

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 LEGAL

Poblaciones bacterianas existentes en un sistema sustentable y convencional de producción agrícola, en el estado de Tlaxcala

Prestador de Servicio Social

Uriel Vázquez Minor

Matrícula: 2122031129

Asesor interno: David Montiel Salero

No. Eco. 10847

Asesor Externo: Eva Segundo Pedraza

No. Eco. 37419

Lugar de realización: Laboratorio de Fitopatología, UAM-X, Coyoacán, CDMX

Fecha de Inicio: 30 agosto de 2017

Fecha de terminación 3 marzo de 2018

ÍNDICE

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Agricultura Sustentable.....	6
2.2 Agricultura convencional.....	7
III. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos específicos	8
IV. METODOLOGÍA.....	9
4.1 Sitios de estudio	9
4.2 Muestreo de suelo	9
4.3 Aislamiento de bacterias.....	10
4.4 Selección e identificación de bacterias	11
4.5 Prueba de patogenicidad (hipersensibilidad)	11
V. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS.....	12
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
6.1 Caracterización de bacterias	14
6.3 Comparación de poblaciones bacterianas	15
VII. CONCLUSIONES	17
VIII PERSPECTIVAS	17
VIII. BILIOGRAFÍA.....	18

RESUMEN

La capa superficial del suelo (0-20 cm) es el ambiente donde ocurren la mayoría de los procesos microbianos que influyen sobre la nutrición de los cultivos. En este contexto, las comunidades microbianas asociadas a la rizosfera desempeñan un papel fundamental, ya que algunas poblaciones contribuyen en el reciclamiento de sustancias necesarias para la nutrición y el crecimiento de las plantas o estabilizar los agregados del suelo. Durante años, en la práctica agrícola se ha continuado con el uso de plaguicidas, lo que ha provocado alteraciones en las redes tróficas; ejemplo de esto, es la comunidad de Calpulalpan donde se percibe un fuerte olor a agroquímicos, erosión de la capa superficial de suelo y compactación de este. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue describir y comparar a las poblaciones bacterianas presentes en el suelo, bajo un sistema de producción sustentable y un sistema convencional, en los municipios de Españita (Comunidad Vicente Guerrero) y Calpulalpan (Benito Juárez) en el estado de Tlaxcala. La presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Para el desarrollo de este trabajo fueron seleccionadas tres zonas de cada uno de los sitios antes mencionados: Las Hectáreas, El Sabino y La Presa Lagunilla (Vicente Guerrero) y El Magueyal, El Panteón y Novillos (Benito Juárez). La técnica de muestreo empleada fue cinco de oros; las muestras de suelo se colectaron a una profundidad de 20 a 30 cm. El aislamiento y purificación de bacterias fue con la técnica de dilución seriada con base 10. Después de la purificación de las colonias, estas fueron caracterizadas morfológicamente y valuadas con la prueba de hipersensibilidad sobre tubérculos de papa. Los resultados obtenidos reflejaron mayor abundancia de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) en los sistemas agrícolas con prácticas sustentables, principalmente en El Sabino. Contrario a esto en los sistemas convencionales predominan las levaduras, específicamente en el sitio Novillos. Las características morfológicas de todas bacterias fitopatógenas fueron similares en ambos sistemas. Algunos de los aislamientos fueron caracterizados dentro del género *Erwinia*. En conclusión, los sistemas sustentables favorecen el desarrollo de poblaciones bacterianas, incluidas las fitopatógenas. En ambos sistemas predominan especies de género *Erwinia*. En la zona conocida como los Novillos, las prácticas agrícolas están favoreciendo principalmente el desarrollo de poblaciones de levaduras.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2015 la Organización de las Naciones Unidas proclama el año internacional de los suelos, la ONU considera al suelo como el fundamento del desarrollo agrícola y sustento de las funciones esenciales de los ecosistemas y de la seguridad alimentaria (Moreno, 2016). El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre formada por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos (Moreno, 2016). El suelo es un ambiente dinámico y complejo que ofrece una amplia variedad de nichos y microhábitats, los cuales permiten un aumento de la biodiversidad microbiana, mediante la sobrevivencia de diversos grupos de microorganismos como hongos, algas, bacterias, virus y protozoos entre otros (Pacasa-Quisbert et al., 2017).

Las bacterias en general representan la mayor población de microorganismos presentes en el suelo, en cambio los hongos cuentan con el mayor porcentaje de la biomasa microbiana de los suelos. Las bacterias y hongos son los integrantes más estudiados con relación a otras poblaciones de microorganismos existentes en el suelo (Coyne, 2000).

En general la variedad de funciones de los microorganismos en los sistemas agrícolas, expresan diversas interacciones entre sí, por ejemplo, es natural la competencia por nutrientes para la subsistencia de cada uno de los microorganismos que participan en la comunidad del suelo, la competencia, sinergia, antagonismo y simbiosis biológica en el suelo, son algunas de las interacciones constantes, por lo que el reconocimiento planta-microorganismo y viceversa es una interacción que llevan a cabo en la naturaleza de forma común (Cano, 2011).

La relación que ciertas bacterias del suelo tienen entre sí y con las plantas en un sistema agrícola, son importantes, pero más importante es tener conocimiento de ellas, pues esta noción permite determinar si nuestro sistema productivo se encuentra en equilibrio o en riesgo, dependiendo de los hábitos de la población bacteriana y de la interacción que lleven a cabo, ya que en el caso de una bacteria

patógeno-planta, la planta estaría en riesgo, por lo que es importante conocer los antecedentes de dicha relación (Coyne, 2000).

Se sabe, que en un gramo de suelo existen millones de bacterias con diversas necesidades y diferentes vías metabólicas para transformar los elementos que forman parte de los nutrientes existentes en el suelo y necesarios para todos los seres vivos que ahí habitan. Así que su presencia, no indica que todos los microorganismos participen activamente en la dinámica de todos los elementos, ya que su contribución depende particularmente de su estado fisiológico, de su actividad enzimática y de la concentración y disponibilidad de los compuestos a utilizar en cada caso. Se ha observado que diversas transformaciones microbianas como la oxidación aeróbica de metano y amonio, así como la metanogénesis y la reducción de sulfatos, están generalmente comandadas por las actividades enzimáticas de ciertas poblaciones bacterianas en particular, más que por el número de microorganismos que interviene específicamente en dichas transformaciones. Esta actividad metabólica depende a su vez, de las condiciones abióticas circundantes, las cuales están determinadas por las propiedades fisicoquímicas del suelo y de los otros organismos que comparten el hábitat (Röling, 2007).

A nivel mundial, algunas poblaciones específicas de hongos y bacterias entre otros originan pérdidas que ascienden a miles de millones de dólares. El daño que ocasionan no sólo se refiere a las pérdidas económicas (cuantitativas), sino también a pérdidas que están directamente ligadas con la producción y calidad de los productos (cualitativas) cantidad, sabor, textura, color, consistencia, apariencia y forma del producto, todas con una relevancia económica. Otras pérdidas son de tipo biológico, es decir alteraciones que se presentan en el crecimiento y que tienen repercusiones en el desarrollo de las plantas hospedantes, provocadas por el ataque de microorganismos patógenos (enfermedades) y que de igual forma participan en la coexistencia y alteración de diversas interacciones presentes en el sistema (Agrios, 2006).

El uso intensivo del suelo ha traído como consecuencia la pérdida de su estructura, disminución del porcentaje de materia orgánica y la disminución de las poblaciones de los microorganismos, mismos que al realizar sus procesos metabólicos, producen sustancias que contribuyen con la nutrición y la promoción del crecimiento vegetal y mejoran la captación de nutrientes por parte de las plantas en el mejor de los casos (Moreno, 2016).

En México, existen evidencias importantes de una grave contaminación derivada del empleo descontrolado de los plaguicidas, mismos que no solo afectan el ambiente y el microhábitat, sino que, a todo su entorno como la salud de jornaleros y consumidores, de igual forma que a otros organismos derivado de la agricultura convencional (Ortiz et al., 2013).

Durante años y con la continua práctica de la agricultura de tipo convencional, se ha continuado con el uso de plaguicidas, ya sea por necesidades apremiantes, la falta de diagnósticos adecuados, y en el último de los casos, el desconociendo del efecto residual que estos pueden tener sobre las comunidades presentes en el suelo. En otros casos. las dosis empleadas no han sido las óptimas o el producto químico no ha sido específico para los agentes patógenos presentes en el sistema agrícola, incluidos los suelos, por lo que en consecuencia su aplicación ha provocado alteraciones en las redes tróficas, debido a la eliminación de ciertos organismos indispensables para otros procesos biológicos, esta falta de conocimiento, está teniendo también consecuencia por el desarrollo de resistencia de ciertos microorganismos, la ruptura de redes tróficas naturales y la contaminación de los suelos por la residualidad de los productos químicos (Ortiz *et al.*, 2013).

II. MARCO TEÓRICO

La capa superficial del suelo (0-20 cm) es conocida como capa arable y es el ambiente donde ocurren la mayoría de los procesos microbianos que influyen sobre la nutrición de los cultivos y de estos procesos se ocupa la Microbiología Agrícola. Desde un punto de vista ecológico, un ambiente está constituido por: 1) Una fracción abiótica (el hábitat) y 2) Una fracción biótica (los componentes vivos). La fracción abiótica del suelo incluye: a) Partículas minerales de diferente tamaño y composición química, b) Agua y solutos, c) Gases y d) Compuestos orgánicos; mientras que la fracción biótica incluye: a) Raíces vivas de las plantas (flora), b) macro, meso y microfauna incluidos los microorganismos descomponedores (Coyne, 2000).

Los diferentes componentes del suelo no forman una masa homogénea, sino que son consorcios y complejos que, asociados, otorgan una estructura particular a cada espacio. La base de la estructura del suelo la constituyen los llamados agregados. Un agregado es un conjunto de partículas minerales ligadas por compuestos orgánicos y organismos vivos. El tamaño de cada agregado es de aproximadamente 2 mm. El espacio que queda entre los agregados son los poros del suelo, donde circula el aire, la solución del suelo y los microorganismos existentes (Flores, 2010).

En los suelos áridos y semiáridos donde se presentan pocas lluvias al año, la fertilidad del suelo es pobre, debido al bajo contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y materia orgánica, a menudo este es un factor limitante para el desarrollo de las plantas. En este contexto, las comunidades microbianas asociadas a la rizósfera desempeñan un papel fundamental, ya que algunas poblaciones pueden contribuir con la nutrición y el crecimiento de las plantas a través de actividades bioquímicas como la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de fosfatos y la producción de ácido indol acético (hormona que induce el crecimiento de los pelos radicales) (Loredo et al., 2004).

Los microorganismos que manifiestan estos efectos sobre las plantas son definidos como promotores del crecimiento vegetal: entre los géneros bacterianos

más estudiados con esta actividad se encuentran *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Citrobacter* y *Bacillus*. Algunas cepas de estos microorganismos han sido aisladas de la rizósfera de cereales y hortalizas y posteriormente comercializadas. Estos mismos géneros, también han sido descritos como parte del nicho ecológico y de la rizósfera de diversas cactáceas (Chávez-Ambriz et al., 2016).

Las bacterias asociadas a la producción de gramíneas que más han sido estudiadas son las referentes a los géneros: *Azospirillum*, *Azobacter*, *Klebsiella*, *Beijerinckia*, *Pseudomonas* y *Bacillus*. Algunas de estas bacterias forman estructuras de resistencia, que favorecen su supervivencia en condiciones de estrés, en especial sequía, la cual es común en los pastizales de zonas áridas (Loredo et al., 2004).

2.1 Agricultura Sustentable

El concepto agricultura sustentable es resultado del debate de como continuar incrementando la producción para satisfacer la necesidad de alimentos y fibra de una población creciente, pero conservando los recursos utilizados para dicha producción (Tammames, 2002).

La agricultura sustentable integra tres objetivos fundamentales (Tammames, 2002):

1. Conservación de los recursos naturales y protección del ambiente
2. Viabilidad económica
3. Equidad social

Con base en estos elementos se han elaborado las siguientes definiciones (Tammames, 2002):

- Aquella que manejan o utilizan con éxito los recursos disponibles para que la producción satisfaga las necesidades de la población humana, al tiempo que mantiene o mejora la calidad del ambiente y conserva los recursos naturales.
- Aquella en que los sistemas productivos permiten obtener beneficio continuo del uso de agua, suelo y recursos genéticos entre otros, para

satisfacer las necesidades actuales de la población, sin destruir los recursos naturales básicos para las generaciones futuras.

A pesar de las diferencias en las interpretaciones de la sustentabilidad agrícola, existe una coincidencia generalizada entre ecólogos, economistas, investigadores y los diferentes profesionales relacionados con la agricultura, acerca de que son propiedades características de los sistemas agrícolas sustentables los términos biológicos de estabilidad, elasticidad y diversidad (Tammames, 2002).

2.2 Agricultura convencional

Cada vez es más evidente que la agricultura moderna e intensiva enfrenta dos graves cuestiones; la primera es que provoca una gran contaminación del suelo y aguas subterráneas debido al uso de carbonos sintéticos y pesticidas y la segunda es que el monocultivo, la hibridación y la ingeniería genética disminuyen la biodiversidad biológica (Mazabel et al., 2010).

La agricultura convencional se caracteriza por un conjunto de prácticas agrícolas, que hacen uso de productos químicos y maquinaria pesada. El uso de esta maquinaria suele romper la capa superficial del suelo, dejando expuesta la microbiota, reduciendo la porosidad del mismo e impede el desplazamiento libre de algunos de los representantes del mismo; mientras que el uso de agroquímicos modifica y reduce la diversidad de organismos presentes, sobre todo cuando se emplean productos de amplio espectro (Chávez-Ambriz et al., 2016).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Describir las poblaciones bacterianas presentes en suelo bajo un sistema de producción sustentable y un sistema convencional, en los municipios de Españita (Comunidad Vicente Guerrero) y Calpulalpan (Benito Juárez) en el estado de Tlaxcala.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las bacterias fitopatógenas presentes en suelo bajo un sistema de producción sustentable y un sistema convencional, en los municipios de Españita y Calpulalpan en el estado de Tlaxcala.
- Comparar las poblaciones bacterianas fitopatógenas existentes en suelo bajo un sistema de producción sustentable y un sistema convencional, en los municipios de Españita y Calpulalpan en el estado de Tlaxcala.

IV. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

4.1 Sitios de estudio

Para el desarrollo de este trabajo se visitaron dos comunidades en Tlaxcala. La primera que se visitó fue la comunidad Vicente Guerrero; en este lugar se encuentra una asociación que se dedica a preservar la genética nativa del maíz; además de promover la agricultura sustentable y el sistema milpa que involucra la rotación de cultivos con maíz, frijol, calabaza y tomate de cáscara (Cuadro. 1).

Cuadro 1. Características de los sitios de estudio.

Municipio	Zonas	Sistema	Cultivo	Área de cultivo
Comunidad: Vicente Guerrero	Las Hectáreas		Maíz, frijol, calabaza y tomate de cáscara	1
	El Sabino		sin cultivo	1
Municipio: Españita	La Presa Lagunilla	Sustentable	Maíz, avena y tomate de cáscara	1
	El Magueyal	Convencional	Cebada	4
Comunidad: Benito Juárez	Novillos		Maíz	-
Municipio: Calpulalpan	El Panteón		Cebada	-

4.2 Muestreo de suelo

El método de muestreo empleado fue cinco de oros; en cada una de las parcelas elegidas se consideraron las cuatro esquinas y el centro de esta; en el caso de las esquinas se dejó una distancia de 4 m en cada esquina para evitar el efecto de orilla (Figura 3). Las muestras de suelo se colectaron a una profundidad de 20 a 30 cm, la cantidad de suelo que se colectó fue de 500 a 1000 g por cada punto, el cual fue colocado en bolsas de plástico. Las muestras de suelo se etiquetaron y se guardaron en una hielera para su traslado al laboratorio de Fitopatología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco donde fueron refrigeradas a 4°C hasta su análisis.

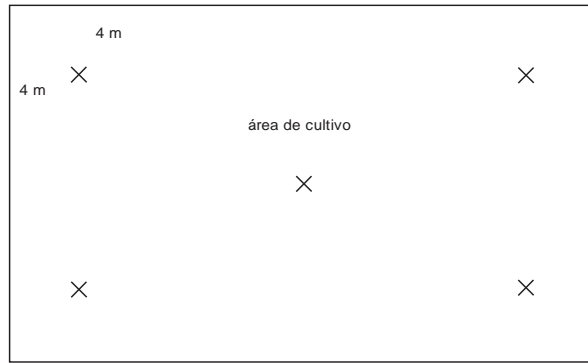


Figura 1. Método de muestreo en cinco de oros.

4.3 Aislamiento de bacterias

La técnica empleada para el aislamiento de bacterias fue por dilución seriada con base 10; se prepararon ocho tubos de ensayo con 9 mL de agua destilada y estos fueron etiquetados como 10^{-1} hasta 10^{-6} . Bajo condiciones asépticas y en un matraz se depositaron 100 mL de agua destilada estéril y se vertieron 10 g de suelo (Figura. 2a); después de 30 minutos en agitación constante se tomó 1 mL de la solución y se vertió en el tubo etiquetado con 10^{-1} , la nueva solución fue homogenizada para tomar 1 mL que fue adicionado al tubo 10^{-2} ; estos pasos fueron repetidos hasta obtener la solución 10^{-6} (Montiel et al., 2016).



Figura 2. Técnica de dilución seriada.

La solución empleada para el aislamiento de bacterias provino del tubo 10^{-6} . Una alícuota de 300 μ L (Figura 3a) fue vertida en una placa con medio nutritivo B de King, la cual fue distribuida con una varilla de Drigalski (Figura 3b) en todo el medio la placa fue sellada, etiquetada y colocada en incubación durante 24 h o el tiempo necesario (Montiel et al., 2016).



Figura 3. Técnica de siembra.

4.4 Selección e identificación de bacterias

Colonias con un desarrollo de aproximadamente 2 mm de diámetro fueron seleccionadas bajo el estereoscopio y con ayuda de un bisturí estéril se cortó un fragmento del medio con la colonia desarrollada; la cual fue colocada dentro de un tubo con agua peptonada; el tubo fue incubado a temperatura constante de 28° C (Figura 4). Después de 24 horas de incubación se realizó una tinción Gram de cada muestra. Las bacterias que dieron positivo a la tinción de Gram fueron purificadas mediante la técnica de dilución seriada y posteriormente se efectuó la caracterización morfológica con base en su color, consistencia, forma, elevación y borde (Córdova-Bautista et al., 2009).



Figura 4. Proceso de selección de bacterias fitopatógenas.

4.5 Prueba de patogenicidad (hipersensibilidad)

A las colonias seleccionadas para su purificación se les realizó una prueba de hipersensibilidad. Para esto se emplearon papas medianas, las cuales fueron lavadas al chorro con agua corriente y después enjuagadas con agua destilada estéril y secadas con toallas estériles de papel absorbente. Bajo condiciones asépticas, sobre un cuadro de vidrio se colocó una papa y fue flameada con alcohol. Con un cuchillo estéril se cortaron rodajas de 1.5 cm de grosor y con un

bisturí estéril se realizó una incisión en una cara de la rodaja, la incisión se realizó en el sentido de los haces vasculares y a 0.5 cm de profundidad aproximadamente. Con un asa bacteriológica se tomó parte de la colonia bacteriana y se distribuyó (inoculó) en toda la incisión. Las rodajas fueron colocadas dentro de contenedores de plástico (Figura 5). Previamente, los contenedores fueron asperjados con alcohol y después secados con papel absorbente estéril para desinfectarlos, enseguida se colocó una base de papel absorbente estéril y se vertió agua destilada estéril hasta humedecer el papel. En cada contenedor se colocaron de dos a tres rodajas de papa inoculadas, y a la par, se colocó un testigo inoculado con agua destilada estéril solamente (Montiel et al., 2016).



Figura 5. Cámaras húmedas para la prueba de hipersensibilidad en tubérculos de papa.

V. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

En este trabajo de investigación se logró lo siguiente

1. Reconocer y aplicar la técnica de dilución seriada para el aislamiento de bacterias fitopatógenas que se encuentran en el suelo.
2. Aplicar la técnica básica de Tinción Gram para la selección de colonias bacterianas fitopatógenas Gram negativas.
3. Reconocer las características morfológicas de las colonias desarrolladas para realizar su correcta descripción.
4. Manejar instrumentos de microbiología como la varilla de Drigalski y micropipetas entre otros.
5. Conocer y aplicar la técnica de hipersensibilidad para probar la patogenicidad de las bacterias mediante rodajas de papas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Caracterización de bacterias

Los microorganismos obtenidos a partir de los aislamientos y desarrollados sobre placas con medio de cultivo B de King fueron levaduras y bacterias con formas de cocos y bacilos; los colores de las colonias dominantes fueron blancas, traslucidas y de diferentes tonalidades de amarillo claro. El número de colonias fue diferente para cada muestra; por ejemplo, en los sistemas sustentables de la zona La Presa Lagunilla fue en promedio de 10 colonias y en la zona Las Hectáreas fue menor a cinco colonias. Las muestras de las parcelas ubicadas en los sistemas convencionales fueron aisladas entre 10 y 15 colonias, predominando en todas ellas principalmente las levaduras (Figura 6).

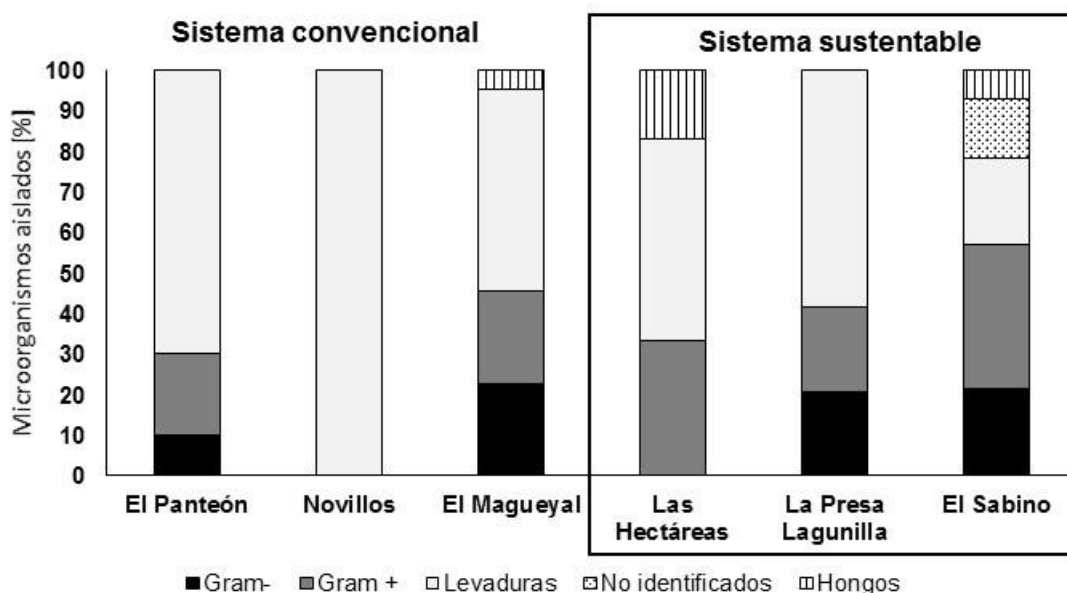


Figura 6. Microorganismos aislados a partir de muestras de suelo las diferentes parcelas de estudio en el ciclo agrícola 2017.

En la segunda etapa del estudio fueron seleccionadas únicamente colonias que resultaron negativas de acuerdo con la tinción de Gram; es decir, bacterias en forma de bacilo, con pared teñida de un color rosa claro (Cuadro 2). Las colonias seleccionadas presentaron características similares. Sin embargo, después de realizar purificaciones sucesivas, estas se diferenciaron en color; en algunos

casos fueron recuperadas más de dos colonias, principalmente en los sistemas sustentables.

Cuadro 2. Características de algunas colonias bacterianas aisladas a partir de muestras de suelo en diferentes parcelas durante el ciclo 2017.

Sistema	Zona	Forma	Borde	Elevación	Color	Colonias
Convencional	El Panteón	Circular	Ondulado	Plana	Blanca	2
		Circular	Entero	Convexa	Blanca	3
		Circular	Entero	Plana	Blanca	1
	Novillos	-	-	-	-	-
	El Magueyal	Circular	Ondulado	Plana	Blanca	1
Sustentable	Las Hectáreas	Circular	Ondulado	Convexa	Blanca	2
	La Presa Lagunilla	Circular	Entero	Convexa	Blanca	2
	El Sabino	Circular	Entero	Convexa	Transparente	2
		Circular	Entero	Convexa	Blanca	1
		Circular	Ondulado	Plana	Blanca	2

Prueba de hipersensibilidad

Los tubérculos de papa que fueron inoculados con las diferentes cepas bacterianas presentaron daños como pudrición bacteriana, con borde de color marrón oscuro y de olor fétido; principalmente en los aislamientos obtenidos de los sistemas sustentables. De acuerdo con Agrios (2006) estas características corresponden con bacterias del género *Erwinia*. Los signos causados por especies de este género en algunos hospederos incluyen marchitamiento y pudriciones blandas.

La posible presencia de *Erwinia* es un factor que podría estar limitando la producción de maíz en los sistemas convencionales y/o los rendimientos de maíz y frijol en los sistemas sustentables; pues estos cultivos son susceptibles a la presencia de *Erwinia caryophylli* y *Erwinia carotovora* (Pedroza-Sandoval et al., 2000).

6.3 Comparación de poblaciones bacterianas

Agricultura sustentable

La parcela con mayor número de microorganismos aislados fue “La Puerta Lagunilla”; sin embargo, predominaron las levaduras. En contraste, las parcelas de

“El Sabino” y “Las Hectáreas”, registraron porcentajes similares en la composición de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). Probablemente el número de microorganismos en la parcela de “La Puerta Lagunilla”, se debió a que se encontraba establecido el cultivo de maíz, favoreciendo las interacciones interespecíficas y posiblemente la competencia por nutrientes con el cultivo. Respecto al total de bacterias recuperadas con características Gram negativas, este fue mayor en la parcela de “El Sabino”.

Agricultura convencional

La parcela El Panteón registró la mayor cantidad de microorganismos aislados y determinados en comparación con las parcelas de “El Magueyal” y “Novillos” (Figura 6); también coincidiendo con el mayor número de colonias de bacterias aisladas.

En las parcelas con agricultura sustentable, existe una mayor cantidad de bacterias Gram negativas (Figura 6) en comparación con las parcelas de la agricultura convencional, al observarse una relación de 2:1. Esto permite afirmar que la agricultura convencional en la cual se utilizan plaguicidas, maquinaria pesada y otros insumos, afecta y hace decrecer al 50% de las bacterias Gram negativas, mismas que regularmente se pueden encontrar en el suelo. Los resultados del trabajo coinciden de cierta manera, con Hernández (2018) quién indica que la mayor población bacteriana se encuentra en zonas donde se práctica la agricultura sustentable.

VII. CONCLUSIONES

Después analizar tres parcelas con manejo sustentable y tres con manejo convencional, podemos decir que:

1. El total de bacterias recuperadas en los sistemas agrícolas sustentables fue de 14 y en los sistemas convencionales de 8 bacterias
2. Que la morfología de casi todas las bacterias fue circular, de elevación convexa o plana; de color blanco, amarillo pálido y traslucidas en algunos casos y de borde ondulado o entero.
3. Las bacterias seleccionadas dieron positivo a la prueba de hipersensibilidad en tubérculos de papa.
4. A excepción de las zonas El Panteón y El Magueyal, es posible que las prácticas de manejo empleadas en la zona Novillos estén afectado a la población de bacterias fitopatógenas.
5. A excepción de las zonas Las Hectáreas, La Presa Lagunilla; la abundancia y riqueza de bacterias fitopatógenas es mayor en la zona El Sabino.
6. En ambos sistemas agrícolas la población de levaduras es alta.
7. En la zona El Sabino se observa un equilibrio de las comunidades edáficas del suelo como bacterias, levaduras y hongos.
8. En la zona conocida como los Novillos, las prácticas agrícolas están favoreciendo principalmente el desarrollo de poblaciones de levaduras.

VIII PERSPECTIVAS

Las 22 cepas aisladas y purificadas están almacenadas en refrigeración en agua destilada estéril; es necesario:

Relacionar las características morfológicas observadas y registradas con la descripción de algunos géneros de importancia económica que estén asociados con los cultivares que se manejan en la zona; por ejemplo, maíz (azul, blanco y amarillo), frijol (mantequilla), tomate de cáscara y calabaza. Evaluar el protocolo desarrollado para la inoculación de estas bacterias en plántulas de los cultivos antes mencionados.

VIII. BILIOGRAFÍA

- Agrios, G.N. 2006. Fitopatología. Noriega Editores. Séptima Edición. México, 838 pp.
- Cano M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 14 (2): 15-31
- Chávez-Ambríz, L. A.; Hernández-Morales, A.; Cabrera-Luna, J. A.; Luna-Martínez, L. y Pacheco-Aguilar, J.R. 2016. Aislados de *Bacillus* provenientes de la rizósfera de cactus incrementan la germinación y la floración en *Mammillaria* spp. (Cactaceae). Revista Argentina de Microbiología. 48(4): 333-341.
- Chi-Chu Lo, Effect of pesticides on soil microbial community, Journal of Environmental and Health part B (2010) 45, 348-359
- Córdova-Bautista, Y.; Rivera-Cruz M. C.; Ferrera-Cerrato R.; Obrador-Olán J. J. y Córdova-Ávalos V. 2009. Detección de bacterias benéficas en suelo con banano (*Musa AAA Simmonds*) cultivar 'Gran enano' y su potencial para integrar un biofertilizante. Universidad y Ciencia 25: 253-265.
- Coyne, M. 2000. Microbiología del Suelo: Un Enfoque Exploratorio. Ed. Paraninfo. España. p. 416.
- Flores, R. 2010. Estudio poblacional de Oomycetos aislados de suelos hortícolas en Tepetitla Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Centro de Investigaciones Biológicas IPN Tlaxcala. Consulta: 13 de julio de 2017. En: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9795/241.pdf?sequence=1>
- Hernández-Flores, Lina, Munive-Hernández, J. Antonio, Sandoval-Castro, Engelberto, Martínez-Carrera, Daniel, Villegas-Hernández, Ma. Carmen, 2012 POBLACIONES BACTERIANAS NATIVAS: ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA LA AGRICULTURA. Terra Latinoamericana.
- Kavita, Monu Devi, Satbir Singh, Bavita. Measuring of fertilizers and pesticides on the agricultural production, Indian Journal of Health and Well-being, 2018, 9 (6), 895-899
- Loredo-Osti, C.; López-Reyes, L.; y Espinosa-Victoria, D. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. Terra Latinoamericana. 22(2):225-239.
- Mazabel-Domínguez, Davison G., Romero-Jacuinde, Manuel, Hurtado-Cardoso, Miguel Á., La evaluación social de la sustentabilidad en la agricultura de riego. Ra Ximhai [en línea] 2010, 6.

- Moreno Sarmiento, Nubia, La agricultura sostenible un reto para la microbiología del suelo. Revista Colombiana de Biotecnología [en línea] 2016, XVIII (Enero-Junio)
- Ortiz I., Avila-Chávez M. A y Torres G.L. 2013. Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal. 4(1): 26-46.
- Pacasa-Quisbert, F.; Loza-Murguía, M. G.; Bonifacio-Flores, A.; Vino-Nina, L.; y Serrano-Canaviri, T. 2017. Comunidad de hongos filamentosos en suelos del 9 de K iphak iphani, Comunidad Choquenaira-Viacha. Journal of the Selva Andina Research Society. 8: 2-25.
- Pedroza-Sandoval, A.; Castillo-Tova, H.E.; Samaniego-Gaxiola, J.A. 2000. Evaluación patogénica de diferentes hongos aislados a la pudrición de raíz en dos variedades de frijol y distintos contenidos de humedad edáfica. Revista Chapingo Zonas Áridas: 101-105
- Röling, W. F. M. 2007. Do microbial numbers count? Quantifying the regulation of biogeochemical fluxes by population size and cellular activity. FEMS Microbiology Ecology. 62(2): 202-210.
- Tammames, R. 2002. Agricultura de conservación 2002: en enfoque global, España, Mundi-Prensa, 1ª edición, 207 pp
- Palacios-Vélez, Oscar Luis, Escobar-Villagrán, Bernardo Samuel, La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. Tecnología y Ciencias del Agua.