

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA**

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

**Organismos microbianos rizosféricos presentes en un sistema
sustentable, en Tlaxcala, México**

Prestador de Servicio Social

María de Lourdes Antonio Pallares

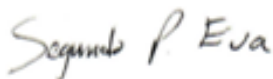
2153060463

Asesores:



Asesor interno: Dr. David Montiel Salero

Número económico: 10847



Asesor externo: M en C. Eva Segundo Pedraza

Número económico: 37419

Sitio de realización: Laboratorio de fitopatología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Fecha de inicio y término: 26 de agosto 2019 al 26 de febrero de 2020

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	SISTEMA SUSTENTABLE.....	6
2.2.	MICROORGANISMOS DEL SUELO.....	6
2.2.1.	NEMATODOS.....	6
2.2.2.	MICORRÍZAS.....	7
2.2.3.	BACTERIAS.....	8
2.2.4.	HONGOS.....	9
3.	OBJETIVOS TEMPORALMENTE DIMENSIONADOS.....	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
4.	METAS.....	11
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1.	MUESTRAS DE SUELO.....	11
5.2.	DETERMINACIÓN DE HONGOS.....	11
5.3.	DETERMINACIÓN DE MICORRÍZAS.....	¡Error! Marcador no definido.
5.4.	AISLAMIENTO DE BACTERIAS.....	12
5.5.	EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE NEMATODOS.....	12
5.6.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	13
6.	OBJETIVOS ALCANZADOS.....	13
6.1.	OBJETIVO GENERAL.....	13
6.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13

7.	METAS ALCANZADAS	13
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS	14
9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
9.1.	BACTERIAS.....	14
9.2.	NEMATODOS	16
9.3.	HONGOS FITOPATÓGENOS.....	18
10.	CONCLUSIONES	19
11.	PERSPECTIVAS	19
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura sustentable tiene como objetivo, mantener la productividad del suelo, cumplir con abastecimiento de alimentos para la población humana y preservar el potencial de los recursos naturales presentes en el suelo y la naturaleza, además de continuar siendo un sitio dinámico representado por una gran diversidad de microorganismos (CIMMYT, 2016). Los microorganismos pueden ser nematodos, bacterias y hongos entre otros. Algunos de estos organismos son causantes de enfermedades en las plantas, mismos que ocasionan bajos rendimientos en los cultivos o la pérdida total de los mismos, hechos que finalmente pueden ser traducidos en pérdidas económicas. Otros que coexisten junto con estos, son los microorganismos simbióticos como las micorrizas que establecen una interacción mutualista con la planta, misma que se refleja en un aprovechamiento con mayor eficiencia de la absorción del agua y nutrimentos especialmente fósforo (P) y nitrógeno (N), o bien como una forma emergente de protección antagónica contra agentes patogénicos (FAO, 2015). En el caso de los nematodos fitoparásitos existen registros de pérdidas anuales de entre el 11 y el 14 % en cultivos como leguminosas, granos, caña de azúcar, papa, hortalizas, entre otros cultivos (Agrios, 2007).

La calidad y dinámica del suelo puede cambiar a corto, mediano o largo plazo de acuerdo con las prácticas agrícolas empleadas. Para poder identificar la calidad del suelo, existen tres indicadores principales: I. Físicos, II. Químicos, III. Biológicos (Navarrete et al., 2011). Los indicadores biológicos del suelo particularmente, se relaciona estrechamente con la descomposición o transformación de la materia orgánica, la cual es realizada por estas poblaciones de microorganismos presentes en el suelo (bacterias, hongos y nematodos entre otros) (Gliessman, 2002).

Por consiguiente, el estudio de los microorganismos presentes en el suelo refleja la diversidad y abundancia de poblaciones involucradas en estos procesos biológicos y entre ellos están incluidos los microorganismos patogénicos y benéficos del sistema, mismos que pudieran afectar de una forma positiva o negativa el rendimiento de los cultivos y el equilibrio de las poblaciones presentes en el suelo. En la agricultura de conservación o considerada como sustentable, hipotéticamente

estas poblaciones deben ser abundantes y diversas, un ejemplo de ello es la zona agrícola de la Comunidad Vicente Guerrero, ubicada en el municipio Españita, en el estado de Tlaxcala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema sustentable

Se refiere a un sistema de producción que tiene “la aptitud de mantener su productividad y ser útil a la sociedad a lo largo plazo, cumpliendo los requisitos de abastecer adecuadamente de alimentos” (CIMMYT, 2016) adicional al desarrollo económico y el interés por aspectos ambientales y sociales. La agricultura sustentable debe promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y de los recursos naturales (FAO, 2015).

De acuerdo con la FAO, la sustentabilidad debe de cumplir con cinco principios:

- I: Mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.
- II: Acciones directas para conservar proteger y mejorar los recursos naturales.
- III: La agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social insostenible.
- IV: Debe aumentar la resiliencia de las personas, comunidades y de los ecosistemas, sobre todo al cambio climático y a la volatilidad del mercado.
- V: Buena gobernanza.

2.2 Microorganismos del suelo

Los microorganismos del suelo y en específico los destinados a la producción agrícola, son pocas veces estudiados. En algunos casos, muestras de suelo son analizadas hasta que se presentan algunos signos y síntomas de enfermedades que se manifiestan en los cultivos establecidos.

2.2.1 NEMATODOS

Los nematodos son organismos multicelulares más numerosos presentes en los agrosistemas (Andrés, 2003). La palabra nematodos, proviene de los vocablos griegos “nema” que significa “hilo” y “eidés” u “oídos u oídos” que significa con aspecto de”. Tienen forma de anguila y al corte transversal se observan redondos, presentan cuerpos lisos no segmentados y carecen de apéndices (Agrios, 2007).

Estos organismos poseen simetría bilateral, con sistemas fisiológicos similares a los de los animales superiores, son pequeños, de una longitud variable que oscila entre 300 a 1000 μm , por 15 a 35 μm de ancho, presentan una forma cilíndrica y delgada, excepto a los géneros quísticos en los cuales las hembras en su estado maduro de desarrollo sufren una metamorfosis y adoptan formas de “limón”, “riñón” o esférica (Agrios, 2007).

Los nematodos del suelo se clasifican en: saprófagos y fitoparásitos. Aunque ambos pueden ejercer un impacto en la producción agrícola, los nematodos fitoparásitos constituyen el grupo más importante por el daño que puede causar a ciertos cultivos dentro de los que destacan, tomate, plátano, cacahuate, tabaco, café, cacao, algodón, soja, entre otros (Andrés, 2003).

Los nematodos fitoparásitos, dependiendo el género, tienen en la región anterior (cabeza) un estilete hueco (estomatoestilete u odontoestilete) pero existen unos con estilete modificado (onquioestilete). La función del estilete es penetrar las células de las plantas y a través de él, extraer los nutrientes, lo cual provoca deficiencias reconocidas como síntomas de enfermedades a las plantas. Los nematodos que parasitan el sistema radical de las plantas se dividen en ectoparásitos, endoparásitos y semi-endoparásitos, donde los machos generalmente son migrantes y las hembras migrantes o sedentarias según su movilidad (Guzmán, 2012).

2.2.2 Micorrizas

La gran mayoría de las angiospermas que crecen en la naturaleza son siempre colonizadas por hongos simbióticos conocidos como micorrizas, que provocan un beneficio en las mismas (Cerviño, 2019). Las micorrizas son una propiedad emergente que representan a la asociación entre ciertos hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las familias de plantas que habitan la tierra (Conway y Bagyaraj, 2000). En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares) y un microhábitat para completar su ciclo de vida, mientras que el hongo a su vez, le permite a la planta un aumento en la superficie de contacto, una mejor captación de agua, mejora en sus sistema hídrico y una mayor captación de

minerales que en algunos casos la planta no tiene la capacidad de aprovechar a pesar de estar disponibles; además, las raíces presentarán cierta resistencia a las infecciones, por la capacidad antagónica de estas en contra de algunos hongos patógenos presentes en el suelo, tales como *Phytophthora*, *Pythium* y *Fusarium* (Sieverding, 1991; Puelete, 2016).

Existen tres tipos de micorrizas las cuales se distinguen por la forma en que las hifas de los hongos se encuentran dispuestas dentro de los tejidos corticales al colonizar las raíces: Las Ectomicorrizas asociadas principalmente con plantas de interés forestal, Ectendomicorriza que se encuentran en algunas plantas silvestres y las Endomicorrizas principalmente se presentan en plantas de importancia agrícola (Sieverding, 1991; Agrios, 2007). Las esporas de estos se caracterizan por la morfología de la pared de la espora, la forma de las hifas sustentora, el color y los escudos de germinación que presentan (Sieverding, 1991).

2.2.3 Bacterias

Son microorganismos unicelulares, procariontes que tienen una membrana celular y una pared celular rodeando al citoplasma; este último contiene pequeños ribosomas y material genético disperso y ausencia o uno o más flagelos. Las bacterias fitopatógenas, causan síntomas generalmente asociados al tejido vascular de las plantas y son los procariontes fitopatógenos que mejor se conocen. Las bacterias se clasifican de acuerdo con su morfología, forma de respiración, reacción a la tinción Gram y forma de sobrevivencia (Agrios, 2007).

Parte I: Cocos y bacilos aerobios Gram negativos

Familia: Pseudomonadaceae

Géneros: *Pseudomonas* Bacterias en forma de bacilo, que tienen uno o varios flagelos polares y que forman colonias blancas o amarillas; *Xanthomonas*: Bacterias en forma de bacilo con un solo flagelo polar y que forman colonias amarillas; *Xylella*: Bacterias en forma de bacilo y, que, bajo algunas condiciones de cultivo, son filamentosas. No móviles, carecen de flagelos y no son pigmentadas. Viven en el xilema de los tejidos de las plantas.

Familia: Rhizobiaceae

Género: *Agrobacterium*: Bacilos que poseen flagelos laterales y forman colonias blancas.

Parte II: Bacilos anaerobios facultativos Gram negativos

Familia: Enterobacteriaceae

Género: *Erwinia*: Bacterias con flagelos peritricos y forman colonias amarillas o blancas.

Parte III: Bacilos de forma irregular, Gram positivos y que no forman esporas.

Géneros: *Clavibacter*: Comprende a la mayoría de las bacterias fitopatógenas. Son bacilos Gram positivos, no móviles que con frecuencia se ordenan en agregaciones en forma de V o Y cuando envejecen.

Parte IV: Actinomicetos: bacterias que forman filamentos ramificados.

Géneros: *Streptomyces*: Bacterias Gram positivas que forman micelios filamentosos, aéreos y cadenas de conidios no móviles.

2.2.4 Hongos

La comunidad fúngica comprende a organismos de tamaños variados productores de esporas, en algunos casos macroscópicos y en otros microscópicos, eucarióticos, en forma de filamentos ramificados llamadas hifas, que carecen de clorofila y que en sus paredes celulares contiene quitina, hemicelulosa o ambos (Agrios, 2007).

Todas las plantas son atacadas por algún tipo de hongo y cada uno de los hongos parásitos ataca a uno o más tipos de plantas. Algunos hongos crecen y se reproducen sólo cuando establecen una asociación con la planta hospedante, “parásitos obligados o biótrosos”, también se encuentran hongos que solo necesitan de la planta en cierta parte de su ciclo de vida “parásitos no obligados” (Agrios, 2007).

Dentro de los géneros que más comunmete causan enfermedades en las plantas, o que actúan como organismos oportunistas encontramos a: *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, entre otros (Juárez et al., 2010).

Los hongos tienen un soma vegetativo que consta de sólo una pequeña parte del filamento microscópicos con paredes celulares definidas y con la capacidad de reproducirse y formar filamentos alargados y ramificados tanto continuos y multinucleados o tabicados llamados hifas, mismas que puede tener un grosor uniforme o terminar en porciones más delgadas o anchas. El conjunto de hifas da origen a un algodoncillo que se le denomina micelio (Agrios, 2007).

El conjunto de micelios da origen a un pseudotejido denominado estroma, mismo que en conjunto dan origen a formas conocidas como cuerpos fructíferos. La reproducción de los hongos puede ser sexual o asexual; la sexual es gametangial (ascosporas y basidiosporas) y la asexual es vegetativa o mediante esporas (conidiosporas, zoosporas y esporangiosporas) sin intervención de meiosis, las cuales son estructuras reproductoras o especializadas y más comunes para la propagación de los hongos (Agrios, 2007).

3. OBJETIVOS TEMPORALMENTE DIMENSIONADOS

3.1 Objetivo General

Describir la diversidad y abundancia de microorganismos presentes en el suelo de un sistema agrícola bajo manejo sustentable (micorrizas, nematodos filiformes, hongos microscópicos y bacterias) en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

3.2 Objetivo Específico

Aislar e identificar la población de microorganismos presentes en suelo bajo un sistema agrícola de manejo sustentable, en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

Determinar y cuantificar la población de microorganismos presentes en suelo bajo un sistema agrícola de manejo sustentable, en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

4. METAS

En la presente investigación se han establecido las siguientes metas:

1. Conocer y aplicar la técnica combinada de Cobb y embudo de Bermann para la extracción de nematodos filiformes presentes en el suelo.
2. Conocer y aplicar la técnica tamizado húmedo y centrifugado en gradiente de sacarosa para la extracción de micorrizas vesículo arbusculares.
3. Reconocer las principales regiones anatómicas de los nematodos filiformes, bacterias, hongos filiformes y micorrizas para su identificación.
4. Aportar información del seguimiento a la dinámica de los microorganismos del suelo en la comunidad Vicente Guerrero.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizará en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

5.1 Muestras de suelo

El sitio de muestreo se ubicó en la comunidad Vicente Guerrero, municipio de Españita en el estado de Tlaxcala. La parcela de estudio fue seleccionada por el representante de la comunidad. Las muestras de suelo fueron obtenidas a una profundidad de 30 cm, colectando aproximadamente 1 Kg en cada caso. El suelo se colocó en bolsas de polietileno, mismas que fueron etiquetadas y preservadas en refrigeración a 4 °C hasta su análisis.

5.2 Determinación de hongos

Para el aislamiento de hongos y bacterias se utilizó el método propuesto por Montiel et al. (2016) con algunas modificaciones, donde se pesó una muestra de suelo de 10 g y se vertió en un matraz con 90 mL en una solución de agua peptonada al 1%;

después de 30 minutos en agitación constante se tomó una alícuota de 10 μL de la solución y se vertió sobre una placa con medio de cultivo nutritivo Papa Dextrosa Agar (PDA), con ayuda de una varilla de Drigarsky la alícuota se distribuyó en toda la superficie de la placa. Las placas fueron incubadas a temperatura constante de 26 a 28 °C durante tres días. Después de tres días en incubación, cada 24 h se revisaron las colonias desarrolladas para determinar a los hongos presentes con base en las estructuras de esporulación esporas. La determinación se realizó mediante laminillas temporales teñidas con una solución de lactofenol azul de algodón al 1% y con ayuda de un microscopio compuesto de campo claro, la identificación se realizó con apoyo en claves especializadas.

5.3 Aislamiento de bacterias

En éste caso se utilizó el método de aislamiento propuesto por Montiel et al. (2016) con algunas modificaciones, donde se pesó una muestra de suelo de 10 g y se vertió en un matraz con 90 mL de una solución de agua peptonada al 1%; después de 30 minutos en agitación constante se tomará una alícuota de 10 μL de la solución y se verterá sobre una placa con medio de cultivo nutritivo PDA, medio para *Pseudomona*; con ayuda de una varilla de Drigarsky la alícuota fue distribuida en toda la superficie. Las placas fueron incubadas a temperatura constante de 28 a 30 °C. Después de 24 h se realizó el conteo de colonias bacterianas.

Para la descripción de colonias, se utilizó la técnica de dilución seriada a partir de una solución obtenida de las colonias desarrolladas en cada una de las placas. La dilución 10^{-5} será sembrada en medio para *Pseudomona*; las colonias con características visiblemente diferentes fueron caracterizadas macro y microscópicamente (Montiel et al., 2016).

5.4 Extracción e identificación de nematodos

La muestra de suelo fue procesada con la técnica combinada de tamizado de Cobb y embudo de Baerman (Montiel et al., 2016) y la extracción se realizó pescando uno en uno los nematodos presentes en la solución de suelo procesada; cada individuo fue colocado en un portaobjeto para realizar su identificación bajo microscopio

compuesto de campo claro y objetivos de 4, 10 y 40X. La población de nematodos por género se calculó con la siguiente fórmula (Montiel et al., 2016).

$$\text{PNG}=\text{NNG}/\text{TN}$$

Donde:

NG: Proporción de nematodos por género

NNG: número de nematodos por género

TN: Número total de nematodos colectados

5.5 Análisis de información

Todos los datos serán capturados en una hoja de Microsoft Excel versión 2010, los porcentajes de cada población serán representados en gráficas de barras o pastel.

6. OBJETIVOS ALCANZADOS

6.1 Objetivo General

Identificación y cuantificación de poblaciones de microorganismos presentes en el suelo de un sistema agrícola bajo manejo sustentable (hongos micorrízicos, nematodos, hongos y bacterias) en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

6.2 Objetivo Específico

Identificar la población de microorganismos presentes en suelo bajo un sistema agrícola de manejo sustentable, en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

Cuantificar la población de microorganismos presentes en suelo bajo un sistema agrícola de manejo sustentable, en la comunidad Vicente Guerrero, Tlaxcala.

7. METAS ALCANZADAS

Dentro de las metas alcanzadas se logró: 1. Conocer y aplicar la técnica combinada de Cobb y embudo de Bermann para la extracción de nematodos filiformes presentes en el suelo; así como la identificación de distintas poblaciones de nematodos. 2. De igual forma se realizó la identificación de las poblaciones fúngicas y bacterianas; donde se aplicó la técnica de aislamiento. 3. Se continuó con la

información del seguimiento de los microorganismos del suelo en la comunidad Vicente Guerrero.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se obtuvo el conocimiento teórico y práctico para la aplicación de técnicas de extracción de nematodos filiformes presentes en el suelo, así como el aislamiento de bacterias, hongos filamentosos. Se logró la aplicación de los taxonómicos para el montaje y reconocimiento de cada microorganismo encontrado (nematodos, bacterias, hongos).

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los factores que mayor número de enfermedades provocan en las plantas, están los microorganismos, algunos de ellos encontrados en la rizosfera; donde resaltan bacterias, nematodos y hongos, entre otros (Martínez-Ruiz et al., 2016).

9.1 Bacterias

Ciertas bacterias patógenas que están relacionadas directamente con las enfermedades encontradas en el cultivo de maíz como *Erwina* spp., *Pseudomonas* spp. y *Xanthomonas* spp. De los dos primeros agentes causales encontrados, ambos se difunden rápidamente por el tejido vascular de las plantas, y se pueden determinar con base en los síntomas que provocan como son: tallos que adoptan un color marrón, húmedos, blandos, delgados, y que se rompen facilidad, además característicamente la descomposición bacteriana produce un olor desagradable. En el caso de las *Xanthomonas* spp., estas producen marchitamiento y es una bacteria que no puede infectar en las primeras etapas de desarrollo de la planta, por lo que su manifestación se lleva a cabo de forma tardía y se presenta en las hojas, donde desarrolla manchas foliares en forma de lesiones acuosas y deprimidas. (Risupudan L. Paliwal, 2010).

La morfología encontrada en las colonias bacterianas aisladas del suelo y desarrolladas sobre el medio PDA, fueron de tonalidades amarillentas, y rosáceas con forma circular y puntiforme, con bordes ondulados con elevación convexa y con

superficies brillantes. Sin embargo, algunas colonias bacterianas se pudieron observar colonias translucidas, puntiformes, circulares y con una textura opaca (Cuadro 1) (Figura 1).

Cuadro 1. Aspectos morfológicas ce bacterias aisladas aisladas del suelo.

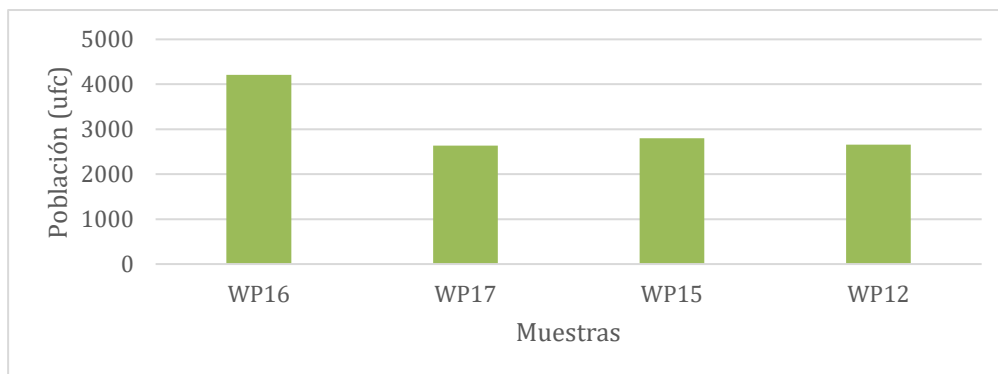
Característica	Muestra	WP12	WP15	WP16	WP17
Forma		Circular	Circular	Puntiforme	Circular
Borde		Entero	Ondulado	Entero	Ondulado
Elevación		Convexa	Convexa	Convexa	Elevada
Superficie		Cremosa	Brillosa	Amarillenta/ cremosa	Mate

De acuerdo con Zambrano (2014) una de las bacterias que corresponde a estas características morfológicas es el género *Xanthomonas*.



Figura 1. Aspectos comunes de diversas colonias bacterianas aisladas en el medio PDA, con sus características húmedas y brillantes.

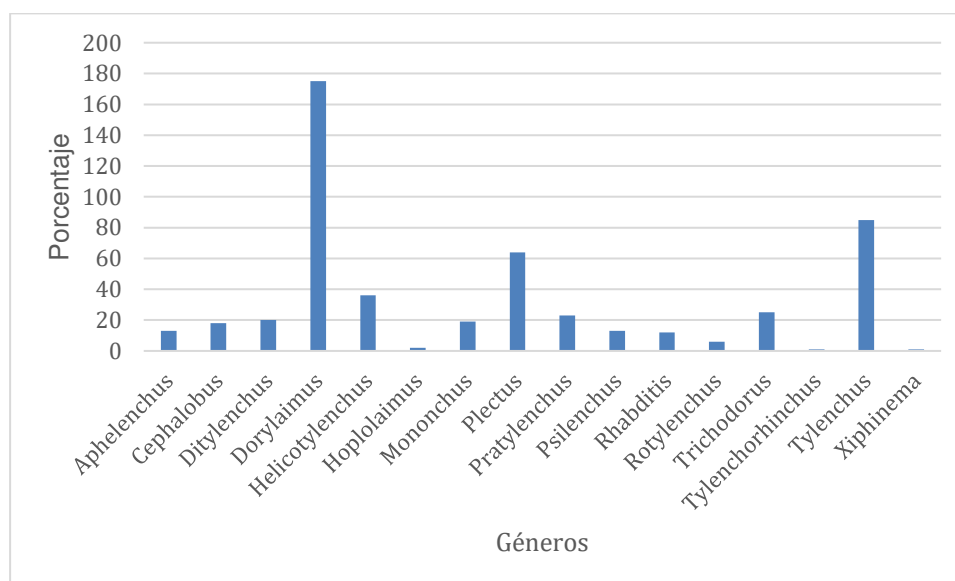
De acuerdo con las colonias bacterianas aisladas del suelo, que se desarrollaron en el medio PDA, se pudo observar que en su gran mayoría fueron levaduras. Sin embargo, existió crecimiento bacteriano de monococos (+,-), diplococos (+,-) y de bacilos Gram negativos. A partir de las muestras WP16, se el mayor número en colonias bacterianas (Gráfica 1).



Gráfica 1. Colonias bacterianas desarrolladas en PDA.

9.2 Nematodos

En el predio analizado, fueron identificados 16 géneros de nematodos en los que se encuentran: *Aphelenchus*, *Cephalobus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Mononchus*, *Plectus*, *Pratylenchus*, *Psilenchus*, *Rhabditis*, *Rotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* y *Xiphinema*. Sin embargo, los géneros con mayor índice de población en todas las muestras fueron *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Plectus* (Gráfica 2) (Figura 2).



Gráfica 2. Porcentaje de nematodos extraídos del suelo.

Existen más de 60 especies de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz, entre las especies más relevantes encontramos a *Meloidogyne*, *Pratylenchus*

y *Hererodera* (Lima-Medina, 2017). El género más frecuente en las muestras de suelo fue *Pratylenchus*.

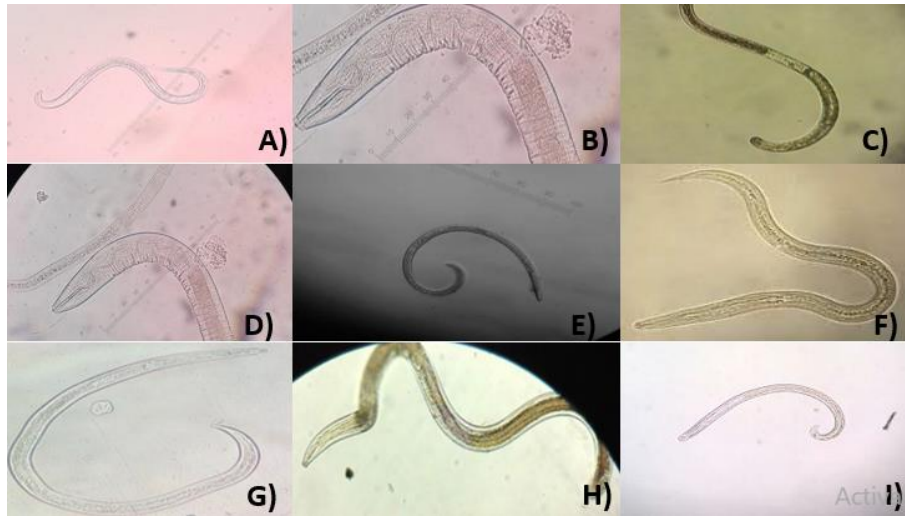
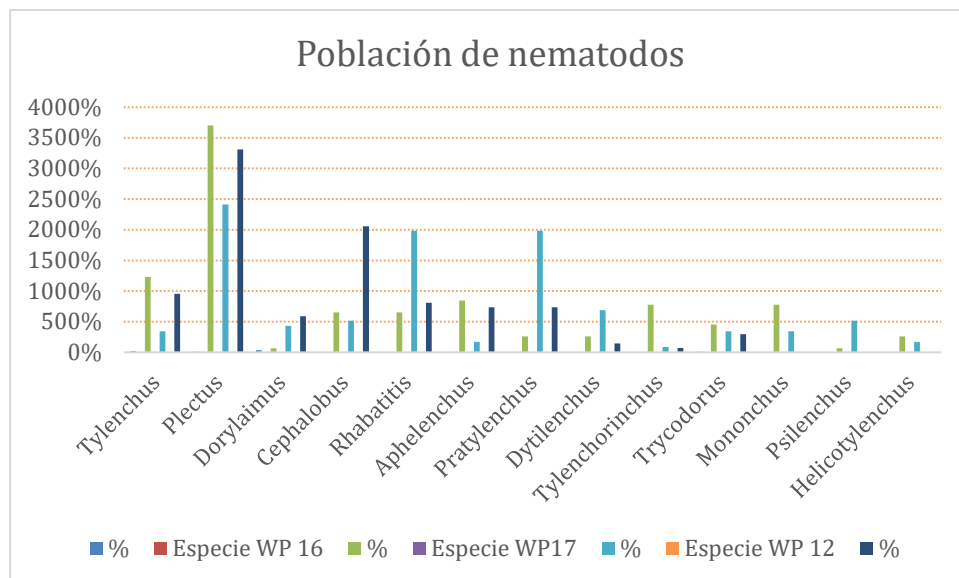


Figura 2. Nematodos identificados; A) *Tylenchus*, B y D) *Cephalobus*, C) *Pratylenchus*, E) *Helycotylenchus*, Fy H) *Dorylaimus*, I) *Mononchus*.

El género de nematodos que sobresalió por su frecuencia en el punto WP 12, fue el género *Dorylaimus* con un porcentaje del 33% y *Tylenchus* tuvo una presencia del 20%. En el punto WP 15, el género con más presencia fue *Dorylaimus* (35%), seguido del género *Tylenchus* (17%); en el punto WP 16, se encontró una gran presencia del género *Dorylaimus* (37%) a diferencia del punto anterior, aquí se pudo encontrar también una presencia del 19% del género *Plectus*; en el punto WP 17, se pudo observar un porcentaje del 24% del género *Dorylaimus*, sin embargo, de acuerdo a las muestras analizadas, este punto fue donde se hicieron presentes una gran población de *Tylenchus* (23%) y *Plectus* (23%).



Gráfica 3. Población de nematodos, encontrado en los cuatros puntos analizados

Entre los géneros encontradas de nematodos, se identificaron nematodos causantes de enfermedades patogénicas en el maíz; como lo son *Dorylaimus*, *Pratylenchus* (Lima-Medina, 2018).

9.3 Hongos Fitopatógenos

De acuerdo con las pruebas realizadas, el género fúngico predominante fue *Rhizopus* (Figura 3) apareciendo en un 100% de las muestras, seguido de *Fusarium* que se presentó en el 25% de ellas y *Mucor* y *Aspergillus* en un 12.5% cada uno. Tanto *Rhizopus* como *Mucor* son Zigomycetes, considerados hongos oportunistas, asociados generalmente al suelo y a la materia orgánica en descomposición. Sin embargo, *Aspergillus* y *Fusarium* pertenecen a la Clase de los Deuteromycetes, el primero tiene importancia en cereales al provocar enmohecimientos, pero en condiciones de almacén, no así *Fusarium* que es un hongo considerado de alto riesgo, debido a que es un hongo sistémico, que provoca pudrición de las raíces y del tejido vascular de las plantas, causante del Dampig off, ahogamiento o secadera, junto con *Pythium* y *Rhizoctonia*. *Fusarium* además es un hongo que persiste bajo condiciones adversas en forma de estructuras de resistencia llamadas

clamidosporas, por tal motivo es difícil de combatir y se presenta incluso bajo condiciones sustentables (Agrios, 2007; Juárez, 2010; Rosa, 2016).

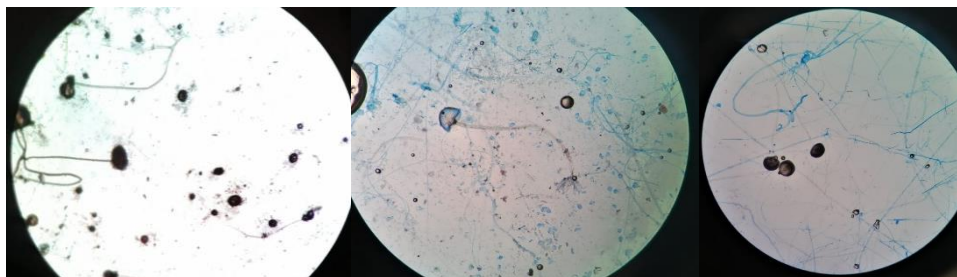


Figura 3. Esporangios del género fúngico *Rhizopus* asociados con *Fusarium*,

10. CONCLUSIONES

Se llegó a la conclusión de que en la parcela de “Las Cañadas”:

- 1) Las *Xanthomonas* son las responsables parciales del marchitamiento del maíz.
- 2) Los géneros de nematodos con mayores índices de población fueron *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Plectus*, *Practylenchus*, encontrándose un marcado equilibrio entre poblaciones de nematodos fitoparásitos, depredadores y saprófitos.
- 3) Con relación a los hongos, se encontró un alto porcentaje de hongos saprófitos oportunistas y un menor porcentaje de fitoparásitos.
- 4) Se advierte la presencia de *Fusarium*, hongo devastador con bastante agresividad y difícil de combatir tanto en condiciones convencionales como sustentables.

11. PERSPECTIVAS

Este estudio tiene gran importancia, ya que se realizó un diagnóstico y una evaluación de las poblaciones presentes en una comunidad sustentable como la de Vicente Guerrero, en el estado de Tlaxcala, sitios donde la contaminación e inocuidad son un valor agregado para los productos ahí producidos, sin embargo,

no se debe pasar por alto, que a pesar de ser un sitio con aspiraciones sustentables, la presencia de agentes fitopatógenos son una amenaza constante.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. 2007. Fitopatología. México. Limusa. Ed 2. 808 pp.
- Aguirre, J., Yeekón-Méndez, L., Espinosa-Zaragoza, S. 2018. Influencia de hongos endomicorrízicos en el crecimiento de (*Tabebuia donnell-smithii* Rose). Ecosistemas y recursos agropecuarios.
- Andrés, M. 2003. Nematodos parásitos de plantas en suelos agrícolas. Fecha de consulta 24 de junio 2019. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=631474>
- Cerviño, F, Repiso, V, Tapias, R. Micorrización controlada de especies forestales del soroeste de la península ibérica con hongos ectomicorrizogenos. Fecha de consulta: 24 de junio de 2019. Recuperado de <http://www.fao.org/3/XII/0518-B4.htm>.
- Conway, Li. P. y Bagyaraj, D.J. 2000. VA Micorriza. CRC. Boca Raton. 233 pp.
- FAO. 2015. Agricultura Sostenible. Fecha de consulta: 21 de junio de 2019. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, GTZ, UCSC, Gob. de Tabasco, Protropico, Maela, Uay, Agruco. Costa Rica. 359 pp.
- Juárez, G, Sosa-Morales, ME, López-Malo, A. 2010. Hongos fitopatógenos de alta importancia económica: descripción y métodos de control. Temas selectos de ingeniería de alimentos. 4(2):14-23.
- Lima-Medina I, Bravo R, Aguilar G. M. 2018. Nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de Maíz (*Zea mais* L.) en las región es de Puno y Cusco. Revista de investigaciones Altoandinas. Vol. 20. No 1. Pp 31-38
- López L. 2016. Agricultura sustentable. conservacion/cimmyt. Index. Fecha de consulta 23 de junio 2019. Recuperado de <http://conservacion.cimmyt.org/index.php/es/hubs/1993-agricultura-sustentable-buenas-practicas-agricolas>.
- Martínez-Ruiz, F., Cervantes-Díaz, L., Aíl-Catzím, C., Hernández-Montiel, L., Sánchez, C. and Rueda-Puente, E. 2016. Hongos Fitopatógenos Asociados Al Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) En La Zona Árida Del Noroeste De

México: La Importancia De Su Diagnóstico. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(18), p.232.

Navarrete, A., Vela, G., López, J., Rodríguez, M. 2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad de suelo. Fecha de consulta: 1 de agosto 2019.

Recuperado de

<http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/suelo.pdf>

Puetete, L. 2019. Alternativas de fertilización para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) con el empleo de micorrizas, microorganismos solubilizadores de fósforo y biol de producción local en El Ejido, Montúfar, Carchi. Fecha de consulta 22 de junio de 2019. Recuperado de

<http://repositorio.upec.edu.ec:8080/bitstream/123456789/764/1/348%20Alternativas%20de%20fertilizaci%C3%B3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Mont%C3%BAfar.pdf>

Ramírez-Suárez, A. 2014. Especies cuarentenadas de nematodos fitoparásitos para México. *Revista mexicana de Fitopatología. Suplemento*.32:39-40.

Ripusudan L. Paliwal. 2010. El maíz en los trópicos; Mejoramiento y producción.

Fecha de consulta 15 de octubre de 2020. Recuperado de:

<https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>

Rosa, E. 2001. Conjunto Tecnológico para la Producción de Pepinillo de Ensalada.

Fecha de consulta 15 de octubre de 2020. Recuperado de:

<https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/PEPINILLO-ENFERMEDADES.pdf>

Sieverding, E. 1991. Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Germany.

Zambrano A., et al. 2014. Identificación y caracterización bioquímica y fisiológica de cepas de *Xanthomonas* aisladas a partir de cultivos comerciales de Venezuela. Universidad de Los Andes-Facultad de Farmacia y Bioanálisis-Escuela Pp 79. Venezuela