



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

**Efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre la  
frecuencia de los hongos en suelo cultivado con maíz.**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R A

A G R Í C O L A

P R E S E N T A N:

HERNÁNDEZ MACÍAS LANDY PATRICIA

MARTÍNEZ HERNÁNDEZ MIRIAM

ASESORA: M. C. YAZMÍN CUERVO USÁN

COASESORA: DRA. MARTHA ELENA DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre la frecuencia de los hongos  
en suelo cultivado con maíz

Que presenta la pasante: LANDY PATRICIA HERNÁNDEZ MACÍAS

Con número de cuenta: 31008684-4 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de diciembre de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

|                      | NOMBRE                                 | FIRMA |
|----------------------|--|-------|
| <b>PRESIDENTE</b>    | M. en C. María del Yazmín Cuervo Usán  |       |
| <b>VOCAL</b>         | Biól. Marcos Espadas Reséndiz          |       |
| <b>SECRETARIO</b>    | Q. Celia Elena Valencia Islas          |       |
| <b>1er. SUPLENTE</b> | M. en C. Alfonsina Judith Hernández    |       |
| <b>2do. SUPLENTE</b> | M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas |       |

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES  
de la FES Cuautitlán.

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Efecto de la fertilización orgánica y mineral sobre la frecuencia de los hongos  
en suelo cultivado con maíz

Que presenta la pasante: MIRIAM MARTÍNEZ HERNÁNDEZ  
Con número de cuenta: 31034185-5 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de diciembre de 2019.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

|                      | NOMBRE                                 | FIRMA |
|----------------------|--|-------|
| <b>PRESIDENTE</b>    | M. en C. María del Yazmín Cuervo Usán  |       |
| <b>VOCAL</b>         | Biól. Marcos Espadas Reséndiz          |       |
| <b>SECRETARIO</b>    | Q. Celia Elena Valencia Islas          |       |
| <b>1er. SUPLENTE</b> | M. en C. Alfonsina Judith Hernández    |       |
| <b>2do. SUPLENTE</b> | M. en C. Laura Virginia Núñez Balderas |       |

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

## DEDICATORIA

A mis padres, quienes confían y me apoyan en todos los objetivos que he tenido en mi vida.

A mis hermanos, a los cuales espero ser un ejemplo para concluir con sus estudios de manera satisfactoria.

A mis tíos Luis y Tricia, por su apoyo brindado para la realización de mis prácticas de campo.

A mi tía Araceli, quien hizo hasta lo imposible por ayudarme a salir del error más grande que he cometido.

A mis abuelitos, quienes me brindaron su apoyo de muchas maneras para lograr esta meta.

A mis tíos y primos, quienes espero tengan la dicha de mis padres al ver a sus hijos titulados, y mis primos la satisfacción de tan grande logro.

A mi amiga Miriam, quien con tantos años de amistad, objetivos en común realizados y apoyo se ha convertido en una hermana.

A mi amigo Moisés, quien deseo y apoyo para que muy pronto se titule.

A mis amigos Andrea, Mayra y Mario, quienes hacen hasta de los peores momentos los mejores.

A la familia de mi amiga Miriam, quienes desde la preparatoria me han apoyado y tratado como un miembro más de su familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi país por permitir que la educación superior esté al alcance de todos los mexicanos.

Con gran gratitud a la UNAM, por brindar las mejores instalaciones e instrumentos de trabajo para poder tener una educación de calidad y obtener el grado de Ingeniera Agrícola, siendo capaz de enfrentarme al campo laboral.

A mi Asesora y Co asesora, que nos ayudaron y dedicaron gran tiempo para la realización de esta tesis.

A nuestros sinodales, que dedicaron tiempo para realizar las correcciones, brindando cada uno por su parte las mejores opiniones con respecto a su especialidad de trabajo.

Así mismo, a las laboratorista Yasmín Cortes y Verónica Montes del Laboratorio L-103 del Departamento de Ciencias Agrícolas, que nos auxiliaron con los materiales que necesitamos durante la parte práctica, y que por sus conocimientos, consejos y tiempo, pudimos concluir exitosamente la parte experimental.

**Landy Patricia Hernández Macías**

## DEDICATORIA

A mis padres Antonia y Juan por ayudarme en los momentos difíciles, por no dejarme vencer cuando creía que no podía, por estar siempre conmigo, por ser mis ejemplos a seguir que con amor, trabajo, esfuerzo, me apoyaron todo el tiempo y que gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Por los valores y enseñanzas que me permitieron crecer como persona. Es un honor y un gran privilegio ser su hija.

A mi hermano Charbel que con su cariño y apoyo incondicional siempre estuvo presente en cada momento de la carrera, y que a pesar de su corta edad siempre fue un ejemplo para lograr cosas que creía que era incapaz de hacer.

A mis primos, Jesús y Yasmín que los considero como mis hermanos, cada uno de ustedes por aportar grandes cosas a mi vida, por el ánimo y apoyo que me dieron desde el inicio de la carrera y sobre todo por ser un ejemplo para ustedes.

A mis tías, Sofía y Martha que siempre estuvieron presentes en cada momento de mi vida, apoyando incondicionalmente durante la carrera, por el cariño y consejos brindados.

A toda mi familia por el apoyo y animo que me brindaron para concluir mi carrera, por todos los consejos, por los buenos momentos y unos no tanto.

A la familia López Macías que siempre me apoyaron y guiaron en las decisiones tomadas en el transcurso de la carrera y principalmente por haberme considerado como una integrante más de esta familia.

A mis amigos Landy y Moisés, que más que amigos forman parte de mi familia, que siempre estuvieron presentes en cada momento de mi vida, viviendo grandes aventuras y muy buenos momentos, simplemente no hay palabras para describir a cada uno. Y como dicen “Los amigos son como los libros, no es necesario tener muchos, si no los mejores”

A mis amigos, Andrea, Mayra y Mario, que a pesar de las distancias siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente en el lapso de la carrera otros más allá de la carrera, pero sin duda, sé que cada uno de ustedes son personas fantásticas que me enseñaron cosas diferentes y que gracias a eso siempre fueron un gran apoyo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haberme permitido formar parte de esta honorable institución desde la preparatoria.

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por darme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Agrícola, por las instalaciones que cuenta para formarme como Ingeniero.

A mi Asesora M. en C. M. del Yazmín Cuervo Usán por el apoyo incondicional durante la realización del proyecto de tesis, quien con su ayuda y tiempo, me guio en cada paso. Pero además de eso, ha sido una excelente persona, más que una asesora ha sido un ejemplo a seguir y no solo por sus conocimientos, sino además por su sentido del humor tan único. Por sus consejos tanto laboral como en la vida diaria, por sus correcciones cuando no hacemos o decimos algo bien.

A mi Co asesora Martha Elena Domínguez, por el aporte de conocimientos y materiales para la realización de esta tesis, por su tiempo y paciencia, para dirigirnos en cada momento del proyecto.

A las laboratorista del Laboratorio L-103 del Departamento de Ciencias Agrícolas, Yasmín Cortes y Verónica Montes que siempre estuvieron presentes para la realización de la parte experimental del proyecto, ayudándonos con todos los materiales que necesitábamos, por su tiempo y sobre todo por sus consejos.

A los sinodales quienes se tomaron su tiempo para revisar cada párrafo de mi proyecto, por sus consejos y su aprobación de esta tesis.

Así mismo, agradezco a todos los profesores que forman parte de la carrera, que en cada clase nos enseñaron nuevas cosas, los nuevos aportes que podemos dar, a los viajes de práctica de campo, que nos ensañaron el campo laboral, las riquezas que tiene nuestro país.

Me enorgullece haber formado parte de esta máxima casa de estudios llamada UNAM.

**Miriam Martínez Hernández**



## Contenido

|  |        |
|--|--------|
| RESUMEN.....   | VIII   |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | IX     |
| II. OBJETIVOS .....  | X      |
| Objetivo general .....   | X      |
| Objetivos particulares.....  | X      |
| Hipótesis .....  | X      |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA .....  | - 1 -  |
| 3.1 Fertilizantes .....  | - 1 -  |
| 3.1.1 Fertilizantes Orgánicos .....  | - 1 -  |
| 3.1.1.1 Tipos de abonos.....   | - 2 -  |
| 3.1.1.2 Estiércol de ovino .....   | - 3 -  |
| 3.1.2 Fertilizante mineral.....  | - 5 -  |
| 3.1.2.1 Efectos negativos de los fertilizantes químicos.....                         | - 5 -  |
| 3.2 Microbiota del suelo.....  | - 6 -  |
| 3.2.1 Importancia de los hongos del suelo.....                                       | - 6 -  |
| 3.2.2 Patógenos del suelo.....   | - 8 -  |
| 3.2.2.1 Efectos de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo..... | - 9 -  |
| 3.3 Hongos del suelo nocivos en el cultivo de maíz .....                             | - 10 - |
| 3.4 Géneros de hongos del suelo identificados.....                                   | - 11 - |
| <i>Acremonium</i> sp. ....   | - 11 - |
| <i>Aspegillus</i> spp. ....  | - 12 - |
| <i>Fusarium</i> spp .....  | - 14 - |
| <i>Helmintosporium</i> spp. ....   | - 15 - |
| <i>Paecilomyces</i> spp.....   | - 17 - |
| <i>Penicillum</i> spp.....   | - 18 - |
| <i>Pythium</i> spp .....   | - 20 - |
| <i>Rhizopus</i> spp. ....  | - 21 - |
| <i>Scedosporium</i> spp.....   | - 23 - |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | - 24 - |
| 4.1 Metodología .....  | - 24 - |
| Procedimientos.....  | - 26 - |
| Dilución en serie .....  | - 26 - |

|   |        |
|---|--------|
| Microcultivo.....   | - 27 - |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                    | - 28 - |
| Cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC) ..... | - 28 - |
| Identificación .....  | - 30 - |
| Frecuencia .....  | - 40 - |
| VI.CONCLUSIONES .....   | - 50 - |
| VIII. REFERENCIAS.....  | - 51 - |
| IX. GLOSARIO .....  | - 57 - |

## Índice de tablas

|  |        |
|--|--------|
| Tabla 1. Caracterización agroquímica de estiércol de ovino.....                      | - 4 -  |
| Tabla 2. Efecto de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo..... | - 10 - |
| Tabla 3. Mezclas de fertilizantes aplicados de Ahuazotepec, Puebla. ....             | - 24 - |
| Tabla 4. Géneros y especies identificados.....                                       | - 30 - |

## Índice de figuras

|   |        |
|---|--------|
| Figura 1. <i>Acremonium</i> sp. ....                            | - 12 - |
| Figura 2. <i>Aspergillus</i> sp. ....                           | - 14 - |
| Figura 3. <i>Fusarium</i> sp. ....                              | - 15 - |
| Figura 4. <i>Helmintosporium</i> sp. ....                       | - 16 - |
| Figura 5. <i>Paecilomyces</i> sp. ....                          | - 18 - |
| Figura 6. <i>Penicillium</i> spp. ....                          | - 20 - |
| Figura 7. <i>Pythium</i> sp. ....                               | - 21 - |
| Figura 8. <i>Rhizopus</i> sp. ....                              | - 22 - |
| Figura 9. <i>Scedosporium</i> sp. ....                          | - 23 - |
| Figura 10. Procedimiento metodológico. ....                     | - 25 - |
| Figura 11. Dilución en serie. ....                              | - 26 - |
| Figura 12. Frecuencia UFC. ....                                 | - 28 - |
| Figura 13. <i>Acremonium</i> sp. ....                           | - 31 - |
| Figura 14. <i>Aspergillus niger</i> van Tiegh. ....             | - 32 - |
| Figura 15. <i>Fusarium moniliforme</i> . ....                   | - 33 - |
| Figura 16. <i>Fusarium oxysporum</i> . ....                     | - 34 - |
| Figura 17. <i>Fusarium solani</i> . ....                        | - 35 - |
| Figura 18. <i>Helmintosporium sacchari</i> . ....               | - 36 - |
| Figura 19. <i>Paecilomyces puntonii</i> (Vuill.) Nannizzi. .... | - 36 - |
| Figura 20. <i>Penicillium digitatum</i> . ....                  | - 37 - |
| Figura 21. <i>Pythium angustatum</i> Sparrow. ....              | - 38 - |
| Figura 22. <i>Rhizopus</i> sp. ....                             | - 39 - |
| Figura 23. <i>Scedosporium</i> sp. ....                         | - 39 - |
| Figura 24. Frecuencia <i>Acremonium</i> sp. ....                | - 40 - |
| Figura 25. Frecuencia <i>Fusarium moniliforme</i> . ....        | - 41 - |
| Figura 26. Frecuencia <i>F. oxysporum</i> . ....                | - 42 - |
| Figura 27. Frecuencia <i>F. solani</i> . ....                   | - 42 - |
| Figura 28. Frecuencia <i>H. sacchari</i> . ....                 | - 43 - |
| Figura 29. Frecuencia <i>P. puntonii</i> . ....                 | - 44 - |
| Figura 30. Frecuencia <i>P. digitatum</i> . ....                | - 45 - |
| Figura 31. Frecuencia <i>P. angustatum</i> . ....               | - 46 - |
| Figura 32. Frecuencia <i>Rhizopus</i> sp. ....                  | - 47 - |
| Figura 33. Frecuencia <i>Scedosporium</i> sp. ....              | - 48 - |

## RESUMEN

La presente investigación forma parte del proyecto PI-API 1848 Análisis multidimensional agrícola para el desarrollo de propuestas de manejo sustentable con enfoque transdisciplinario.

Los hongos del suelo juegan un papel clave en los procesos de descomposición de la materia orgánica, ya que mineralizan y reciclan nutrientes de plantas (Ludwig, 2005). Éstos organismos son una parte importante de la cadena alimenticia en el suelo, principalmente para la mesofauna que ahí habita (Bonkowski *et al.*, 2000). En los ecosistemas agrícolas, los hongos patógenos de plantas actúan en el suelo y en la rizosfera, causando una notable reducción en las cosechas y afectando su calidad (Wainwright, 1988; Lodge, 1993).

Algunas actividades agrícolas como la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, pueden afectar la diversidad de microorganismos, ocasionando desequilibrios entre los patógenos y sus antagonistas (Ludwig, 2005). La aplicación de fertilizantes orgánicos disminuyen la proliferación de hongos perjudiciales en el suelo; así mismo, permiten el desarrollo de especies benéficas y perjudiciales que requieren alto contenido de materia orgánica (M.O.); sin embargo, el suelo mantiene equilibrio en su ecosistema. Identificar los hongos presentes en un campo agrícola ayuda a tomar decisiones para el control adecuado de los mismos.

Para determinar las variaciones en la frecuencia de hongos por la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales se diseñó un experimento con 4 tratamientos de fertilización: 0 mg ha<sup>-1</sup> estiércol de ovino (testigo), 25 mg ha<sup>-1</sup> estiércol de ovino, 50 mg ha<sup>-1</sup> estiércol de ovino, y la aplicación del fertilizante químico 120N-60P-30K. Cada tratamiento se replicó tres veces, se obtuvieron 36 muestras para generar un total de 108 unidades experimentales.

De cada muestra se realizaron diluciones en serie 1/1000 para obtener las Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Posteriormente se obtuvieron cepas puras y se identificaron por medio de la técnica de microcultivo, con el fin de determinar la frecuencia de las especies de hongos benéficos y patógenos presentes en el suelo. Los muestreos se llevaron a cabo en tres etapas: 1. Etapa inicial antes de la aplicación; 2. Etapa intermedia durante la aplicación; y 3. Etapa final después de la aplicación.

Palabras clave: Suelo, estiércol, Fertilizantes químicos, hongos benéficos, patógenos, Puebla, Ahuazotepec.

## I. INTRODUCCIÓN

La función adecuada de un agroecosistema requiere de actividades múltiples, dentro de las cuales los hongos cumplen una serie de funciones de gran importancia. Si se realiza un manejo adecuado, el agricultor obtiene beneficios.

Los cambios producidos en el ambiente al transformar ecosistemas naturales en agroecosistemas, causan un fuerte impacto en la dinámica de los organismos. Algunos hongos perjudiciales se alimentan de cultivos establecidos causando grandes pérdidas económicas; mientras que otros se consideran benéficos para el cultivo, ocasionando la muerte de los hongos patógenos por micoparasitismo, al liberar enzimas hidrolíticas que degradan la pared celular y produciendo antibióticos que permiten inhibir el desarrollo de otros hongos o bacterias (Durán, 2004).

La fertilización constante y única con productos químicos inhibe la proliferación de algunos microorganismos en el suelo, ocasionando poca degradación aerobia de material vegetal en descomposición, baja producción de enzimas y metabolitos, baja transformación de sustancias orgánicas, presenta poca metabolización de compuestos carbonados; así mismo, es escasa la degradación de azúcares simples, alcoholes, aminoácidos y ácidos nucleicos (Hawksworth, 1991).

En base a estudios realizados por SAGARPA (2017) e Infoagro (2019), el conocimiento de la frecuencia de hongos benéficos y perjudiciales en el suelo, genera datos confiables para promover la aplicación de fertilizantes orgánicos y en baja proporción fertilizantes químicos, influyendo en la calidad y el rendimiento de los cultivos. Los hongos benéficos generan intensa actividad degradadora permitiendo mantener un equilibrio en los ecosistemas del suelo, además de ser controladores biológicos de hongos perjudiciales. Es por esto que en este trabajo se determinó la frecuencia de especies presentes en el suelo, con la finalidad de identificar los principales hongos benéficos y perjudiciales, y calcular la frecuencia de cada género.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar el efecto de una fertilización química y dos orgánicas, sobre la frecuencia de los hongos benéficos y perjudiciales, por medio de dilución en serie, con el fin de identificar los géneros de hongos presentes en un suelo cultivado con maíz, en Ahuazotepec, Puebla.

### Objetivos particulares

Cuantificar las unidades formadoras de colonias (UFC) obtenidas a partir de diluciones en serie, de muestras de suelo fertilizadas orgánica y químicamente, para determinar la presencia de microorganismos.

Identificar las especies de hongos obtenidas en los aislamientos del suelo, a partir de la obtención de cultivos puros, con el fin de poder diferenciar las especies benéficas y perjudiciales.

Determinar la frecuencia de los hongos identificados presentes en el suelo, por medio de la cuantificación de colonias presentes, para establecer la variación de las especies benéficas y las perjudiciales con la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos.

### Hipótesis

Si la aplicación de estiércol de ovino compostado promueve la presencia de hongos benéficos, entonces la frecuencia de géneros benéficos será mayor que la de los hongos perjudiciales después de su aplicación.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Fertilizantes

Los nutrientes que los cultivos necesitan son proveídos por los fertilizantes. El uso de fertilizantes permite producir más alimentos y de mejor calidad. Cuando el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, se tiene mayor probabilidad de obtener rendimientos mayores, sin embargo; si uno de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado trayendo como consecuencia enfermedades y bajos rendimientos (FAO, 2002 A).

##### 3.1.1 Fertilizantes Orgánicos

Los fertilizantes orgánicos son abonos de origen natural que provienen de restos de alimentos, animales y vegetales, así como de los residuos de cultivos y de cualquier fuente orgánica o natural; incrementan la fertilidad del suelo y mejoran su calidad.

Estos abonos permiten incrementar la producción ya que aportan nutrientes como fósforo y potasio, que ayudan a estimular la actividad de los microorganismos y mejoran el desarrollo de las plantas.

El abono orgánico es capaz de favorecer la formación de la estructura del suelo, y en lo que se refiere a la textura, por ejemplo, puede hacer más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos; lo que permite mejorar la permeabilidad debido a que modifica el drenaje y la aireación, por lo que hay alta actividad radicular y mayor acción de los organismos presentes. Así mismo, al promover un color más oscuro, los fertilizantes orgánicos ayudan a absorber las radiaciones solares

incrementando la temperatura, lo que permite una mejor absorción de nutrientes (Hydroenvironment, 2015).

De la misma manera, el uso de fertilizantes orgánicos mejora la retención de humedad e incrementa los niveles de materia orgánica, con lo cual es posible mejorar la fertilidad. El contenido nutrimental de los abonos orgánicos, así como la cantidad de materia orgánica, es variable, y depende de diversos factores (Intagri, 2019).

Así mismo, la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas es favorecida por los abonos orgánicos que aportan materia orgánica, nutrimentos y microorganismos (Ávarez, 2010).

#### 3.1.1.1 Tipos de abonos

Es importante conocer el tipo de nutrientes que los cultivos requieren para su crecimiento para poder administrar el fertilizante y las dosis adecuadas del mismo.

Los fertilizantes orgánicos en su mayoría son de origen animal, vegetal o ambos, entre los nutrientes que contienen principalmente se encuentran el N y P, en pequeñas cantidades K y elementos menores, y en comparación con los fertilizantes minerales sus concentraciones son bajas. Sin embargo, proporcionan al suelo características importantes. Los abonos orgánicos más comunes son estiércoles, guano, gallinaza, palomina, composta, turba, extractos húmicos, entre otros abonos orgánicos (AEFA, 2017).



### 3.1.1.2 Estiércol de ovino

Los estiércoles son uno de los mejores residuos agrícolas para compostar, ya que son ricos en nitrógeno y sirven como inoculantes microbianos. El contenido de N de las compostas producidas con este tipo de estiércol que es de entre 1 y 3%; la mineralización del nitrógeno es menor al 10 %, de la que sólo una fracción del N y otros nutrimentos está disponible el primer año después de su aplicación (Ávarez, 2010).

El estiércol de ovino es considerado mejor estiércol que el de bovino debido al alto contenido de nutrientes y el equilibrio de los mismos como se muestra en la Tabla 1. Esto se debe a que la alimentación de estos animales es a base de pastos. Éste estiércol dependerá de la especie que lo produce, edad del animal, eficiencia digestiva, tipo de alimentación que recibe y el manejo al que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración, almacenamiento, potencial de rendimiento que se alcanzó con el cultivo e incorporación (Intagri, 2019).

El estiércol de ovino se debe someter a fermentación durante 3 meses. La aplicación del abono se realiza 15 días antes de la siembra o trasplante (GCE, 2019).

Tabla 1. Caracterización agroquímica de estiércol de ovino.

| <b>Caracterización agroquímica de estiércol de ovino</b>      |       |
|---|-------|
| Humedad (%)   | 38,5  |
| pH  | 8,51  |
| Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )                 | 11,33 |
| Materia orgánica (%)  | 45,6  |
| Lignina (%)   | 21,1  |
| Celulosa (%)  | 11,4  |
| Hemicelulosa (%)  | 11,0  |
| Carbono orgánico total (COT, %)                               | 25,2  |
| Nitrógeno total (NT, g kg <sup>-1</sup> )                     | 17,7  |
| Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg kg <sup>-1</sup> )  | 889   |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> ) | 520   |
| Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> ) | nd    |
| Relación C/N  | 14,3  |
| Contenido graso (%)   | 0,5   |
| Carbohidratos hidrosolubles (%)                               | 0,4   |
| Polifenoles hidrosolubles (%)                                 | 0,3   |
| Carbono hidrosoluble (COH, %)                                 | 3,5   |
| Fósforo (P, g kg <sup>-1</sup> )                              | 2,2   |
| Potasio (K, g kg <sup>-1</sup> )                              | 16,5  |
| Calcio (Ca, g kg <sup>-1</sup> )                              | 100,9 |
| Magnesio (Mg, g kg <sup>-1</sup> )                            | 18,7  |
| Sodio (Na, g kg <sup>-1</sup> )                               | 3,9   |
| Azufre (S, g kg <sup>-1</sup> )                               | 3,2   |
| Hierro (Fe, mg kg <sup>-1</sup> )                             | 4139  |
| Cobre (Cu, mg kg <sup>-1</sup> )                              | 51    |
| Manganeso (Mn, mg kg <sup>-1</sup> )                          | 226   |
| Cinc (Zn, mg kg <sup>-1</sup> )                               | 185   |
| Plomo (Pb, mg kg <sup>-1</sup> )                              | 12    |
| Cromo (Cr, mg kg <sup>-1</sup> )                              | 19    |
| Níquel (Ni, mg kg <sup>-1</sup> )                             | 25    |
| Cadmio (Cd, mg kg <sup>-1</sup> ):                            | nd    |

Fuente: (Labciencia, 2013).

### 3.1.2 Fertilizante mineral

Los fertilizantes químicos tienen origen mineral, y son extraídos de las rocas y los minerales, donde pueden tener uno o más elementos nutrientes, en comparación con los abonos orgánicos. Sus elementos están concentrados y son fácilmente solubles. Los fertilizantes de éste tipo pueden ser convencionales, organominerales, de lenta liberación, foliares y correctores de carencias (Hydroenviroment, 2019).

La fertilización mineral permite maximizar el rendimiento de los cultivos, al conservar la fertilidad del suelo y mejorando la rentabilidad de la actividad agraria. Cuando se fertiliza sólo con fertilizantes minerales se busca tener en el suelo un buen nivel de elementos o nutrientes asimilables de forma que la planta los absorba en la cantidad que necesite y en el momento más preciso (Traxco, 2011).

#### 3.1.2.1 Efectos negativos de los fertilizantes químicos

Los fertilizantes químicos en exceso en los suelos arcillosos, provocan acumulación de sales promoviendo suelos salinos, salinos-ácidos y salinos-sódicos; en ocasiones terminan teniendo desbalance hídrico y comienzan a agrietarse e incluso tienden a disminuir o a aumentar su pH en gran medida.

Estos efectos negativos llegan a perjudicar al cultivo y al suelo, alterando los nutrientes, lo que propicia el desarrollo de microorganismos, tallos opacos, hojas o ramas, hasta llegar a la pudrición (Agroware, 2016).

Las grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos van causando contaminación química del suelo y del agua, así como el aumento de patógenos por consecuencia del desarrollo de resistencia a los plaguicidas (Restrepo, 2000).

### 3.2 Microbiota del suelo

La microbiota del suelo es una mezcla de microorganismos formada de miles y millones de bacterias, actinomicetos, hongos y protozoos, que cumplen un papel esencial en los procesos bioquímicos de la materia.

La población microbiana en la rizosfera es mayor que la de los suelos sin raíces y es fisiológicamente más activa (Rodríguez, 2019). La heterogeneidad y diversidad de los grupos descomponedores en la microbiota del suelo está dada por la influencia de la planta en la composición y estructura de las comunidades microbianas rizosféricas, la diversidad de especies y grupos funcionales (Medina, 2012).

Existen muchos microorganismos del suelo reportados como productores de metabolitos biológicamente activos, entre ellos hongos, bacterias y actinomicetos, cuyo metabolismo y capacidad de producción ha sido poco investigada. Por ello es importante la búsqueda de grupos de microorganismos a partir de ambientes poco comunes como el suelo (Rodríguez, 2019).

#### 3.2.1 Importancia de los hongos del suelo

Los hongos del suelo son importantes para los procesos de descomposición que mineralizan y reciclan nutrientes de plantas. Son una parte importante de la cadena alimenticia en el suelo, principalmente para la mesofauna que ahí habita (Bonkowski *et al.*, 2000). En general, los hongos tienen una importancia ecológica vital. Ellos son descomponedores de la materia orgánica. Al igual que las bacterias, insectos y gusanos se encargan de reciclar nutrientes en la naturaleza para liberar sustancias que emplean otros organismos (Del Valle, 2006).

Estos organismos conforman una importante fracción de la biomasa total microbiana del suelo, crecen en forma de red extendiéndose como micelio hasta su estado reproductivo donde dan origen a esporas sexuales o asexuales. Son importantes degradadores aerobios de material vegetal en descomposición en suelos ácidos, producen enzimas y metabolitos que contribuyen al ablandamiento y a la transformación de sustancias orgánicas.

Los hongos metabolizan compuestos carbonados de muy difícil degradación como las celulosas, las hemicelulosas y las ligninas, también degradan azúcares simples, alcoholes, aminoácidos y ácidos nucleicos. Pueden ser parásitos o saprófitos. Son muy importantes en suelos con desechos de cosecha. Su crecimiento ramificado rápido y la intensa actividad degradadora les permiten mantener un equilibrio en los ecosistemas del suelo.

Las raíces de las plantas están pobladas de hongos micorrízicos que aprovechan las exudaciones radiculares constituidas por azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, nucleótidos, enzimas, vitaminas y sustancias promotoras de crecimiento. Los hongos movilizan nutrientes minerales hacia las raíces de las plantas, aumentan la capacidad de retener agua en sequía, fijan nitrógeno y fósforo y protegen las raíces de fitopatógenos por espacio y emitiendo sustancias que los inhiben. Los hongos son muy activos en las plantas y prefieren los azúcares que estas segregan por las raíces. También toman aminoácidos.

Los géneros de hongos más importantes asociados a las raíces de las plantas son *Acrostalagmus*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Glomus*, *Gliocladium*, *Monilia*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Spicaria*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Verticillum*, *Zygorynchus*. *Aspergillus* y *Penicillium* movilizan el fósforo y el nitrógeno del suelo. *Trichoderma* incrementa la humedad en las raíces en condiciones de sequía (Torrico, 2011).

El suelo es un hábitat o ecosistema, y no un sustrato; esta característica complica las definiciones y la metodología, porque el suelo representa una mezcla compleja de fracciones orgánicas e inorgánicas con agua y organismos vivos. Las fracciones orgánicas se componen de material de

plantas en diferentes fases de descomposición, raíces vivas, exudados, microorganismos, pequeños invertebrados y contenidos intestinales. Por esta razón, el suelo alberga una parte considerable de la biodiversidad total de hongos, y no existe ninguna estimación fidedigna del número de especies de hongos del suelo (Hawksworth, 1991).

En sistemas agrícolas, los patógenos de plantas y sus antagonistas son particularmente importantes (Monterroso, 2015).

### 3.2.2 Patógenos del suelo

Los patógenos del suelo forman parte de la microflora, estos pueden reducir el rendimiento y la calidad de los cultivos. Son capaces de sobrevivir por varios años a través de diferentes estructuras de resistencia. Las enfermedades que ocasionan son complejas de predecir, detectar y diagnosticar.

Entre los síntomas más comunes que pueden provocar los patógenos del suelo se encuentran la pudrición de semillas, de raíces y de partes aéreas, así como diversos tizones. Éstos patógenos se dividen en sobrevivencia por largo tiempo (estructuras de resistencia como clamidosporas y esclerocios) y sobrevivencia transitoria como los son los saprofitos en la materia orgánica en descomposición.

Los factores que influyen en la actividad de los patógenos en el suelo son: el tipo de suelo, pH, humedad, temperatura y nutrientes. Conviven y compiten con otros microorganismos que les son directa o indirectamente antagonistas, directamente por competencia del lugar por parasitar a otro, en indirectamente por la generación de sustancias tóxicas (Monterroso, 2015).

Los patógenos de plantas actúan en el suelo, en la rizosfera o infectan tallos, causando que las plántulas se marchiten y, por tanto, provocan grandes pérdidas, éstos pueden ser específicos, aunque la mayoría ataca una amplia gama de plantas hospederas (Pfenning, 1997).

#### 3.2.2.1 Efectos de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo

Los abonos orgánicos pueden prevenir y controlar la presencia y severidad de las enfermedades del suelo. Su acción se basa en los siguientes puntos:

- Incrementan la capacidad biológica del suelo para amortiguar los patógenos.
- Reducen el número de patógenos por la competencia que se establece con los microorganismos no patógenos del suelo.
- Aumentan en el contenido de N amoniacal en el proceso de mineralización del abono orgánico.
- Incrementan de la capacidad de los hospedantes para provocar rechazo hacia los patógenos (SAGARPA, 2017).

La aplicación de materia orgánica se refleja en el rendimiento, promoviéndose el crecimiento de raíces y absorción de nutrientes. Aumenta la diversidad de la microflora en las raíces y existe una correlación negativa con la incidencia de enfermedades radiculares de las plantas, por efecto de un aumento de microbiostasis en la rizosfera. La inhibición de algunos hongos patógenos por efecto de algunos abonos orgánicos se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo.

| Efecto de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo. |  |
|---|--|
| <b>Abono orgánico</b>   | <b>Patógeno inhibido</b>   |
| Gallinaza   | <i>Phytophthora cinnamomi</i>  |
| Composta de lodos   | <i>Rhizoctonia solani</i>  |
| Extracto de líquido de compostas  | <i>Phytophthora infestans</i>  |
| Composta de corteza   | <i>Rhizoctoniasolani</i>   |
| Vermicomposta   | <i>Phytophthora nicotianae</i><br><i>Fusarium oxysporum</i><br><i>Plasmodiophora brassiace</i> |

Fuente: (Infoagro, 2019).

Para el efecto de los abonos orgánicos se requieren aplicar prácticas agroecológicas y generar información de la evolución de las características del suelo en diferentes condiciones de manejo.

### 3.3 Hongos del suelo nocivos en el cultivo de maíz

Las podredumbres de las raíces figuran entre las enfermedades menos estudiadas del maíz, aun cuando aparecen en todas las plantas del maíz, en todos los campos y todos los años. Las pérdidas de producción no se pueden estimar con precisión, porque no se dispone de técnicas para comparar las producciones de plantas sanas y de las plantas enfermas.

Los investigadores están de acuerdo en que 1) La podredumbre de las raíces es una enfermedad compleja de muchos hongos diferentes y puede también implicar a bacterias, nematodos e insectos que se alimentan de raíces; 2) Los grupos de hongos que aparecen en las raíces difieren dependiendo de la fase de crecimiento del huésped, condiciones ambientales, genotipo y cultivos anteriores; y 3) Los hongos varían en su capacidad para causar podredumbre de las raíces. Se considera que los hongos *Pythium*, *Rhizotocnia*, *Fusarium* y *Helmithosporium*, causan enfermedades lo suficientemente distintas como para que puedan ser discutidas individualmente (APS, 2004).



### 3.4 Géneros de hongos del suelo identificados

*Acremonium* sp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Ascomycotina

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Acremonium*

(NCBI, 2011).

#### Descripción:

*Acremonium* sp tiene una distribución mundial: se encuentra comúnmente en el medio ambiente en el suelo y en material vegetal muerto, así como en heno y hongos en descomposición; algunas especies también se pueden encontrar en los productos alimenticios. Las muchas especies de *Acremonium* sp son en su mayoría saprofitas y no patógenas. Sin embargo, ciertas especies son patógenas para las plantas y los humanos.

El modo de diseminación de las esporas húmedas es por insectos, gotas de agua o por el viento. En los recuentos aerobiológicos, *Acremonium* spp suele estar presente en pequeñas concentraciones en el aire exterior y su aparición puede ser bastante baja. Se reporta como uno de los géneros menos prevalentes en muestras de aire. Alternativamente, algunas especies están muy extendidas en el interior: las especies reportadas en el hábitat interior incluyen *A. strictum*, *A. carticola*, *A. kiliense* y *A. rutilum*.

Las colonias son de color crema o durazno claro, lisas por la producción de un delicado micelio aéreo corto. Se ven variantes de las colonias blancas, rosadas y gris-amarillas. Microscópicamente, los

conidióforos son largos, delicados y casi como pelos (Figura 1). Conidios unicelulares elípticos, ovales a cilíndricos, dispuestos en cabezuelas irregulares (Koneman y Roberts, 1997).

La composición química de este hongo es semejante a la de *Penicillium* spp, lo que impide la síntesis normal de la pared celular. Son efectivos en los tratamientos de infecciones osteoarticulares, genitourinarias, del tracto respiratorio, debido a microorganismos sensibles a cefalosporinas (hoy conocido como *Acremonium* sp.) (Muntañola, 1998).

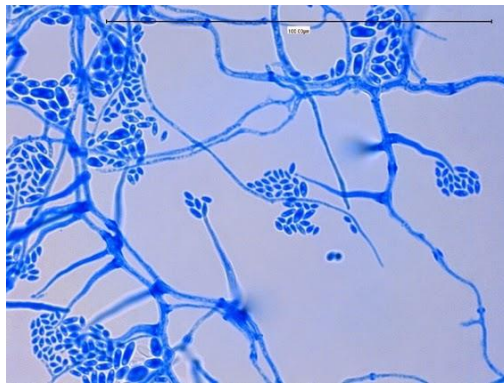


Figura 1. *Acremonium* sp. (Yuri, 2015).

*Aspegillus* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomicota

Clase: Eurotiomicetos

Orden: Eurotiales

Familia: *Aspergillaceae*

Género: *Aspergillus*

(NCBI, 2011).

## Descripción:

Son organismos saprófitos que se reproducen por medio de conidios. Las diferentes especies se diferencian en tamaño, tasa de crecimiento, textura (aterciopelada, granular, algodonosa) y color de la colonia: verde-amarillento (*A. flavus*), negro (*A. niger*), marrón (*A. terreus*). La coloración aparece casi siempre en todas las estructuras aéreas, tanto en el micelio como en las cabezas conidiales. *Aspergillus* spp es uno de los principales hongos productores de micotoxinas.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos y secretados por el hongo durante el proceso de degradación de la materia orgánica, como mecanismo de defensa frente a otros microorganismos. (UDEA, 2016 A).

La estructura microscópica se forma por hifas tabiculares y conidióforos cuya cabeza está en el extremo de una hifa, compuesta por una vesícula rodeada por una corona de fiálides con forma de botella insertadas sobre la vesícula.

Las esporas o conidios se desprenden de las fiálides. *Aspergillus* spp tiene dos formas básicas de presentación, en levaduras e hifas. Es filamentoso compuesto de cadenas de células llamadas hifas el opuesto a las levaduras se componen de una célula redonda (Figura 2). En su forma saprófita es un hongo con hifas septadas del cual surgen conidióforos donde tienen una ampliación en la cabeza aspergilar donde surgen estructuras en forma ampular que son fiálides de las que surgirán células reproductivas llamadas fialoconidias (O’Gorman *et al.*, 2009).

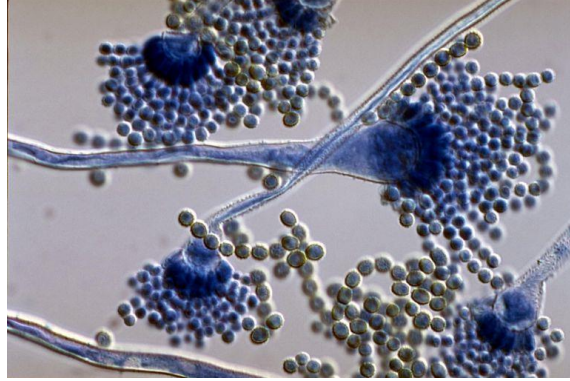


Figura 2. *Aspergillus* sp. (Salgado, 2015).

*Fusarium* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hipocreales

Familia: Nectriaceae

Género: *Fusarium*

(NCBI, 2011).

#### Descripción:

*Fusarium* sp. es un hongo filamentoso aislado de plantas y suelo. Se encuentra como microbiota normal en arroz, frijol, soya y otros cultivos. Además de ser un contaminante común y fitopatógeno, las especies de *Fusarium* pueden causar varias infecciones en humanos, como infecciones oportunistas sistémicas e infecciones superficiales como onicomicosis. Este género contiene más de 20 especies de las cuales las más comúnmente aisladas son *F. solani*, *F. oxysporum* y *F. moniliforme*.

Las colonias se obtienen después de 1 a 5 días. Pueden ser algodonosas de color blanco, con diversos pigmentos según la especie (crema, rosado, salmón, amarillo, rojo o morado). Microscópicamente posee células conidiógenas tipo fiálides formadas en la hifa aérea. Poseen 2 tipos de conidios: macroconidios y microconidios, que varían en forma y número según la especie:

- Macroconidios fusiformes, con septos transversales, producidas por sucesión basípeta en los monofialides y acumuladas en pequeñas masas en la punta de la fialide.
  - Microconidios elipsoidales, ovoides, subesféricos, piriformes o en forma de clava, producidas por sucesión basípeta en mono y polifialides y acumuladas formando falsas cabezas o en cadenas
- Figura 3 (UDEA, 2016 B).



Figura 3. *Fusarium* sp. (Acosta, 2015).

*Helminthosporium* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Dothideomycetes

Orden: Pleosporales

Familia: Massarinaceae

Género: *Helminthosporium*

(NCBI, 2011).

## Descripción:

Este género incluye patógenos vegetales. Es de distribución cosmopolita. Se asocia comúnmente con manchas foliares, tizones foliares, pudrición de raíz, en cultivos de la familia Poaceae de alto valor, se incluye también en arroz, maíz, trigo y sorgo (Berbee, 1999).

*Helminthosporium* spp. es dematiaceo, filamentoso, se encuentra aislado de los restos vegetales y del suelo.

Sus colonias crecen rápidamente y maduran aproximadamente en 5 días, su textura es aterciopelada a lanosa, su color es verde oliva a negro de frente y del reverso negro. Sus hifas son septadas, conidióforos de marrón a marrón oscuro, erectos con paredes paralelas dejando de alargarse hasta formar el conidio terminal (Figura 4). Conidios multicelulares de 6 o más celdas, grandes, solitarios de color marrón pálido a oscuro, ubicándose a lo largo de los lados del conidióforo, siendo su extremo más ancho hacia el conidióforo (MSG, 2019 A).



Figura 4. *Helminthosporium* sp. (Tikkanen, 2019).

*Paecilomyces* spp.

## CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Leotiomycetes

Orden: Sordariales

Género: *Paecilomyces*

(NCBI, 2011).

## Descripción:

Las especies de *Paecilomyces* se han aislado a partir de suelo, restos vegetales, y frutas. Usualmente es considerado como contaminante, pero se ha aislado como agente de hialohifomicosis. Este género contiene varias especies, siendo las más comunes *P. lilacinus* y *P. variotti*.

Este hongo tiene la habilidad de sobrevivir en materia orgánica en el suelo y siempre se encuentra presente en el campo principalmente en zonas húmedas y donde hay abundante plaga. Es también patógeno de insectos, pero su mayor relevancia es como patógeno de fitonematodos, ya que causa una alta tasa de mortalidad reduciendo sus poblaciones en los cultivos, principalmente especies del nematodo agallador *Meloidogyne* spp. Este hongo parasita huevos, adultos y quistes de nematodos. También puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces. De modo que puede infectar cualquiera de los estadios del nematodo, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esa manera las poblaciones en el campo. En ausencia de nematodos el hongo puede sobrevivir como saprófito en el suelo (UDEA, 2016 C).

Las colonias de *Paecilomyces* crecen rápidamente y maduran en 3 días. *P. crustaceus* y *P. variotii* son termofílicos y pueden crecer bien a temperaturas tan altas como 50 ° y posiblemente 60 ° C. Las colonias son planas, polvorientas o de textura aterciopelada. El color es inicialmente blanco y se vuelve amarillo, verde amarillo, marrón amarillo, marrón oliva, rosa o violeta, según la especie. El

reverso es blanco sucio, beige o marrón. Un olor aromático dulce puede estar asociado con cultivos más antiguos.

Se observan hifas hialinas septadas, conidióforos, fialides, conidios y clamidosporas. Los conidióforos a menudo se ramifican y llevan las fialides en sus puntas. Las fialides se hinchan en sus bases y se estrechan hacia sus ápices (Figura 5). Por lo general, se agrupan en pares o grupos similares a pinceles. Los conidios son unicelulares, hialinos a oscuros, lisos o ásperos, ovales a fusoides, y forman largas cadenas. Las clamidosporas están ocasionalmente presentes (MSG, 2019 B).

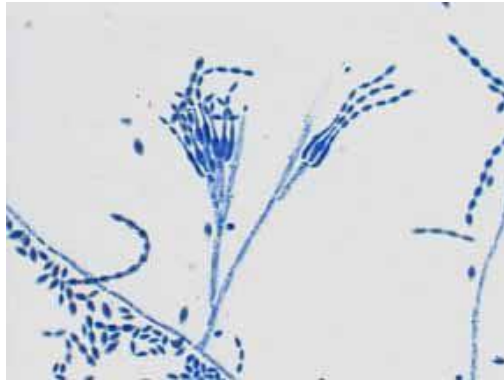


Figura 5. *Paecilomyces* sp. (Alchetron, 2019).

*Penicillium* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Eurotiomycetes

Orden: Eurotiales

Familia: Aspergillaceae

Género: *Penicillium*

(NCBI, 2011).



## Descripción:

Los hongos del género *Penicillium* (excepto *P. marneffeii*) son filamentosos y vellosos, lanosos o de textura algodonosa, que se encuentran en suelo, vegetación y en aire. La mayoría de especies son consideradas contaminantes, pero se han encontrado como agentes causales de infección en pacientes humanos inmunocomprometidos. En infecciones superficiales, se han encontrado causando otomicosis y queratitis.

Existen varias especies, dentro de las más destacadas se encuentran *P. chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. marneffeii*, *P. purpurogenum*, *P. aurantiogriseum*, *P. commune*, *P. digitatum*, *P. expansum*, *P. islandicum*, *P. notatum*, *P. roquefortii*, *P. verrucosum*, entre otras (Carrillo, 2002).

Este hongo es considerado como parásito en heridas, provocadas por algunos insectos, por manipulación al cultivo, golpes, carencia de agua o debilitamiento de la planta. La podredumbre producida por este hongo, es conocida como moho verde y azul. Comúnmente abundan en el suelo (Fagro, 2017).

La penicilina es un antibiótico derivado de *P. notatum*. Actúa matando a las bacterias e inhibiendo su crecimiento. Se trata de un antibiótico bactericida, destruyendo solo los organismos que están creciendo y multiplicándose y no a los que estén en estado latente (ArgenBio, 2019).

Su morfología presenta hifas septadas hialinas, con conidióforos simples o ramificados, mótulas, fialides y conidios. Las mótulas son ramificaciones secundarias que se forman sobre los conidióforos. Las mótulas acarrean fialides en forma de frasco. La organización de las fialides en la punta de los conidióforos es típica, llamadas "penicilli" o pincel (Figura 6). Las conidias son redondas, unicelulares y observadas como cadenas no ramificadas en el extremo de las fialides (FBA, 2019).

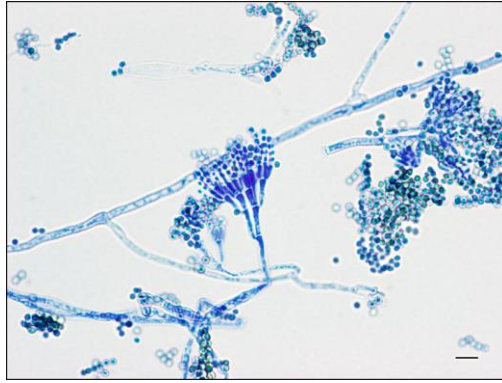


Figura 6. *Penicillium* spp. (INSPQ, 2019).

*Pythium* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Chromista

Clase: Oomycetes

Orden: Pythiales

Familia: Pythiaceae

Género: *Pythium*

(NCBI, 2011).

#### Descripción:

Este hongo es la causa más importante del ahogamiento durante las fases de preemergencia y posemergencia de las plántulas. Algunas especies de *Pythium* intervienen en el desarrollo de esas fases, como son *P. aphanidermatum*, *P. debaryanum*, *P. irregulare* y *P. ultimum*. El efecto que ejerce sobre su hospedero generalmente es muy semejante al que producen las demás. Sin embargo, deben destacarse diversas especies de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, que ocasionan frecuentemente síntomas similares.

Las especies de *Pythium* se encuentran ampliamente distribuidas en los suelos y el agua de todo el mundo. Viven como organismos saprófitos sobre los restos de plantas y animales muertos, o bien como parásitos benignos que atacan las raíces fibrosas de las plantas (Agrios, 2005). Causan pudrición del tallo y de la semilla. Observando Inicialmente, que los entrenudos inferiores se suavizan y oscurecen tomando un aspecto acuoso, causando debilidad a la planta y acame. La enfermedad puede afectar antes de la floración y permanecer viva hasta que el tejido vascular se destruye (IICA, 2015).

Forma un micelio blanco, filamentoso, profundamente ramificado y de rápido crecimiento. El micelio produce esporangios terminales de forma esférica, filamentosa o de cualquier otra (Figura 7). Los esporangios germinan directamente y producen de uno a varios tubos germinales, o bien forman una hifa corta en el extremo de la cual se forma una vesícula (Agrios, 2005).

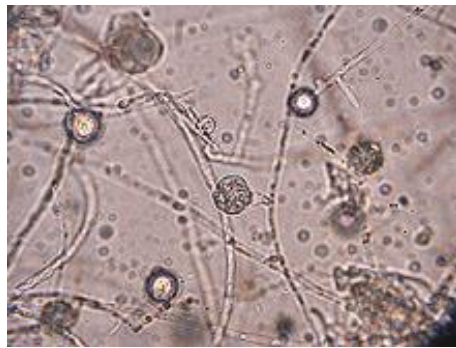


Figura 7. *Pythium* sp. (Dorrance, 2004).

*Rhizopus* spp.

#### CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Mucoromycota

Clase: Mucoromicetes

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Género: *Rhizopus*

(NCBI, 2011).

## Descripción:

*Rhizopus* spp es un hongo filamentoso cosmopolita que se encuentra en el suelo, como saprófito que crece en frutas y verduras maduras y como moho que se encuentra en el pan viejo. Es el agente causal de la pudrición blanda de frutas y hortalizas (Baggio *et al.*, 2016).

El micelio de este patógeno es cenocítico, que puede formar septo ocasionalmente cuando envejece. Algunas especies al entrar en contacto con la superficie forman rizoides, prolongaciones hifales en forma de raíces. Los esporangios se ubican sobre los esporangióforos del cual emergen en fascículos de una misma hifa (Figura 8).

*Rhizopus* sp es fácil de distinguir del moho gris causado por *Botrytis* ya que este no ablanda la fruta ni produce goteo de líquidos y su coloración va de gris a marrón. *Rhizopus* presenta una ubicación de esporangios al azar que parecen sacos.



Figura 8. *Rhizopus* sp. (Yuri, 2010).

*Scedosporium* spp.

## CLASIFICACIÓN

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Microascales

Familia: Microascaceae

Género: *Scedosporium*

(NCBI, 2011).

## Descripción:

*Scedosporium* sp es un hongo saprófito, de distribución cosmopolita. Se puede aislar de tierra de macetas, alcantarillas, aguas estancadas, arroyos y estiércol. Produce hifas septadas hialinas a partir de las cuales se producen células conidiógenas a lo largo de la longitud. Las células conidiógenas son como anillos en forma de matraz que tienen una base hinchada desde la cual se extiende un "cuello" alargado. Los conidios se producen individualmente o en pequeños grupos en el vértice del anillo. Los conidios unicelulares de pared lisa son hialinos a un color marrón pálido y tienen una forma de piriforma (Figura 8) Estos conidios (annelloconidia) tienen una base truncada donde se unieron al anillo conidiógeno (SEIMC, 2018). La colonia en PDA madurará de 5 a 7 días a 25° C, de color blanco, algodonosas. Al reverso es de color de color marrón oscuro a gris oscuro.

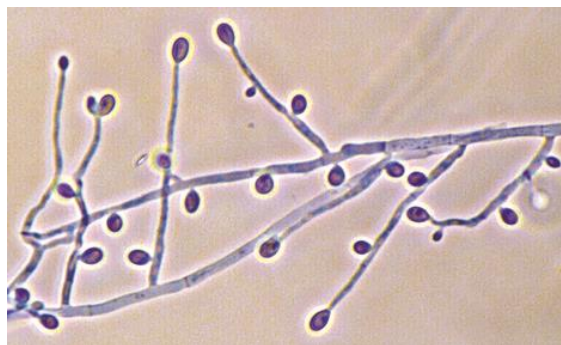


Figura 9. *Scedosporium* sp. (LUA, 2016).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Metodología

El trabajo se realizó en los laboratorios L-103 y L-104 del departamento de Ciencias Agrícolas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, que se encuentra ubicada en Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, localizada en las coordenadas 19° 42' de latitud norte y a los 99° 11' de longitud oeste, a una altura de 2,254 msnm.

Las muestras de suelo fueron tomadas durante dos ciclos agrícolas de producción, Primavera-Verano 2015 y 2016, a una profundidad de 10 cm del suelo, de la parte central de cada unidad experimental en Ahuazotepec, Puebla. La parcela experimental se localiza en las coordenadas 20° 01' 51.6" L.N. y 98° 07' 15.6" L.O. a una altitud de 2268 msnm. El sitio tiene clima templado húmedo C (m), con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual de 14.4 ° C y precipitación media anual de 1064.9 mm. Los suelos del municipio están caracterizados como Andosoles órticos de textura media, con potencial de uso agrícola y pecuario; mecanizables.

Las mezclas de fertilizantes se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Mezclas de fertilizantes aplicados de Ahuazotepec, Puebla.

| Mezclas de fertilizantes aplicados de Ahuazotepec, Puebla. |   |
|--|---|
| Fertilizante   | Descripción                               |
| 1  | 0 mg ha <sup>-1</sup> estiércol de ovino  |
| 2  | 25 mg ha <sup>-1</sup> estiércol de ovino |
| 3  | 50 mg ha <sup>-1</sup> estiércol de ovino |
| 4  | Fertilizante químico 120N-60P-30K         |

*Fuente: (Domínguez, 2017).*

Se realizaron las diluciones en serie en condiciones de asepsia, para 12 muestras de suelo antes de la aplicación (A muestreo inicial) de fertilizantes estiércol y NPK, 12 muestras durante la aplicación (B muestreo intermedio) de los fertilizantes y 12 muestras después de la aplicación (C muestreo final), dando un total de 36 muestras con 3 repeticiones por muestra, teniendo 108 unidades experimentales totales (Figura 10).



Figura 10. Procedimiento metodológico.

A y B pesado de las muestras de suelo, C y D dilución en serie, E y F conteo de UFC, G y H aislamientos puros, I y J elaboración de microcultivo, K identificación Elaboración propia.

## Procedimientos

### Dilución en serie (Figura 11)

1. Se pesa 1 g de suelo y se agrega a un tubo de ensayo que contenga 10 mL de agua destilada estéril
2. Se agita manualmente durante 1 minuto
3. Se toma una alícuota de 1 mL con una pipeta y se agrega a otro tubo de ensayo que contenga 9 mL de agua destilada estéril
4. Se agita nuevamente durante 1 minuto
5. Se repite la operación hasta llegar a la dilución  $10^{-3}$  basada en pruebas preliminares
6. De cada dilución se toma una alícuota de 1 mL, la cual se siembra en cajas de Petri con medio de cultivo PDA y antibiótico (cloranfenicol 1mL/L de PDA)
7. Se distribuye uniformemente y se incuban en posición invertida a una temperatura de  $\pm 26^{\circ}\text{C}$  durante 10 días
8. Transcurridos 10 días se mide la frecuencia de los hongos presentes en cada muestra
9. Se hacen resiembras de las colonias para obtener las cepas puras
10. Se identifican las colonias de hongos obtenidos.

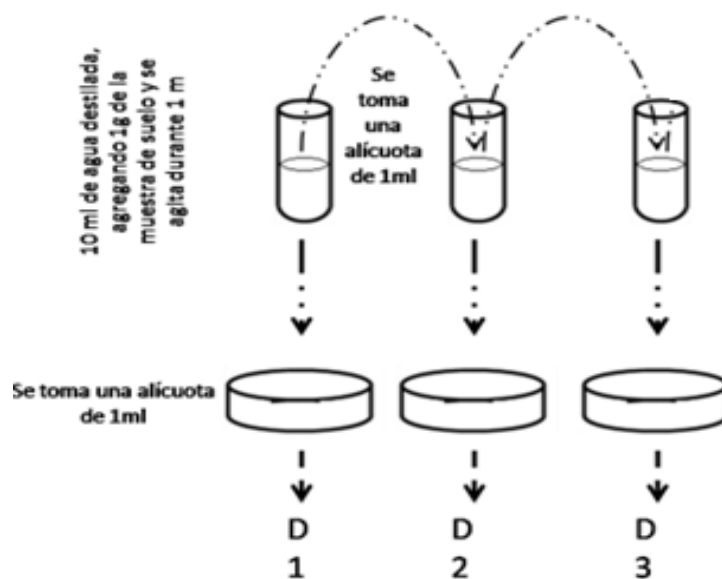


Figura 11. Dilución en serie. Elaboración propia. (Modificado de Maya L. 2009).



Obtenidas las colonias puras se realizó la técnica de microcultivo a 24, 48 y 72 horas.

#### Microcultivo

1. Se toma 1 cm<sup>2</sup> de PDA, colocándolo sobre el porta objetos que estará en la cámara de microcultivo
2. Con una aguja de disección estéril se inocula las orillas superiores e inferiores del cuadro de PDA cubriéndolo con un cubre objetos
3. Posteriormente se agrega 2 mL de agua estéril en la cámara de microcultivo, sellando así el dispositivo de microcultivo y se rotula
4. Se interrumpe el crecimiento del hongo según el tiempo determinado (24, 48 ó 72 horas)
5. Se hacen dos preparaciones permanentes por dispositivo, se toma el porta objetos del dispositivo y se agrega una gota de azul de metileno, posteriormente se coloca un cubre objetos nuevo y se aplica barniz transparente. Para la segunda preparación permanente se toma un porta objetos nuevo, se pone una gota de azul de metileno, se coloca el cubre objetos del dispositivo y se aplica barniz transparente para sellar.
6. Se observan las estructuras somáticas y reproductivas para identificarlas con respecto a la medida de estas mismas (Cuervo *et al*; 2019).

De igual forma se realizaron preparaciones temporales.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cuantificación de las unidades formadoras de colonias (UFC)

Los tratamientos evaluados generaron una disminución en el total de UFC; la fertilización química en el muestreo inicial (A) tuvo un total de 67 UFC, este valor disminuyó 82 % en el muestreo final (C) donde se cuantificaron únicamente 12 UFC. El tratamiento Testigo (E0) presentó 98 UFC en el muestreo inicial, este valor disminuyó 90 % en el muestreo final (C). La aplicación del tratamiento con estiércol E25 disminuyó 74 % la frecuencia de UFC al pasar de 74 unidades en el muestreo inicial a 19 unidades en el final (C). El tratamiento E50 tuvo la mayor presencia de UFC en el muestreo inicial (128), este valor se redujo 91 % en la etapa final (C). En el muestreo inicial las diferencias en el número de UFC no fueron estadísticamente significativas (grupo a), sin embargo, los valores fueron distintos con respecto a los muestreos intermedio (B) y final (C) (Figura 12).

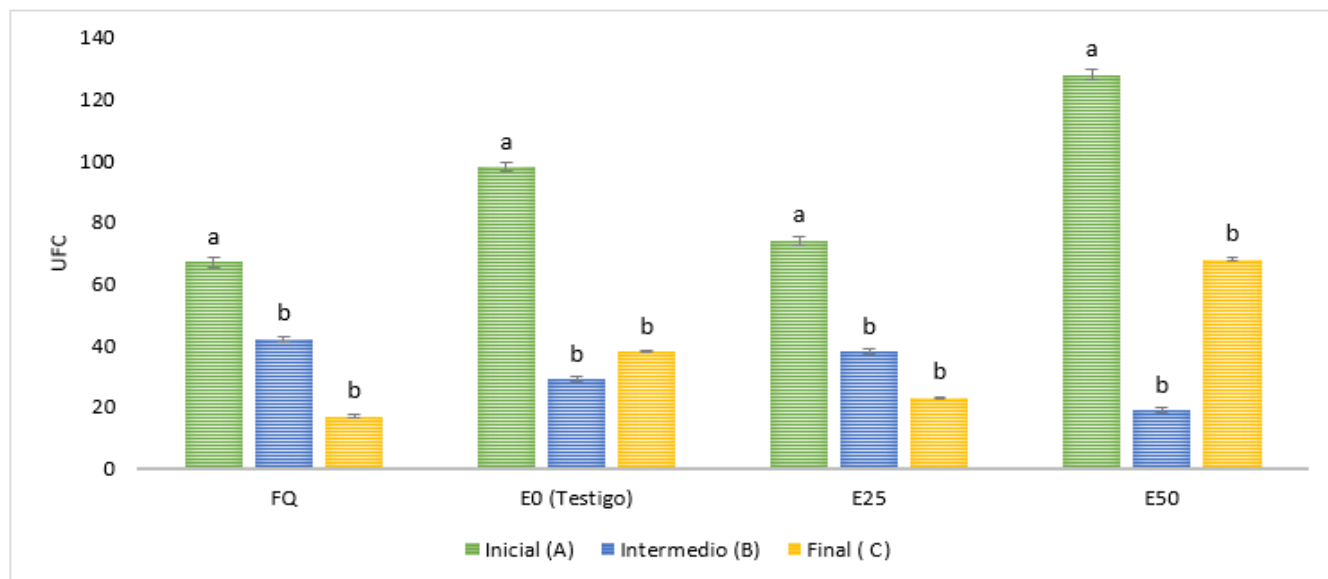


Figura 12. Frecuencia UFC. Elaboración propia.

La aplicación de fertilizantes orgánicos en comparación con los químicos, promovió una disminución en la frecuencia de UFC tomando en cuenta el número de UFC en la fase inicial (A). Por otra parte, ésta aplicación propició la proliferación de otros hongos, porque de acuerdo a Aslantas *et al.* (2007) aplicar estiércol al suelo aumenta y promueve una mejora en la capacidad buffer, enriqueciendo la capacidad de I.C., mejorando la estructura del suelo, evitando la erosión y permitiendo el desarrollo de la micro y macro-fauna benéficas del suelo.

Los resultados obtenidos en la disminución de UFC en los muestreos (B) y (C) coinciden con Parra (2008), donde reporta resultados negativos de presencia de hongos patógenos como *Fusarium* spp. después de aportar estiércol. El aporte de materia orgánica a los suelos es oportuno para aumentar el suministro de nutrimentos, acondicionar el suelo y para inducir supresividad; al aumentar maximiza el efecto supresivo, posiblemente por poblaciones antagonistas de los fitopatógenos en cuestión.

Al conocer como fueron los comportamientos de los fertilizantes con respecto a la frecuencia de hongos encontrados en el suelo, se pueden observar y entender los beneficios que estos ofrecen a la composición del mismo, y por lo tanto, se conocen las ventajas y desventajas de su uso, tomando en cuenta que los fertilizantes sintéticos son de liberación rápida, mientras que los fertilizantes de estiércol son de liberación lenta, dosificando su nitrógeno inherente en el transcurso de varios meses (SACSA, 2015). Es por esto que se debe mantener un equilibrio entre fertilización mineral y orgánica.

## Identificación

Los géneros y especies identificados como benéficos y perjudiciales se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Géneros y especies identificados

| Géneros y especies                           | Clasificación             |
|--|---------------------------|
| <i>Acremonium</i> sp.                        | Benéfico                  |
| <i>Aspergillus niger</i> Van Tiegh           | Perjudicial               |
| <i>Fusarium moniliforme</i>                  | Perjudicial               |
| <i>F. oxysporum</i>                          | Perjudicial               |
| <i>F. solani</i>                             | Perjudicial               |
| <i>Helmintosporium sacchari</i>              | Perjudicial               |
| <i>Paecilomyces puntonii</i> (Vuil) Nannizzi | Perjudicial al ser humano |
| <i>Penicillium digitatum</i>                 | Perjudicial               |
| <i>Phytium angustatum</i> Sparrow            | Perjudicial               |
| <i>Rhizopus</i> sp.                          | Perjudicial               |
| <i>Scedosporium</i> sp.                      | Perjudicial al ser humano |

Fuente: Elaboración propia.

### *Acremonium* sp.

Se observaron conidióforos erectos, ramificados, adelgazados de la base hacia el ápice con 25.3  $\mu\text{m}$  de largo y masas de esporas esféricas con diámetros de 22.26 y 44.65  $\mu\text{m}$ , colonia de color durazno con textura lisa. Los resultados obtenidos coinciden con Watanabe (2010), el cual describe a *Acremonium* sp con conidióforos hialinos, erectos, simples o ramificados que se adelgazan de la base hacia el ápice, con masa de esporas esféricas termi-conidios fialosporosos, hialinos, de una célula, cilíndricos unidos en uno o ambos extremos, de tres a siete glóbulos de aceite con dimensiones de conidióforos 17.5-37.5 (-50.4) X 3.2 -4  $\mu\text{m}$ . Masas de esporas de 27.5 – 45  $\mu\text{m}$  de diámetro. Conidios de 6-8.5 (-9.3) X 2.1 -2.8 (-4)  $\mu\text{m}$  (Figura 13).

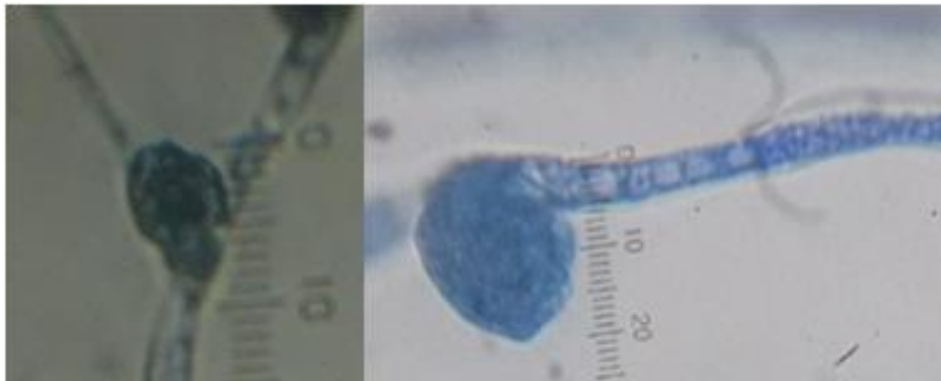


Figura 13. *Acremonium* sp. A. Masa de esporas a 40X. B. Masa de esporas 44.65  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *Aspergillus niger* van Tiegh.

Se observaron conidióforos de color marrón, erectos, con vesículas globosas en el ápice y conidios fialosporosos, globosos de color marrón. Las medidas obtenidas en conidióforos fue de 756 y 920.92  $\mu\text{m}$ , conidio de 3.9  $\mu\text{m}$  y colonias color marrón claro a carnita, por lo que los resultados obtenidos concuerdan con la descripción de Watanabe (2010), donde los conidióforos son hialinos o de color marrón pálido, erectos, simples de paredes gruesas con células basadas, infladas en el ápice formando vesículas globosas, con cabezas conidiales divididas en más de cuatro columnas conidiales sueltas con más de cuatro fragmentos apicales, compuestos de conidios catenulados (más de 15

conidios/cadena), transmitidos en fiálides uniseriadas o biseriadas agudas en el ápice. Conidios filiosporos, marrones, negros en masa, globosos y las dimensiones que reporta son conidióforos con más de  $740 \mu\text{m} \times 10\text{-}14 \mu\text{m}$ : Vesículas de  $55\text{-}75 \mu\text{m}$  de largo: Fiálides de  $5\text{-}13.8 \mu\text{m}$  de largo. Conidios ( $2.7\text{-}$ )  $3.7\text{-}4.5 \mu\text{m}$  de diámetro (Figura 14).

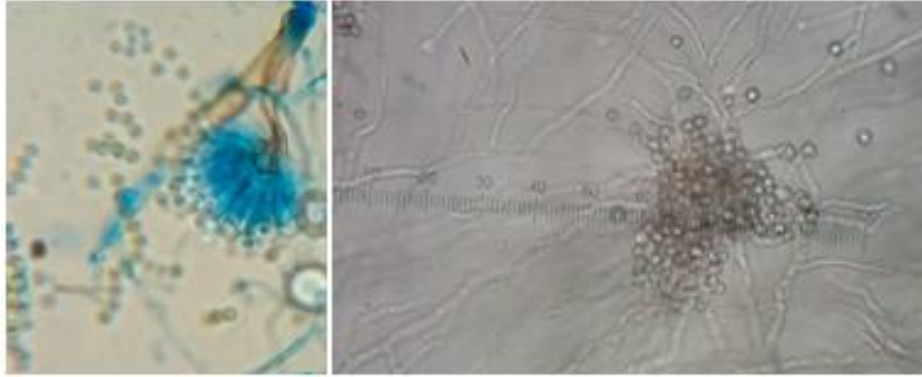


Figura 14. *Aspergillus niger* van Tiegh. A. Conidióforo a 10X. B. Conidiófora 10X 920.92  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *Fusarium moniliforme*.

Se observaron conidióforos simples y en masas, macroconidios en forma ligeramente oblicuos con  $35 \times 2.8 \mu\text{m}$  de dimensión, microconidios ovados apiculados de un lado con dimensiones de  $9.8 \times 2.7 \mu\text{m}$  y colonias color rosa claro. los resultados coinciden con Watanabe (2010), donde describe *Fusarium moniliforme* con conidióforos hialinos, simples y/o masas de esporas en los vértices de las ramas. Conidios filiosporos, hialinos de dos tipos: macroconidios transmitidos en masas de esporas, en forma de bote, con celdas apicales ligeramente curvadas, celdas de pie enganchadas y dos celdas cilíndricas, en microconidios hialinos, elipsoidales u ovados, apiculado en un extremo. Y las dimensiones de los conidios: macroconidios  $26.4 - 38.9 \times 2.4 - 3.7 \mu\text{m}$  y microconidios  $7.2 - 12 \times 2.4 - 3.2 \mu\text{m}$  (Figura 15).

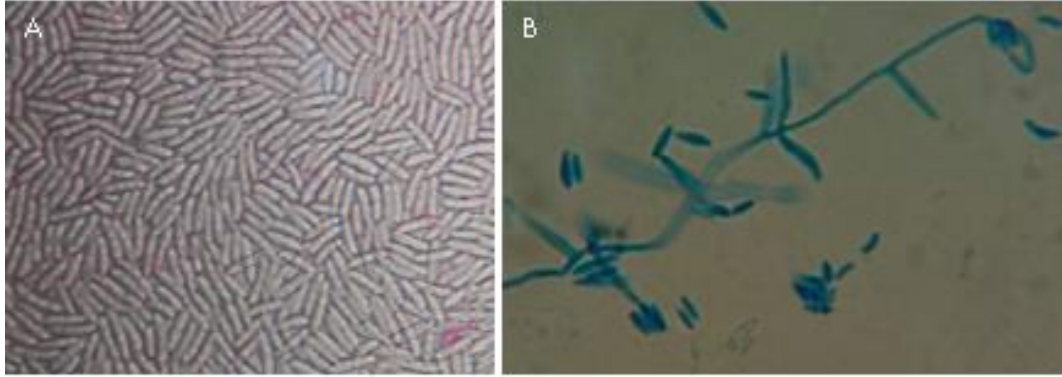


Figura 15. *Fusarium moniliforme*. A. Macro y microconidios a 100X. B. Macroconidios a 40X 35 X 2.8  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *F. oxisporum*.

Las estructuras observadas de *F. oxisporum* fueron conidióforos simples, semejantes a las hifas, macroconidios septados de 4 celdas con 38 X 3.5  $\mu\text{m}$  de largo en promedio, con forma ligeramente oblicuos, microconidios sin septos y colonia color rosa fuerte, los resultados obtenidos coinciden con Watanabe (2010), describe los conidióforos hialinos, simples cortos o poco diferenciados de las hifas, con masas de esporas en los vértices. Conidios filiosporosos, hialinos, de dos tipos: macroconidios en forma de bote, con celdas apicales ligeramente afiladas y células basales enganchadas de 4 celdas; y microconidios elipsoidales, unicelulares. Clamidiosporas marrones, globosa, generalmente solitarias. Con dimensiones de los macroconidios (17.5 -) 29.1 - 45 X 2.9 – 4.7  $\mu\text{m}$  y microconidios 6 -15.8 X 1.9 – 3.7 (-5)  $\mu\text{m}$ . Clamidiosporas (5.3-) 10.2- 15  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Así mismo se coincide con Leslie *et al* (2006), al describir la colonia en PDA con micelios dispersos, con variaciones de color de blanco a violeta pálido. Abundantes macroconidios de color naranja a violeta pálido (Figura 16).



Figura 16. *Fusarium oxisporum*.

A. Macroconidios a 100 X 38 X 3.5  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *F. solani*.

Se observaron conidióforos simples, macroconidios septados entre 3 y 5 celdas, con 47 X 5.3  $\mu\text{m}$  de largo en promedio, ligeramente curvos de los extremos, microconidios de con 2 septos, ovalados en los extremos y colonia color crema. Según Watanabe (2010), los conidióforos de *F. solani* son hialinos simples, con masas de esporas en los vértices, tan altas como la longitud de los macroconidios. Conidios filiosporosos, hialinos de 2 tipos: macroconidios con celdas apicales ligeramente curvadas, 2 celdas centrales cilíndricas, a menudo ligeramente curvadas en un lado, y células del pie enganchadas, generalmente de 3 a 5 celdas; y microconidios cilíndricos, de 1 a 2 celdas. Clamidosporas marrones, globosas y generalmente solitarias. Con dimensiones de los conidióforos de 50-165 X 2.4-4.3  $\mu\text{m}$ . Masas de esporas de 10 a 25  $\mu\text{m}$  de diámetro y conidios: macroconidios (26.2-) 31.5-59.4 X 4.6-6.2 (-6.8)  $\mu\text{m}$ : microconidios 7.2-15 (-17.5) X 2.4- 3.9 (-6.3)  $\mu\text{m}$ . Clamidospurias 6-7.3  $\mu\text{m}$  de diámetro, por lo que se determina que las estructuras observadas son de *F. solani*.



De igual forma la descripción de la colonia coincide con lo reportado por Leslie *et al* (2006), quien describe la colonia en PDA de color blanco a crema, con escaso micelio, con numerosos macroconidios (Figura 17).



Figura 17. *Fusarium solani*.

A. Macroconidios a 40X 47 X 5.3µm.Elaboración propia.

#### *Helminthosporium sacchari*.

Las estructuras observadas fueron conidióforos color marrón claro, simples, torcidos, conidios ovalados de 35.56 X 9.8 µm de longitud en promedio, con septos entre 6 y 7 celdas y colonia color negro. Los resultados obtenidos coinciden con la descripción de Sciortino (2017), quien menciona que las colonias al principio son de color marrón grisáceo con centro y bordes blancos; a medida que la colonia madura, se vuelve de color marrón oscuro a negro con un borde gris, borroso y elevado en el centro. Conidióforos de color marrón pálido, erectos, simples, a menudo retorcidos, con conidios en las partes fértiles apicales. Conidios porosos café pálido, cilíndricos rectos o curvos parcialmente, principalmente de 6 a 7 celdas, sin hilio basal.

Las dimensiones de los conidios coinciden con lo reportado por Watanabe (2010), donde reporta que los conidióforos tienen de longitud 75.3 -100 X 5 µm. Conidios 28.7 -50 X 8.7-11.3 µm (Figura 18).

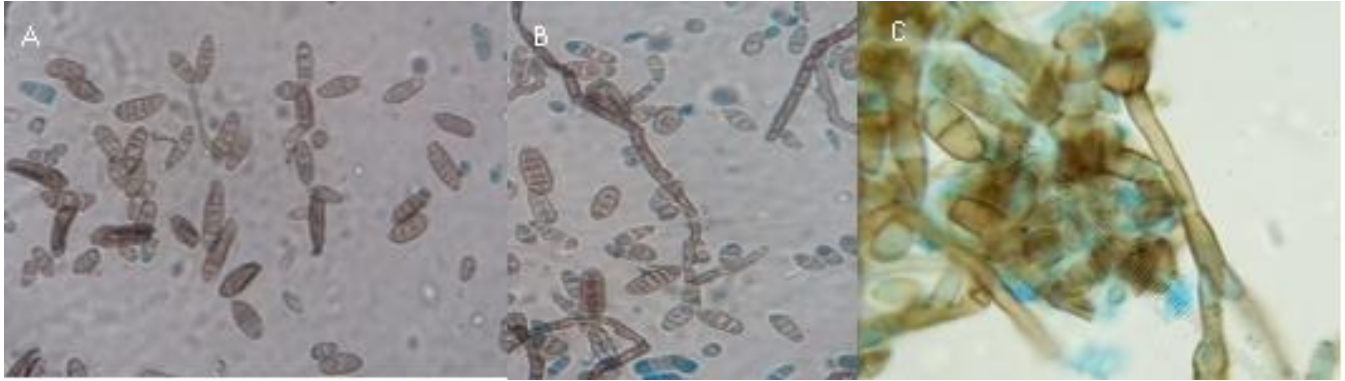


Figura 18. *Helmintosporium sacchari*.

A. Conidióforo y conidios a 40X. B. Conidios a 40X. C. Conidios a 40X 35.56 X 9.8  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *Paecilomyces puntonii* (Vuill.) Nannizzi

Las estructuras observadas fueron conidióforos erectos, ramificados, con longitud de de 270 X 6.3  $\mu\text{m}$ , conidios 4.8 X 3  $\mu\text{m}$  en promedio y colonia color marrón. Según Watanabe (2010), los conidióforos son hialinos, erectos, ramificados con fiálides de verticilados en las dos o tres porciones fértiles apicales, con más de 20 conidios en cada fiálide. Conidios fialosporosos hialinos, en forma de huso, ovadas a elípticas. Hifas y conidióforos a menudo agregados, formando sinemas. Las dimensiones que reporta son conidióforos 100- 310 X 4.5- 7.5  $\mu\text{m}$ : Fiálides 12.5 – 26.3 X 2.7-3  $\mu\text{m}$ . Conidios 4.5-6.3 X 2.5-2.8  $\mu\text{m}$ , por lo que se puede determinar que es *Paecilomyces puntonii* (Figura 19).

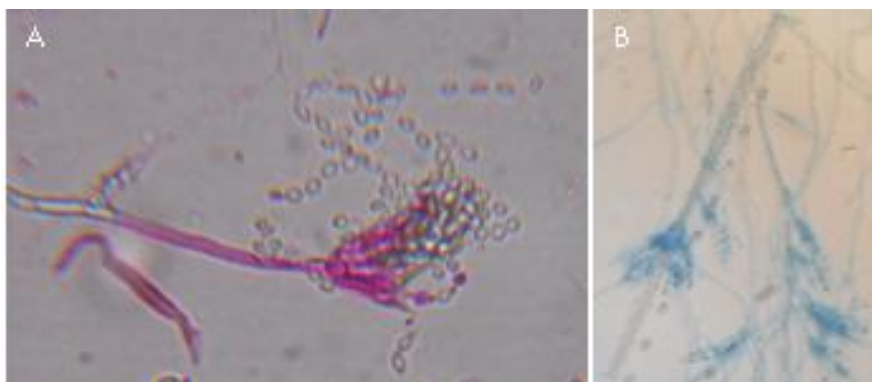


Figura 19. *Paecilomyces puntonii* (Vuill.) Nannizzi. A. Conidióforo 100X. B. Conidióforo a 40 X 270 X 6.3  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

*Penicillium digitatum*.

Se observaron conidióforos pequeños ramificados de  $95 \times 4.3 \mu\text{m}$ , filáides con largas cadenas de conidios globosos de  $3.8 \times 4.2 \mu\text{m}$  y colonias color verde grisáceo, aterciopeladas. De acuerdo con CAB Internacional (1998), las colonias son planas aterciopeladas, verde oliva opaco a grisáceo con la edad; reverso incoloro a marrón pálido opaco, aparato conidial muy frágil y que tiende a romperse en muchos elementos celulares, completo se asemeja al esqueleto de una mano, asimétrico, muy irregular en el número y dimensión de las partes, pero generalmente consiste en unas pocas ramas y/o méticas, portando fiálides, produciendo largas cadenas divergentes de conidias elípticas.

Las dimensiones de los conidióforos cortos son  $30 - 100 \times 4-5 \mu\text{m}$ , paredes lisas, que surgen del fieltro basal o micelio sumergido, mética variable,  $15-30 \times 4-6 \mu\text{m}$ : fiálides poco en número  $15 - 28 \times 3-5 \mu\text{m}$ . Conidios variables, subglobosos lisos a cilíndricos, pero generalmente elípticos,  $(3-5-) 6-8 (-12) \times (3-) 4-6 (-8) \mu\text{m}$ , por lo que se puede identificar como *Penicillium digitatum* (Figura 20).

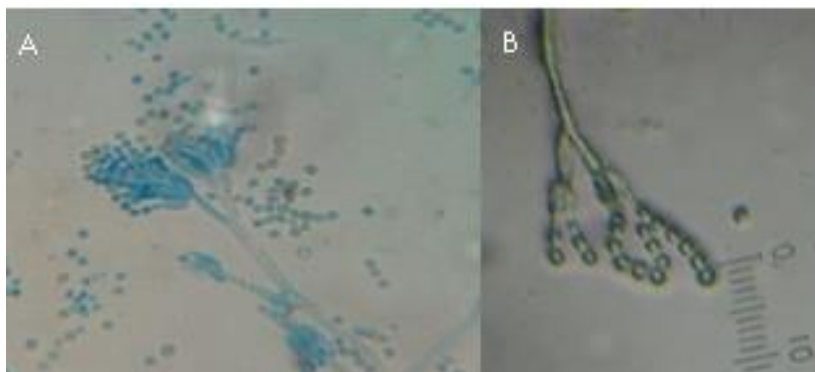


Figura 20. *Penicillium digitatum*.

A. Conidióforo a  $100\times 95 \times 4.3 \mu\text{m}$ . B. Conidio a  $100\times 3.81 \times 4.2 \mu\text{m}$ . Elaboración propia.

*Pythium angustatum* Sparrow.

Se observaron zoosporas enquistadas próximas a las vesículas con un diámetro de  $8.6$  y  $10 \mu\text{m}$ , oogonias terminales con antheridas de cuello torcido y colonia color púrpura. Los resultados coinciden con Watanabe (2010), quien describe a *Pythium angustatum* con esporangios como hifas, zoosporas se descargan fácilmente después de la formación de vesículas. Oogonia terminal o intercalario. Oosporas apleróticas. Antheridas monoclinosas o diclonosas, clavadas o de cuello torcido,

a menudo limitadas por tabique o antheridioforos cortos, o no estipulados, las dimensiones de las vesículas son de 25-45  $\mu\text{m}$  de diámetro. Zoosporas enquistadas 8-10  $\mu\text{m}$  de diámetro. Oogonia de 20-26.3  $\mu\text{m}$  de diámetro. Oosporas de 15-23.8  $\mu\text{m}$  de diámetro: pared de oosporas de 0.2- 0.8  $\mu\text{m}$  de espesor. Antheridía de 10-15 X 5-7.5  $\mu\text{m}$  (Figura 21).

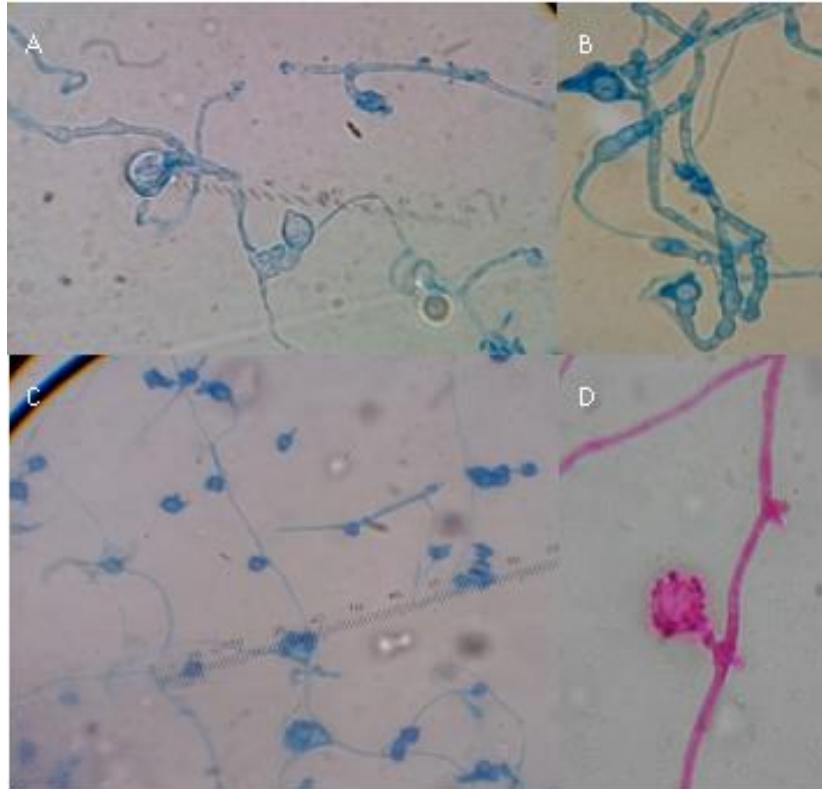


Figura 21. *Pythium angustatum* Sparrow.

A. Oogonias y antheridas a 40X, B. Oogonia a 100X, C. Zoospora enquistada a 100X 10  $\mu\text{m}$ , D. Zoospora enquistada a 100X 8.6  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *Rhizopus* sp.

Se observaron esporangióforos largos, esporangios de 113.44  $\mu\text{m}$  con esporangiosporinas de color café y colonia color blanco grisáceo, algodonosa, invasiva. Según Larone (2011), *Rhizopus* sp Presenta un micelio macrosifonado entre 5 – 10 $\mu\text{m}$ , hialino, cenocítico, en los puntos en donde se conectan los esporangióforos. Los esporangióforos son largos y no se ramifican, y culminan en esporangios de gran tamaño 40 – 275  $\mu\text{m}$ , con esporangiosporas hialinas o ligeramente cafés, en base a la descripción y dimensiones se identifica como *Rhizopus* sp. (Figura 22).

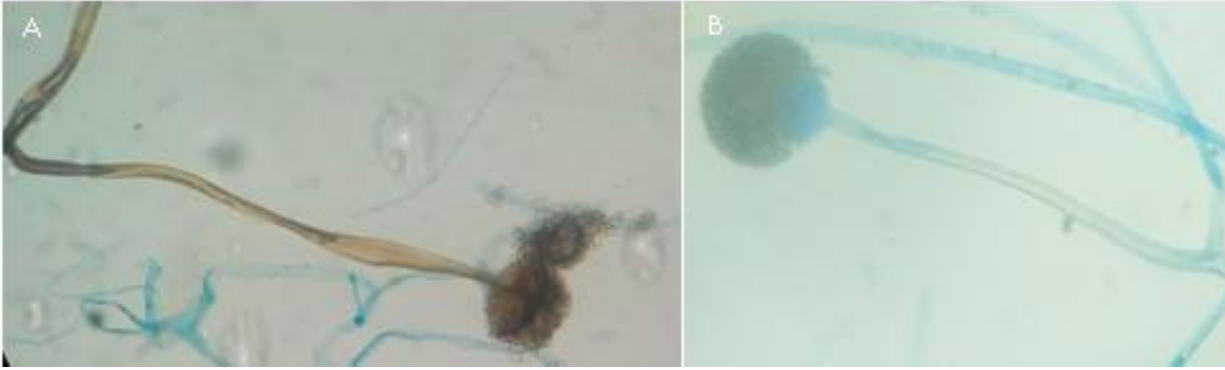


Figura 22. *Rhizopus* sp. A. Esporangióforo a 10X, B. Esporangio a 10X 113.44  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

### *Scedosporium* sp.

Las estructuras observadas fueron conidióforos con anillos, largos, simples, conidios ovalados con dimensiones de 5 X 7.8  $\mu\text{m}$ , con un halo en el contorno y colonias color blanco lanoso. Los resultados obtenidos concuerdan con Sciortino (2017), donde describe las colonias como lanosas al principio, blancas y producen hifas aéreas que luego se vuelven de color gris- marrón. El reverso es blanco- amarillo, puede volverse negro con la edad. Los conidios se producen individualmente o en pequeños grupos en conidióforos largos, simples o ramificados o se producen lateralmente en las hifas. Los conidios son unicelulares, anchos a forma de huevo, de tamaño 4-9 X 6-10  $\mu\text{m}$  y redondeados en el extremo más alejado, halo igual que los globos. La base del conidio es truncada y justo debajo del punto de unión, se puede observar anillos en los conidióforos. En raras ocasiones, los conidióforos pueden verse juntos formando sinnema. La morfología microscópica de este género es variable dependiendo de la etapa de crecimiento y los medios de cultivo utilizados (Figura 23).

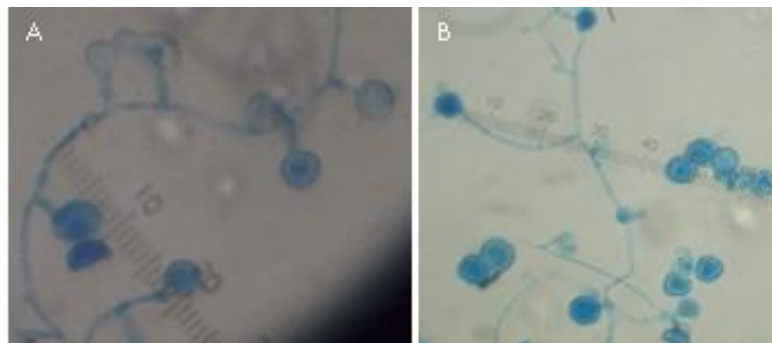


Figura 23. *Scedosporium* sp. A. Conidio a 100X, B. Conidio a 100X 5 X 7.8  $\mu\text{m}$ . Elaboración propia.

## Frecuencia

### *Acremonium sp.*

Se encontró únicamente en el muestreo final (C); el tratamiento E25 tuvo el mayor número de colonias (7), mientras que, el tratamiento E50 únicamente presentó 4, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas con respecto a la fertilización química ni al testigo (Figura 24).

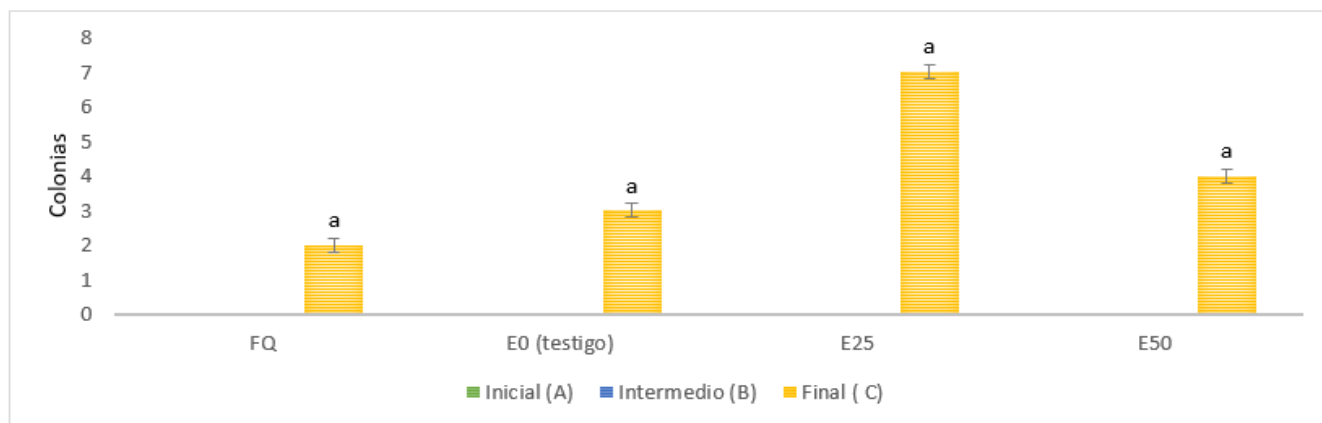


Figura 24. Frecuencia *Acremonium sp.* Elaboración propia.

### *Aspergillus niger van Tiegh*

Se presentó únicamente en el tratamiento E50 en el muestreo intermedio (B), obteniendo una colonia.

Miembros del género *Aspergillus sp.* han sido reportados en la literatura como los más eficaces mineralizadores de fósforo orgánico, debido a la destacada actividad y efectividad mostradas por sus fosfatasas; características que según Tarafdar (2001), se hallan muy por encima de las evaluadas en plantas. Por las anteriores afirmaciones algunas especies de *Aspergillus* podrían ser útiles en la elaboración de biofertilizantes, de no ser porque pueden resultar patógenos bajo ciertas circunstancias y sobre algunas plantas de cultivo (Kenneth, 1977). Bajo las características que promueven la presencia de *Aspergillus sp.* justifica su presencia con una colonia en el tratamiento E50 en la muestreo intermedio.

## Género *Fusarium*

*Fusarium moniliforme* se presentó en el muestreo inicial en los tratamientos con estiércol E25 y E50, con 9 y 6 colonias, respectivamente; en el muestreo intermedio, el tratamiento testigo presentó un valor promedio de 6 colonias y los tratamientos con estiércol tuvieron 5 y 2 colonias, respectivamente. Esta especie no se presentó en las unidades experimentales donde se aplicó fertilizante químico y tampoco se reportó en el muestreo final, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas (Figura 25).

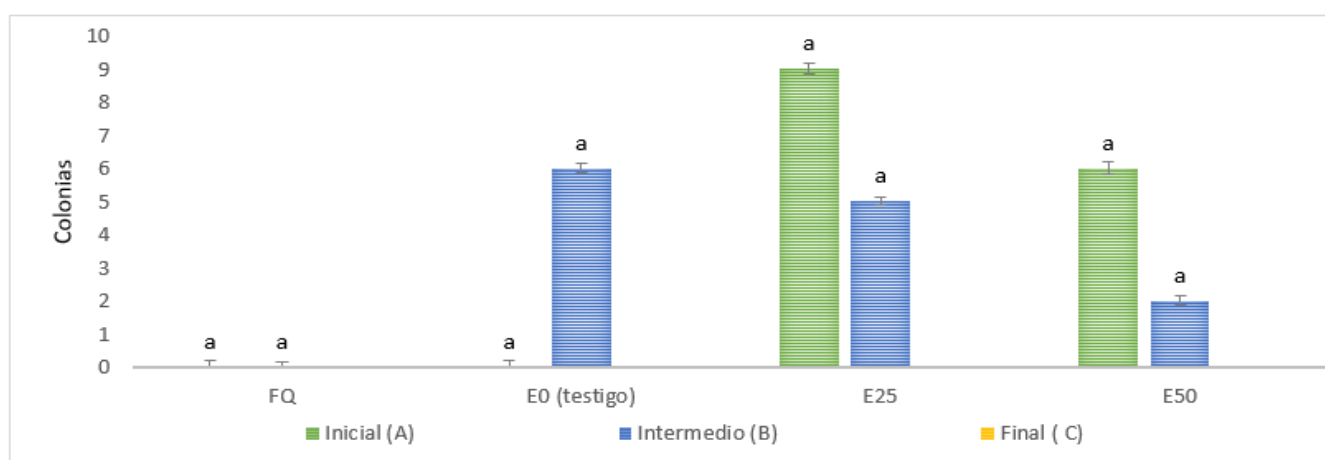


Figura 25. Frecuencia *Fusarium moniliforme*. Elaboración propia.

*F. oxysporum*, en los tratamientos químico FQ y testigo E0 se presentó únicamente en el muestreo inicial con 1 y 5 colonias, respectivamente; en el muestreo intermedio del tratamiento con estiércol E50 se expresó con 2 colonias. Esta especie no se manifiesta en el tratamiento con estiércol E25 en ninguno de los muestreos. Las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas (Figura 26).

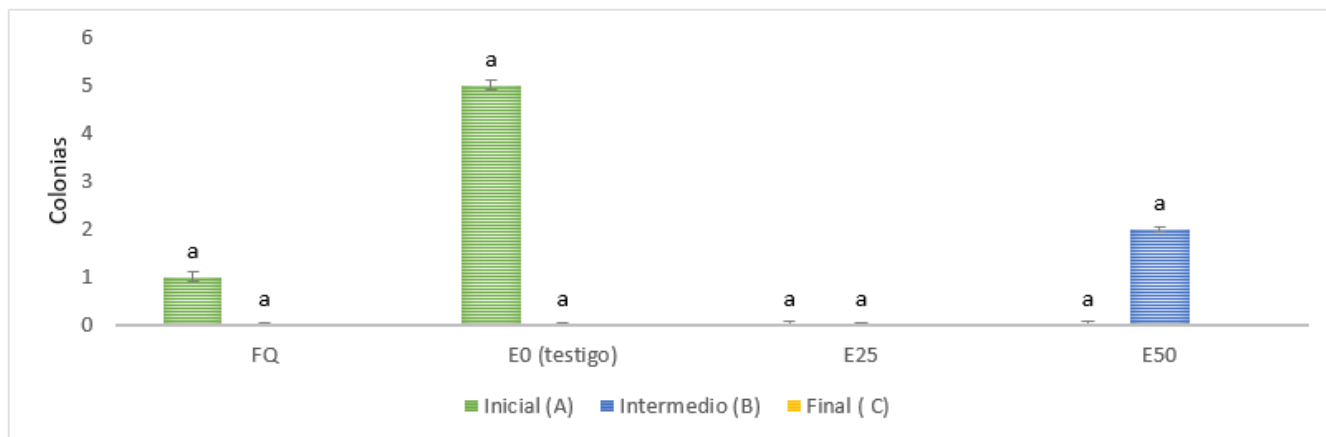


Figura 26. Frecuencia *F. oxysporum*. Elaboración propia.

*F. solani* se expresó en el muestreo inicial en los tratamientos químico, testigo y estiércol con 5, 10, 21 y 26, respectivamente; en el muestreo intermedio en el tratamiento con estiércol E50 se presentó 1 colonia, no hubo estadísticamente diferencias significativas (Figura 27).

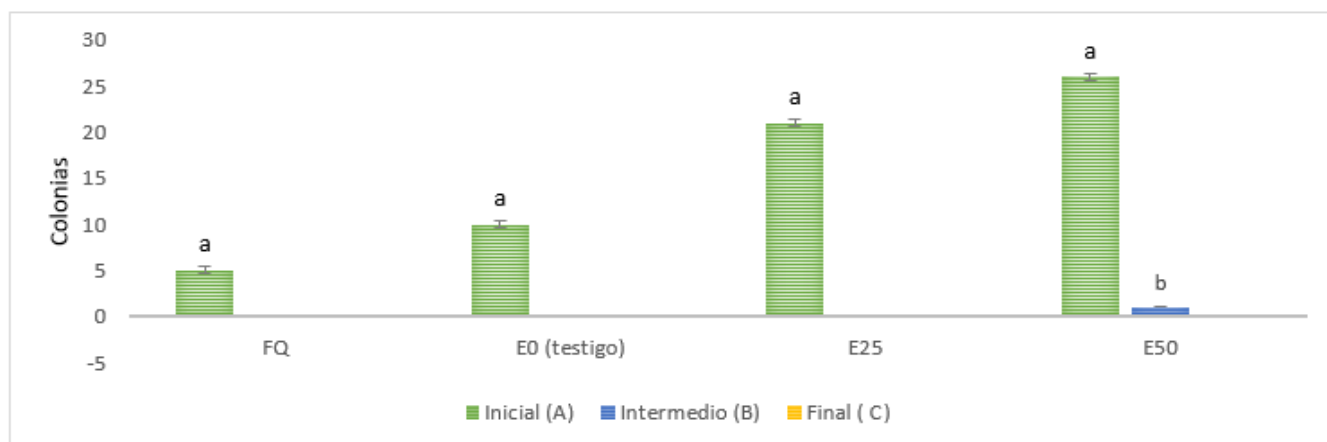


Figura 27. Frecuencia *F. solani*. Elaboración propia.

La frecuencia de las diferentes especies de *Fusarium* identificadas se debió al medio que favorece su desarrollo. Las especies que no soportan altos niveles de nitrógeno y pH elevado se vieron afectadas por los tratamientos con estiércol como *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. solani*, según Pravia (1999), el pH para materiales compostados de estiércol de ovino es 7.3, Locke (1985), como alternativa propone mantener una mayor diversidad y actividad microbiana en el suelo, además



mediante mecanismos de competencia y antagonismo prevenir la recolonización del hongo. Los resultados obtenidos coinciden con Jones (1982), donde determina que elevar el pH entre 6.5 y 7.5 y emplear una fuente de nitrógeno en forma de nitrato en lugar de amoniacal disminuye la presencia de *Fusarium*.

### *Helmintosporium sacchari*

*H. saccharien* el muestreo inicial se presentó en los tratamientos testigo con 3 colonias y estiércol E50 con 1 colonia; en la fase intermedia se expresó en los tratamientos químico, testigo y estiércol E25 con 8, 3 y 2 colonias, respectivamente. En el tratamiento con estiércol E50 muestreo final hubo 1 colonia, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas (Figura 28).

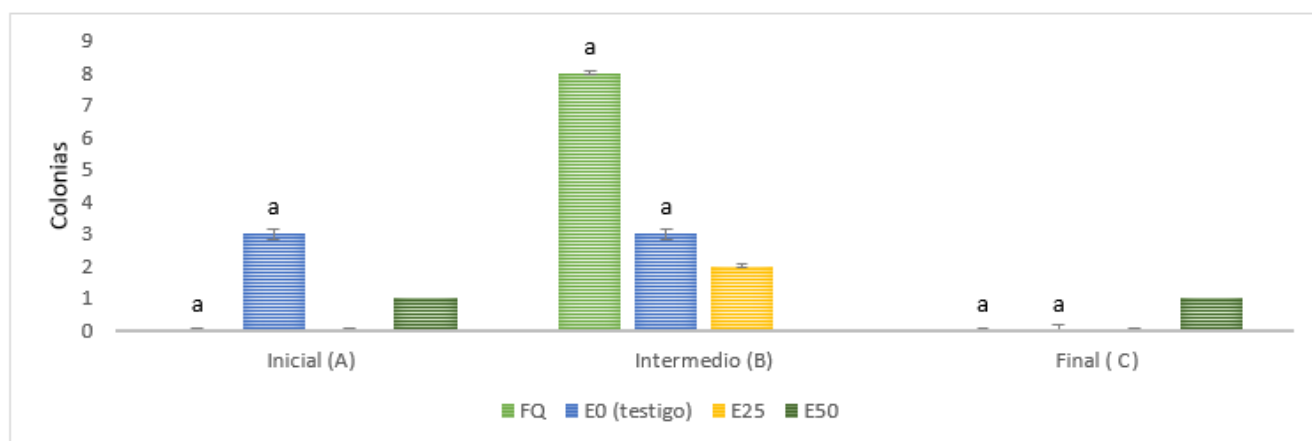


Figura 28. Frecuencia *H. sacchari*. Elaboración propia.

En el muestreo intermedio hubo mayor presencia *H. sacchari* en los tratamientos FQ, testigo y E25, debido a que requiere de altos niveles de materia orgánica, principalmente nitrógeno, alta humedad y puede progresar bajo un rango amplio de temperatura, Rott (2018), afirma que con el exceso de fertilización nitrogenada que el cultivo no absorbe, el hongo se ve favorecido, además, según Martínez (2018), este hongo puede desarrollarse en un rango de temperaturas que va desde los 16° a 35° C, así mismo, requiere de elevada humedad y suelos con alto contenido de materia orgánica. Por otra parte FAO (2002 B), explica que aplicar fertilizaciones orgánicas mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador de temperatura del suelo y ayuda a almacenar

más humedad. En base a lo anterior se explica la alta incidencia del hongo en la fase intermedia, principalmente en la fertilización química.

### *Paecilomyces puntonii* (Vuill.) Nannizzi

*Paecilomyces puntonii* tuvo presencia en los tratamientos químico FQ y estiércol E25 en el muestreo inicial con 3 y 1 colonias, respectivamente. En la fase intermedia, se expresaron 3 colonias en el tratamiento testigo, 9 en el tratamiento con estiércol E25 y 3 colonias en el tratamiento E50, en el muestreo final el número de colonias disminuyó en los tratamientos químico y con estiércol, en el tratamiento testigo no se expresó el hongo, en los muestreos inicial y final las diferencias en el número de colonias no fueron estadísticamente significativas (grupo b), sin embargo, los valores fueron distintos con respecto al muestreo intermedio (Figura 29).

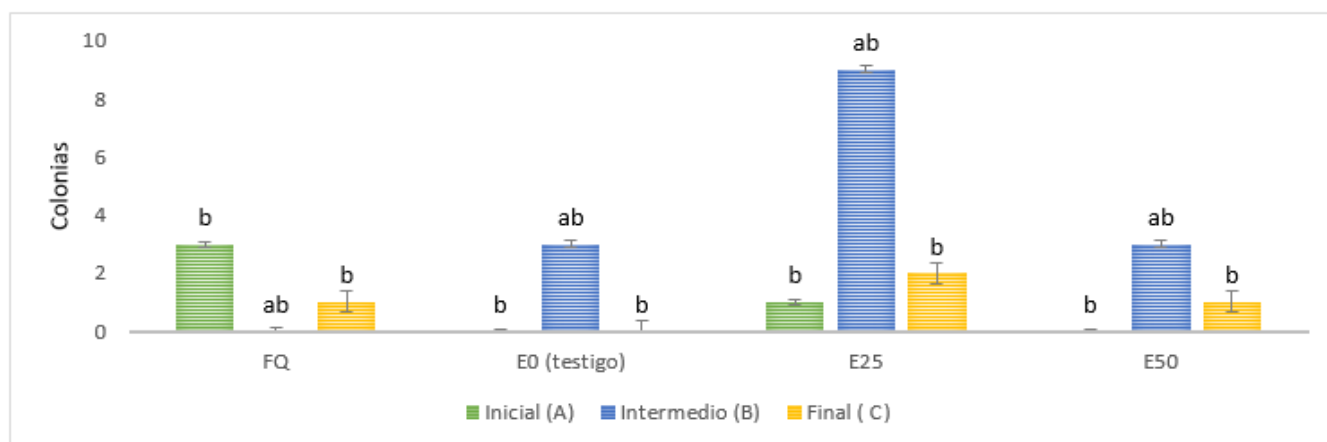


Figura 29. Frecuencia *P. puntonii*. Elaboración propia.

La presencia de *Paecilomyces puntonii* (Vuill.) Nannizzi fue mayor en el muestreo intermedio de los tratamientos con estiércol, esto se debió al requerimiento de materia orgánica para su desarrollo, concordando que este hongo tiene la habilidad de sobrevivir en M.O. restos vegetales y frutas, principalmente en zonas húmedas y donde hay plaga (UDEA, 2016 C).

*Penicillium digitatum*

Esta especie se expresó en todos los tratamientos en la fase inicial, siendo el tratamiento testigo el de mayor frecuencia con 13 colonias, en el muestreo intermedio hubo presencia en las fertilizaciones FQ, E25 y E50 con 3, 4 y 1 colonia, respectivamente; en el muestreo final solo se expresó en los tratamientos con estiércol E25 con 3 y E50 con 1 colonia, las diferencias obtenidas no fueron estadísticamente significativas (Figura 30).

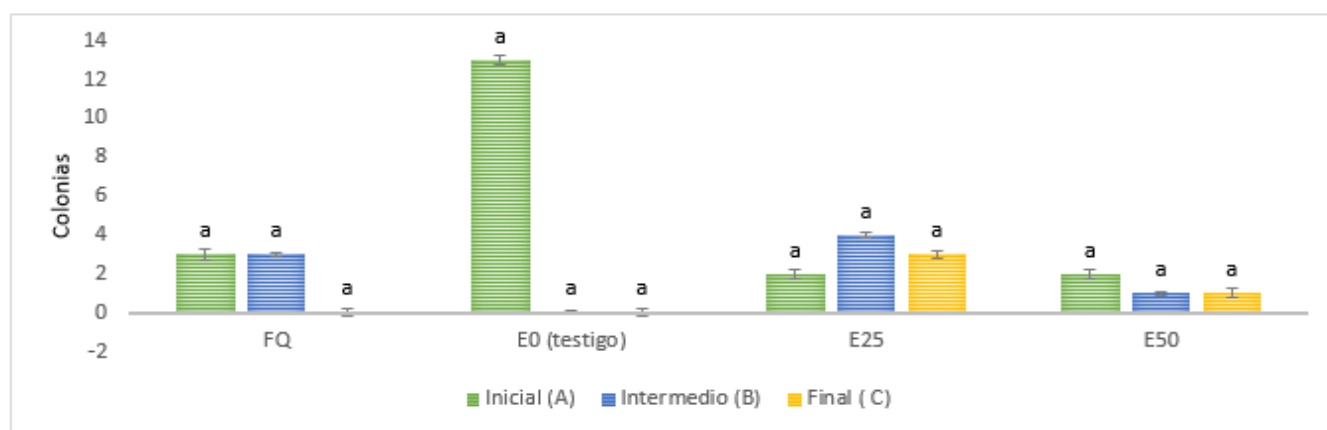


Figura 30. Frecuencia *P. digitatum*. Elaboración propia.

La presencia de *P. digitatum* en los tratamientos con estiércol E25 y E50 en el muestreo final, se debió a que la temperatura fue idónea para el desarrollo del hongo, Rico (2019) menciona que la temperatura del estiércol compostado es de 25° C, así mismo Harries (2013), señala que la temperatura ideal para el crecimiento de *P. digitatum* es de 24° C. Con lo anterior podemos concluir que se expresa en la etapa final por haber tenido las condiciones adecuadas.

*Pythium angustatum*

En el muestreo inicial *P. angustatum* se expresó con mayor número de colonias en los tratamientos testigo y estiércol E50 con 50 y 78 colonias, respectivamente; la fertilización química presentó 24 y el tratamiento E25 18 colonias, la fase intermedia tuvo disminución en todos los tratamientos, siendo el tratamiento FQ el de mayor presencia con 17 colonias, en el muestreo final solo se mostró en los tratamientos FQ y estiércol E25 con 2 y 1 colonias, respectivamente. En el muestreo inicial las diferencias en el número de colonias no fueron estadísticamente significativas (grupo a), sin embargo, los valores fueron distintos con respecto a los muestreos en los periodos intermedio y final (figura 31).

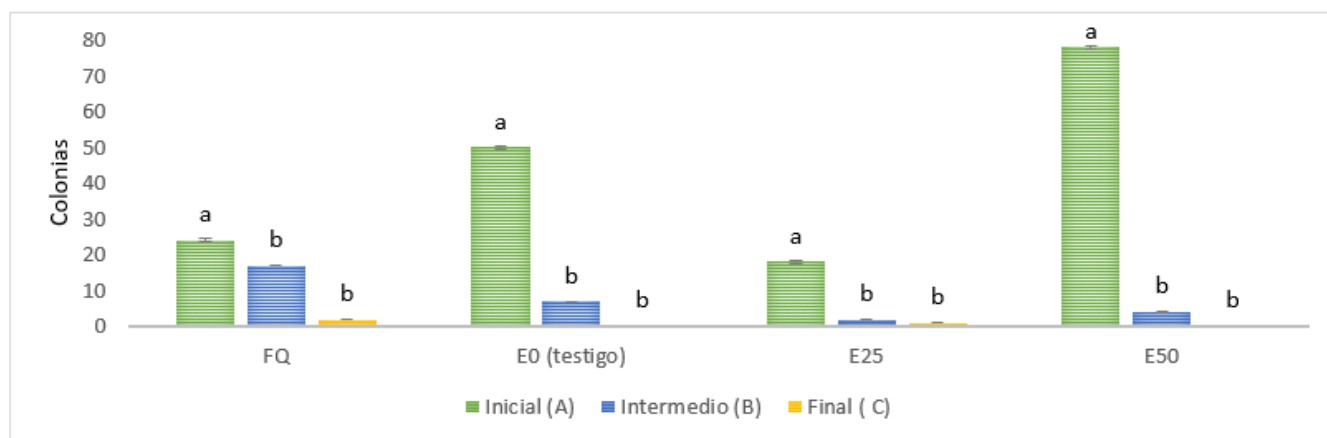


Figura 31. Frecuencia *P. angustatum*. Elaboración propia.

El tratamiento FQ en el muestreo intermedio de *P. angustatum* Sparrow presentó mayor número de colonias, esto pudo deberse a que la estructura del suelo fertilizado de manera mineral no tuvo un drenaje adecuado y la movilidad de las zoosporas, de acuerdo a los resultados de Owen (2003), los daños ocasionados por *Pythium* se limitan al área de cultivo, debido a la baja movilidad de las zoosporas, que necesitan una superficie de agua para trasladarse y a la capilaridad del suelo, que tiende a actuar como un filtro natural, por lo que se justifica la drástica disminución en el número de colonias en los tratamientos con estiércol. Los tratamientos con estiércol E25 y E50 tuvieron una

disminución notoria por el favorecimiento que hizo el estiércol a la estructura y textura del suelo, por lo que el hongo no tuvo condiciones adecuadas.

### *Rhizopus sp.*

Las fertilizaciones promovieron una disminución en el número de colonias de *Rhizopus sp.*; en el muestreo inicial los cuatro tratamientos presentaron 9 colonias cada uno, en el muestreo intermedio el número de colonias de la fertilización química y estiércol E50 disminuyó a 6 colonias, mientras que el testigo y el tratamiento con estiércol E25 descendió a 3 y 4 colonias, respectivamente; en la etapa final el tratamiento FQ presento 4 colonias, seguido del testigo con 3 y la fertilización orgánica E50 con 1 colonia, en este muestreo en el tratamiento E25 no se expresó el hongo. En la etapa inicial las diferencias en el número de colonias no fueron estadísticamente significativas (grupo a), sin embargo, existen diferencias con respecto a los periodos intermedio (B) y final (C)(Figura 32).

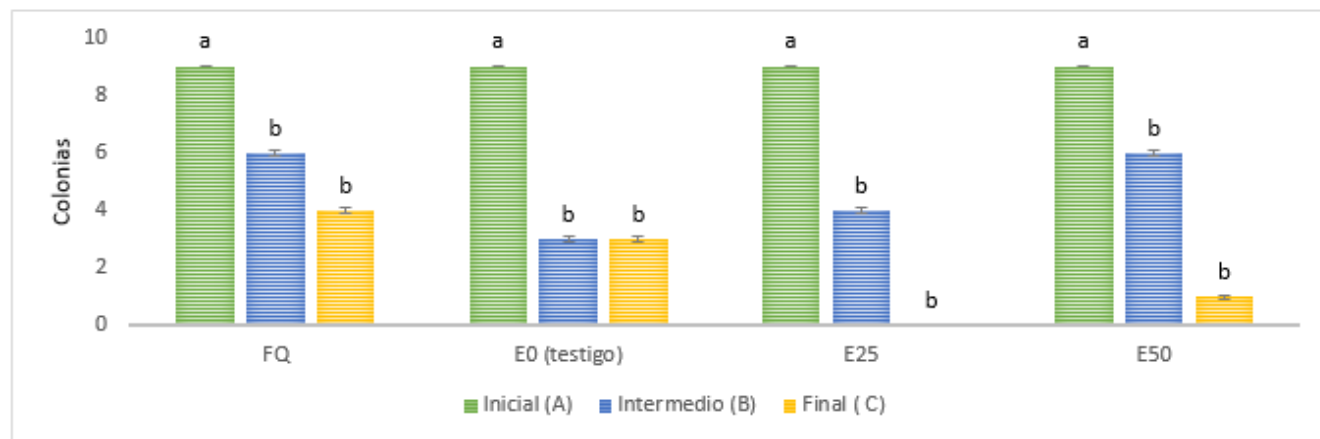


Figura 32. Frecuencia *Rhizopus sp.* Elaboración propia.

Las especies que requieren alto contenido de materia orgánica se expresan o presentan una proliferación mayor en las fertilizaciones orgánicas, como es el caso de *Acremonium sp* y *Scedosporium sp.* Mayea (1989), señala, que la nutrición con fertilizantes minerales o con abonos orgánicos tiene un aspecto marcado sobre la microflora del suelo. Por lo general es de esperar que los abonos orgánicos aumenten la microflora heterotrófica de los suelos y los minerales a la autotrófica, proporcionando

una incorporación adicional para intensificar los procesos microbiológicos, con lo anterior se demuestra que aplicar estiércol promueve la presencia de otras especies, las cuales compiten para subsistir provocando la disminución en el número de colonias de *Rhizopus* sp.

#### *Scedosporium* sp.

El género *Scedosporium* disminuyó en todos los tratamientos. En el muestreo inicial el mayor número de colonias se expresó en el tratamiento químico FQ con 22 colonias, en el tratamiento testigo se contaron 8 colonias, mientras que en las fertilizaciones orgánicas E25 y E50 hubo 14 y 6, respectivamente; en la fase intermedia el tratamiento FQ fue el de menor número de colonias con 3, mientras que el testigo tuvo 7 y los tratamientos con estiércol E25 6 y E50 13, en el muestreo final la fertilización química expresó 3 colonias, los tratamientos testigo y con estiércol E50 presentaron cada uno 4 colonias, en la fertilización orgánica E25 hubo 6, los resultados obtenidos no muestran diferencia estadísticamente significativa (Figura 33).

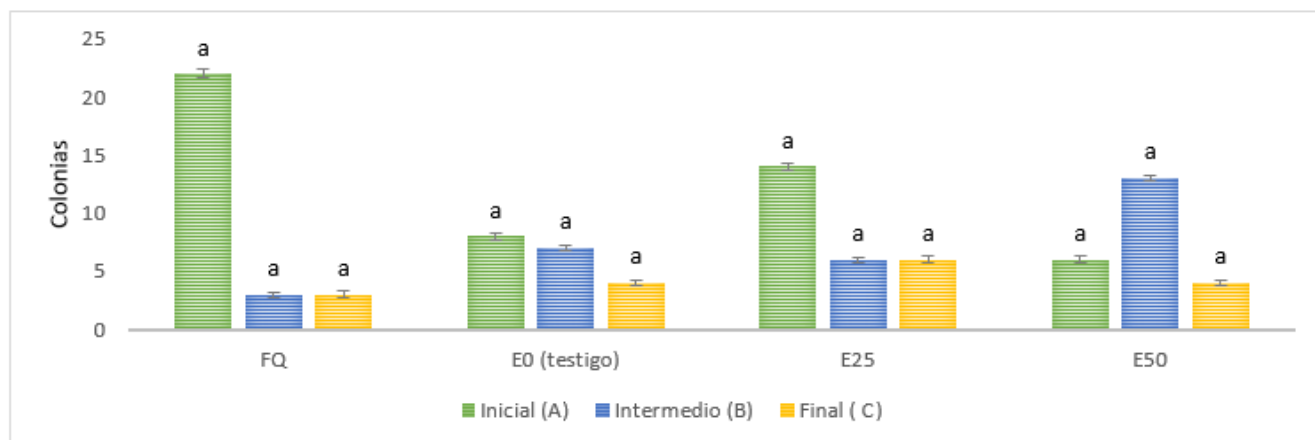


Figura 33. Frecuencia *Scedosporium* sp. Elaboración propia.

El género *Scedosporium* se obtiene del suelo y de aguas de áreas urbanas y agrícolas con contaminación orgánica, con hidrocarburos de residuos humanos, animales e industriales presentes en el medio ambiente. Éste hongo muestra varios factores que probablemente puedan asociarse a estos hábitats, como la capacidad para tolerar el 5 % de NaCl, sobrevivir a muy baja presión de oxígeno,

utilizar el gas natural y/o compuestos aromáticos como fuentes de carbono. Kaltseis (2009), demostró que existe una correlación positiva entre las altas concentraciones de amonio y la presencia de *Scedosporium* sp en el suelo de las zonas industriales, parques y patios de recreo, además encontró que la mayor parte de especies obtenidas se encontraron en suelos con un rango de pH de 6.1-7.5. Harun (2010), menciona que el suelo con niveles altos de nitrógeno favorece el crecimiento de estas especies. Los resultados obtenidos en las fertilizaciones orgánicas demuestran que éste hongo se ve favorecido bajo condiciones de pH elevado y alto contenido de nitrógeno.

Este hongo representa peligro para el personal que esté en contacto constante con el suelo, aguas de riego y estiércol ya que ataca al humano. *S. apiospermum* y *S. prolificans* son patógenos fúngicos oportunistas causantes de infecciones graves y de difícil tratamiento, muy parecidas en su patogenia y en sus manifestaciones clínicas. Ambos pueden colonizar superficies, conductos o cavidades corporales y producir infecciones focales o diseminadas en donde muestran una marcada tendencia a invadir el sistema nervioso central (SEIMC, 2018).

La identificación y conteo de frecuencia de cada género ayuda a tomar decisiones para el control preventivo y correctivo específico para cada hongo; así como saber el tiempo que tardan en afectar al hospedante reduciendo pérdidas. Tomando en cuenta que se ha caracterizado una amplia gama de hongos causantes del deterioro patológico de una variedad de productos, siendo los más comunes *Penicillium*, *Fusarium* y *Rhizopus* (FHIA, 2007).

El abono orgánico frecuentemente crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de fertilizantes orgánicos/materia orgánica y minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico/materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales, provee los nutrientes que las plantas necesitan (FAO, 2002 A).

## VI.CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se desarrolló la presente tesis, se concluye lo siguiente:

- En todos los tratamientos en el muestreo inicial (A) se expresó el mayor número de unidades formadoras de colonias (UFC).
- En el muestreo final (C) las UFC disminuyen en todos los tratamientos.
- La fertilización orgánica E50 presentó mayor número de UFC en el muestreo inicial y fue el de mayor disminución en la etapa final.
- Los hongos identificados son: *Acremonium* sp, *Aspergillus niger* Van Tiegh, *Fusarium moniliforme*, *F. oxisporum*, *F. solani*, *Helminthosporium sacchari*, *Paecilomyces puntonii* (Vuil) *Nannizzi*, *Penicillium digitatum*, *Phytium angustatum* Sparrow, *Rhizopus* sp y *Scedosporium* sp.
- El hongo identificado como benéfico es *Acremonium* sp. expresándose solo en el muestreo final.
- *Acremonium* sp.y *Scedosporium* sp son los hongos con mayor frecuencia en el periodo final, comparado con el muestreo inicial de todos los géneros identificados.



## VIII. REFERENCIAS

- Acosta L. (2015). Estudio de desarrollo de *Fusarium* sp. en el cultivo de granadilla. Obtenido de <http://dinamica-de-sistemas.com/revista/03151.htm>
- Alchetron. (2019). *Paecilomyces*. Obtenido de <https://alchetron.com/Paecilomyces>
- AEFA, (2017). Fertilizantes orgánicos, organo minerales y enmiendas orgánicas. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>
- Agrios, G. (1999). Fitopatología. México: Limusa.
- Agrios, G. (2005). Plant Pathology. Elsevier. Academia Press. USA. 5ª. ed.
- Agroware, (2016), El impacto de los fertilizantes químicos en la fertilidad del suelo. Obtenido de <http://sistemaagricola.com.mx/blog/el-impacto-de-los-fertilizantes-quimicos-en-la-fertilidad-del-suelo/>
- Alexander, M. (1980). Introducción a la microbiología del suelo. México D.f.: AGT S.A.
- APS American Phytopathological society. (2004). Plagas y enfermedades del maíz. Mundiprensa. Madrid, España.
- ArgenBio. (2019). Historia y producción de la penicilina. Obtenido de <http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=234>
- Aslantas, R.; Cakmakc, C. R.; Sahin, F. . (2007). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111: 371–377.
- Ávarez, D. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952010000500007&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952010000500007&script=sci_arttext&tlng=en)
- Baggio, J, Goncalves, F, Laurencó, S. (2016). Direct penetration of *Rhizopus stolonifer* into stone fruits causing rhizopus rot. *Plant Pathology* 65, 633-642. Doi: 10.1111/ppa.12434
- Berbee M, M. Pirseyedi , S. Hubbard. (1999) Cochliobolus filogenética de y el origen de patógenos conocidos, altamente virulentos, inferidos de secuencias de genes de ITS y de gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa. *Mycologia* , 91 ( 1999 ) , págs. 964 – 977
- Bonkowski, M, Clarholm M.(2000). Food preference of earthworms for soil fungi. *Pedobiologia*, 666–676.
- CAB Internacional. (1998). *Penicillium digitatum*. Obtenido de <https://www.cabi.org/dfb/FullTextPDF/2005/20056400096.pdf>
- Carrillo, L. (2002) *Penicillium*. Obtenido de <http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/5penicilios.pdf>
- Ciencias. (2018). Microflora del suelo. Obtenido de <http://cienciasdelsuelobs.blogspot.mx/p/microbiologia-del-suelo.html>

- Collings, G. H. (1969). Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y usos. cubano-revolución.
- CONACIN. (2014). Efectos de los fertilizantes químicos en el suelo por producción de arroz. Obtenido de [http://conacin.upeu.edu.pe/wp-content/uploads/2014/10/CIn\\_3299.pdf](http://conacin.upeu.edu.pe/wp-content/uploads/2014/10/CIn_3299.pdf)
- Cuervo, U. Y., Navarrete M. R., Espadas R. M., Zita P. G. A. (2019). Manual de Prácticas de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Departamento de Ciencias Agrícolas. Sección de suelos, Sanidad y Maquinaria.
- Cyclamen. (2011). *Phytium*. Obtenido de <https://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/27>
- Del Valle, L. (2006). Esencial la importancia ecológica de los hongos. Obtenido de <https://www.cienciapr.org/es/external-news/esencial-la-importancia-ecologica-de-los-hongos#targetText=%E2%80%9CEn%20general%2C%20los%20hongos%20tienen,emplear%20otros%20organismos%E2%80%9D%2C%20dijo>.
- Domínguez, M. (2017). Manejo sustentable de residuos (Nejayote y estiércol) para mejorar el agroecosistema de maíz: Visión trasdisciplinaria Obtenido de <http://digital.csic.es/handle/10261/31907?offset=20>
- Dorrance, A. (2004). Caracterización de *Pythium* spp. de tres campos de Ohio para la patogenicidad en maíz y soja y sensibilidad a metalaxil. Obtenido de <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2004/pythium/>
- Duran, J. (2004). Guía de ingredientes activos de bioplaguicidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos CATIE/GTZ Turrialba. Costa Rica.
- Fagro. (2017). *Penicillium* spp. Obtenido de <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/SSD/Enfermedades/Penicillium/Index.html>
- FAO. (2002) A. Los fertilizantes y su uso. Obtenido de [https://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf&ved=zahUKEwjh38\\_j5ujlAhUFRKwKHR3pDuoQFAAegQIAxAB&usq=AovVaw3GQ-dqZlj55gPlp8Z-RWz](https://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf&ved=zahUKEwjh38_j5ujlAhUFRKwKHR3pDuoQFAAegQIAxAB&usq=AovVaw3GQ-dqZlj55gPlp8Z-RWz)
- FAO. (2002) B. Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- FBA. (2019). *Penicillium* spp. Obtenido de <https://www.fba.org.ar › panel-gestion › InformeResultado>
- Fbioyf. (2018). Hialohifomicosis. Obtenido de [https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/142856/mod\\_resource/content/2/HIALOHIFOMI-COSIS-2018-apunte.pdf](https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/142856/mod_resource/content/2/HIALOHIFOMI-COSIS-2018-apunte.pdf)
- FESC. (2017). Fertilizantes orgánicos. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Desktop/FESC/Servicio%20social/Abonos%20organicos>
- FHIA. (2007). deterioro poscosecha de las frutas y hortalizas frescas por hongos y bacterias. 4:2-5. Obtenido de <http://fhia.org.hn/downloads/fhiainfdic2007.pdf>
- GCE. (2019). Estiércol de oveja como abono para plantas. Obtenido de <https://blog.gardencenterejea.com/estiercol-oveja-abono-plantas/>

- Harries, E. (2013). Identificación y caracterización funcional de genes PMT relacionados con la glicosilación de proteínas en el hongo patógeno de frutos cítricos *Penicillium digitatum*. Obtenido de <http://mobiroderic.uv.es/handle/10550/26664>
- Harun A. (2010). Abundance of *Pseudallescheria* / *Scedosporium* species in the Australian urban environment suggests a possible source for scedosporiosis including the colonization of airways in cystic fibrosis. *Med Mycol*.
- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity, magnitude, significance and conservation. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/.../S0953756209808101>
- HydroEnvironment. (2015). Fertilizantes orgánicos. Obtenido de <http://hidroponia.mx/fertilizantes-organicos-como-benefician-la-produccion-agricola/>
- HydroEnvironment. (2019). Fertilizantes químicos. Obtenido de [https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=249](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=249)
- ICCA. (2015). Guía técnica el cultivo de maíz. México.
- Inbiam. (2018). La importancia ecológica de los hongos del suelo. Obtenido de <https://inbiam.blog.ups.edu.ec/documentos-cientificos>
- Infoagro. (2019). Efecto de los abonos orgánicos en la agricultura ecológica. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/efecto-de-los-abonos-organicos-en-la-agricultura-ecologica/>
- INSHT. (2014). *Alternaria* spp. Obtenido de [www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/.../Fichas/Alter%20spp.pdf](http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/.../Fichas/Alter%20spp.pdf)
- INSHT. (2018). *Aspegillus* spp. Obtenido de <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Hongos/Ficha%20Aspergillus%20spp.pdf>
- INSPQ. (2019). *Penicillium* spp. Obtenido de <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/penicillium-spp>
- Intagri. (2018). *Trichoderma* Control de Hongos Fitopatógenos. Obtenido de [https://www.intagri.com/public\\_files/Trichoderma.pdf](https://www.intagri.com/public_files/Trichoderma.pdf)
- Intagri. (2019). Los abonos orgánicos. Beneficios, tipos y contenidos nutrimentales. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>
- Jones, J. (1982). *Fusarium* wilt of tomato. *Plant Pathology*. Circular N°237. Fla. Dep. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. June 1982. 2p.
- Kaltseis J. (2009). Ecology of *Pseudallescheria* and *Scedosporium* species in human - donated and natural environment and their distribution in clinical samples. *Med Mycol*. 398-405.
- Kenneth B. (1977). The genus *Aspergillus*. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/genus-aspergillus/oclc/12111470>

- Koneman, E., Roberts, G. (1997). *Micología: Práctica de laboratorio*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Labciencia. (2013). Caracterización agroquímica de un estiércol de oveja (o cabra). Obtenido de <http://www.compostandociencia.com/2013/03/caracterizacion-estiercol-oveja-y-cabra-html/>
- Larone, D. (2011) *Medically Important Fungi: A Guide To Identification*, Capitulo Termally Monomorphic Moulds, ASM Press: Washington, Dc. pag 175 – 176, 485p.
- Leslie, J, Summerell, B. (2006). *The fusarium laboratory manual*. Editorial Blackwell Publishing. Australia. Pp. 212, 250.
- LUA La Universidad de Adelaida. (2016). *Scedosporium*. Obtenido de <https://mycology.adelaide.edu.au/descriptions/hyphomycetes/scedosporium/>
- Lodge, D. J. (1993). Nutriente cycling by fungi in wet tropical forests. in: Isaac, S., Frankland, J.C., Watling, R. and Whalley, A.J.S. (eds) *Aspects of Tropical Mycology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 37-58.
- Locke, J. (1985). Biological control of *fusarium* wilt in grean house chrysanthemums. *Plant Disease* 69:167-169.
- Ludwig, H. (2005). Hongos de los suelos saprófitos y patógenos de las plantas. Obtenido de <https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/667/cap8.pdf>
- Martínez, S. (2018). Manual de identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz. INIA. Canelones, Uruguay 22:64 pp
- Maya, L. (2009). Comparación in vitro del antagonismo de una cepa comercial y una cepa endémica de *Trichoderma* sp. contra *Alternaría* sp. en brócoli, en tres localidades de Guanajuato. México.
- Mayea, S. (1989). *Microbiología Agropecuaria I*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.p.157.
- Medina, M. (2012). Caracterización bioquímica y microbiológica de un suelo de pradera *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* bajo diferentes proporciones de siembra. Salamanca, España : Universidad Salamanca.
- Meléndez C. (2012). Policétidos diméricos bioactivos del hongoendófito *Acremonium* sp. aislado de *Bursera simaruba* (Burseraceae). Obtenido de [http://rdu.iquimica.unam.mx/bitstream/20.500.12214/573/1/Melendez\\_Gonzalez\\_tesisM\\_2012.pdf](http://rdu.iquimica.unam.mx/bitstream/20.500.12214/573/1/Melendez_Gonzalez_tesisM_2012.pdf)
- Monterroso, L. (2015). El suelo y las enfermedades de las plantas. Obtenido de <https://www.unicem.edu.ar/content/el-suelo-y-las-enfermedaes-de-las-plantas>
- Moreira, F. (2012). Manual de suelos tropicales. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?isbn=6077908312>
- Muntañola M.(1998).Guía de los Hongos Microscopicos. Omega. Barcelona
- MSG. (2019) A. Especies *Bipolaris*. Obtenido de <https://drfungus.org/knowledge-base/bipolaris-species/>
- MSG. (2019) B. *Paecilomyces* species. Obtenido de <https://drfungus.org/knowledge-base/bipolaris-species/>
- MSG. (2019) C. Especies *Helminthosporium*. Obtenido de <https://drfungus.org/knowledge-base/bipolaris-species/>

- NCBI. (2011). Los géneros de hyphomycetes. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=2665134>
- O'Gorman, C., Fuller, H., Dyer, P. (2009). Discovery of a sexual cycle in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus*. *nature* 457(7228): 471-4.
- Orgánica, C. (2013). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=109>
- Owen N. (2003). Relationships of *Pythium* isolates and sweet pepper plants in single-plant hydroponic units. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07060660309507064>
- Parra, J.M. (2008). Situación actual en el control de *fusarium* spp. y evaluación de la actividad anti-fúngica de extractos vegetales. Obtenido de [http://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=o%2C5&as\\_vis=1&q=resultados+negativos+de+presencia+de+hongos+patogenos+parra+2008&btnG=#d=gs\\_qabs&u=%23p%3DN9\\_pDYc91vMJ](http://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=o%2C5&as_vis=1&q=resultados+negativos+de+presencia+de+hongos+patogenos+parra+2008&btnG=#d=gs_qabs&u=%23p%3DN9_pDYc91vMJ)
- Pravia D. (1999). Manual para elaboración de compost bases conceptuales y procedimentales. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=UY2006006051>
- Pfenning, L. H. (1997). Soil and rhizosphere microfungi from Brazilian tropical forest ecosystems', in K. D. Hyde (ed) Biodiversity of Tropical Microfungi. Hong Kong: Hong Kong University Press.
- Restrepo, J. (2000). Agroecología. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Agroecologia.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf)
- Rico, P. (2019). Temperatura compost. Obtenido de <http://www.lafertilidaddelatierra.com/que-hay-de-nuevo/espacio-de-suscriptor/695-temperatura-compost.html>
- Rodríguez, M. L. (1991). Fitopatología, Microbiota del suelo. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Rodriguez\\_LV/Bibliog.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Rodriguez_LV/Bibliog.pdf)
- Rodríguez, V. (2019). Efecto antagónico y biocontrolador de algunos microorganismos saprofitos contra *Rhizoctonia solani* un fitopatógeno causante del (Damping off) en plantas de tomate. Obtenido de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Rodriguez\\_LV/Introduc.PDF](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Salud/Rodriguez_LV/Introduc.PDF)
- Rott, P. (2018). Sugarcane Eyespot Disease. Obtenido de <http://edis.ifas.ufl.edu/sc003>
- SACSA. (2015). Uso de estiércol como fertilizante. Obtenido de <http://www.gruposacsa.com.mx/las-ventajas-del-uso-de-estiercol-como-fertilizante/>
- SAGARPA. (2017). Iniciativa con proyecto de decreto que adiciona un párrafo segundo al artículo 28 de la ley de productos orgánicos. Obtenido de [http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2017/05/asun\\_3538687\\_20170509\\_1494345563.pdf](http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2017/05/asun_3538687_20170509_1494345563.pdf)
- Salgado, L. (2015). ¿Qué es el *Aspergillus*?. Obtenido de [https://cadenaser.com/emisora/2015/09/03/radio\\_galicia/1441260527\\_842891.html](https://cadenaser.com/emisora/2015/09/03/radio_galicia/1441260527_842891.html)
- SEIMC. (2018). Hongos filamentosos emergentes: *Scedosporium*. Obtenido de <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/micologia/Honemerg.pdf>

- Sciortino, C. (2017). Atlas of Clinically Important Fungi. Wiley Blackwell. Canadá.
- Tarafdar. (2001), Hongos productores de fitasa y fosfatasa en suelos áridos y semiáridos y su eficiencia en la hidrolización de diferentes compuestos orgánicos de P. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071703000890>
- Tikkanen A. (2019). Helminthosporium. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/Helminthosporium>
- Torrice, J. (2011). Ganadería ecológica. Colombia. Epubli.
- Traxco . (2011). Fertilización mineral. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/labores-del-campo/fertilizacion-mineral>
- UDEA. (2016) A. *Aspergillus* spp. Obtenido de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100872&inpopup=1>
- UDEA. (2016) B. *Fusarium* spp. Obtenido de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100813>
- UDEA. (2016) C. *Paecilomyces* spp. Obtenido de [aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100888](http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=100888)
- Watanabe T. (2010). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Third edition. CRC Press, Estados Unidos.
- Wainwright, M. (1988). Metabolic diversity of fungi in relation to growth and mineral cycling in soil: A review. Transactions of the British Mycological Society, 159–170.
- Wordpress. (2014). Hongos del suelo. Obtenido de <https://biologiadesuelos2014.wordpress.com/organismos-del-suelo-2/microbiologia-del-suelo/hongos-del-suelo/>
- Yuri. (2015). *Acremonium* especies. Obtenido de <http://thunderhouse4-yuri.blogspot.com/2015/03/acremonium-species.html>
- Yuri. (2010). Especies de *Rhizopus*. Obtenido de <http://thunderhouse4-yuri.blogspot.com/2010/06/rhizopus-species.html>

## IX. GLOSARIO

- Actinobacterias o actinomicetos: Bacterias Gram positivas. La mayoría de ellas se encuentran en el suelo, e incluyen algunas de las más típicas formas de vida terrestre, jugando un importante rol en la descomposición de materia orgánica, como la celulosa y quitina.
- Autotrófica: que elabora su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, de las que se nutre.
- Basípeta: con desarrollo desde el ápice hacia la base.
- Blásticos: Que genera o ha generado mayor cantidad de tejido.
- Catenulados: Formación en cadena.
- Composta de lodos: Composta elaborada con lodos obtenidos de la depuración de aguas residuales.
- Cenocítico: Micelio en el cual los núcleos incluidos en un citoplasma común no están separados por tabiques que delimiten células.
- Conidiógena: Estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios.
- Dematiaceo: Se aplica a hongos que producen un pigmento característico intrínseco.
- Fiálide: Célula conidiógena que produce conidios blásticos de manera basípeta.
- Flocoso: Que tiene una capa de pelos cortos, suaves y entrelazados que cubre la superficie.
- Forma de anélido: En forma de cilindro segmentado.
- Heterotrófica: Que es incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas y se nutre de sustancias elaboradas por otros seres vivos.
- Hialohifomicosis: Micosis causadas por hongos hialinos que presentan hifas septadas en los tejidos.
- Huso: de forma cilíndrica y alargada y más estrecha en los extremos.
- Macrosifonado: micelio que tiene un diámetro mayor a 1  $\mu\text{m}$ , presente en hongos fiamentosos.
- Mesofauna: Invertebrados macroscópicos del suelo; los tres componentes más representativos de este grupo son los artrópodos, las lombrices y los nemátodos.

- Métula: Célula de un conidióforo que lleva las fiálides.
- Microbiostasis: Es una condición por la que el crecimiento o la multiplicación de los microorganismos están inhibidos, lo que no quiere decir que sean destruidos.
- Otomicosis: Es un término médico que se emplea para nombrar las infecciones de la piel del conducto auditivo externo.
- Piriforma: Aquello que tiene apariencia de pera.
- Pulverulentas: Que se presenta en forma de polvo.
- Sinnema: Tipología de anamorfo de muchos hongos imperfectos que está constituido por cordones hifales columnares cortos que crecen verticalmente respecto al sustrato, y en los que se desarrollan conjuntos de conidios sobre su parte apical.