios fisiológicos en las plantas que podrían conducir a la aparición de enfermedades y ciertos entes. Por caso, un alza en los niveles de nitrógeno y potasio en las hojas conduce a una mayor reproducción de ácaros que se alimentan de plantas. (Bovey, 1989).

- **LABOREO.**

Es un sistema mediante el cual, se siembra sobre la cosecha anterior, manteniendo los restos del cultivo precedente; en algunos casos haciendo un arado superficial, de algún modo disminuye el riesgo de erosión del suelo, pero fomenta la aparición de enfermedades.

- **MODIFICACION DE LA FECHA DE SIEMBRA.**

Consiste en adelantar o retrasar la fecha de siembra, que podría reducir el desarrollo de enfermedades en el suelo. Este método no es de mucha eficacia, porque dependerá de la virulencia del patógeno o del tipo de cultivo.

- **QUEMA DE RASTROJOS Y RESTOS.**

Es un método que tiene por finalidad, quemar los restos del cultivo anterior, eliminando del suelo plantas que alberguen patógenos. Sin embargo, la quema de rastrojos genera problemas ambientales.

- **ROTACIÓN DE CULTIVOS.**

Reconocida como una técnica tradicional empleada por los agricultores, la rotación de cultivos busca reducir, debilitar o eliminar el agente infeccioso del patógeno. Sin embargo, una limitación es que hay escasas opciones de cultivos alternativos a los comúnmente usados, o estos no son económicamente atractivos (Jiménez y Lamo, 1998). Aun así, expertos como Bovey (1989) ven en esta estrategia agrícola una solución esencial contra determinadas enfermedades y plagas.

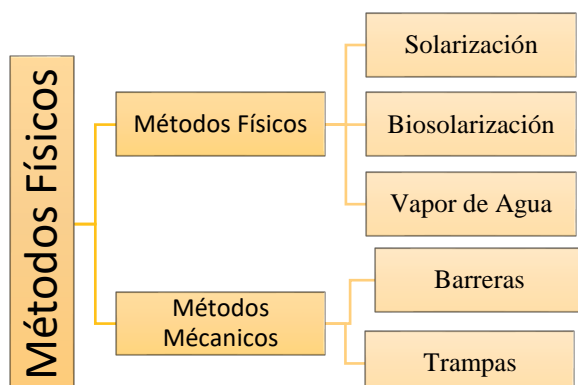
- **MÉTODOS FÍSICOS.**

La acción directa para desinfectar suelos agrícolas, tiene por objetivo, eliminar o, en su defecto, reducir la población de patógenos (géneros más comunes como Fusarium, Pythium, Phytophthora, Rhizoctonia y Verticillium) que habitan en el suelo, los cuales provocan merma en la producción.

Entre las medidas de desinfección de suelos se tiene:

Figura 8

Métodos físicos para el tratamiento de suelos.



○ **SOLARIZACIÓN**

En este caso, para conseguir la desinfección del suelo, se aprovecha la energía solar para aumentar la temperatura del terreno previamente humedecido, libre de cultivo y acolchado con plástico transparente durante los meses de verano (Martínez, 2015).

Figura 9

Método de solarización.



○ **BIOSOLARIZACIÓN**

Procedimiento que combina la biofumigación y la solarización, consigue temperaturas superiores a las obtenidas con la solarización pura y se acumula una mayor cantidad de gases (amoníaco, fenoles, derivados del azufre) bajo la cubierta.

○ **INYECCIÓN DE VAPOR DE AGUA.**

Al ser el agua un excelente vehículo de transmisión de calor, esta desinfección es un buen sistema para eliminar cualquier tipo de patógeno y semillas de hierbas adventicias. Pero al requerir el empleo de maquinaria específica y ser el consumo de energía elevado hace que se utilice poco, empleándose mayoritariamente en superficies pequeñas (Martínez, 2015).

De acuerdo con Baker y Roistacher (1957) citados en Jarvis (1997), es esencial calentar el suelo hasta aproximadamente 82° C para que un tratamiento con vapor sea efectivo. Aunque la mayoría de los patógenos perecen al alcanzar temperaturas cercanas a los 70° C, hay ciertos virus que resisten incluso a temperaturas de 100° C, como señaló Runia (1986) también citado en Jarvis (1997). A continuación, se presenta una tabla que muestra las temperaturas a las cuales se inactivan diversos patógenos.

Tabla 6

Inactivación térmica de diferentes patógenos.

PATÓGENO	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición (minutos)	Referencia
La mayor parte de bacterias	60-70	10	1
Bacterias termotolerantes	90	30	2
Casi todos los hongos patógenos	60	30	1
Fusarium oxysporum f.sp.dianthi	60	30	2
Fusarium oxysporum f.sp.gladioli	57	30	1
Rhizoctonia sp	52	30	1
Verticilium dahliae	58	30	2
Casi todos los actinomicetos	90	30	1
Nematodos foliares	49	15	1
Casi todos los virus	100	15	1

Insectos y ácaros	60-70	30	1
Gusanos, babosas y ciempiés	60	30	1
Casi todas las malas hierbas	70-80	15	1

FUENTE: 1 Baker y Roistacher (1957); 2 Bollen (1969)

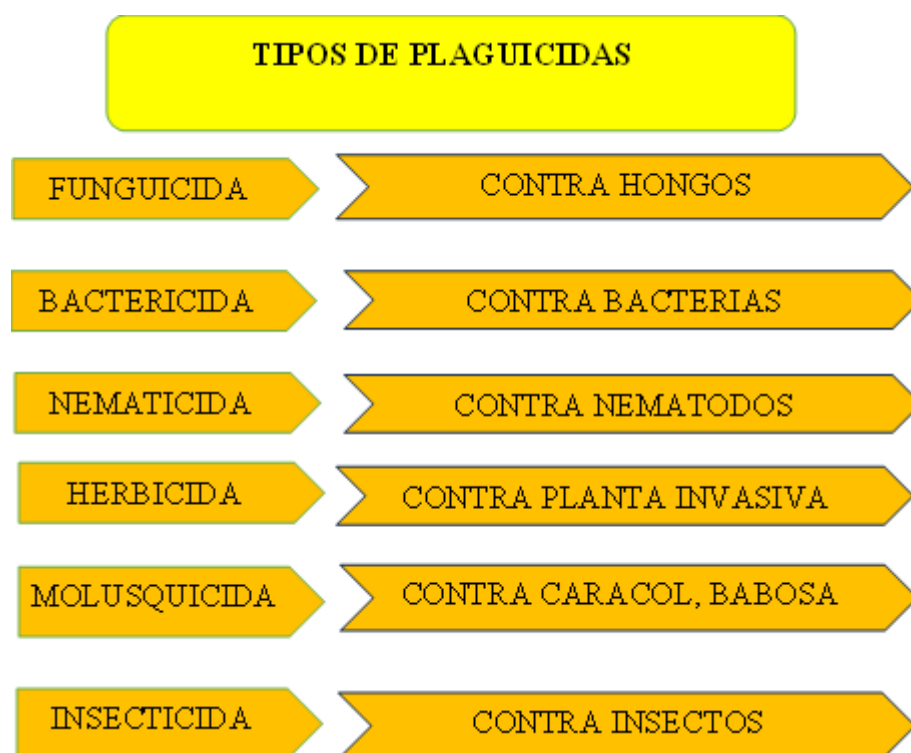
• MÉTODOS QUÍMICOS

Estos métodos son los más comúnmente usados, por su fácil aplicación a los suelos contaminados con patógenos. Sin embargo, ambientalmente son muy perjudiciales tanto para el hombre como para los animales.

Los plaguicidas son sustancias químicas, cuyo uso en la agricultura, sirven para matar o inhibir en alguna etapa del proceso de contaminación de la planta por patógenos.

Figura 10

Clasificación de los plaguicidas.



Las estrategias para el uso de los plaguicidas durante el ciclo de la enfermedad, tendrán los siguientes momentos:

- ERRADICACIÓN. Consiste en eliminar el inóculo en su fuente, fijado en la planta, suelo o herramientas.
- PROTECCIÓN. Consiste en que el producto químico, este presente sobre o dentro del vegetal para matar o inhibir al patógeno antes de que penetre o se establezca, para proteger al vegetal de la infección.
- TERAPIA. Es la cura que debe aplicarse al vegetal, cuando el patógeno ya ingreso y lo infecto.
- INMUNIZACIÓN. Consiste en aumentar las defensas de la planta, para no ser infectada.

1.3. Hipótesis

Con el método físico de inyección de vapor de agua en suelos de una parcela en Monsefú a temperaturas del vapor de agua y profundidad del terreno, se logrará eliminar los agentes patógenos.

Capítulo II. Métodos y Materiales

2.1. Tipo de Investigación.

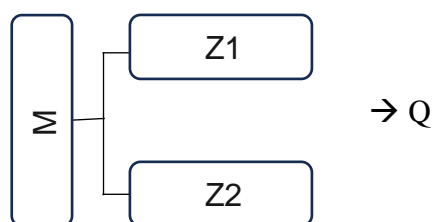
Se consideró, la investigación aplicada

2.2. Método de Investigación.

El método de investigación es el experimental, ya que facilita el abordaje de las variables independientes (profundidad y temperatura del vapor de agua) como de la dependiente (mortalidad de fitopatógenos), siendo por lo tanto cuantitativo.

2.3. Diseño de Contrastación

Se utilizó el diseño de acuerdo con el tipo y método de estudio, quedando definido de la siguiente manera:



Donde:

M: Muestra de tierra de cultivo

Z1: Profundidad

Z2: Temperatura del vapor de agua aplicado al terreno.

Q: Cantidad de fitopatógenos eliminados.

2.4. Población, Muestra y Muestreo.

2.4.1. Población.

Estuvo constituida por los fitopatógenos, existentes en todo el terreno del Sr. Carlos Chafloque, ubicada en el distrito de Monsefú, sector el Pueblo, en el primer semestre del año 2022.

La ubicación del terreno en estudio tiene las siguientes coordenadas ($6^{\circ}53'39''\text{S}$ $79^{\circ}52'19''\text{W}$; $6^{\circ}53'41''\text{S}$ $79^{\circ}53'19''\text{W}$ y $6^{\circ}53'39''\text{S}$ $79^{\circ}52'14''\text{W}$; $6^{\circ}53'40''\text{S}$ $79^{\circ}52'14''\text{W}$).

Figura 11

Vista aérea del terreno seleccionado, después de la cosecha de tomate.



Fuente Google Earth

2.4.2. Muestra.

Se consideró la muestra, como la cantidad de fitopatógenos hallados, en aproximadamente 1 kg de tierra de cultivo, recogida en el área de estudio.

Esta muestra (cantidad de fitopatógenos), se obtuvo repitiendo el recojo en los tres procesos realizados como son: sin tratamiento, con inyección de vapor de agua y el de solarización, correspondiente a las profundidades de 10, 20 y 30 cm.

- **TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO**

En los suelos de cultivo, suelen existir microorganismos benéficos que contribuyen al mantenimiento de la fertilidad, transformando nutrientes inorgánicos, que de otra forma no podrían ser absorbidos por las plantas, favoreciendo la descomposición de la materia orgánica; De otro lado los perjudiciales llamados fitopatógenos, que son el objetivo de esta tesis, para cuantificar la población de estos microorganismos, tratando de eliminarlos a través del método propuesto.

El procedimiento para el recojo de las muestras de suelo, fue el siguiente:

- TOMA DE MUESTRAS SIN TRATAMIENTO

Figura 12

Toma de muestra del terreno en estudio para análisis.



1. Para la toma de muestras de suelo, se escogió un lugar representativo alrededor de los rastros de una planta de tomate.

2. Se utilizó una pala para recoger 1 Kg de suelo a 10 cm, 20 cm y 30 cm de profundidad respectivamente.
3. Se depositó las muestras en bolsas plásticas nuevas y selladas posteriormente, con su respectiva etiqueta de cantidad, fecha de recojo, profundidad.
4. Se trasladó a un reconocido laboratorio para su respectivo análisis microbiológico de la población de fitopatógenos presentes, especificando la necesidad de incidir en el análisis bacteriológico, micológico y nematológico.
5. La temperatura del suelo, fue medido con un geotermómetro. Anexo 1.

- TOMA DE MUESTRAS CON TRATAMIENTO DE VAPOR DE AGUA

El siguiente esquema representa las etapas del sistema, usado en el procedimiento de inyección de vapor de agua.

Figura 13

Sistema de bloques del método de inyección de vapor de agua.



El recojo de la muestra tuvo los siguientes pasos:

- Se instaló un tanque de agua fría en una base de fierro sobre la plataforma de una moto-carguera.
- El tanque de agua fría se conectó mediante una manguera al tubo de cobre del colector solar en día soleado, al salir el agua caliente del colector se unió al tanque de naturaleza adiabática con la finalidad de conservar la temperatura del agua.
- Posteriormente del tanque de agua caliente, conectado al inyector quien expulsa el agua en forma de vapor, inyectándolo al suelo en estudio, para valores de profundidad de 10, 20 y 30 cm, con un promedio de tiempo de 10 minutos.

Figura 14

Componentes en el método de inyección de vapor de agua.

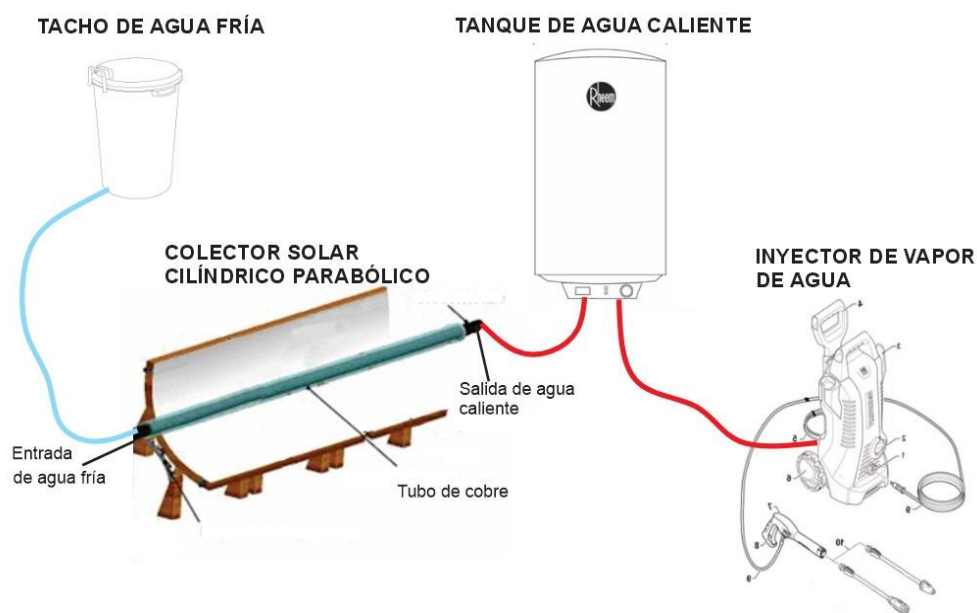


Figura 15

Disponibilidad del equipo en campo



- **TOMA DE MUESTRAS CON TRATAMIENTO DE SOLARIZACION**

El procedimiento para la desinfección del terreno, tuvo las siguientes etapas:

- Verter agua de río más cercano al lugar de estudio, sobre el suelo de donde se va a extraer la muestra.
- Cubrir la zona donde se vertió el agua, con plástico transparente, con la finalidad de que al ingresar los rayos solares incremente la temperatura del suelo y se logre eliminar buena cantidad de patógenos presentes.
- El tiempo de exposición al sol se inició a las 11 de la mañana, hasta las 2 de la tarde, utilizando un día soleado.

- Al cabo de este tiempo la temperatura promedio de la superficie del suelo fue de 40° C, medido con un termómetro de mercurio.
- Procediendo finalmente a extraer las muestras de tierra contaminada, trasladándolas al laboratorio.

Figura 16

Aplicando la técnica de solarización.



2.4.3. Muestreo

La selección del área de recojo de muestras de terreno contaminado, se llevó a cabo en base a un muestreo no probabilístico por conveniencia, para evaluar la cantidad de fitopatógenos presentes.

Procediendo aleatoriamente a elegir una porción, de todo el terreno asignado y dividido en porciones iguales, por considerarlo homogéneo.

2.5 Técnicas, Instrumentos, Equipos y Materiales de Recolección de Datos.

La técnica utilizada fue la observación estructurada y como instrumento, la ficha de recolección de la información, obtenida en el campo. Los equipos, instrumentos y materiales, que fueron necesarios para llevar a cabo la presente tesis, se describen de la siguiente manera:

Instrumentos.

- 01 wincha de 3 m y 1 mm de precisión
- 01 termómetro convencional de mercurio de 1° de precisión.
- 01 perfilador de geotemperatura de 4 niveles.

Materiales.

- 12 bolsas de plástico herméticas de 30 cm x 20 cm.
- 01 lampa pequeña
- Lapiceros
- 02 plumones indeleble.

Equipo completo para inyección de vapor de agua.

Tanque de agua fría.

Constituida, por un tacho de plástico de 50 lt.

Figura 17

Tacho de plástico, que se usó como tanque de agua fría.



Colector solar cilindro-parabólico.

Se dispuso de un colector construido por el Dr. Jorge Calderón, cuyas características se describe a continuación:

- Plancha de acero galvanizada (2,20 m x 1,20m x 1,16mm).
- Con transmitancia de 0,893 y reflectancia de 0,8
- Temperatura máxima alcanzada del agua de 53,06 °C
- Sección recta de aproximadamente 1 m y distancia focal de 0,25 m
- Tubo de cobre de 35 m de largo, colocado en forma de espiral alrededor del eje principal del foco del colector; con conductividad térmica de 385 J/K, siendo este material muy buen conductor del calor.

Figura 18

Esquema de la captación de la radiación solar por el colector cilíndrico parabólico, centrando los rayos al foco donde se encuentra la tubería de cobre por la que pasa el agua.

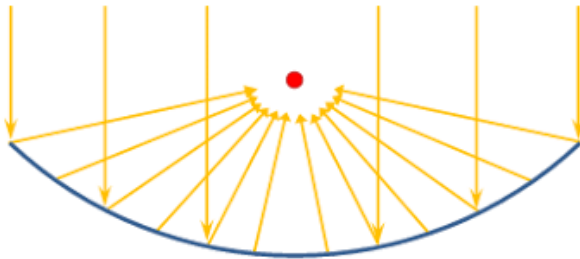


Figura 19

Colector solar cilindro parabólico.



Tanque de agua caliente

Se uso una termia como recipiente de almacenamiento de agua caliente (adiabático) con las siguientes características:

- Capacidad de 50 L
- Material: aceroaporcelanado
- tipo de aislamiento: poliuretano
- Mantiene el agua caliente por 24 h

Figura 20

Terma eléctrica que hace la función de tanque de almacenamiento adiabático, para conservar el agua caliente.



Inyector de vapor de agua

Representada por una hidrolavadora marca BAUKER- 1700 W, cumplió la función de inyector de vapor de agua caliente, con las siguientes características:

- Presión máxima 11 MPa (1600 psi)
- Presión de trabajo 6,5 MPa (940 psi)
- Flujo de salida máximo 6 L/min
- Tensión y frecuencia 220 V y 60 Hz
- Largo del cable 5m

- Largo de la manguera 3m

Accesorios

- Una pistola
- Una lanza con acople rápido con chorro tipo abanico
- Una manguera para altas presiones.

Figura 21

inyector de vapor de agua (Hidrolavadora).



2.6 Procesamiento y Análisis de Datos.

Los datos recopilados se procesaron mediante la hoja de cálculo Excel, realizando el análisis a través de gráficos estadísticos, además se procesaron los datos obtenidos de la temperatura natural del suelo a diferentes profundidades, con el propósito de profundizar en el análisis y responder los objetivos trazados.

Capítulo III. Resultados

Para el desarrollo de la investigación, se elaboraron gráficos estadísticos de la cantidad de fitopatógenos hallados en las muestras sin tratamiento, con tratamiento de vapor de agua y con el método de solarización.

3.1. Resultados del análisis bacteriológico de suelo rizosférico del cultivo de tomate.

Figura 22

Bacillus spp a profundidad de 10 cm.

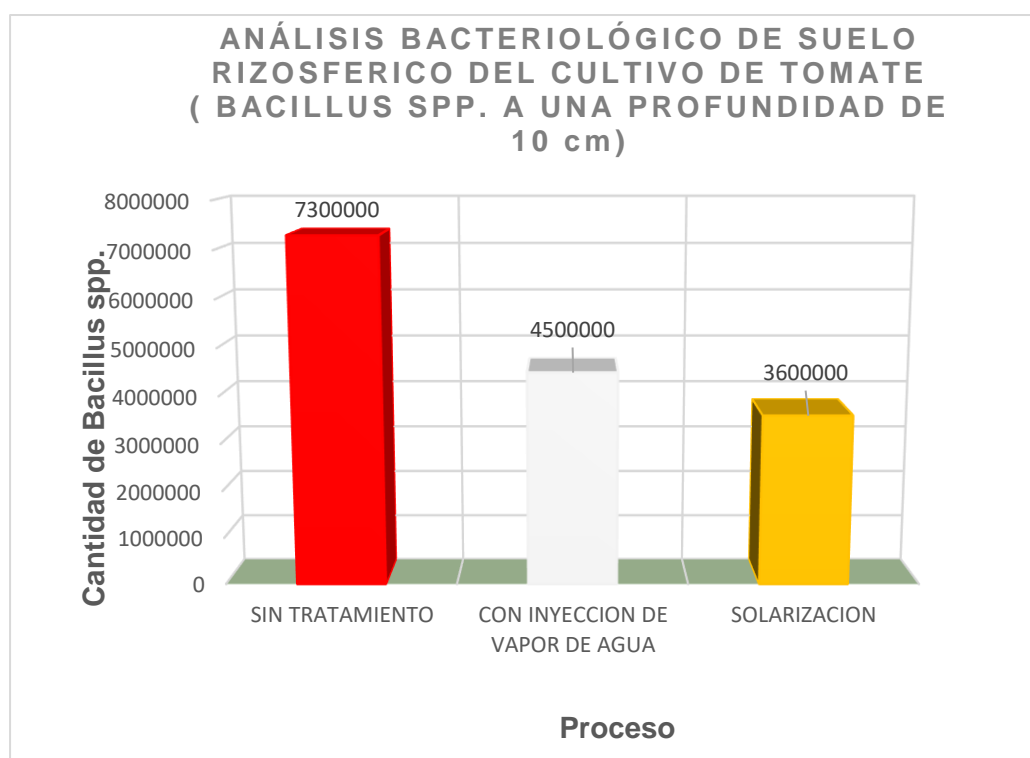


Figura 23

Bacillus spp a profundidad de 20 cm.

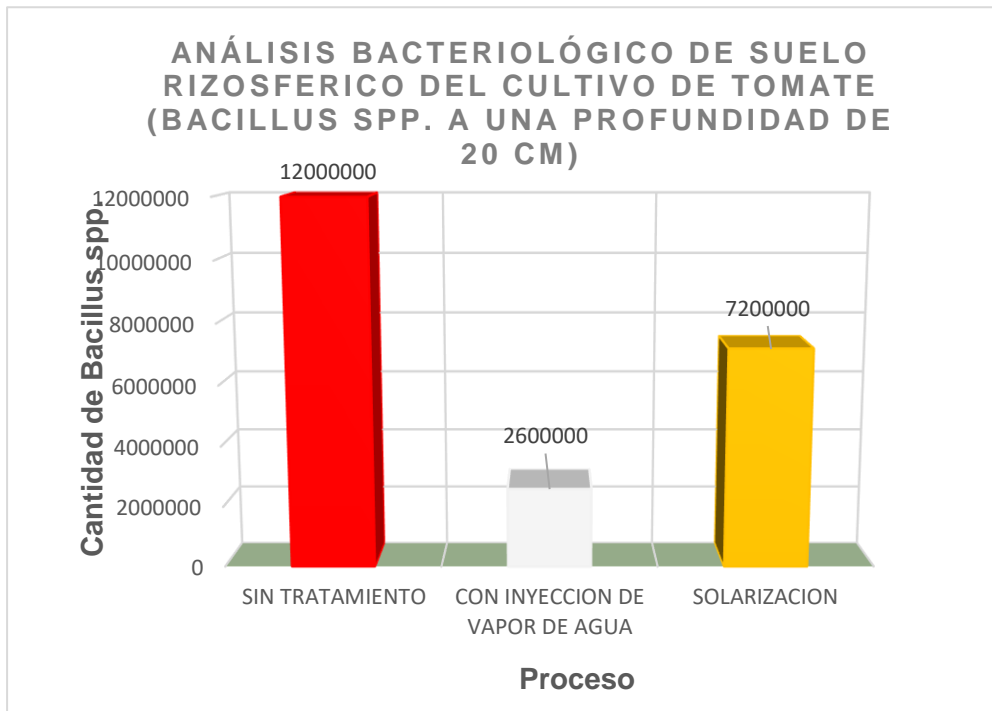


Figura 24

Bacillus spp a profundidad de 30 cm.

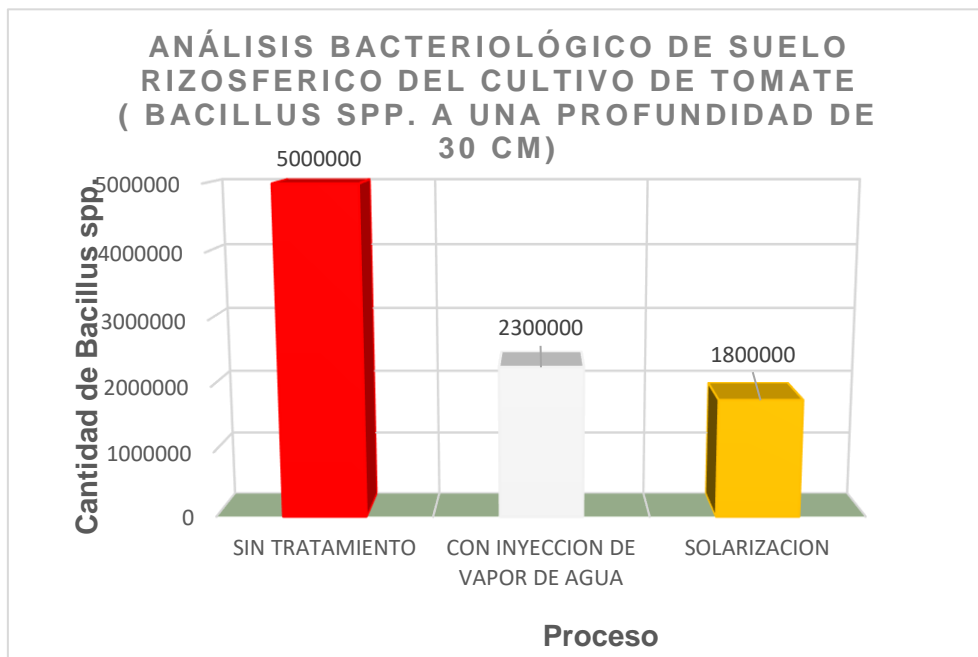


Figura 25

Micrococcus spp a profundidad de 10 cm.

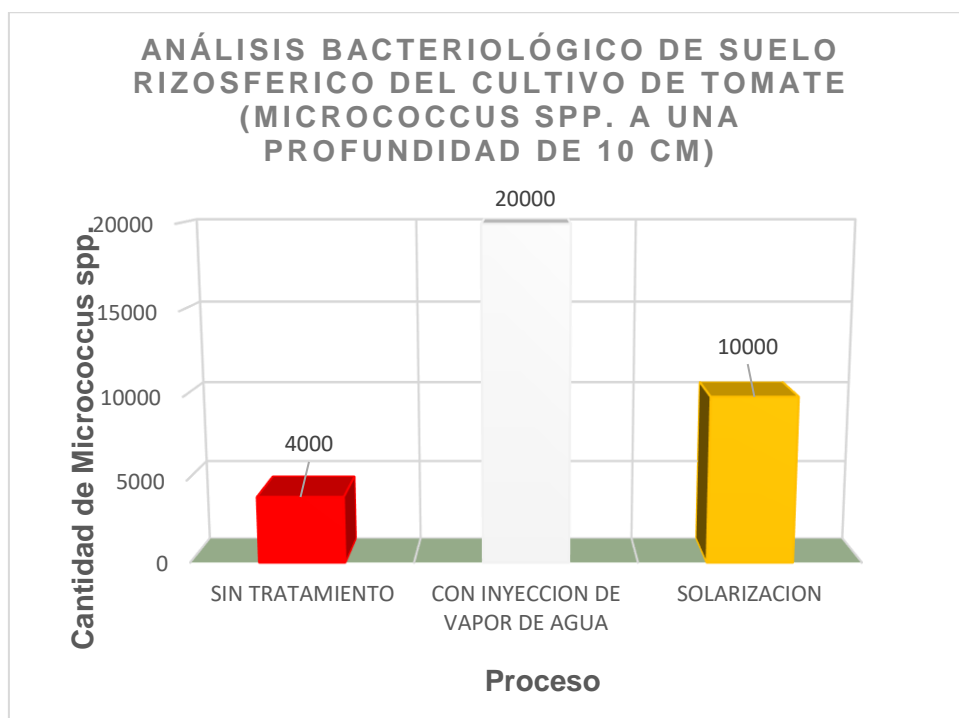


Figura 26

Micrococcus spp a profundidad de 20 cm.

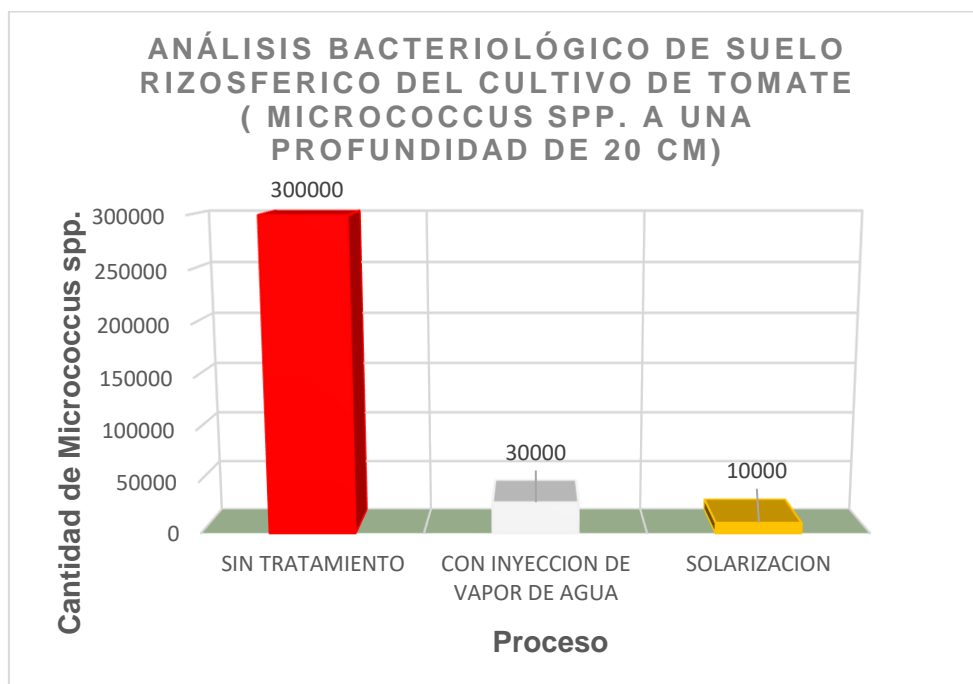


Figura 27

Micrococcus spp a profundidad de 30 cm.

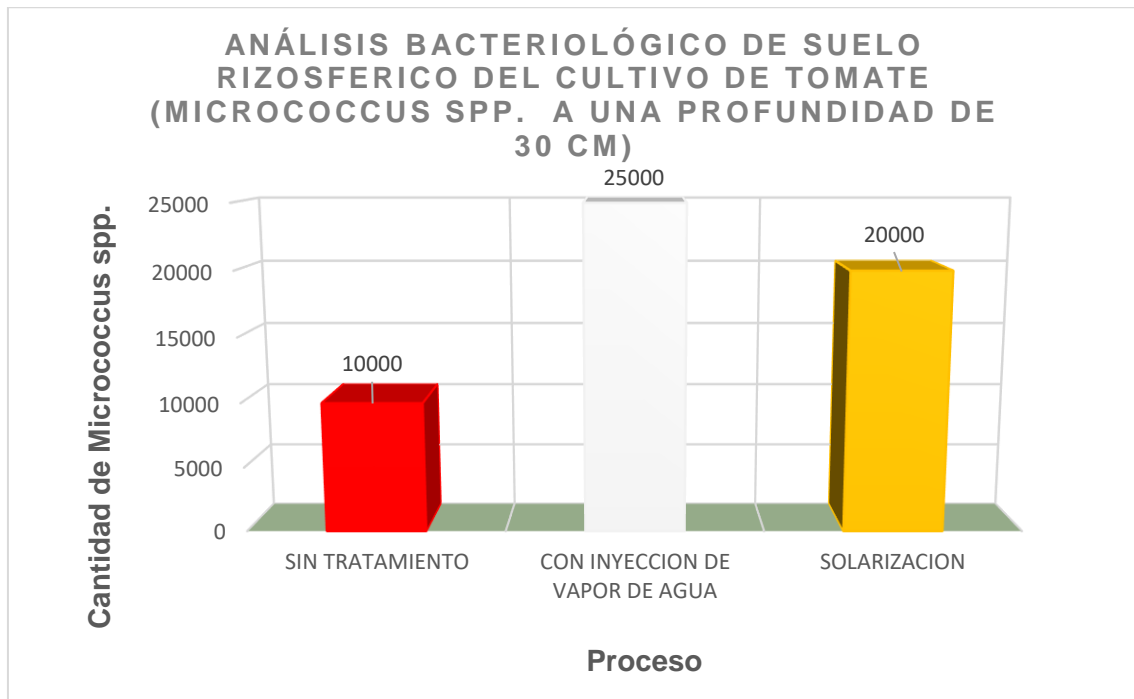


Figura 28

Streptomyces spp a profundidad de 10 cm.

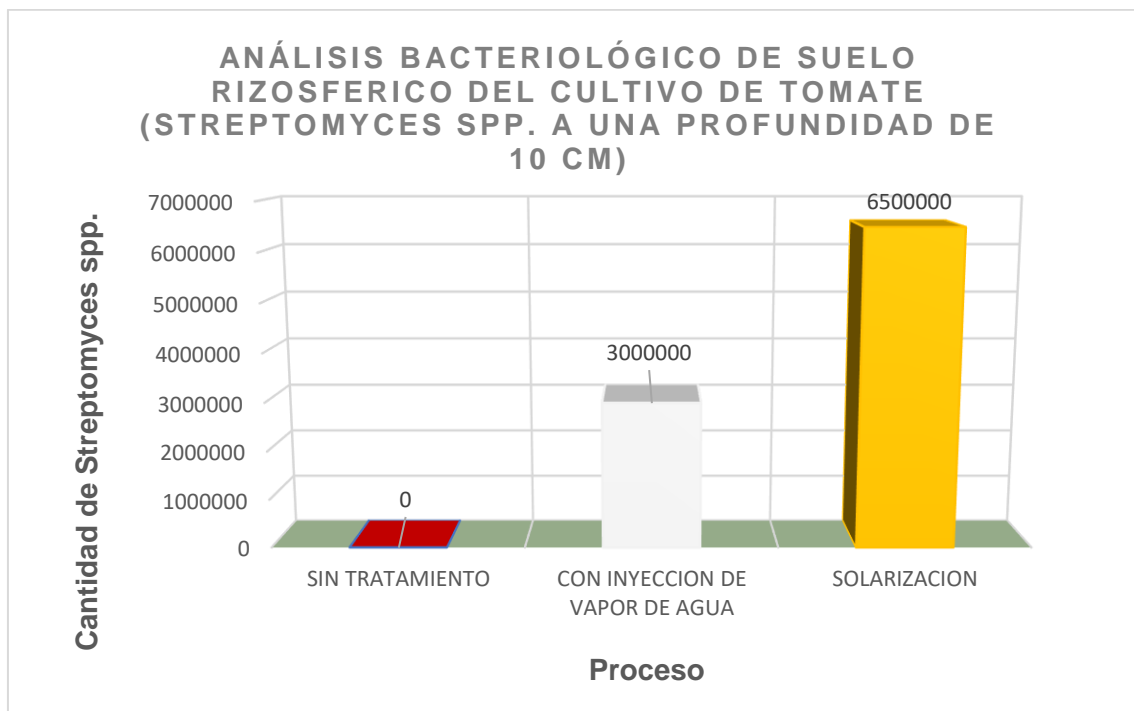


Figura 29

Streptomyces spp a profundidad de 20 cm.

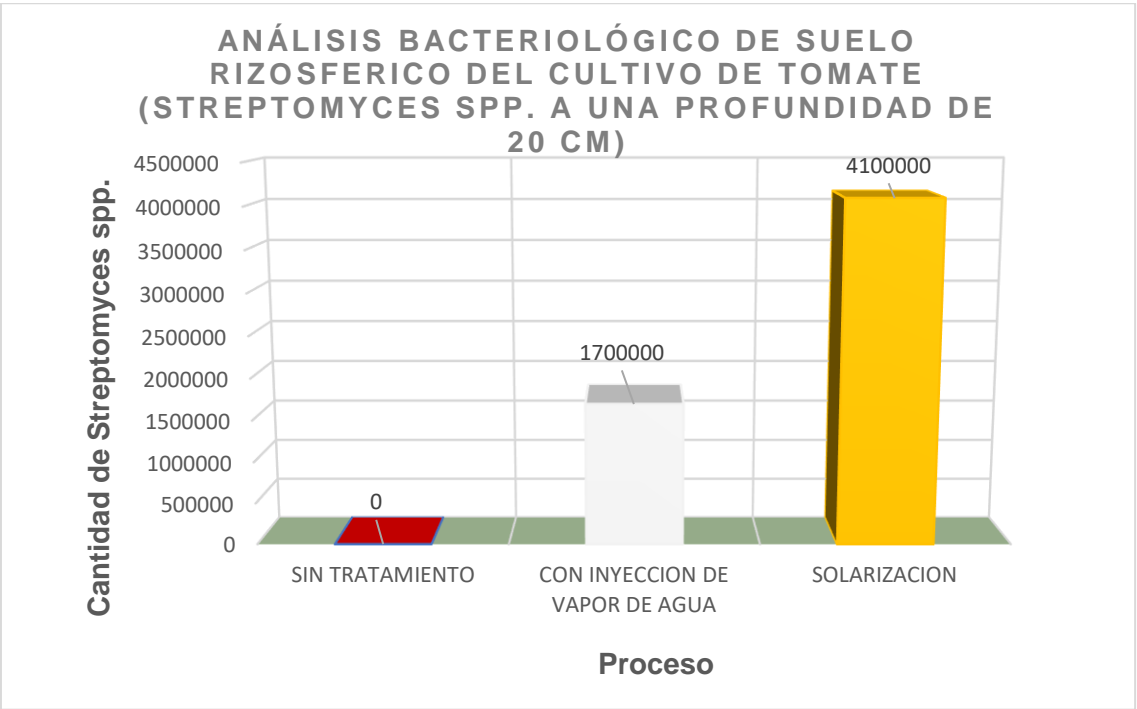


Figura 30

Streptomyces spp a profundidad de 30 cm.

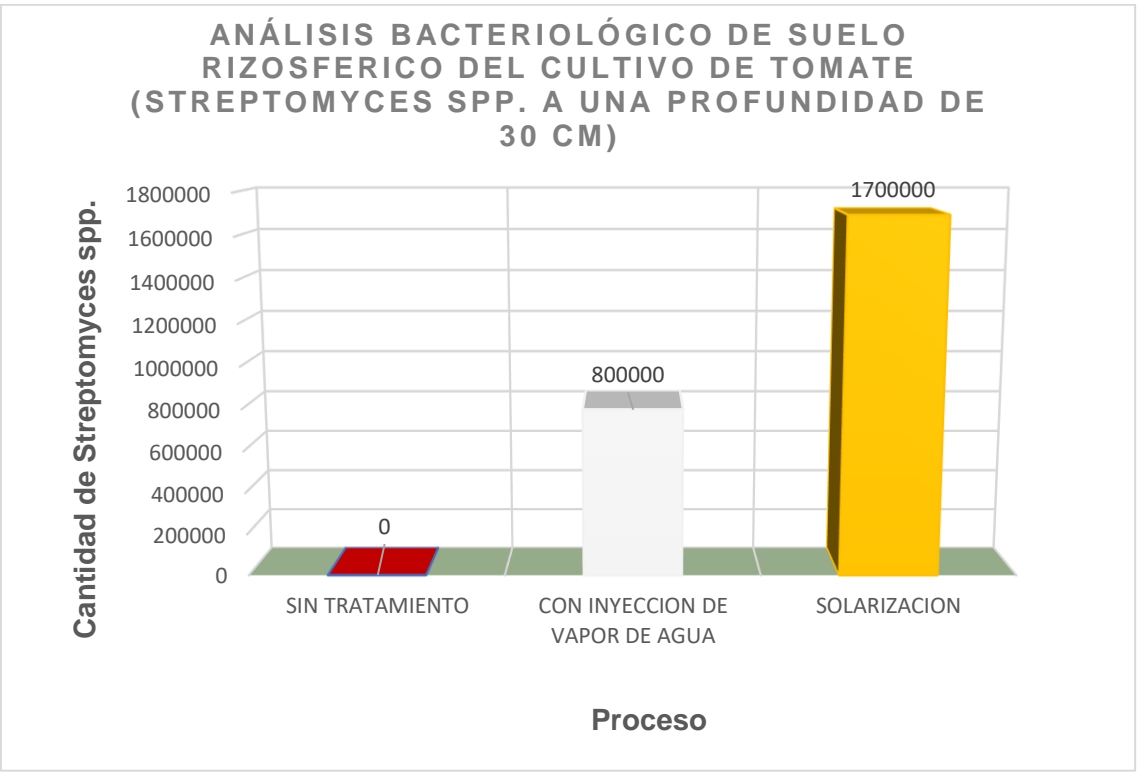


Figura 31

Total de bacterias a profundidad de 10 cm.

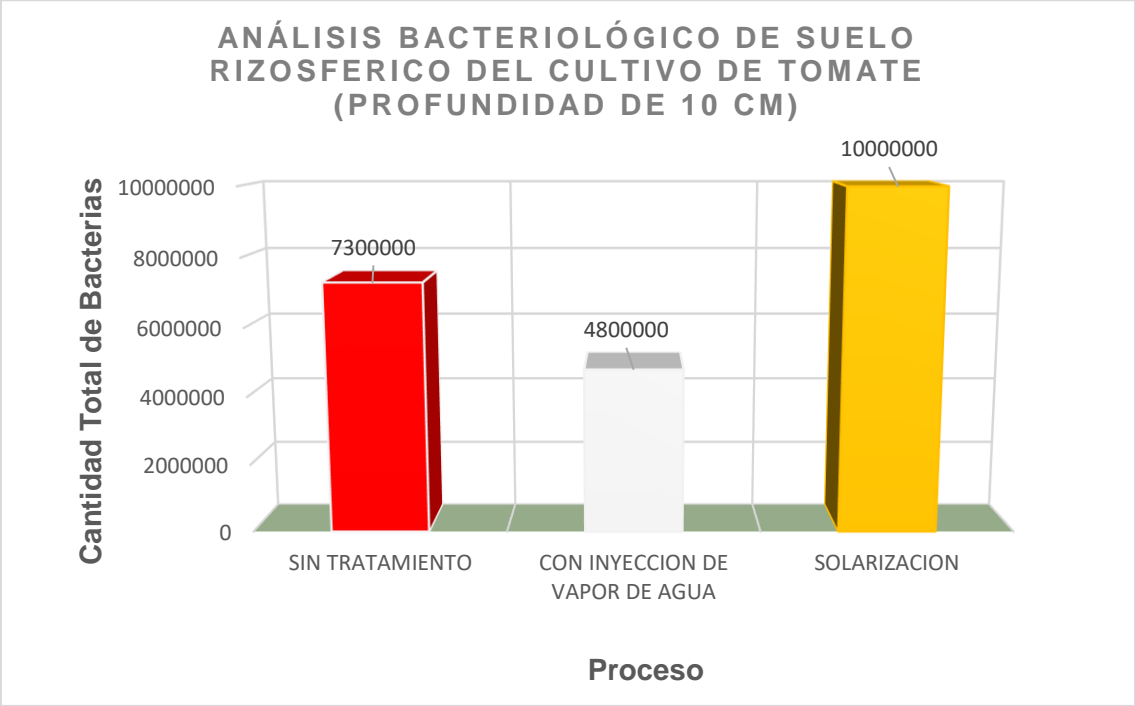


Figura 32

Total de bacterias a profundidad de 20 cm.

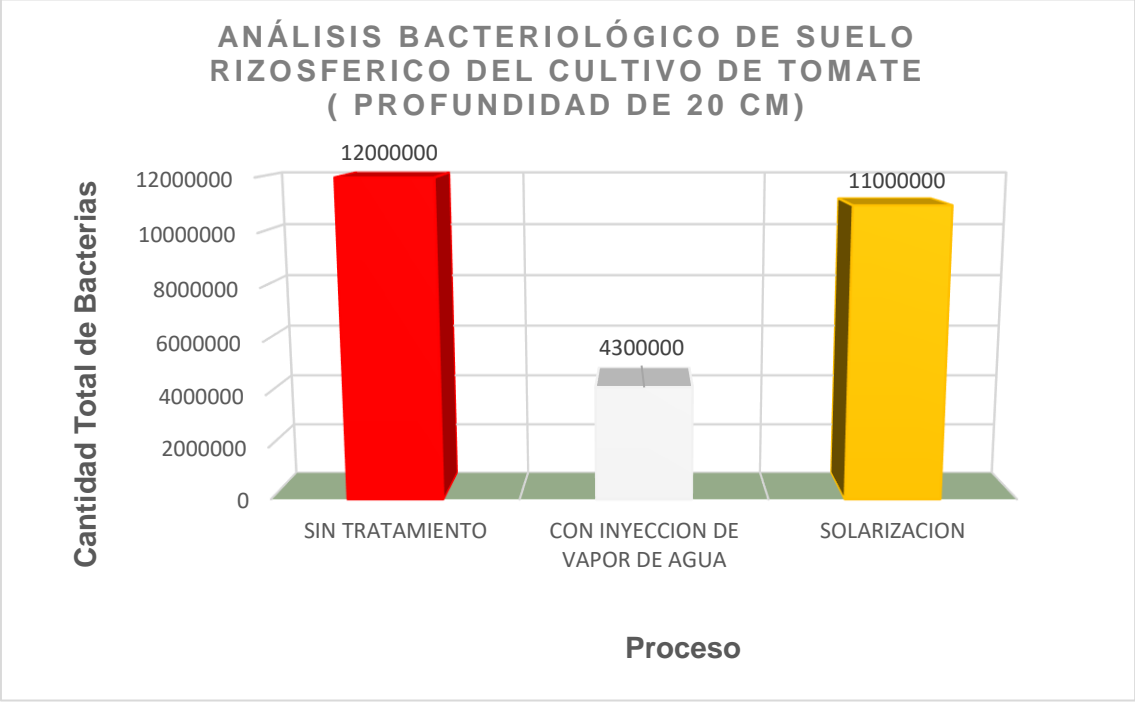
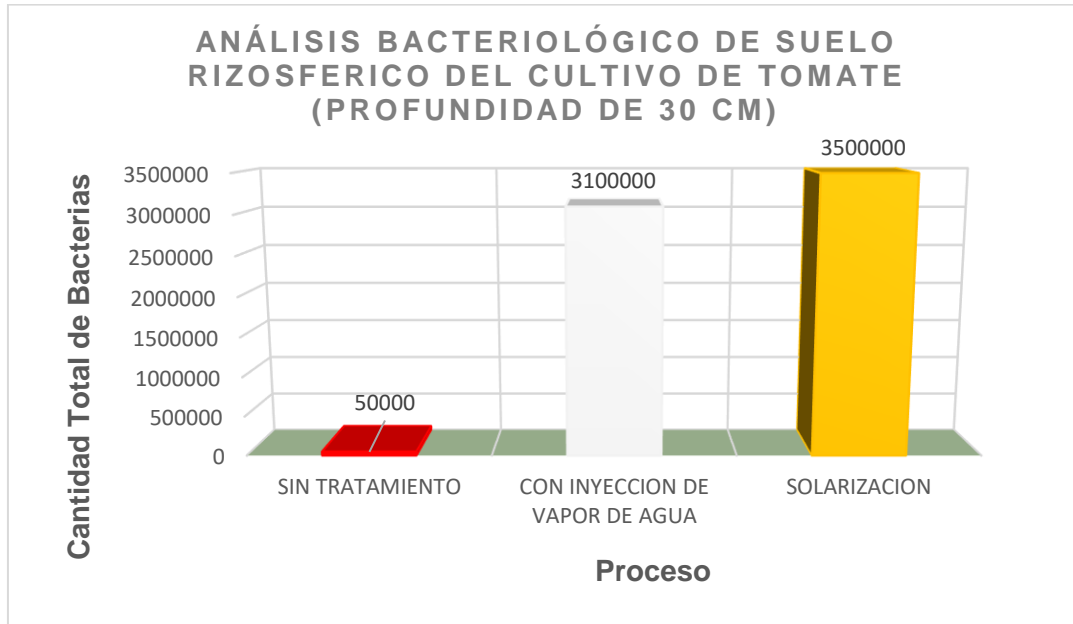


Figura 33

Total de bacterias a profundidad de 30 cm.



3.2. Resultados del análisis micológico de suelo rizosférico del cultivo de tomate.

Figura 34

Cylindrocarpon spp sin tratamiento a diferentes profundidades.

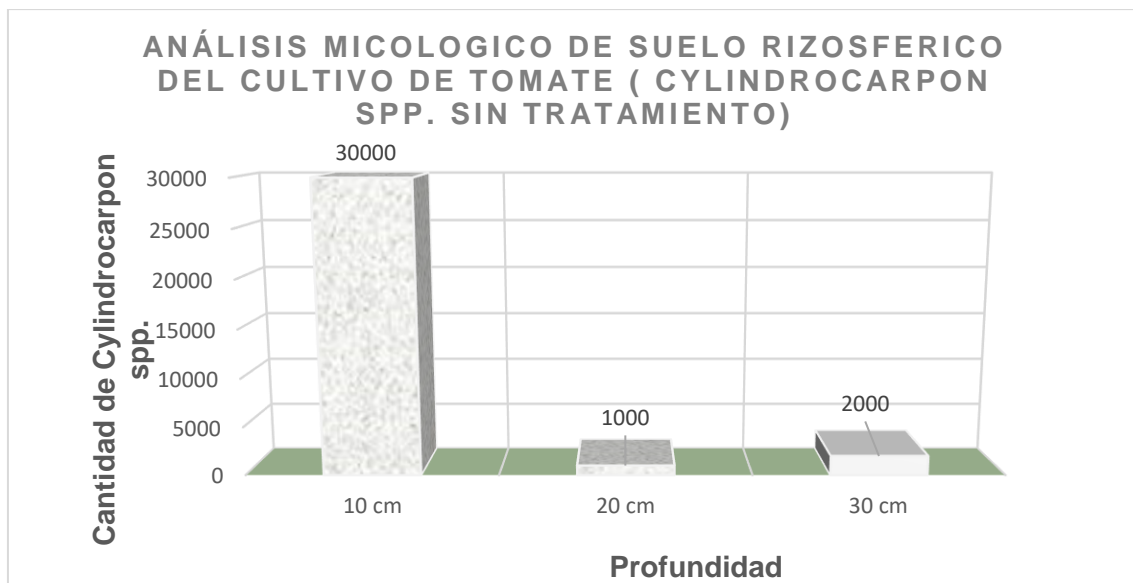


Figura 35

Fusarium spp a profundidad de 10 cm.

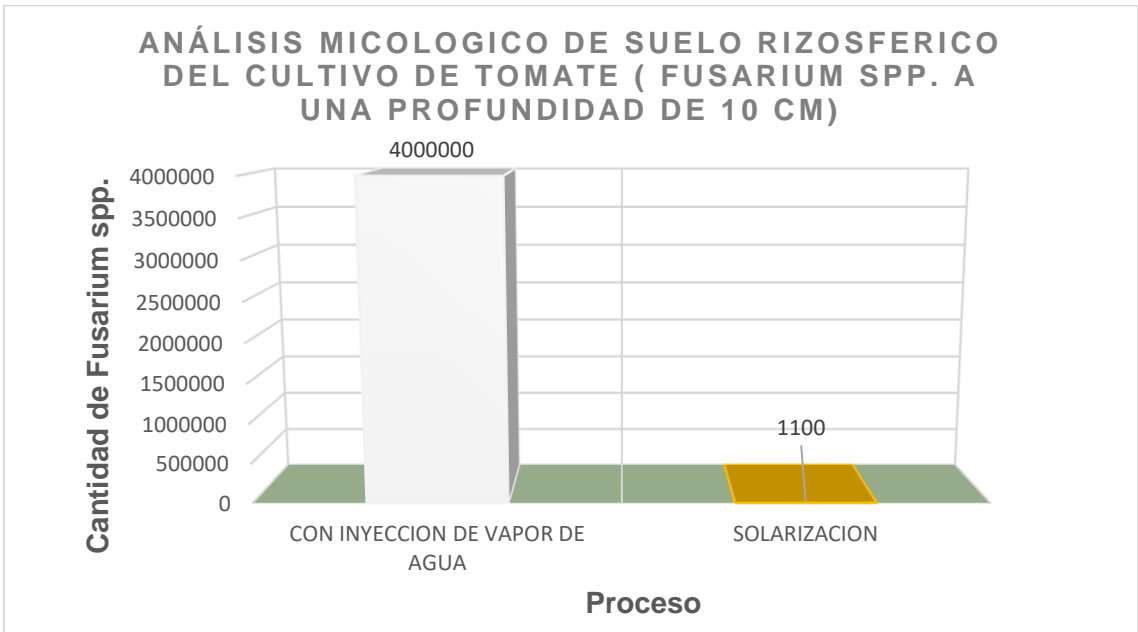


Figura 36

Fusarium spp a profundidad de 20 cm.

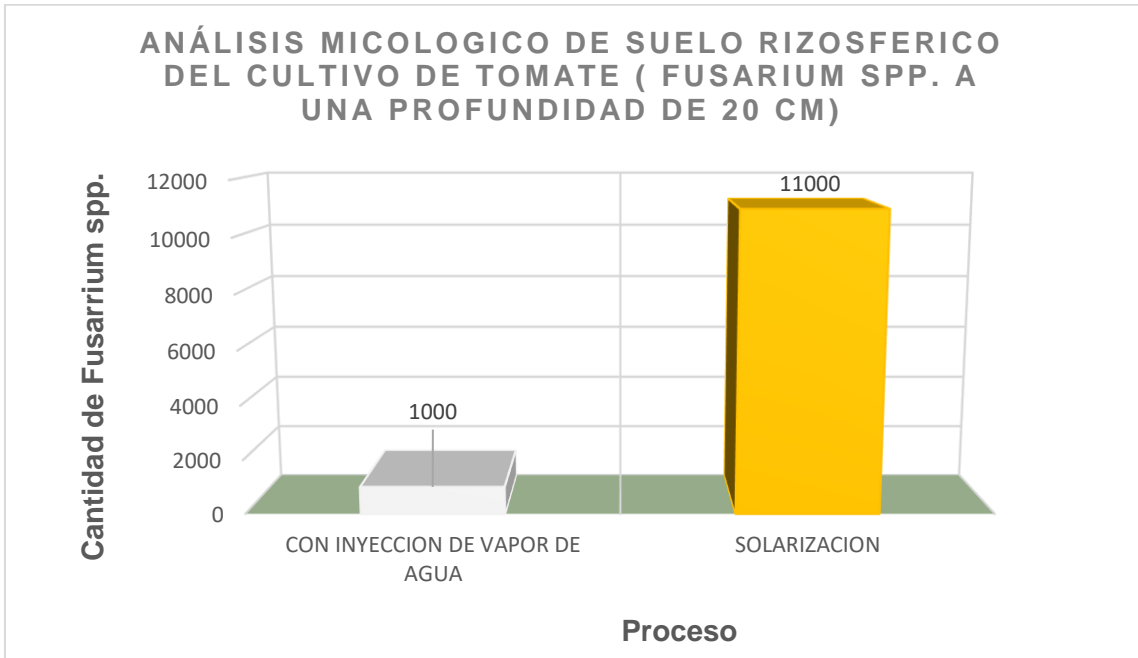


Figura 37

Fusarium spp a profundidad de 30 cm.

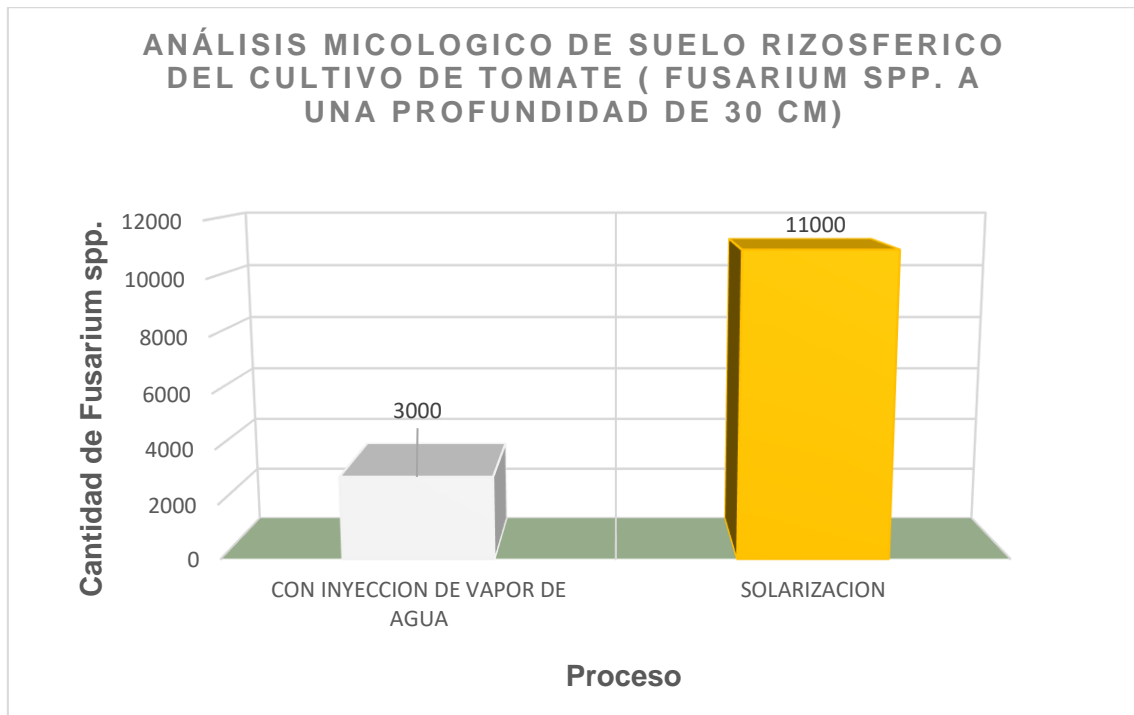


Figura 38

Aspergillus spp a profundidad de 10 cm.

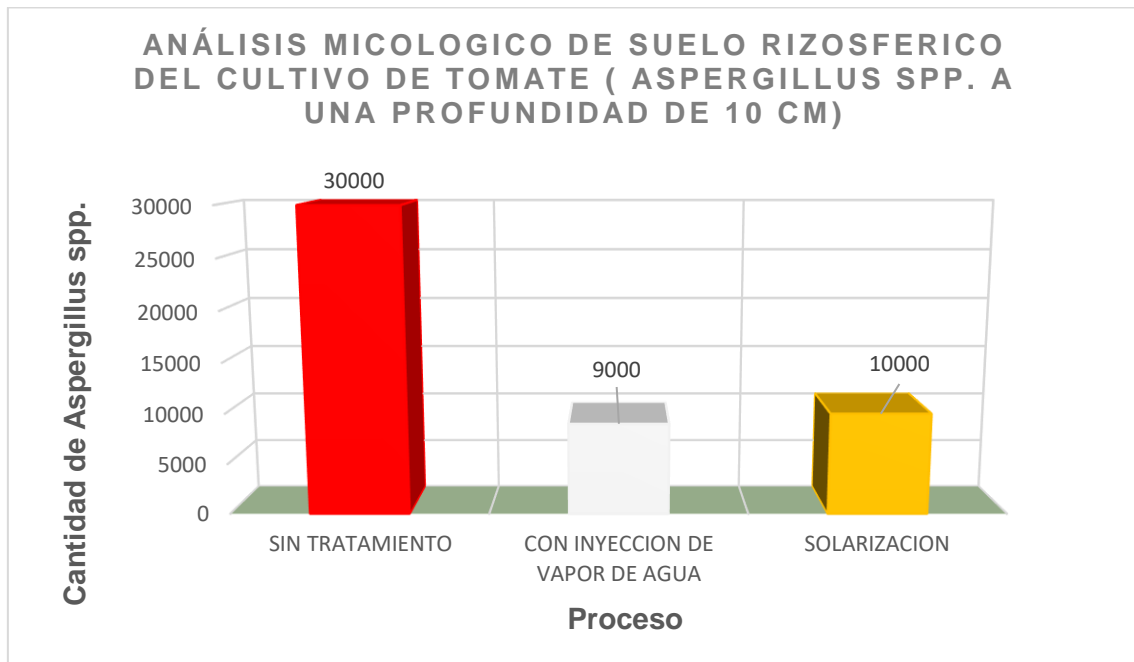


Figura 39

Aspergillus spp a profundidad de 20 cm.

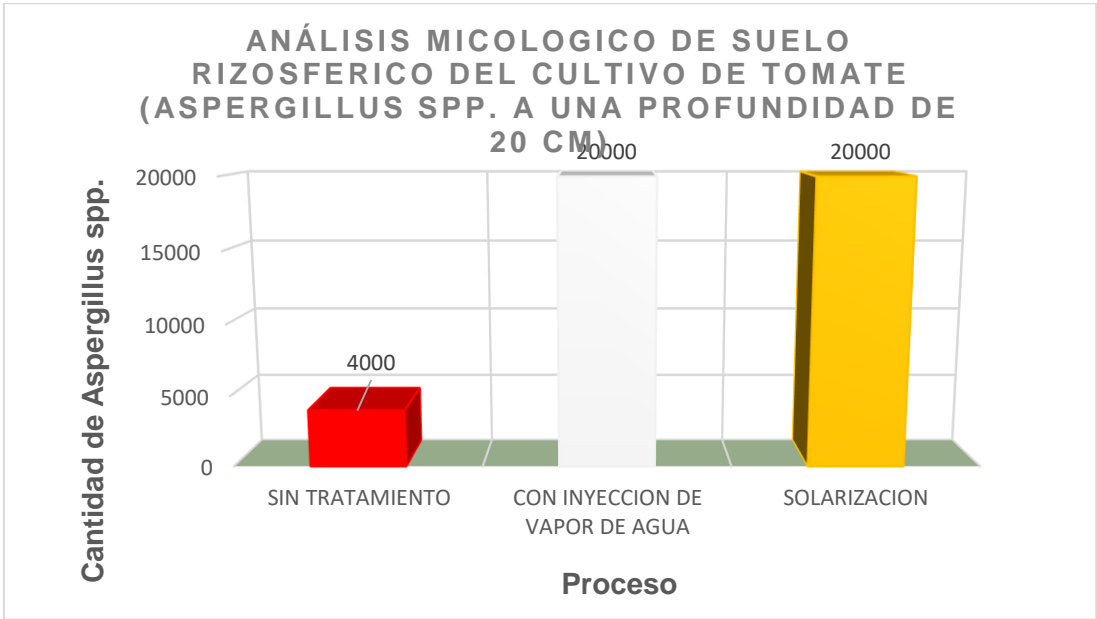


Figura 40

Aspergillus spp a profundidad de 30 cm.

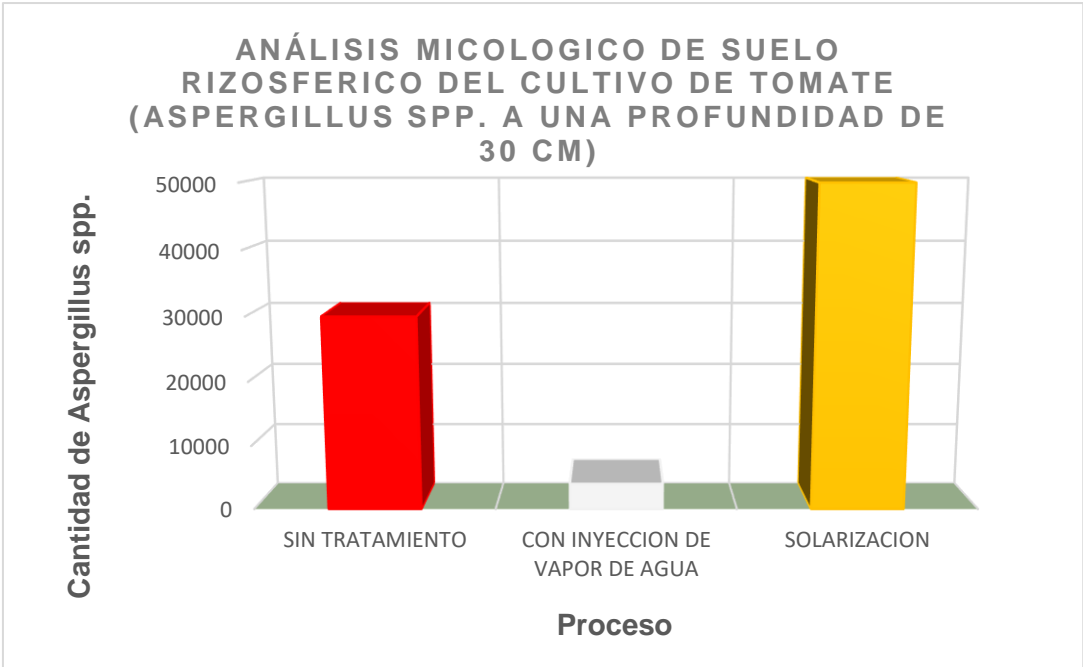


Figura 41

Penicillium spp a profundidad de 10 cm.

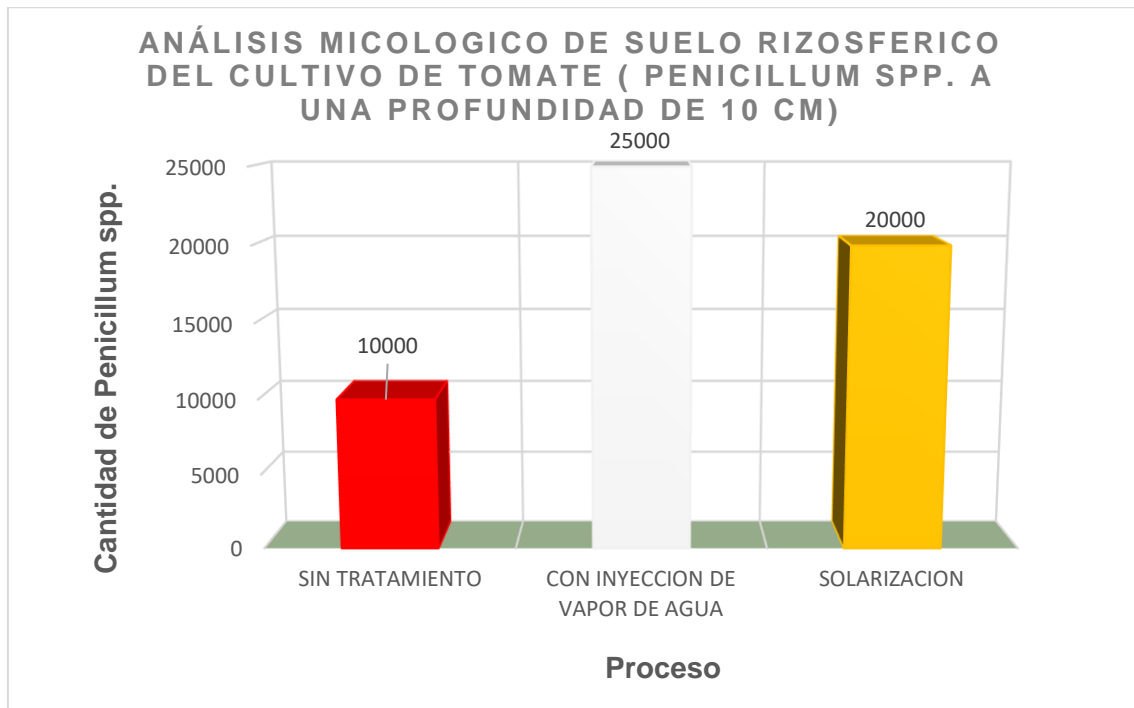


Figura 42

Penicillium spp a profundidad de 20 cm.

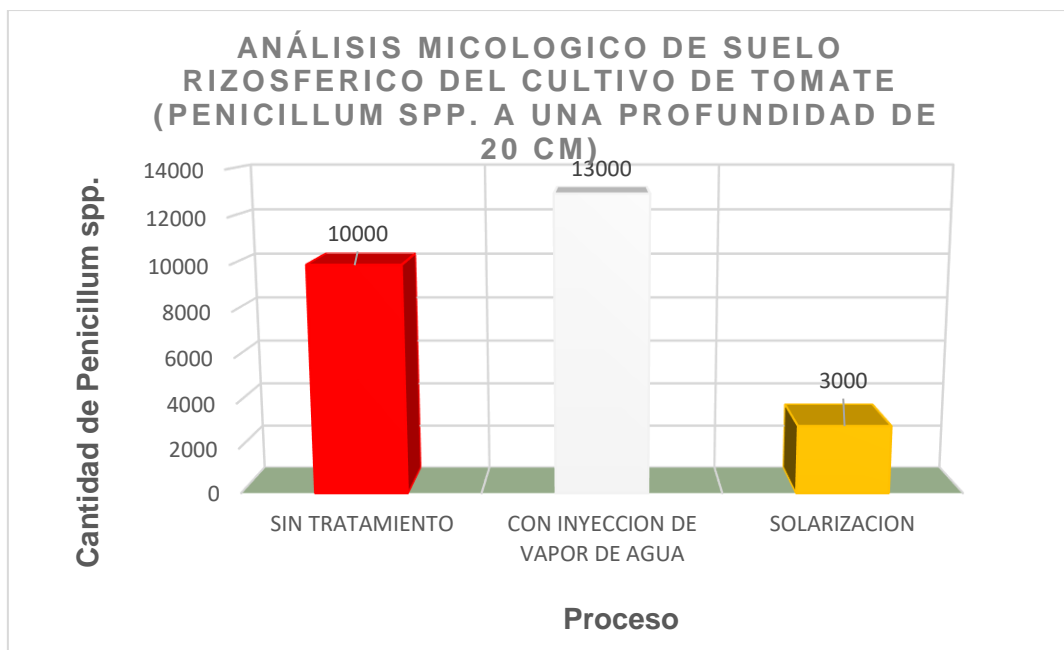


Figura 43

Penicillium spp a profundidad de 30 cm.

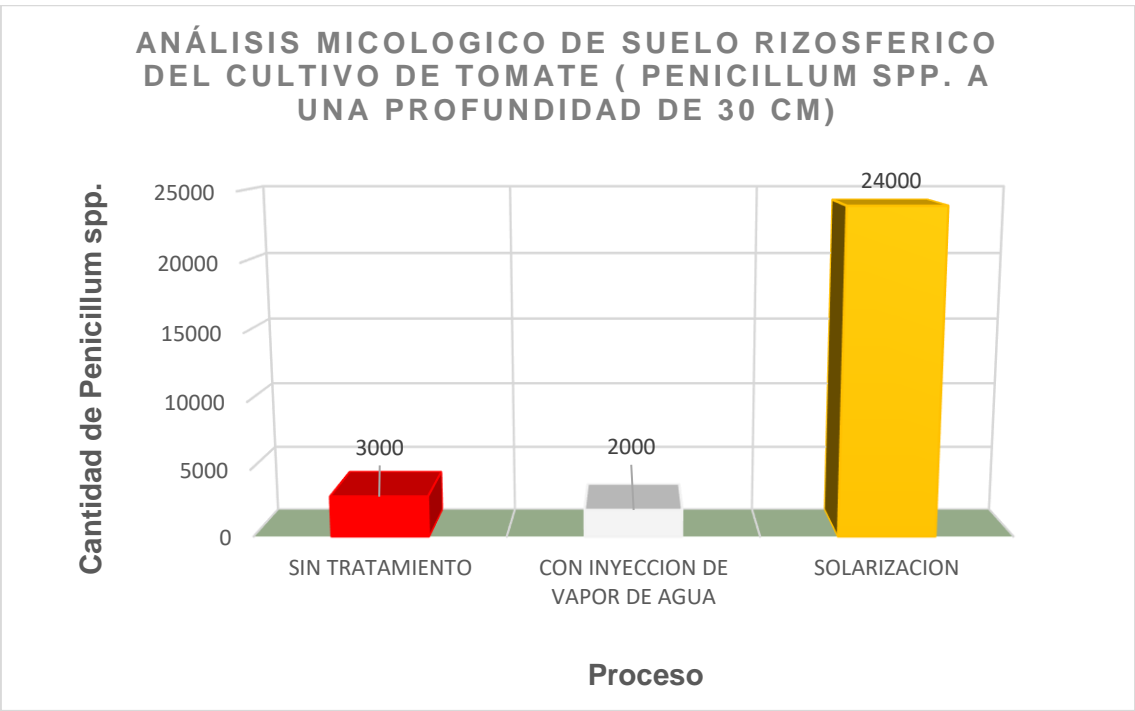


Figura 44

Rhizopus spp a profundidad de 10 cm.

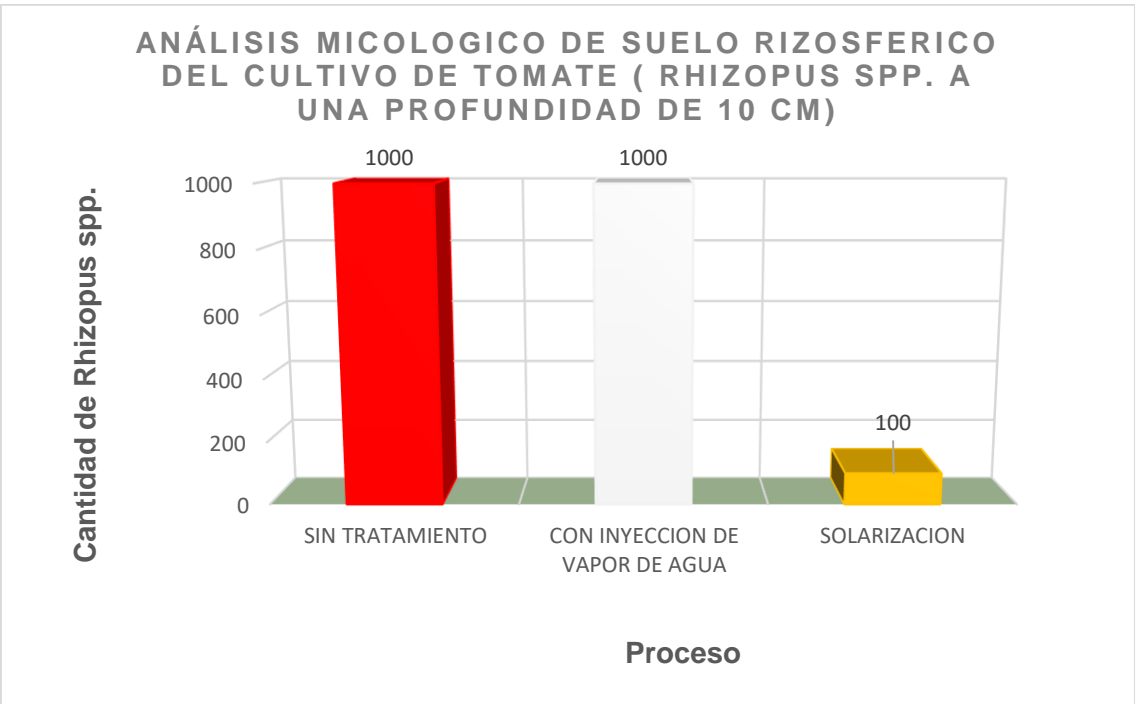


Figura 45

Rhizopus spp a profundidad de 20 cm.

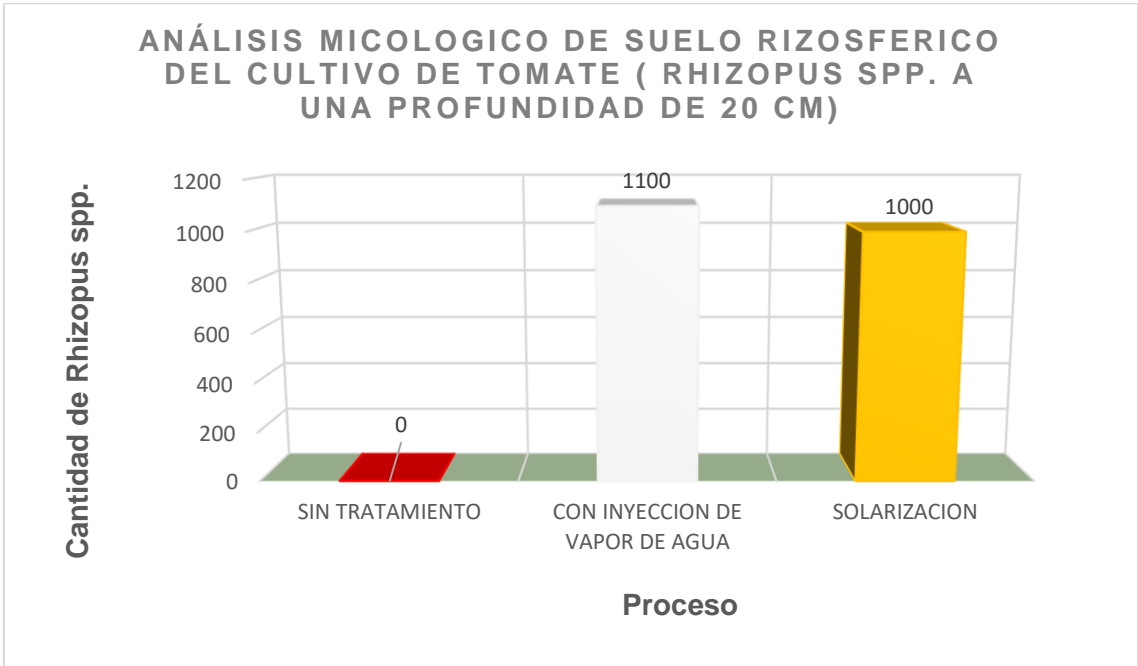


Figura 46

Rhizopus spp a profundidad de 30 cm.

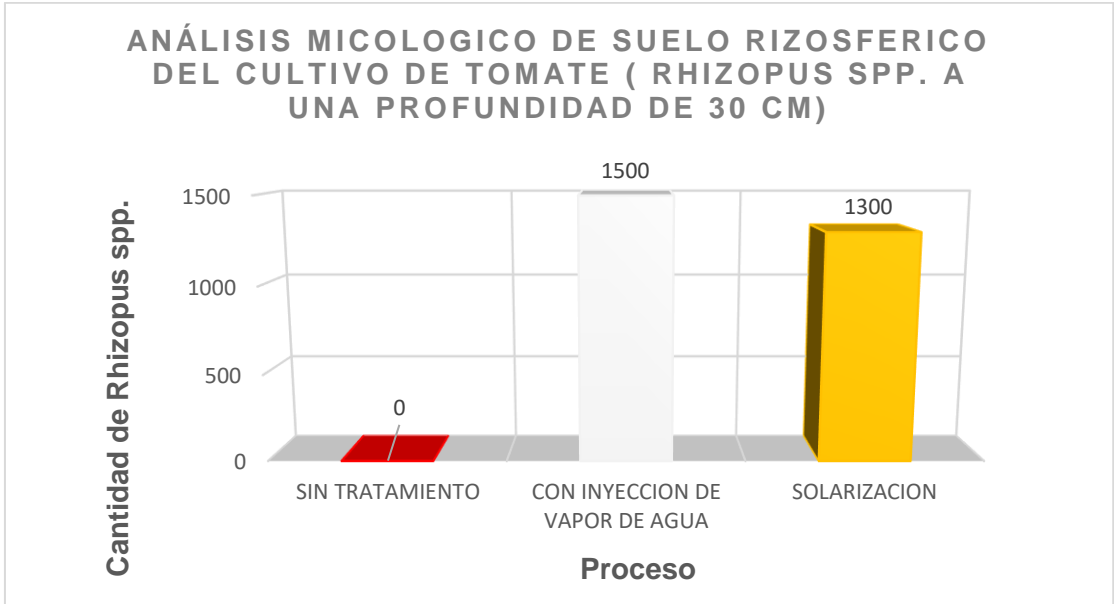


Figura 47

Cladosporium spp a profundidad de 10 cm.

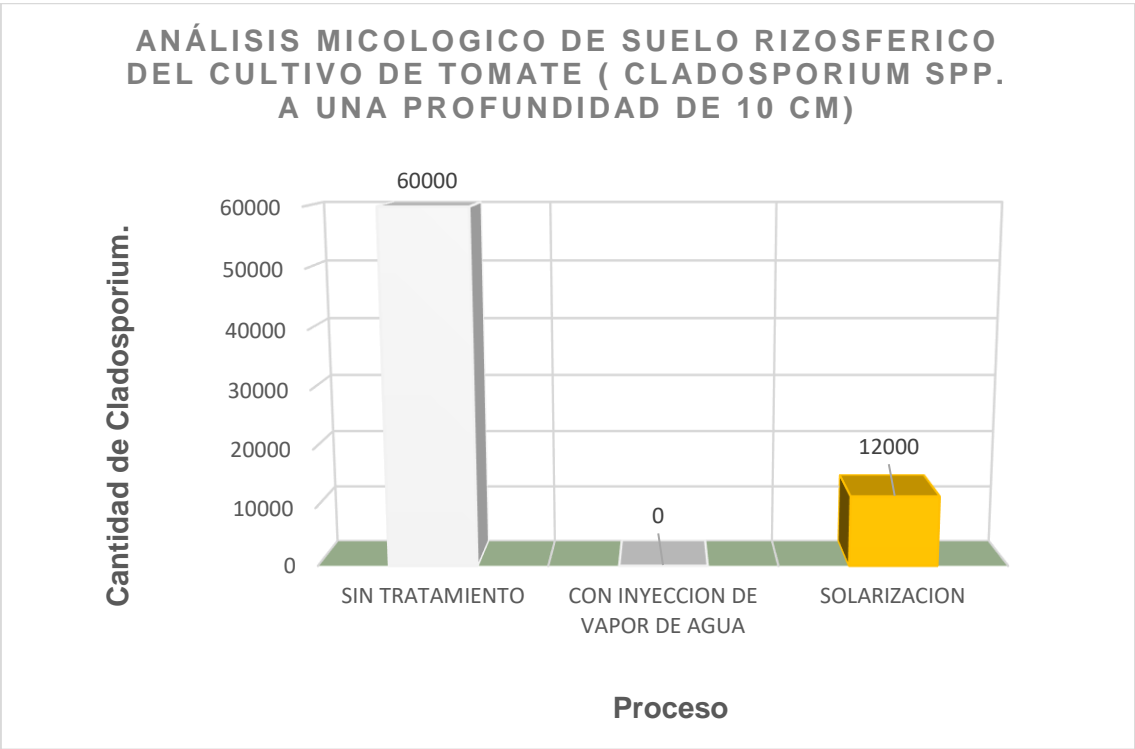


Figura 48

Cladosporium spp a profundidad de 20 cm.

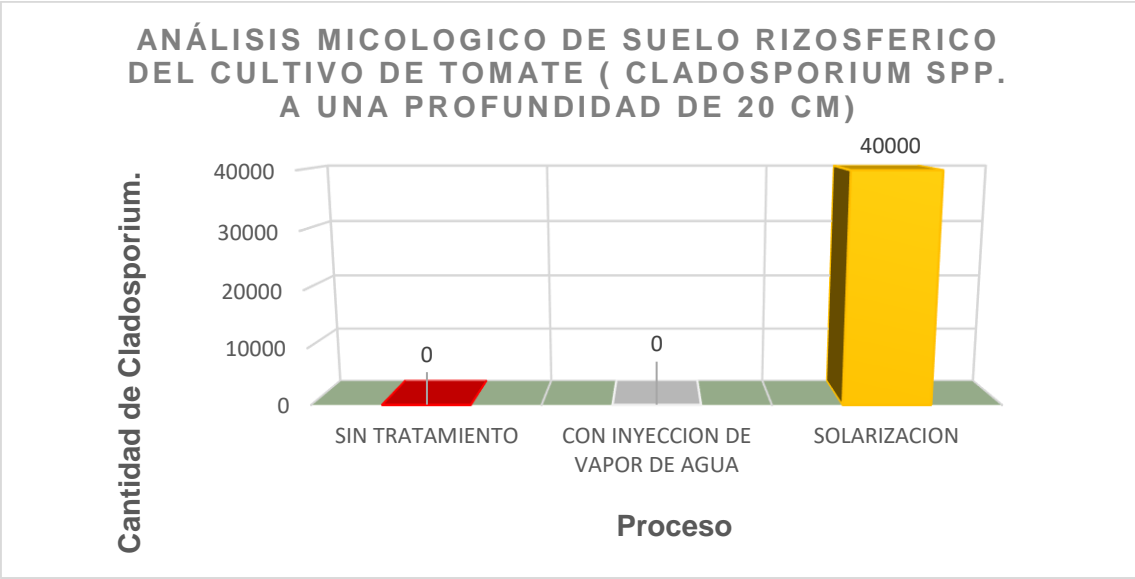
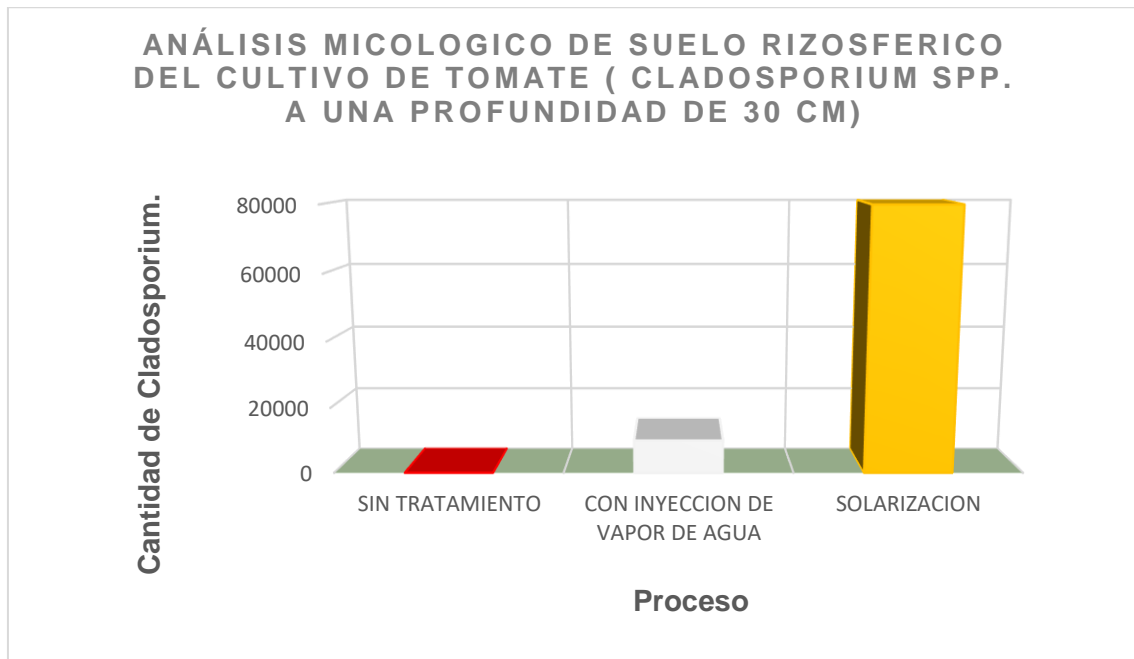


Figura 49

Cladosporium spp a profundidad de 30 cm.



3.3. Resultados del análisis nematológico de suelo rizosferico del cultivo de tomate.

Figura 50

Meloidogyne spp (J2) a profundidad de 10 cm.

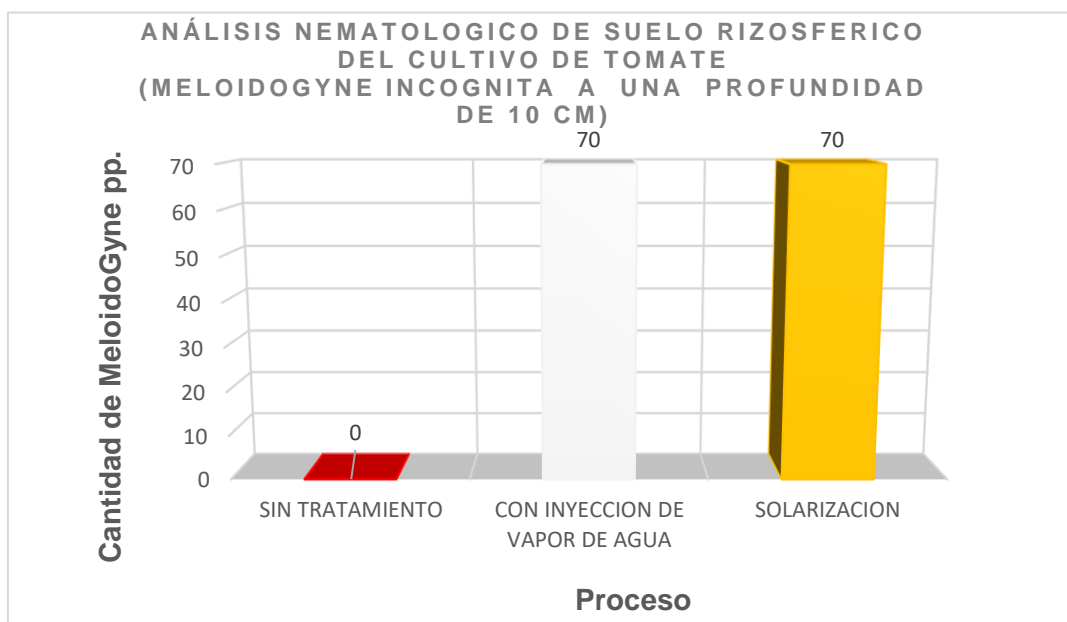


Figura 51

Meloidogyne incógnita (J2) a profundidad de 20 cm.

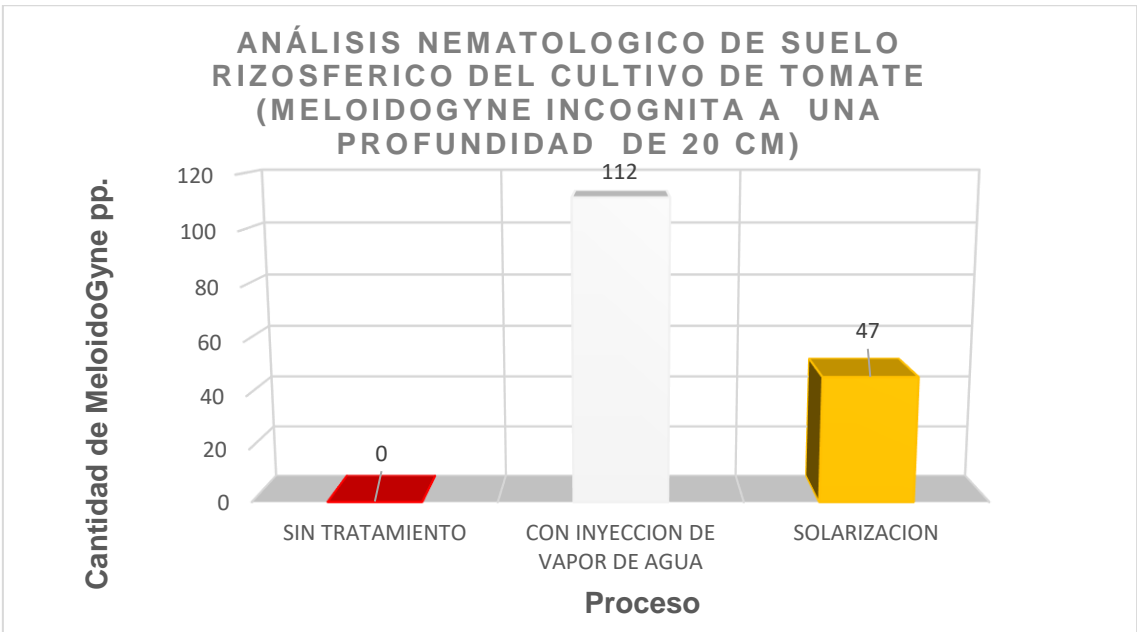


Figura 52

Meloidogyne incógnita (J2) a profundidad de 30 cm.

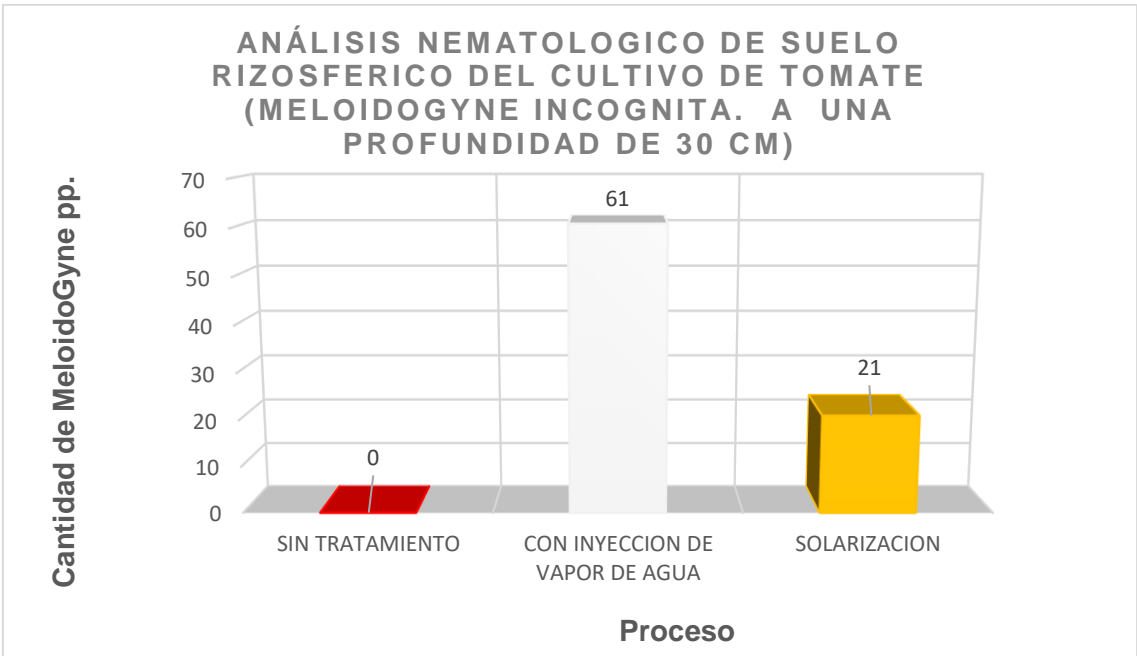


Figura 53

Rotylenchulus spp a profundidad de 10 cm.

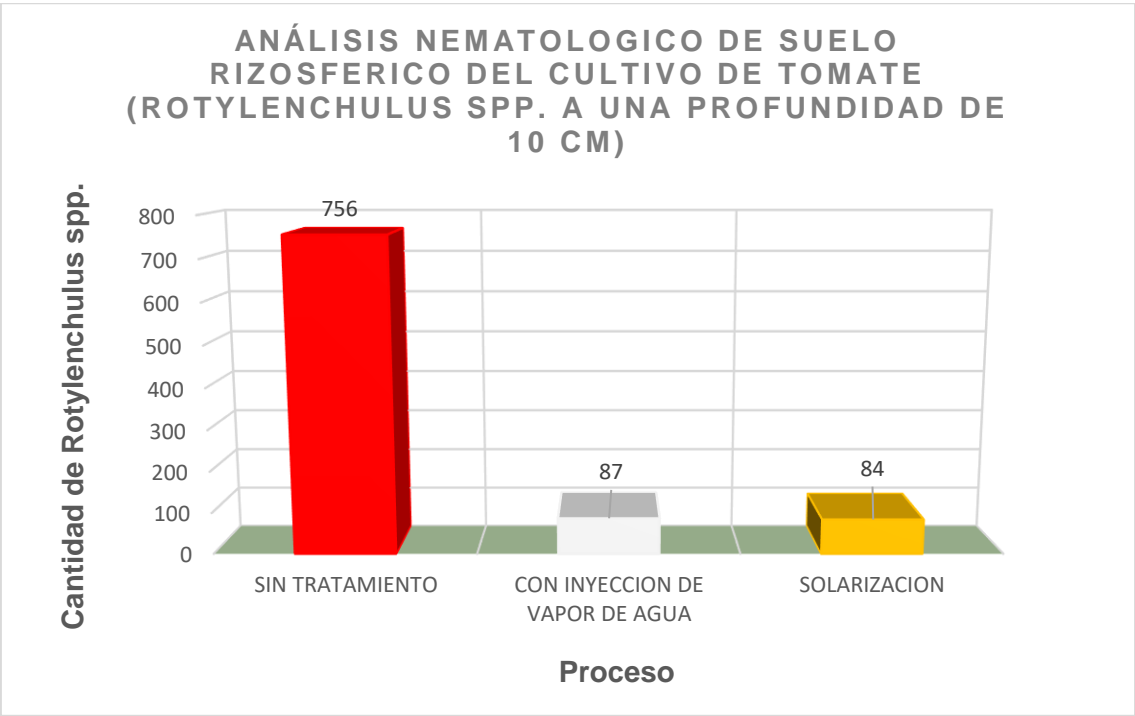


Figura 54

Rotylenchulus spp a profundidad de 20 cm.

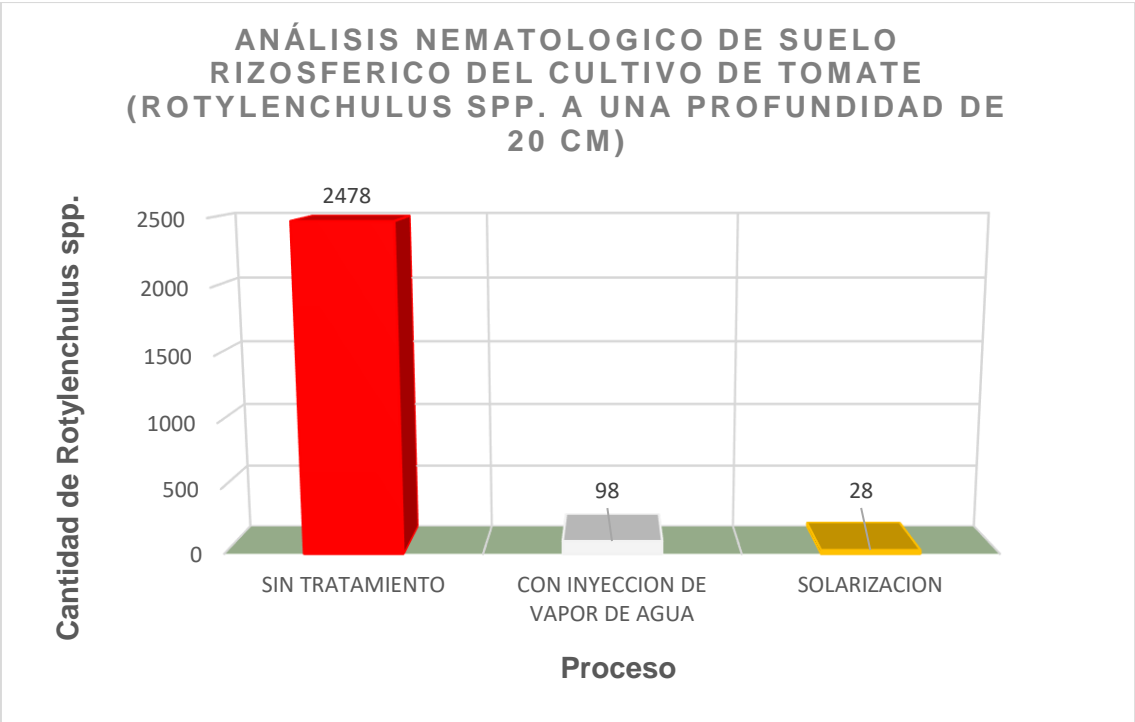


Figura 55

Rotylenchulus spp a profundidad de 30 cm.

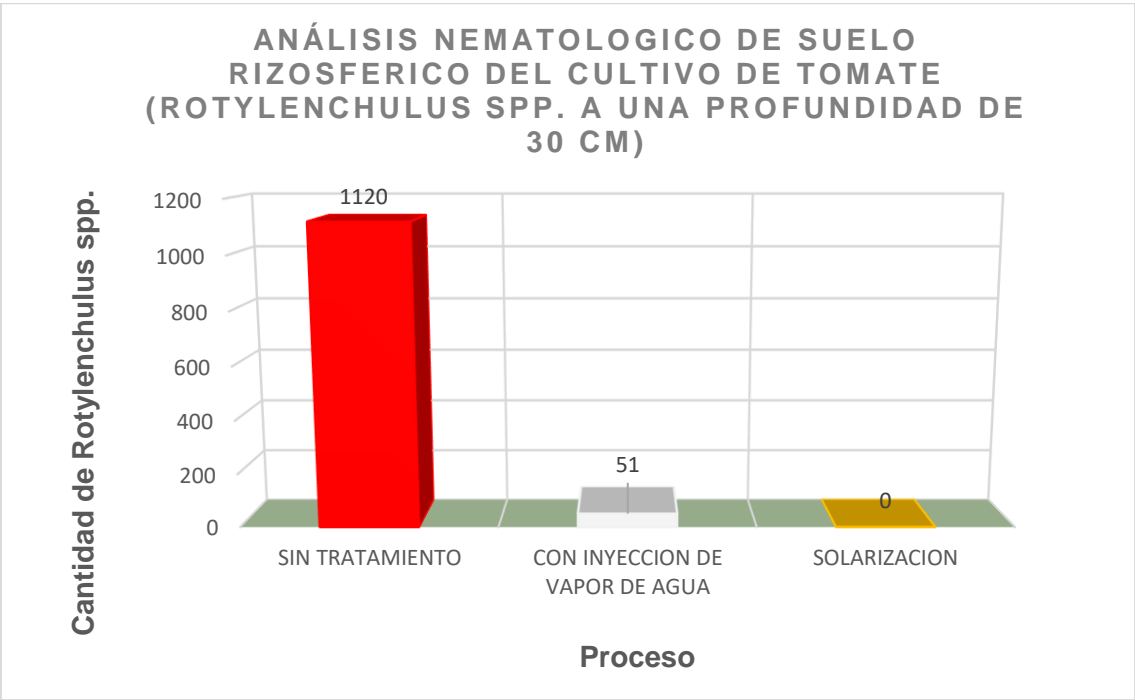


Tabla 7

Resumen del análisis de suelo rizosferico del cultivo de Tomate

PROFUNDIDAD (m)	A.-ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO													
	SIN TRATAMIENTO				INYECCIÓN DE VAPOR DE AGUA					SOLARIZACIÓN				
	Bacillus spp.	Micrococcus spp	Número total	T (°C)	Bacillus spp.	Micrococcus spp	Streptomyces spp.	Número total	T (°C)	Bacillus spp.	Micrococcus spp	Streptomyces spp.	Número total	T (°C)
0,10	7.3x10 ⁶	4.0x10 ³	7.3x10 ⁶	26,3	4,5x10 ⁶	2,0x10 ⁴	3,0x10 ⁶	4,8x10 ⁶	47	3,6x10 ⁶	1,0x10 ⁴	6,5x10 ⁶	1,0x10 ⁷	40
0,20	1,2x10 ⁷	3,0x10 ⁵	1,2x10 ⁷	26,3	2,6x10 ⁶	3,0x10 ⁴	1,7x10 ⁶	4,3x10 ⁶	46	7,2x10 ⁶	1,0x10 ⁴	4,1x10 ⁶	1,1x10 ⁷	36
0,30	5,0x10 ⁶	1,0x10 ⁴	5,0x10 ⁴	26,4	2,3x10 ⁶	2,5x10 ⁴	8,0x10 ⁵	3,1x10 ⁶	48	1,8x10 ⁶	2,0x10 ⁴	1,7x10 ⁶	3,5x10 ⁶	33

PROFUNDIDAD (m)	B.-ANÁLISIS MICOLÓGICO																	
	SIN TRATAMIENTO						INYECCIÓN DE VAPOR DE AGUA						SOLARIZACIÓN					
	Cylindrocarpus spp	Aspergillus spp	Penicillium spp	Rhizopus spp	Cladosporium	T (°C)	Fusarium spp	Aspergillus spp	Penicillium spp	Rhizopus spp	Cladosporium	T (°C)	Fusarium spp	Aspergillus spp	Penicillium spp	Rhizopus spp	Cladosporium	T (°C)
0,10	3.0x10 ⁴	3.0x10 ⁴	1,0x10 ⁴	1,0x10 ³	6,0x10 ⁴	26,3	4.0x10 ⁶	9.0x10 ³	2,5x10 ⁴	1,0x10 ³	0	47	1,1x10 ³	1,0x10 ⁴	2,0x10 ⁴	1,0x10 ²	1,2x10 ⁴	40
0,20	1,0x10 ³	4,0x10 ³	1,0x10 ⁴	0	0	26,35	1,0x10 ³	2,0x10 ⁴	1,3x10 ⁴	1,1x10 ³	0	46	1,1x10 ⁴	2,0x10 ⁴	3,0x10 ³	1,0x10 ³	4,0x10 ⁴	36
0,30	2,0x10 ³	3,0x10 ⁴	3,0x10 ³	0	0	26,4	3,0x10 ³	4,0x10 ³	2,0x10 ³	1,5x10 ³	1,0x10 ⁴	48	1,1x10 ⁴	5,0x10 ⁴	2,4x10 ⁴	1,3x10 ³	8,0x10 ⁴	33

PROFUNDIDAD (m)	C.-ANÁLISIS NEMATOLÓGICO								
	SIN TRATAMIENTO			INYECCIÓN DE VAPOR DE AGUA			SOLARIZACIÓN		
	Meloidogyne incógnita	Rotylenchulus spp	T (°C)	Meloidogyne incógnita	Rotylenchulus spp	T (°C)	Meloidogyne incógnita	Rotylenchulus spp	T (°C)
0,10	0	756	26,3	70	87	47	70	84	40
0,20	0	2478	26,35	112	98	46	47	28	36
0,30	0	1120	26,4	61	51	48	21	0	33

Capítulo IV. Discusión

Los resultados del presente trabajo, al ser comparados con los obtenidos por Baker y Roistacher (1957) y Bollen (1969) en la tabla N° 6, difieren en el hecho de que se llegó a temperaturas de 46, 47 y 48 ° C como máximo, por el equipo utilizado en cada caso. Además, temperaturas demasiado altas, provocan la eliminación de todo tipo de microorganismos buenos y patógenos.

Las temperaturas alcanzadas del agua circulante en el colector solar, fluctuaron entre 40 ° y 53° C aproximadamente dependiendo de si el día era soleado y los tiempos de exposición para cada profundidad fue de 10 minutos, con respecto a los resultados de Pérez, Caridad; 2007 pág. 329.

A diferencia de otros trabajos que se realizaron en invernaderos, el estudio de esta tesis aplicando el método del vapor de agua, se realizó en una parcela.

Capítulo V. Conclusiones

1. Aplicar a suelos agrícolas de una parcela en el distrito de Monsefú, el método Físico de Inyección de Vapor de Agua, es la mejor opción que se le puede brindar al agricultor ya que no genera efectos secundarios, considerándosele un método amigable con el medio ambiente, solo con el inconveniente de ser costoso por la inversión que tiene que realizar el interesado y conjuntamente con el método de solarización, que es otro método limpio usado como referencia en esta tesis, se llegó a determinar la cantidad de agentes fitopatógenos del tomate, presentes y tratados en un suelo rizosférico.
2. Se halló bacterias, como *Bacillus* spp, *Micrococcus* spp y *Streptomyces* spp, las cuales son muy importantes en los suelos, muchas de ellas son solubilizadoras de fosfatos y potasio, promotoras del crecimiento vegetal, hacen la función de control biológico (acción antagonista) sobre fitopatógenos. No se registró la presencia de patógenos característicos del tomate como *Stemphylium Lycopersici* o *Corynespora Cassicola*.
3. La presencia de hongos en la muestra, se pueden agrupar en:
 1. fitopatógenos como el *Fusarium* spp, que es muy perjudicial, provocándole a la planta del tomate lesiones vasculares en las raíces.
 2. Saprofitos como *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp y *cladosporium* spp, que son comunes en los suelos y tienen la función de descomponer la materia orgánica del suelo.
 3. Benéficos como la *trichoderma* spp, tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles y no volátiles que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos, se comportan como antagonista de fitopatógenos como *Fusarium* spp, *Phytophthora* spp, *Rhizoctonia solani* y otros.
 4. Hongos como el *Cylindrocarpon* spp, que pueden comportarse como saprofito o patógeno en otros tipos de cultivos.
4. Los nemátodos patógenos identificados en las muestras investigadas son *Meloidogyne* incógnita y *Rotylenchulus* spp, estas dos especies de nemátodos ingresan a las raíces y rompen los tejidos de las plantas de tomate, produciendo un daño económico significativo.
5. La temperatura fue tomada en función a tres niveles (10, 20 y 30 cm) de profundidad del terreno y fue evaluada para:

- Terreno sin tratamiento

Con el perfilador de geotemperatura (compuesto de cuatro geotermómetros), se obtuvo valores de temperatura para 2, 5, 10 y 30 cm de profundidad, expresados en el anexo N° 1.

- Terreno con método de inyección de vapor de agua.

Se uso para la medición de la temperatura un termómetro de mercurio simple, registrándose valores de 47° C para 10 cm; 46° C para 20 cm y 48° C para 30 cm respectivamente.

- Terreno con método de solarización (usado como referencia).

Después de mojar el terreno y cubrirlo con plástico transparente, se midió la temperatura a 10 cm de profundidad del suelo agrícola, dando un promedio de 40°C, para 3 horas de exposición.

6. La cuantificación de la población de fitopatógenos presentes en el suelo agrícola, después de la cosecha de tomate, se tomó en función a la clasificación de microorganismos hallados en la muestra:

- **Para el caso de Bacterias;** no se encontraron del tipo patógenas, sin embargo, en lo que corresponde al tipo endófitas presentes, la mortandad fue de aproximadamente 50 % para el tipo *Bacillus* spp y muy irregular en el caso de las bacterias *Micrococcus* spp y *Streptomyces* spp.
- **Para el caso de Hongos;** En la muestra de suelo sin tratamiento, no se encontró el patógeno *Fusarium* spp, pero si, en las muestras con tratamiento de inyección de vapor de agua y solarización. Este hongo es muy perjudicial para el tomate, produciendo pérdidas económicas muy considerables, su estructura de resistencia le permite permanecer en los suelos hasta por 6 años. Los resultados muestran que, a 10 cm por debajo del suelo, mantiene un nivel alto de individuos comparados con el método de solarización, porque se desarrolla en condiciones óptimas de temperatura de aproximadamente 20° C, pero a profundidades de 20 y 30 cm reduce su población con el método de inyección de vapor de agua, por

las temperaturas altas de 46 a 48 °C, comparado con la poca efectividad de la acción directa del sol.

Con respecto a los hongos saprofitos como el *Aspergillus* spp, *Penicillium*, spp, *Rhizopus* spp y *Cladosporium* spp, el efecto del método en su población fue muy variada.

El hongo benéfico *Trichoderma* spp, no fue evaluado con los métodos, porque solo se manifiesta en la muestra sin tratamiento y a la profundidad de 20 cm.

- **Para el caso de nemátodos;** Se obtuvo la presencia de los patógenos *Meloidogyne* incógnita y *Rotylenchulus* spp, en niveles de población de moderado a alto. Lográndose bajar la población de *Rotylenchulus* spp a valores apreciables, pero no con *Meloidogyne* incógnita que necesitará temperaturas mucho más elevadas.

7. Finalmente, aplicando el método de inyección de vapor de agua, con respecto al de solarización, el análisis microbiológico dio como resultado, la mortandad del hongo *Fusarium* spp, con 90,9 % para 20 cm de profundidad con 46°C de temperatura y 72,7% para 30 cm con 48° C. En el caso de la mortandad del nemátodo *Rotylenchulus* spp, aplicando el método de inyección de vapor de agua con respecto a la muestra sin tratamiento, se obtuvo 88,5 % para la profundidad de 10 cm con 47° C de temperatura, 96,05% para 20 cm con 46°C; 95,5% para 30 cm con 48°C. No se logró eliminar al nemátodo *Meloidogyne* incógnita, se mostró muy resistente al método aplicado.

Capítulo VI. Recomendaciones

1. La eficacia en la obtención de los resultados, dependerá mucho del diseño y construcción del equipo completo, para lo cual propongo construir un módulo integral móvil, que permita desplazarlo al campo en estudio.
2. Se sugiere que el recojo de la muestra de tierra sin tratamiento con la de tratamiento con el método de inyección de vapor de agua o solarización, sea simultáneamente.
3. La toma de muestras para el análisis microbiológico, debe ser en mayor número, para evaluar con más precisión la presencia de fitopatógenos presentes en los terrenos. Por lo tanto, al ser costosos los análisis, sugiero buscar financiamiento para realizar este trabajo.

Capítulo VII. Referencias Bibliográficas

- Huerta, A. (2022). *El Suelo, Nutrientes y Recuperación de Suelos Contaminados*. Editorial Anghelo M. Rodriguez Paredes. Lima Perú.
- Martínez, A. (2015). *Métodos de Control Fitosanitario (UF0386)*. Editorial Paraninfo. España.
- Rodriguez Fuentes, H.& Rodriguez Absi, José. (2015). *Métodos de Análisis de Suelos y Plantas*. Editorial Trillas. México.
- Valdivia Ponce, Jorge. (1977). *Meteorología General*. Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.
- Uceda Pisfil, Guillermo. (2000). *Manual de Instrumental Meteorológico*. Editorial UNPRG. Lambayeque Perú.
- Gordon, Manuel. (1995). *Principios Básicos de Energía Solar*. Editorial. Grupo de Apoyo al Sector Rural PUCP. Lima Perú.
- Itintec. (1982). *II Seminario Nacional de Energía Solar*. Editorial Itintec. Arequipa Perú.
- Meinel, A. & Meinel M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Editorial Reverté. España.
- Bernal, Roberto. (2010) *Enfermedades del Tomate en Invernadero en las Zonas de Salto y Bella Unión*. Editorial INIA Uruguay.
- Giorgini, Sergio. (2015)- *Guía de Consulta Enfermedades del Tomate*. Editorial INTA-Costa Rica.
- Pérez de los Reyes, C. (2007). *Aplicaciones de la Energía Solar al Tratamiento Térmico de Suelos de Invernadero*. Editorial Tesis Doctoral-Córdoba Argentina.
- Pérez García, Osvaldo. (2011). *Manual para la Esterilización de Sustrato con vapor en la Producción de Flor de Vivero*. Editorial ONUDI-México.

Urbina, Sofia (2009) Esterilización de Sustrato con Vapor para la Sustitución de Bromuro de Metilo en la Producción de Flores Ornamentales. <https://n9.cl/p008>

Sensor de temperatura digital DS18B20 <https://n9.cl/11g32>

Colectores Solares: <https://calorsolar.mx/tecnologias/>

Achicanoy L., Héctor (2001). Estrategias Integradas para el Control de Enfermedades de las Plantas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín Colombia.

Salgado C., Lizbeth. (2013) Modelado y Control de un Concentrador Solar Cilíndrico-Parabólico con un Mecanismo por Desplazamiento de Agua. Tesis Doctoral. México.

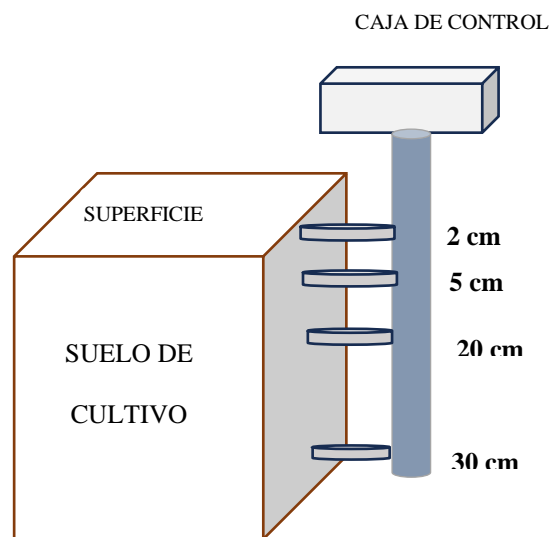
ANEXO 1

1. PERFILADOR DE GEOTEMPERATURA DE 4 NIVELES.

Es un geotermómetro, con cuatro sensores de temperatura digital, construido por el profesor Francisco García Roque. Consta de cuatro sensores de temperatura digital DS18B20 y un circuito donde se registra la toma de datos, programado para medir la temperatura cada 10 minutos.

Figura 56

Esquema del sistema de medición de la temperatura del suelo rizoférico.



2. INSTALACION DEL SENSOR DE TEMPERATURA.

Con una pala se hizo un hoyo de aproximadamente 40 cm de profundidad en el suelo de cultivo, insertando los sensores de 2, 5, 10 y 30 cm en la pared del terreno, como se muestra en la figura 57.

Figura 57

Sensores de temperatura insertados en la pared del suelo.



- Luego se procedió a cubrir los sensores con la tierra extraída.
- A continuación, se verificó, que los cables que conectan los sensores con el sistema de control estén en perfectas condiciones.

Figura 58

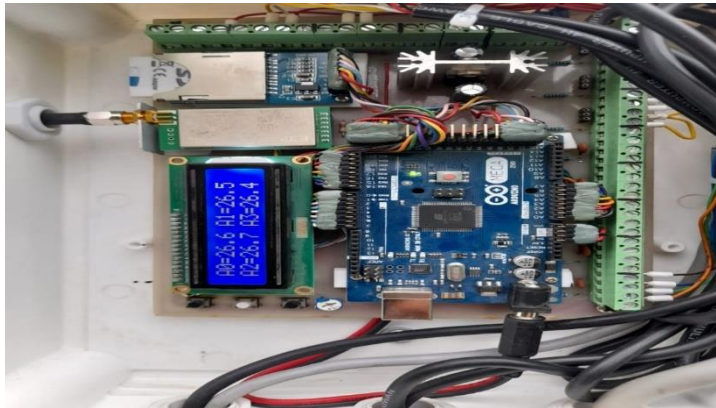
Sensores conectados al sistema de control.



- Finalmente, se programó el circuito de control para que registre la temperatura cada 10 minutos desde las 11:05 am hasta las 12:45 del mediodía.

Figura 59

Circuito que registra automáticamente la temperatura de cada sensor.



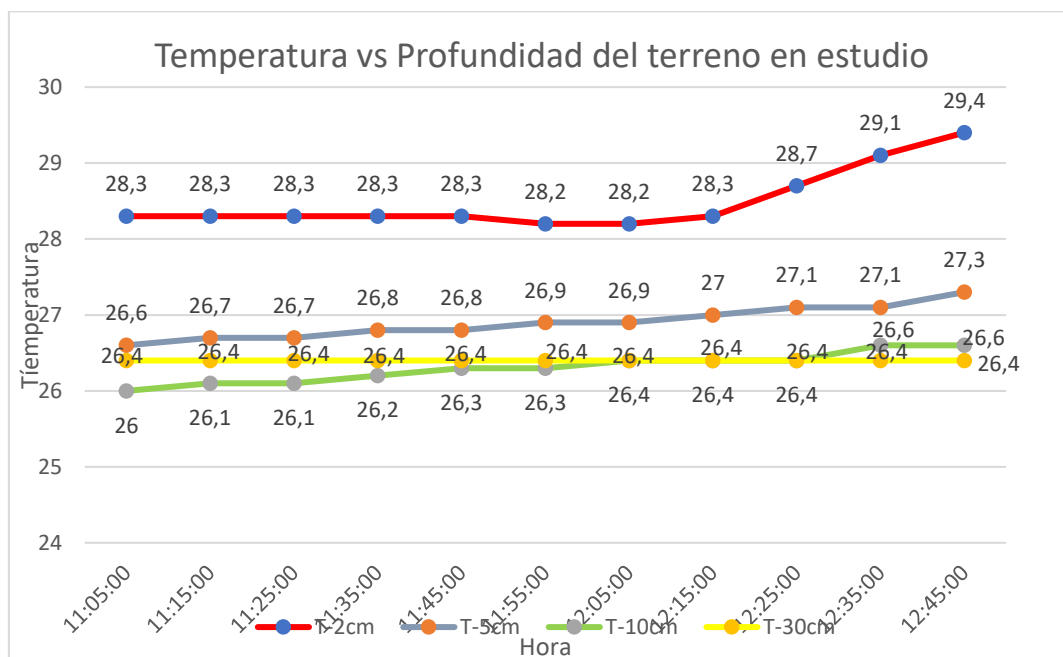
3. MEDICION DE LA TEMPERATURA NATURAL DEL SUELO

La temperatura del suelo del terreno en estudio, se logró medir para cuatro niveles de profundidad, con la finalidad de tener un conocimiento real del suelo a evaluar.

Representando los resultados en un gráfico, para 2, 5, 10 y 30 cm de profundidad.

Figura 60

Representación de la variación de la temperatura versus la profundidad del terreno.



ANEXO 2



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y
Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE SUELO RIZOFÉRICO DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1344

1. DATOS GENERALES:

1.1 Solicitante: CALDERON BACON JORGE LUIS

1.2 Muestra: Tomate

1.3 Muestra: Tres muestras de suelo rizosférico de tomate, codificados como: 10 cm, 20 cm y 30 cm.

1.4 Procedencia: Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

1.5 Fecha de recepción de muestras: 28 de marzo del 2022

1.6 Fecha de análisis de muestras: Del 29 de marzo al 12 de abril del 2022

1.7 Diagnosticado por: Dr. Jorge A. Llontop Llaque

1.8 Contactos: Ing. Calderón Bacon Jorge Luis

E-mail: jcal2204@hotmail.com

Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

Análisis bacteriológico de suelo

2.1 Preparación de dilución de suelo rizosférico

- Fue pesado 10 gramos de suelo y diluido en 90 mL de solución salina al 0,85% de NaCl, como dilución 10^{-1} .
- La siguiente dilución 10^{-2} fue obtenida transfiriendo 1 mL de la solución 10^{-1} en 9 mL de diluyente, se continuó diluyendo de manera similar hasta obtener la dilución 10^{-3} .
- Para el recuento se tomó una alícuota, de 0.1 mL de las diluciones de suelo (10^{-1} a 10^{-4}) y se sembró en superficie en medio agar Plate Count.
- Las placas fueron incubadas a 28 °C hasta por 48 horas.
- Fueron contadas colonias de bacterias desarrolladas.

MZ- L. Lote 21. Urb. Villa Del Norte. CHICLAYO – PERÚ
+51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964



Diagnóstico



Investigación



Capacitación



Asesoría



Figura 1. De las muestras de suelo rizosférico, fueron preparadas diluciones seriadas 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} con solución salina al 0,85% de NaCl. Las diluciones citadas, fueron vertidas en placas Petri con medio de cultivo agar Plate Count.

3. RESULTADOS

Desarrollo de colonias de bacterias en medio de cultivo agar Plate Count.

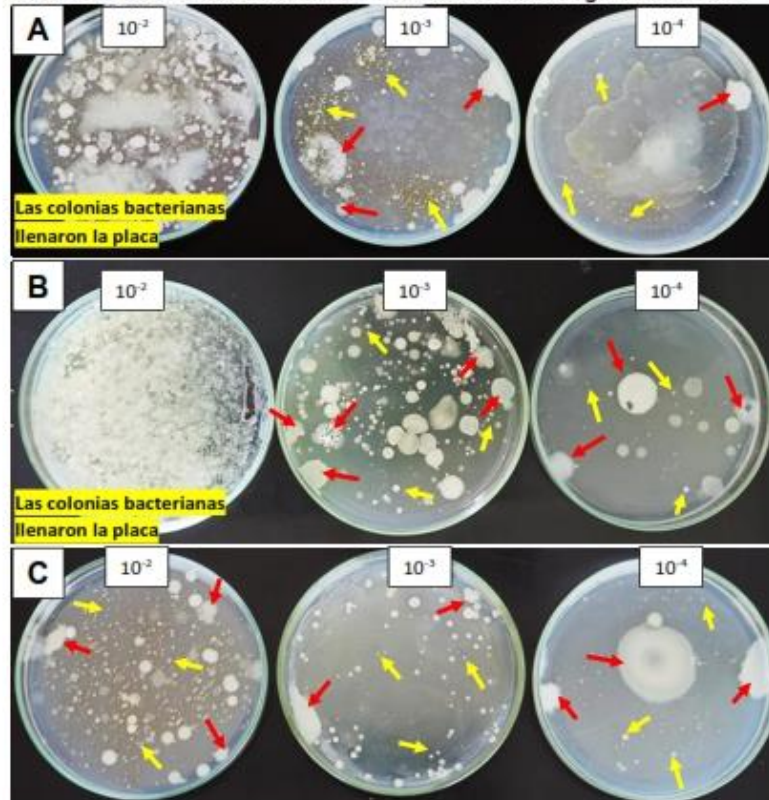


Figura 1. Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacteria desarrollados en medio agar Plate Count, en tres muestras de suelo de tomate. **A.** 10 cm **B.** 20 cm **C.** 30 cm. En todas las muestras desarrollaron bacterias del género *Bacillus* spp. (flechas rojas) y *Micrococcus* spp. (flechas amarillas).

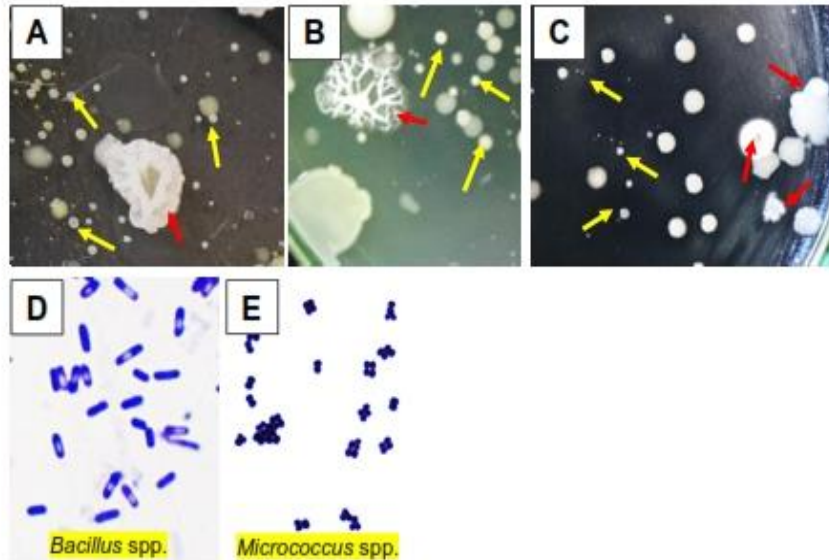


Figura 2. A – C. Principales morfotipos de colonias de bacterias desarrolladas en medio agar Plate Count, en tres muestras de suelo de tomate. **D y E.** Tinción Gram de bacilos Gram positivos de *Bacillus* spp. (flechas rojas) y cocos Gram positivos de *Micrococcus* spp. (flechas amarillas).

Cuadro 1. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/g), de bacterias desarrolladas en medio agar Plate Count, en una muestra de suelo rizosférico del cultivo de tomate. Chiclayo, abril de 2022.

Muestra	Géneros de bacterias		Número total de bacterias
	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Micrococcus</i> spp.	
10 cm	7.3×10^6	4.0×10^3	7.3×10^6
20 cm	1.2×10^7	3.0×10^5	1.2×10^7
30 cm	5.0×10^6	1.0×10^4	5.0×10^4

4. CONCLUSIONES

- Fueron hallados dos géneros de bacterias: *Bacillus* spp., y *Micrococcus* spp. De ellos, *Bacillus* spp., estuvo en mayor concentración en la muestra 20 (1.2×10^7 UFC/g), seguida de 10 cm (7.3×10^6 UFC/g) y por último de 30 cm (5.0×10^6 UFC/g).
- La mayor concentración de bacterias fue hallada en la muestra 20 cm (1.2×10^7).

5. COMENTARIOS

- Las bacterias del género *Bacillus* y *Micrococcus*, son muy importantes en los suelos agrícolas, muchas de ellas son solubilizadoras de fosfatos solubilizadoras de potasio, promotoras de crecimiento vegetal, productoras de metabolitos de acción fungicida e insecticida, etc.
- La cantidad de bacterias halladas depende de muchos factores como son: la temporada, el tipo de suelo, la vegetación, el contenido de humedad, el tipo de labranza y fertilización.

Chiclayo, 13 de abril del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú EIRL



ANEXO 3



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS MICOLÓGICO DE SUELO RIZOSFERICO DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1343

1. DATOS GENERALES:

- 1.1 Solicitante:** CALDERON BACON JORGE LUIS
- 1.2 Cultivo:** Tomate
- 1.3 Muestras:** Tres muestras de suelo rizosférico de tomate, codificados como: 10 cm, 20 cm y 30 cm.
- 1.4 Procedencia:** Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.
- 1.5 Fecha de recepción de muestras:** 28 de marzo del 2022.
- 1.6 Fecha de análisis de muestras:** Del 29 de marzo al 12 de abril del 2022.
- 1.7 Diagnosticado por:** Dr. Jorge A. Llontop Llaque
- 1.8 Contactos:** Ing. Calderón Bacon Jorge Luis
E-mail: jcal2204@hotmail.com
Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

Análisis micológico de suelo en laboratorio

- De las muestras de suelo, fueron preparadas diluciones decimales: 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , utilizando agua esterilizada como diluyente (Figura 1).
- Siembra, en medio de cultivo, de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Medios de cultivo usados: Agar Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Agar Harina de Maíz (AHM).
- Incubación de las placas Petri en incubadora INCUCCELL (28°C).
- Identificación y recuento de los hongos desarrolladas en medio de cultivo.



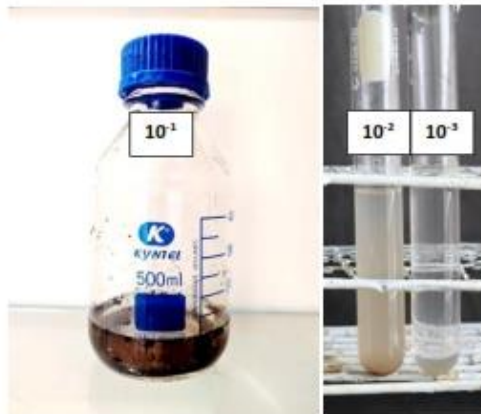


Figura 1. Diluciones seriadas 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} de muestras de suelo, utilizando agua esterilizada como diluyente. Las diluciones citadas, fueron vertidas en placas Petri conteniendo medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Agar Harina de Maíz (AHM).

3. RESULTADOS.

3.1. Hongos patógenos hallados en muestras de suelo

No fueron hallados hongos fitopatógenos

3.2. Hongos saprófitos hallados en muestras de suelo

- *Cylindrocarpon* spp. (todas las muestras)
- *Aspergillus* spp. (todas las muestras)
- *Cladosporium cladosporioides*. (muestra 10 cm y 20 cm)
- *Penicillium* spp. (todas las muestras)
- *Rhizopus* spp. (muestra 10 cm)

3.3. Hongos benéficos hallados en muestras de suelo

- *Trichoderma* spp. (muestra 20 cm)

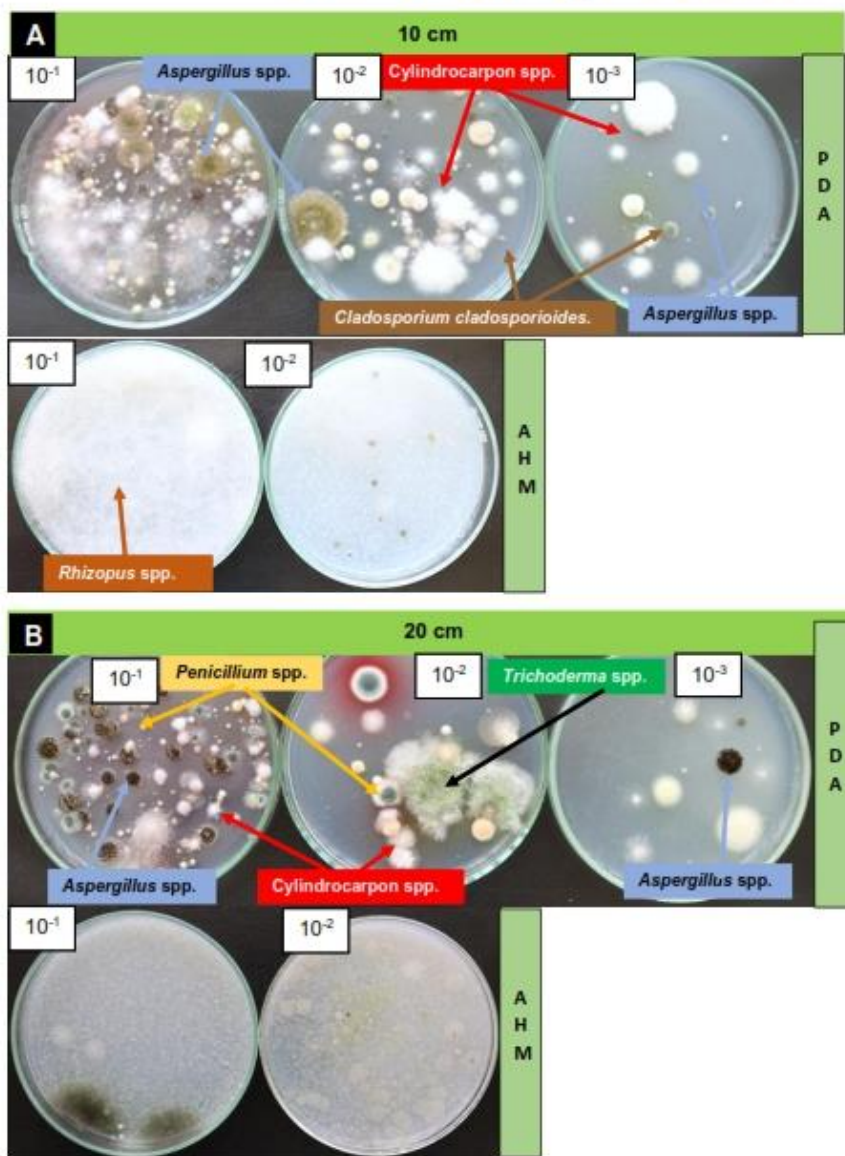


Figura 2. Colonias de hongos, desarrollados en medio de cultivo PDA, a partir de diluciones de suelo. En medio AHM, no desarrollaron Oomicetos del género *Phytophthora* spp.
A. 10 cm B. 20 cm

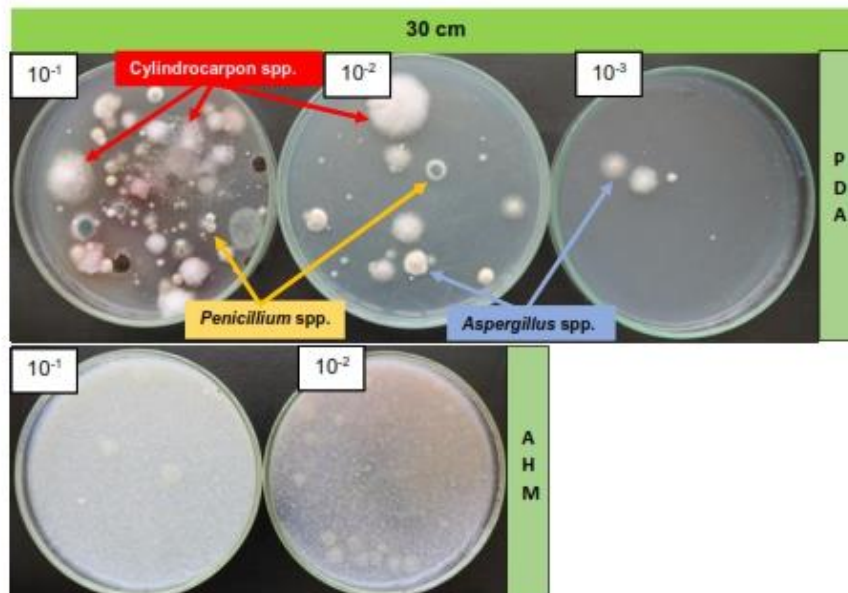


Figura 3. Muestra 30 cm. Colonias de hongos, desarrollados en medio de cultivo PDA, a partir de diluciones de suelo. En medio AHM, no desarrollaron Oomycetos del género *Phytophthora* spp.

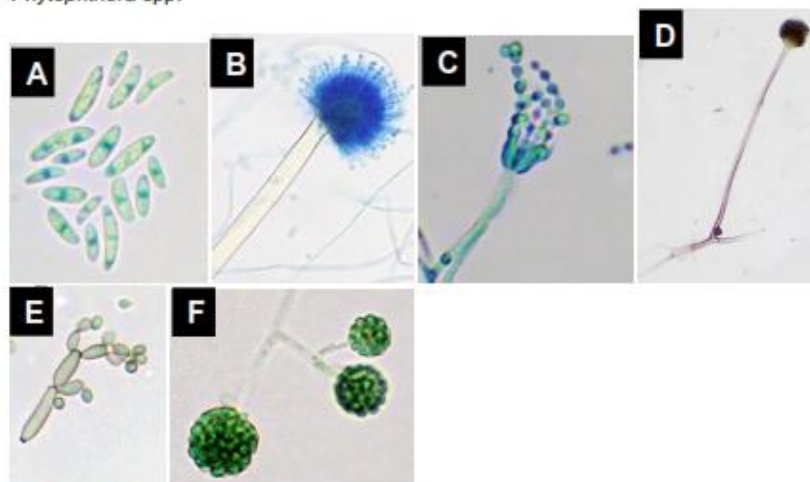


Figura 3. Estructuras reproductivas de hongos desarrollados en medio PDA. **A.** Macro y microconidios de *Cy lindrocarpon* spp. **B.** Conidióforo y conidios de *Aspergillus* spp. **C.** Fiálides y conidios de *Penicillium* spp. **D.** Macro y microconidios de *Cladosporium cladosporioides*. **E.** Esporangios y esporangióforos de *Rhizopus* spp. **F.** Conidios de *Trichoderma* spp.

Cuadro 1. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/g), de hongos fitopatógenos, saprófitos y benéficos. Chiclayo, abril del 2022.

Muestra	Saprofito					Benéficos
	<i>Cylindrocarpon</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> .	<i>Trichoderma</i> spp.
10 cm	3.0×10^4	3.0×10^4	1.0×10^4	1.0×10^3	6.0×10^4	0
20 cm	1.0×10^3		1.0×10^4	0	0	1.0×10^3
30 cm	2.0×10^3	3.0×10^4	3.0×10^3	0	0	0

4. CONCLUSIONES

Fueron hallados los siguientes hongos:

a) Muestra 10 cm:

a1) Fitopatógenos: No fueron hallados.

a2) Saprófitos: *Cylindrocarpon* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium cladosporioides*, y *Rhizopus* spp.

a3) Benéficos: no fueron hallados.

b) Muestra 20 cm:

b1) Fitopatógenos: No fueron hallados.

b2) Saprófitos: *Cylindrocarpon* spp., *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

b3) Benéficos: *Trichoderma* spp.

c) Muestra 30 cm:

b1) Fitopatógenos: No fueron hallados.

b2) Saprófitos: *Cylindrocarpon* spp., *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

b3) Benéficos: no fueron hallados.

En ambas muestras no fue hallado el Oomyceto *Phytophthora* spp.

5. COMENTARIOS

- Cylindrocarpon* spp., en un hongo que puede comportarse como fitopatógeno o como saprofito, en cultivos como palto y arándano es causante de lesión vascular y pudrición de raíces. En el cultivo de tomate no está reportado este hongo como fitopatógeno.
- Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp. y *Rhizopus* spp., son hongos saprófitos comunes en suelo, participan en la descomposición aeróbica de la materia orgánica del suelo.



- *Trichoderma* spp., es un hongo benéfico, antagonista de fitopatógenos como *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*., etc. Los tres hongos mencionados, son patógenos de tomate.

Chiclayo, 13 de abril del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú



ANEXO 4



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS NEMATOLÓGICO DE SUELO Y RAÍCES DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1345

1. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Solicitante:** CALDERON BACON JORGE LUIS
- 1.2. **Cultivo:** Tomate
- 1.3. **Muestra:** Tres muestras de suelo de tomate, codificados como: 10 cm, 20 cm y 30 cm.
- 1.4. **Procedencia:** Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.
- 1.5. **Fecha de recepción de muestras:** 28 de marzo del 2022
- 1.6. **Fecha de análisis:** Del 29 de marzo al 12 de abril del 2022.
- 1.7. **Diagnosticado por:** Dr. Jorge A. Llontop Llaque
- 1.8. **Contacto:** Ing. Calderón Bacon Jorge Luis
E-mail: jical2204@hotmail.com
Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA

2.1 Para extracción de juveniles de *Meloidogyne incognita* y otros nematodos fitopatógenos

- Tamizado, centrifugado y flotación de juveniles en solución saturada de azúcar.
- De cada muestra de suelo fueron tomadas tres sub muestras de 100 g cada una.
El resultado es el promedio de las tres submuestras.

FITOSANIDAD PERU E.I.R.L. - RUC 20601671990

📍 MZ- L. Lote 21, Urb. Villa Del Norte. CHICLAYO – PERÚ

☎ +51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964

Banco de Crédito del Perú CC: 305-2353482-0-52 CCI: 00230500235348205219



Diagnóstico



Investigación



Capacitación



Asesoría

3. RESULTADOS

Cuadro 1. Número de juveniles (J₂) en 100 g de suelo de *Meloidogyne incognita* y número de individuos de otros nemátodos fitopatógenos, en el cultivo de tomate. Chiclayo, abril del 2022.

Muestra	<i>Meloidogyne incognita</i>		<i>Rotylenchulus</i> spp.	
	J ₂	Calificativo	Individuos	Calificativo
10 cm	0	No detectable	756	Alto
20 cm	0	No detectable	2478	Extremadamente alto
30 cm	0	No detectable	1120	Extremadamente alto



Figura 2. *Rotylenchulus* spp., hallado en suelo rizosférico del cultivo de tomate.

4. COMENTARIOS

- Fue hallado un género de nematodo fitopatógeno, identificado como: *Rotylenchulus* spp.
- En las muestras *Rotylenchulus* spp., estuvo en población calificada como alto en la muestra 10 cm y extremadamente alto en las muestras 20 cm y 30 cm. Este nematodo penetra parcialmente las raíces y rompen los tejidos. Finalmente, las raíces se necrosan. De esta manera, también facilita el ingreso de hongos radiculares, agravando el daño en las raíces.
- No fue hallado el nematodo fitopatógeno *Meloidogyne incognita*.

Chiclayo, 13 de abril del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú EIRL



ANEXO 5



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE SUELO RIZOFÉRICO DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1470

1. DATOS GENERALES:

1.1 Solicitante: CALDERON BACON JORGE LUIS

1.2 Muestra: Tomate

1.3 Muestra: Seis muestras de suelo rizosférico de tomate, codificados como:

Código	Método	Fase	Temperatura: °C	Exposición: horas	Profundidad: cm
Testigo	Solarización	-	-	3	10
		-	-	3	20
		-	-	3	30
Tratamiento	Inyección de vapor de agua	2°	46	-	20
		2°	47	-	10
		2°	48	-	30

1.4 Procedencia: Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

1.5 Fecha de recepción de muestras: 06 de mayo del 2022

1.6 Fecha de análisis de muestras: Del 07 de mayo al 17 de mayo del 2022

1.7 Diagnosticado por: Dr. Jorge A. Llontop Liaque

1.8 Contactos: Ing. Calderón Bacon Jorge Luis

E-mail: jlcal2204@hotmail.com

Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

Análisis bacteriológico de suelo

2.1 Preparación de dilución de suelo rizosférico

- Fue pesado 10 gramos de suelo y diluido en 90 mL de solución salina al 0,85% de NaCl, como dilución 10^{-1} .
- La siguiente dilución 10^{-2} fue obtenida transfiriendo 1 mL de la solución 10^{-1} en 9 mL de diluyente, se continuó diluyendo de manera similar hasta obtener la dilución 10^{-3} .

MZ- L. Lote 21. Urb. Villa Del Norte, CHICLAYO – PERÚ
+51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964



- Para el recuento se tomó una alícuota, de 0.1 mL de las diluciones de suelo (10^{-1} a 10^{-4}) y se sembró en superficie en medio agar Plate Count.
- Las placas fueron incubadas a 28 °C hasta por 48 horas.
- Fueron contadas colonias de bacterias desarrolladas.

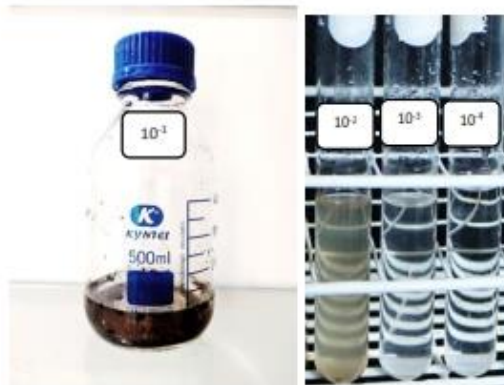


Figura 1. De las muestras de suelo rizosférico, fueron preparadas diluciones seriadas 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} con solución salina al 0,85% de NaCl. Las diluciones citadas, fueron vertidas en placas Petri con medio de cultivo agar Plate Count.

3. RESULTADOS

Desarrollo de colonias de bacterias en medio de cultivo agar Plate Count.

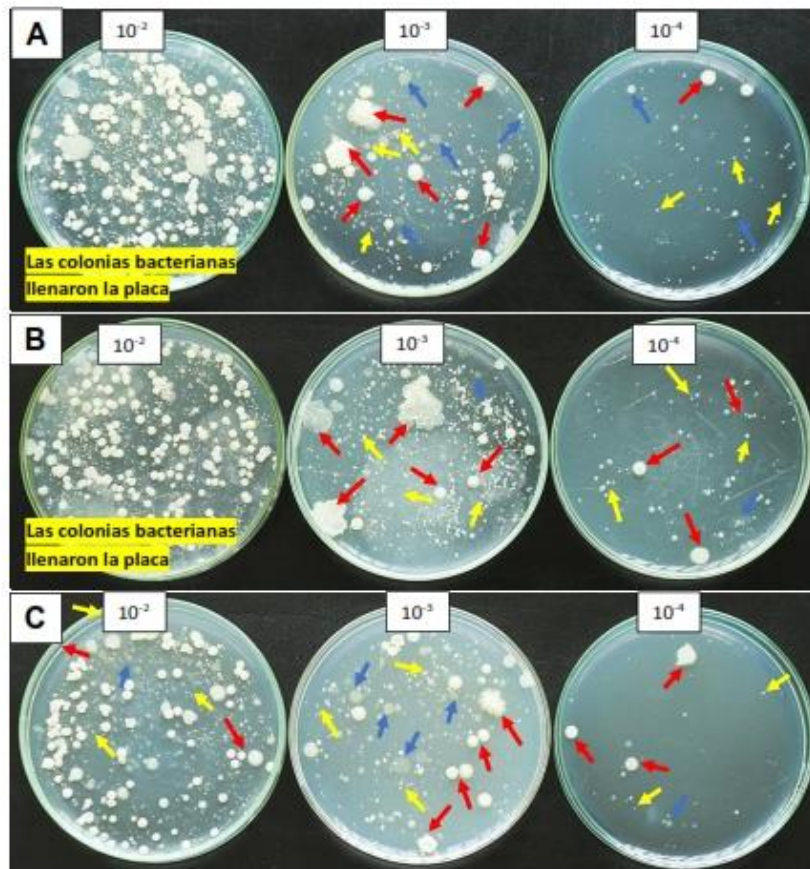


Figura 1. Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacteria desarrollados en medio agar Plate Count, en seis muestras de suelo de tomate, método de solarización. **A.** 10 cm **B.** 20 cm **C.** 30 cm. En todas las muestras desarrollaron bacterias del género *Bacillus* spp. (flechas rojas), *Micrococcus* spp. (flechas amarillas) y *Streptomyces* spp. (flechas azules)

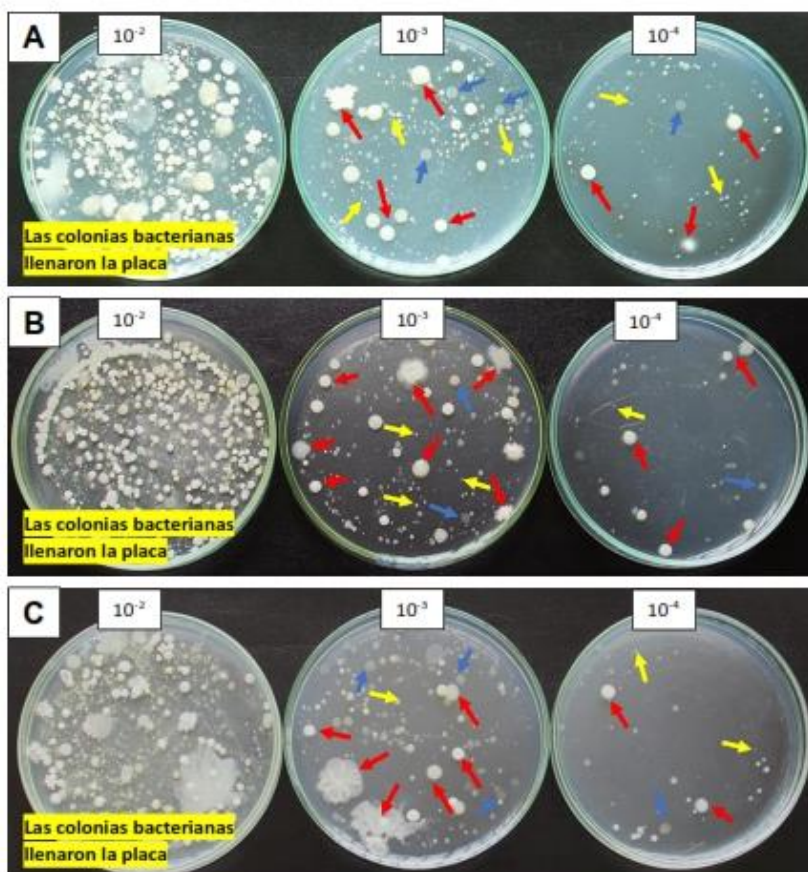


Figura 2. Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacteria desarrollados en medio agar Plate Count, en tres muestras de suelo de tomate, método de inyección de vapor de agua. **A.** 10 cm **B.** 20 cm **C.** 30 cm. En todas las muestras desarrollaron bacterias del género *Bacillus* spp. (flechas rojas), *Micrococcus* spp. (flechas amarillas) y *Streptomyces* spp. (flechas azules).

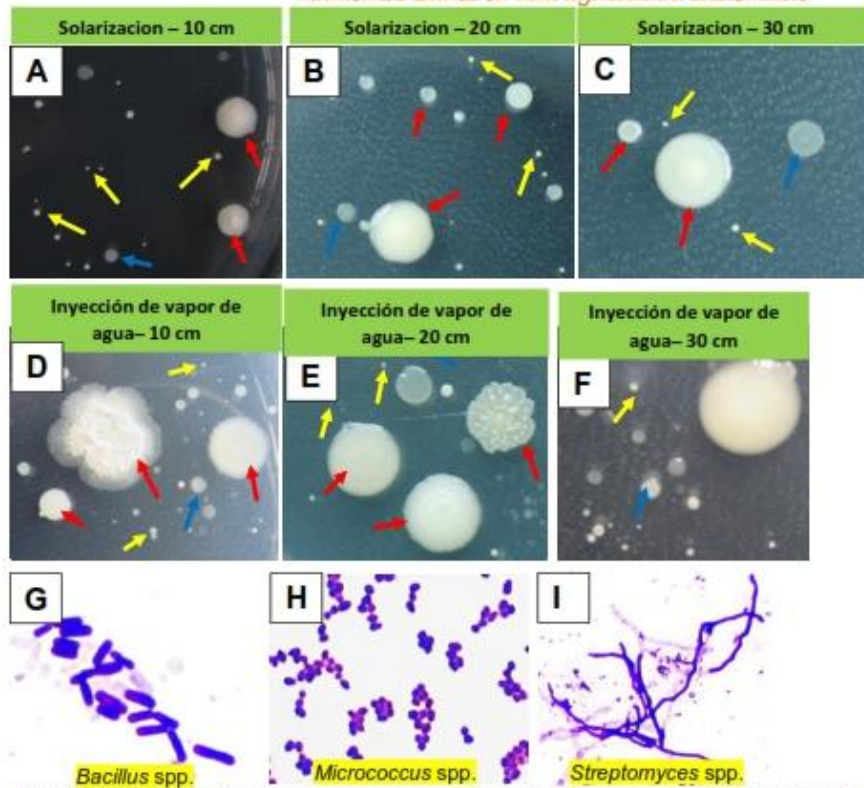


Figura 3. A – F. Principales morfotipos de colonias de bacterias desarrolladas en medio agar Plate Count, en seis muestras de suelo de tomate. G – I. Tinción Gram de bacilos Gram positivos de *Bacillus* spp. (flechas rojas), cocos Gram positivos de *Micrococcus* spp. (flechas amarillas) y bacterias filamentosas Gram positivas de *Streptomyces* spp. (flechas azules).

Cuadro 1. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/g), de bacterias desarrolladas en medio agar Plate Count, en seis muestras de suelo rizosférico del cultivo de tomate. Chiclayo, mayo de 2022.

Muestra	Método	Profundidad	Géneros de bacterias			Número total de bacterias
			<i>Bacillus</i> spp.	<i>Micrococcus</i> spp.	<i>Streptomyces</i> spp.	
Testigo	Solarización	10 cm	3.6×10^6	1.0×10^4	6.5×10^6	1.0×10^7
		20 cm	7.2×10^6	1.0×10^4	4.1×10^6	1.1×10^7
		30 cm	1.8×10^6	2.0×10^4	1.7×10^6	3.5×10^6
Tratamiento	Inyección de vapor de agua	10 cm	4.5×10^6	2.0×10^4	3.0×10^6	4.8×10^6
		20 cm	2.6×10^6	3.0×10^4	1.7×10^6	4.3×10^6
		30 cm	2.3×10^6	2.5×10^4	8.0×10^5	3.1×10^6

4. CONCLUSIONES

- Fueron hallados tres géneros de bacterias: De ellos, *Bacillus* spp., estuvo en mayor concentración en la muestra solarización a profundidad de 20 cm, inyección de vapor de agua a profundidad de 10 cm, solarización a profundidad de 10 cm, inyección de vapor de agua a profundidad de 20 cm, inyección de vapor de agua a profundidad de 30 cm y por último solarización a profundidad de 30 cm (7.2×10^6 , 4.5×10^6 , 3.6×10^6 , 2.6×10^6 , 2.3×10^6 y 1.8×10^6 UFC/g, respectivamente).
- La mayor concentración de bacterias fue hallada en la muestra solarización a profundidad de 20 cm (1.1×10^7).

5. COMENTARIOS

- Las bacterias del género *Bacillus*, *Micrococcus* y *Streptomyces*, son muy importantes en los suelos agrícolas, muchas de ellas son solubilizadoras de fosfatos solubilizadoras de potasio, promotoras de crecimiento vegetal, productoras de metabolitos de acción fungicida e insecticida, etc.



- La cantidad de bacterias halladas depende de muchos factores como son: la temporada, el tipo de suelo, la vegetación, el contenido de humedad, el tipo de labranza y fertilización.

Chiclayo, 18 de mayo del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú EIRL



ANEXO 6



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS MICOLÓGICO DE SUELO RIZOSFERICO DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1469

1. DATOS GENERALES:

1.1 Solicitante: CALDERON BACON JORGE LUIS

1.2 Cultivo: Tomate

1.3 Muestras: Seis muestras de suelo rizosférico de tomate, codificados como:

Código	Método	Fase	Temperatura: °C	Exposición: horas	Profundidad: cm
Testigo	Solarización	-	-	3	10
		-	-	3	20
		-	-	3	30
Tratamiento	Inyección de vapor de agua	2º	46	-	20
		2º	47	-	10
		2º	48	-	30

1.4 Procedencia: Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

1.5 Fecha de recepción de muestras: 06 de mayo del 2022

1.6 Fecha de análisis: Del 07 al 17 de mayo del 2022.

1.7 Diagnosticado por: Dr. Jorge A. Llontop Liaque

1.8 Contacto: Ing. Calderón Bacon Jorge Luis

E-mail: jlcal2204@hotmail.com

Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS

Análisis micológico de suelo en laboratorio

- De las muestras de suelo, fueron preparadas diluciones decimales: 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} , utilizando agua esterilizada como diluyente (Figura 1).
- Siembra, en medio de cultivo, de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . Medios de cultivo usados: Agar Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Agar Harina de Maíz (AHM).
- Incubación de las placas Petri en incubadora INCUCCELL (28°C).
- Identificación y recuento de los hongos desarrolladas en medio de cultivo.

MZ- L. Lote 21. Urb. Villa Del Norte, CHICLAYO – PERÚ
+51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964



Diagnóstico



Investigación



Capacitación



Asesoría

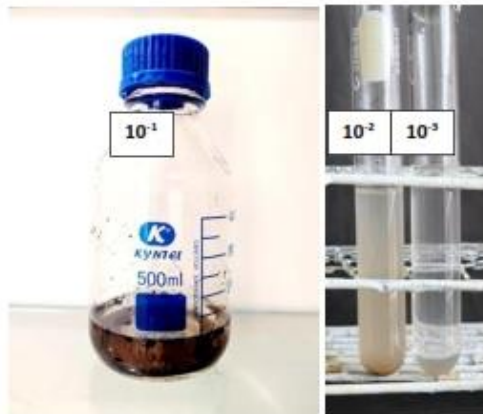


Figura 1. Diluciones seriadas 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} de muestras de suelo, utilizando agua esterilizada como diluyente. Las diluciones citadas, fueron vertidas en placas Petri conteniendo medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y Agar Harina de Maíz (AHM).

3. RESULTADOS.

3.1. Hongos patógenos hallados en muestras de suelo

Fusarium spp. (todas las muestras)

3.2. Hongos saprófitos hallados en muestras de suelo.

- *Aspergillus* spp. (todas las muestras)
- *Cladosporium cladosporioides*. (método de solarización a profundidad de 10 cm, 20 cm, 30 cm y método de inyección de vapor de agua a profundidad de 30 cm)
- *Penicillium* spp. (todas las muestras)
- *Rhizopus* spp. (todas las muestras)

3.3. Hongos benéficos hallados en muestras de suelo

No fueron hallados hongos benéficos.

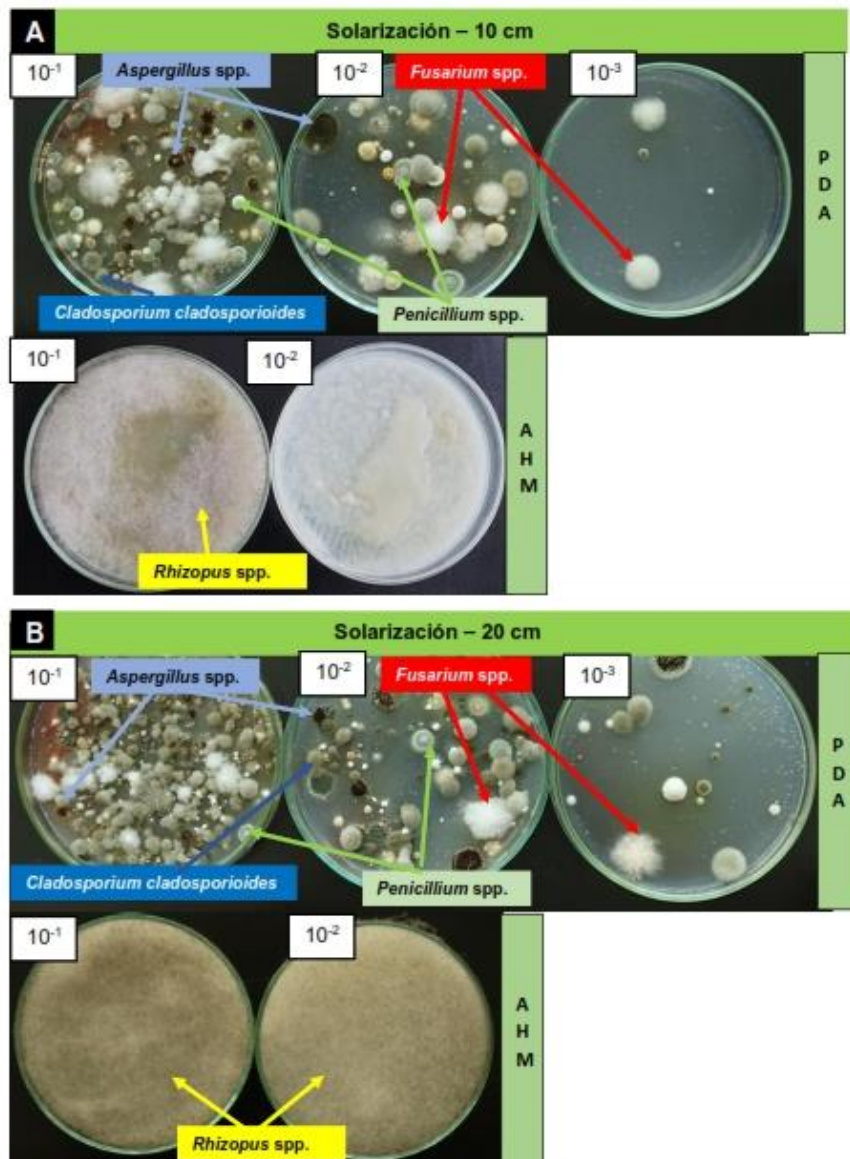


Figura 2. Colonias de hongos, desarrollados en medio de cultivo PDA, a partir de diluciones de suelo. En medio AHM, no desarrollaron Oomycetos del género *Phytophthora* spp. **A.** Solarización - 10 cm. **B.** Solarización - 20 cm.

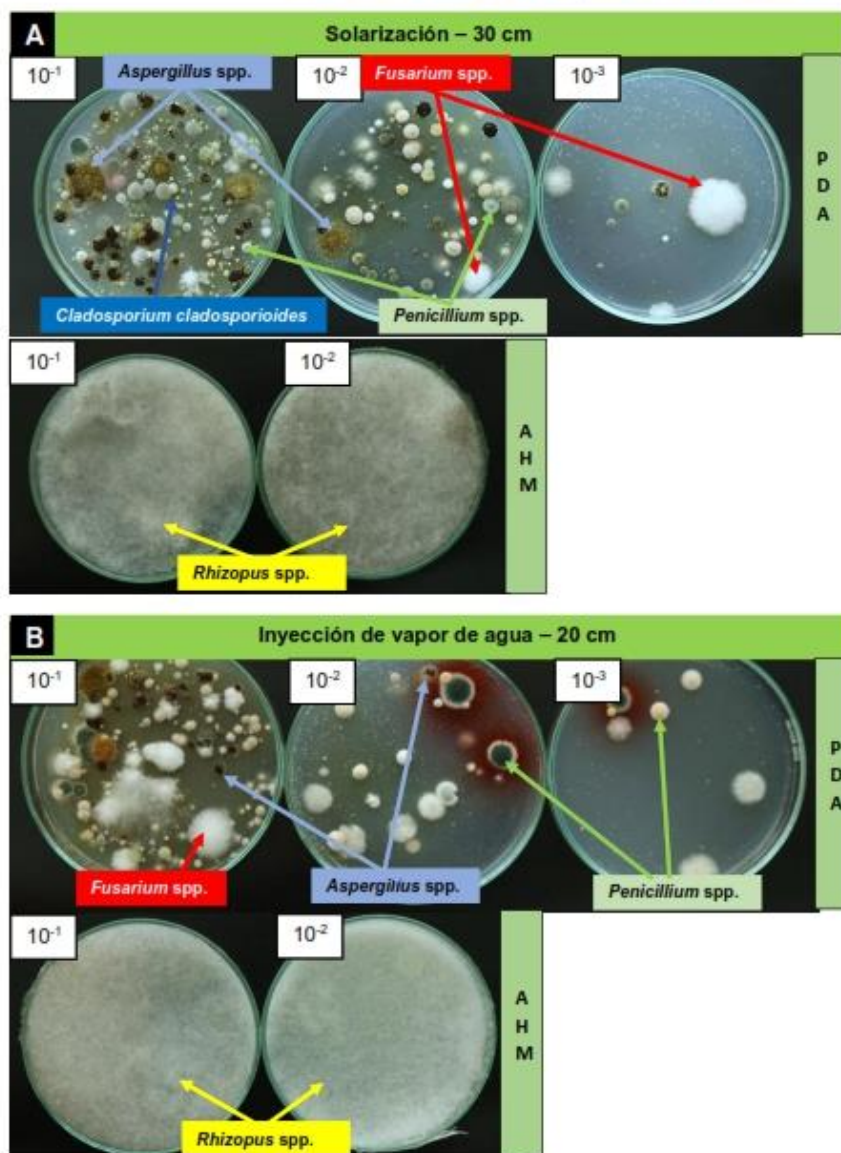


Figura 3. Colonias de hongos, desarrollados en medio de cultivo PDA, a partir de diluciones de suelo. En medio AHM, no desarrollaron Oomycetos del género *Phytophthora* spp. **A.** Solarización - 10 cm. **B.** Inyección de vapor de agua - 20 cm.

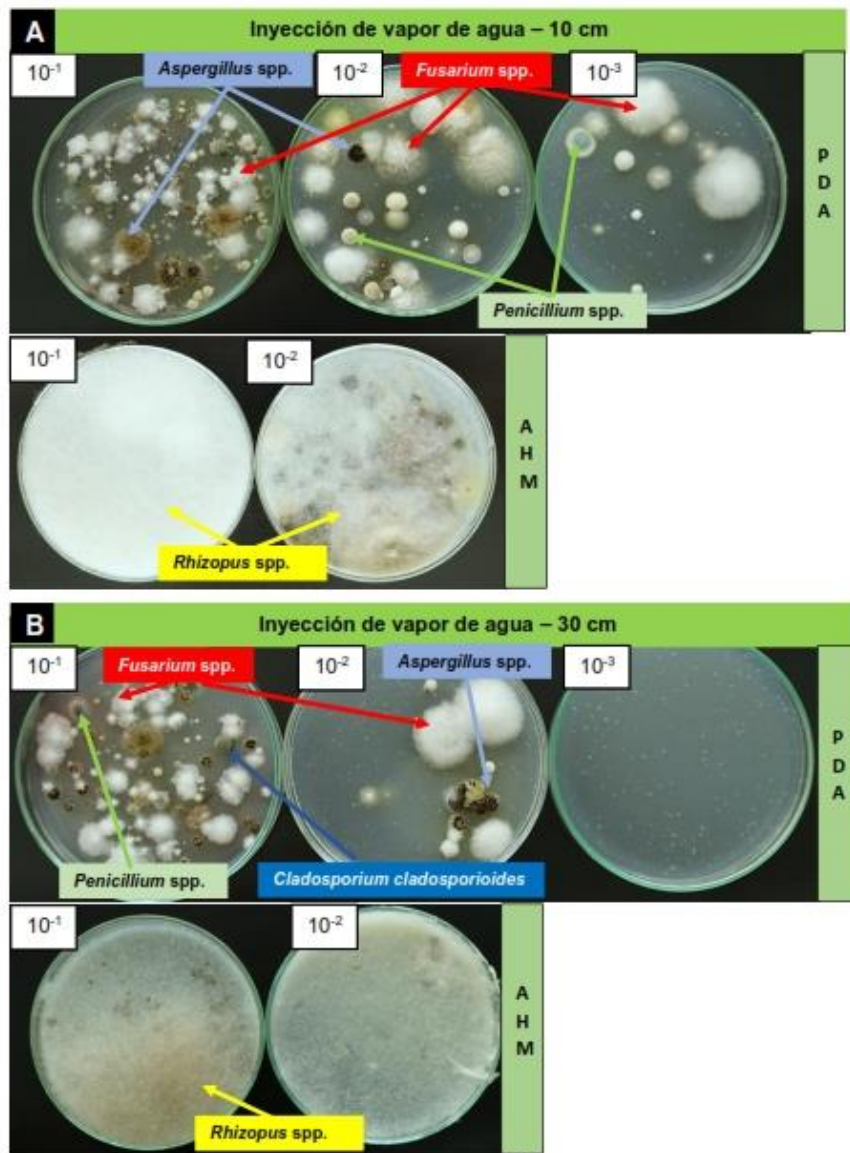


Figura 4. Colonias de hongos, desarrollados en medio de cultivo PDA, a partir de diluciones de suelo. En medio AHM, no desarrollaron Oomycetos del género *Phytophthora* spp. **A.** Inyección de vapor de agua - 10 cm. **B.** Inyección de vapor de agua - 30 cm.

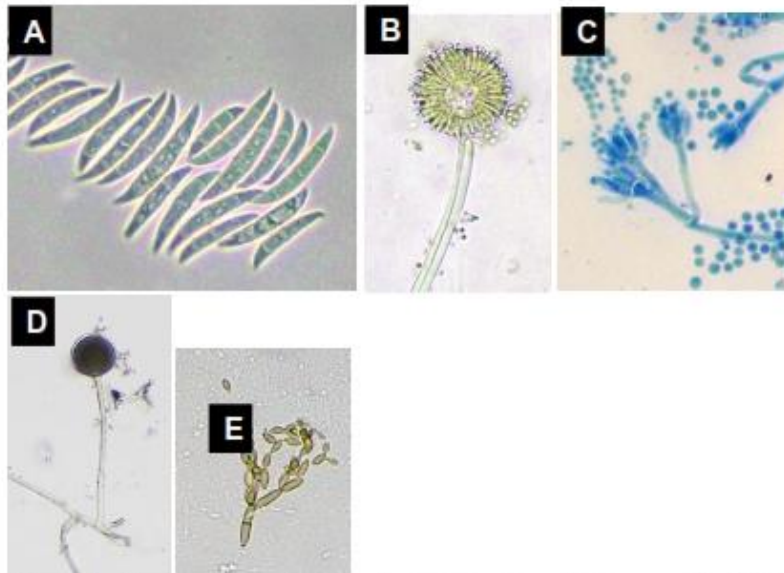


Figura 5. Estructuras reproductivas de hongos desarrollados en medio PDA. **A.** Macro y microconidios de *Fusarium* spp. **B.** Conidióforo y conidios de *Aspergillus* spp. **C.** Fiálides y conidios de *Penicillium* spp. **D.** Esporangios y esporangióforos de *Rhizopus* spp. **E.** Macro y microconidios de *Cladosporium cladosporioides*.

Cuadro 1. Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC/g), de hongos fitopatógenos, saprófitos y benéficos. Chiclayo, mayo del 2022.

Muestra	Fitopatógenos	Saprofito				Benéficos
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	
Solarización 10 cm	1.1×10^3	1.0×10^4	2.0×10^4	1.0×10^2	1.2×10^4	0
Solarización 20 cm	1.0×10^4	2.0×10^4	3.0×10^3	1.0×10^3	4.0×10^4	0
Solarización 30 cm	1.0×10^4	5.0×10^4	2.4×10^4	1.3×10^3	8.0×10^4	0
Inyección de vapor de agua – 20 cm	1.0×10^3	2.0×10^4	1.3×10^4	1.1×10^3	0	0
Inyección de vapor de agua – 10 cm	4.0×10^3	9.0×10^3	2.5×10^4	1.0×10^3	0	0
Inyección de vapor de agua – 30 cm	3.0×10^3	4.0×10^3	2.0×10^3	1.5×10^3	1.0×10^4	0

4. CONCLUSIONES

Fueron hallados los siguientes hongos:

- a) Muestra Solarización - 10 cm:
 - a1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - a2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium cladosporioides*, y *Rhizopus* spp.
 - a3) Benéficos: no fueron hallados.
- b) Muestra Solarización - 20 cm:
 - b1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - b2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium cladosporioides*, y *Rhizopus* spp.
 - b3) Benéficos: no fueron hallados.



- c) Muestra Solarización - 30 cm:
- c1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - c2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium cladosporioides*, y *Rhizopus* spp.
 - c3) Benéficos: no fueron hallados.
- d) Muestra Inyección de vapor de agua - 20 cm:
- d1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - d2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., y *Rhizopus* spp.
 - d3) Benéficos: no fueron hallados.
- e) Muestra Inyección de vapor de agua - 10 cm:
- e1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - e2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., y *Rhizopus* spp.
 - e3) Benéficos: no fueron hallados.
- f) Muestra Inyección de vapor de agua - 30 cm:
- f1) Fitopatógenos: *Fusarium* spp.
 - f2) Saprófitos: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium cladosporioides*, y *Rhizopus* spp.
 - b3) Benéficos: no fueron hallados.

En todas las muestras no fue hallado el Oomyceto *Phytophthora* spp.

5. COMENTARIOS

- Especies del hongo *Fusarium*, pueden causar lesión vascular en cuello y raíces de tomate.
- *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp. y *Rhizopus* spp., son hongos saprófitos comunes en suelo, participan en la descomposición aeróbica de la materia orgánica del suelo.

Chiclayo, 18 de mayo del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú EIRL

MZ- I. Lote 21. Urb. Villa Del Norte, CHICLAYO – PERÚ
+51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964



Diagnóstico



Investigación



Capacitación



Asesoría

ANEXO 7



Servicio de Diagnóstico, Investigación, Capacitación y Asesoría en Sanidad Vegetal.
www.fitosanidadperu.com.pe
contacto@fitosanidadperu.com.pe  
Alimentos sanos en una agricultura sustentable.

ANÁLISIS NEMATOLÓGICO DE SUELO DEL CULTIVO DE TOMATE

INFORME LAB1471

1. DATOS GENERALES:

1.1. **Solicitante:** CALDERON BACON JORGE LUIS

1.2. **Cultivo:** Tomate

1.3. **Muestra:** Seis muestras de suelo de tomate, codificadas como:

Código	Método	Fase	Temperatura: °C	Exposición: horas	Profundidad: cm
Testigo	Solarización	-	-	3	10
		-	-	3	20
		-	-	3	30
Tratamiento	Inyección de vapor de agua	2º	46	-	20
		2º	47	-	10
		2º	48	-	30

1.4. **Procedencia:** Distrito Monsefú, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque.

1.5. **Fecha de recepción de muestras:** 06 de mayo del 2022

1.6. **Fecha de análisis:** Del 07 al 17 de mayo del 2022.

1.7. **Diagnosticado por:** Dr. Jorge A. Llantop Llaque

1.8. **Contacto:** Ing. Calderón Bacon Jorge Luis

E-mail: jcal2204@hotmail.com

Cel: 979649505

2. METODOLOGÍA

2.1 Para extracción de juveniles de *Meloidogyne incognita* y otros nematodos fitopatógenos

- Tamizado, centrifugado y flotación de juveniles en solución saturada de azúcar.
- De cada muestra de suelo fueron tomadas tres sub muestras de 100 g cada una. El resultado es el promedio de las tres submuestras.

FITOSANIDAD PERU E.I.R.L. - RUC 20601671990

MZ- L. Lote 21, Urb. Villa Del Norte, CHICLAYO – PERÚ

+51 074-627401 - Cel: +51 97-9117964

Banco de Crédito del Perú CC: 305-2353482-0-52 CCI: 00230500235348205219



Diagnóstico



Investigación



Capacitación



Asesoría

3. RESULTADOS

Cuadro 1. Número de juveniles (J₂) en 100 g de suelo y número de individuos de otros nemátodos fitopatógenos, en el cultivo de tomate. Chiclayo, mayo del 2022.

Código	Método	Fase	Temperatura	Horas de exposición	Profundidad	<i>Meloidogyne incognita</i>		<i>Rotylenchulus spp.</i>	
						J ₂	Calificativo	Individuos	Calificativo
Testigo	Solarización	-	-	3	10	70	Moderado	84	Moderado
		-	-	3	20	47	Moderado	28	Bajo
		-	-	3	30	21	Bajo	0	No detectable
Tratamiento	Inyección de vapor de agua	2°	46	-	20	112	Alto	98	Moderado
		2°	47	-	10	70	Moderado	87	Moderado
		2°	48	-	30	61	Moderado	51	Moderado



Figura 1. Nemátodos fitopatógenos hallados en dos muestras de suelo tomate. **A.** *Meloidogyne incognita*. **B.** *Rotylenchulus* spp.

4. COMENTARIOS

4.1 Juveniles (J₂) y huevos de *Meloidogyne incognita*

- La población de J₂, fue calificada como alto en las muestras con método de solarización a profundidad de 10 cm y 20 cm y en método inyección de vapor de agua a profundidad de 10 cm y 30 cm; como bajo en método de solarización a profundidad de 30 cm y como alto en método de inyección de vapor de agua a profundidad de 20 cm.
- En todas las muestras, la población de J₂, estuvo sobre el Límite de Tolerancia al Daño (LTD) y sobre del Umbral de Daño económico (UDE).
- El Límite de Tolerancia al Daño (LTD), es aquella población del nematodo que produce una ligera pérdida del rendimiento de tomate, pero no es significativa. El dato referencial para este nematodo es: LTD = 2 individuos/100 g suelo.
- El Umbral de Daño Económico (UDE), es aquella población del nematodo que produce pérdidas de rendimiento significativas en tomate, si es que este nematodo no es controlado inmediatamente en forma eficaz. El dato referencial del UDE para este nematodo es 20 individuos/100 g suelo.

4.2 Población de otros nemátodos fitopatógenos encontrados.

Rotylenchulus spp., estuvo en población calificada como moderado en las muestras con método de solarización a profundidad de 10 cm y en método inyección de vapor de agua a profundidad de 10 cm, 20 cm y 30 cm; como bajo en método de solarización a profundidad de 20 cm y como no detectable en método de solarización a profundidad de 30 cm.

Este nematodo penetra parcialmente las raíces y rompen los tejidos. Finalmente, las raíces se necrosan. De esta manera, también facilita el ingreso de hongos radiculares, agravando el daño en las raíces.

Chiclayo, 18 de mayo del 2022.



Dr. Jorge A. Llontop Llaque
Fitopatólogo
Fitosanidad Perú EIRL

Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefú en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	bibliotecavirtualesenior.es Fuente de Internet	1%
4	aulavirtual.agro.unlp.edu.ar Fuente de Internet	1%
5	www.revistas.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
6	"ANÁLISIS DE SISTEMAS DE CONVECCIÓN EN EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE SUELOS O SUSTRATOS AGRÍCOLAS PARA SU DESINFECCIÓN EN CONTINUO", 'Universitat Politecnica de Valencia' Fuente de Internet	<1%
7	calorsolar.mx Fuente de Internet	



Dr. Oscar W. Neciosup Obando
Asesor

		<1 %
8	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
9	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	revistas.chapingo.mx Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uea.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositoriodspace.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	<1 %
16	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
17	ovacen.com Fuente de Internet	<1 %



Dr. Oscar W. Neciosup Obando
Asesor

18	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.udec.cl Fuente de Internet	<1 %
20	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
23	es.electricaltest.cn Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Oscar W. Neciosup Obando
Asesor

ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

YO, OSCAR WILLIAM NECIOSUP OBANDO, usuario revisor del documento titulado:

“Cuantificar la eliminación de fitopatógenos del tomate en suelos de una parcela en Monsefú en el primer semestre del 2022, usando el método de inyección de vapor de agua”.


Cuyo autor es, Mag. RODRIGUEZ LA BARRERA, ALEJANDRO WILSON

Identificado con documento de identidad 18040331; declaro que la evaluación realizada por Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 0 9 %, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 28 de noviembre del 2023



OSCAR WILLIAM NECIOSUP OBANDO

DNI: 17898187

ASESOR



ALEJANDRO W. RODRIGUEZ LA BARRERA

DNI: 18040331

AUTOR