

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental –Celendín



TESIS

**EVALUACIÓN AEROMICOLÓGICA DE LAS ZONAS ALEDAÑAS AL
RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

REPRESENTADO POR LA BACHILLER

LADY CLAUDIA MEDINA VERAU

Asesores:

Ing. Msc. Manuel Roberto Roncal Rabanal

Ing. Msc. Edgar Darwin Díaz Mori

CAJAMARCA - PERÚ

2016

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicado a Dios dador de la vida; creador de todo lo que existe y de lo cual podemos investigar.

A mis padres Grimaldo y Victoria.

A mi esposo Wilmer, mi pequeña hija Dulce Amy.

A todos mis hermanos, sobrinos; en especial a Jael y Anghela por haberme ayudado incondicionalmente.

A los trabajadores en el sector de limpieza quienes se exponen a diferentes peligros por mantener nuestra ciudad limpia.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Msc. Manuel Roberto Roncal Rabanal, por la motivación a emprender la investigación. Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez quien me brindó conocimientos y paciencia para el desarrollo del trabajo de investigación y por su apoyo en la revisión del informe final. Al Ing. Edgar Darwin Díaz Mori por la ayuda brindada.

A la profesora de matemáticas María Llamoga Vásquez, al Ing. Msc. José Ramiro Díaz Cumpén, al Ing. Adolfo López Aylas, al Ing. Jorge Lezama, a la Ing. Giovana Chávez Horna. A la Universidad Nacional de Cajamarca quien me brindó la oportunidad de ser un profesional.

RESUMEN

¹Medina Vereau Lady Claudia, ²M.Sc. Roncal Rabanal Manuel Roberto, ³M.Sc. Edgar Darwin Díaz Mori. EVALUACIÓN AEROMICOLÓGICA DE LAS ZONAS ALEDAÑAS AL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN.

se realizó un estudio entre los meses de noviembre del año 2015 y febrero del año 2016 en ambientes externos e internos del Relleno Sanitario de la ciudad de Celendín y en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca con el objetivo de determinar que microorganismos aerofúngicos encontramos en las zonas aledañas al Relleno Sanitario de la misma, para ello usamos el método de sedimentación pasiva en placa con medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (SDA) y Papa Dextrosa Agar (PDA) expuestos durante cuatro horas al aire libre para luego ser incubados a 22°C con el fin de evitar contaminación de las placas Petri durante cinco monitoreos por las tardes en época seca y se logró identificar quince microorganismos aerofúngicos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Geotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Oidiodendron* sp., *Penicillium* sp., *Piricauda* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., dos especies *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium italicum* y un género desconocido.

Palabras clave: Hongos, aerofúngicos

¹ Bachiller en Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. ladycl-22@hotmail.com

^{2,3} Profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental sede Celendín de la Universidad Nacional de Cajamarca.

ABSTRACT

¹Medina Vereau Lady Claudia, ²M.Sc. Roberto Manuel Roncal Rabanal, ³M.Sc. Diaz Mori Edgar Darwin. **AEROMICOLÓGICA EVALUATION OF AREAS SURROUNDING THE LANDFILL CITY CELENDIN.**

This research was conducted between November 2015 and February 2016 in external and internal Landfill in the city of Celendín environments and in the Laboratory of plant pathology at the National University of Cajamarca in order to determine that aerofúngicos microorganisms found in areas surrounding the landfill of it, for this we use the method of passive sedimentation plate with culture medium Sabouraud Dextrose Agar (SDA) and Potato Dextrose Agar (PDA) exposed for four hours outdoor then be incubated at 22 ° C in order to avoid contamination of the Petri dishes for five monitoring in the afternoons during the dry season and was identified fifteen aerofúngicos microorganisms *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. , *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Geotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Oidiodendron* sp., *Penicillium* sp., *Piricauda* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp. and two species *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium italicum* and an unknown genre.

Keyword: Mushrooms, aerofúngicos

¹ Degree in Environmental Sciences at the National University of Cajamarca. Cajamarca, Peru. ladycl-22@hotmail.com

^{2,3} Main Professors Academic Professional School of Celendín headquarters of the National University of Cajamarca Environmental Engineering

ÍNDICE

Pág.

Acta	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Formulación del problema	2
1.2. Objetivo General	2
1.3. Hipótesis.....	2
CAPITULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Atmósfera.....	3
2.1.1. Composición de la atmósfera	3
2.1.2. El agua en la atmosfera	4
2.1.3. El vapor de agua en la atmosfera.	4
2.1.4. Humedad relativa.....	4
2.1.5. El agua en las capas de la atmósfera	5
2.1.6. Interacciones biológicas.....	5
2.1.7. Calidad del aire	5
2.1.8. Contaminación del aire.....	6
2.2. Aerobiología.....	7
2.3. Aeromicología.....	7
2.4. Hongos.....	8
2.4.1. Distribución geográfica de los hongos.....	9
2.4.2. Generalidades de las clases del Reino Fungi.....	9
2.4.3. Composición general de los hongos	14
2.4.4. Normancia de hongos	14
2.4.5. Condiciones de crecimiento y desarrollo de los hongos	15
2.4.6. Identificación de los hongos	16
2.4.7. Importancia de los hongos en el ambiente	16
2.5. Fungosis en humanos.....	17

2.6. Formas de transmisión de los hongos.....	17
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación	19
3.2. Materiales	21
3.3. Metodología	21
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	26
4.1. Descripción morfológica de los géneros fúngicos encontrados	26
4.2. Frecuencia de los microorganismos aerofúngicos	37
4.3. Determinación de otros microorganismos (Bacterias).....	44
4.4. Géneros identificados que tienen comportamiento patógeno	45
4.5. Determinación de los géneros antagónicos	48
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
CAPITULO VI	
RESUMEN.....	52
CAPITULO VII	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	53
ANEXOS.....	62
GLOSARIO.....	64

Lista de tablas

Tabla 1. Ubicación, Georreferenciación de cada punto de monitoreo	22
Tabla 2. Información meteorológica de los monitoreos en promedios diarios	37
Tabla 3. Presencia de microorganismo aerofúngicos en cada punto de monitoreo durante los 5 monitoreos del estudio.....	38
Tabla 4. Número de veces que se presenta cada microorganismo aerofúngicos dentro de su respectiva familia.....	39
Tabla 5. Número de bacterias por placa en 5 cm ²	44

Lista de figuras

Fig. 1. Ubicación del proyecto.....	20
Fig. 2. Ubicación de los puntos de monitoreo	23
Fig. 3. Conidios muriformes y filamento de <i>Alternaria</i> sp.....	27
Fig. 4. Conidios catenulados sobre fialides de <i>Aspergillus</i> sp.....	28
Fig. 5. Conidióforos y conidios de <i>Cladosporium</i> sp.	29
Fig. 6. Conidios unicelulares cilíndricos de <i>Colletotrichum</i> sp.	30
Fig. 7. Filamentos y canoiformes de <i>Fusarium</i> sp.....	31
Fig. 8. Conidios catenulados de <i>Geotrichum</i> sp.	31
Fig. 9. Hifa, esporangióforo, esporangio de <i>Mucor</i> sp.	32
Fig. 10. Conidios catenulados de <i>Oidiodendron</i> sp.....	33
Fig. 11. Conidióforo, que termina en fialides y sobre estos Conidios unicelulares de <i>Penicillium</i> sp.....	34
Fig. 12. Conidios multicelulares de <i>Piricauda</i> sp.....	34
Fig. 13. Esporangio de <i>Rhizopus</i> sp.....	35
Fig. 14. Esporangióforo y esporangios de <i>Rhizopus stolonifer</i>	36
Fig. 15. Filamentos y conidióforos de <i>Trichoderma</i> sp.....	36
Fig. 16. Velocidad y Dirección del viento que predominaron durante los monitoreos	37
Fig. 17. Frecuencia de Familias fúngicas en porcentaje (%)	40
Fig. 18. Grafica de la Familia Dematiaceae.....	41
Fig. 19. Grafica de la Familia Melanconiaceae	41
Fig. 20. Grafica de la Familia Moniliaceae	42
Fig. 21. Grafica de la Familia Mucoraceae.....	42
Fig. 22. Grafica de la Familia Myxotrichaceae	43
Fig. 23. Grafica de la Familia Tuberculariaceae.....	43
Fig. 24. Grafica del número promedio de bacterias en los 5 monitoreos	45

Anexos

Fig. 1. Preparación de medio de cultivo para el plaquéo respectivo.....	62
Fig. 2. Plaquéo del medio de cultivo en las placas Petri dentro de la cámara de flujo laminar.....	62
Fig. 3. Incubación de las muestras para el crecimiento de los hongos.....	62
Fig. 4. Trazo de los cuadrados de 1cm ² para el conteo de bacterias.....	63
Fig. 5. Aislamiento de hongos en placas Petri.....	63
Fig. 6. Crecimiento de las bacterias a partir de las 48 horas.....	63

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es uno de los problemas severos a nivel mundial (Vélez et al. 2009); principalmente por las actividades antropogénicas como son los tratamientos de agua residual y disposición final de la basura en los rellenos sanitarios; éstas contribuyen a la proliferación de las esporas de hongos (Rodríguez et al. 2005). Dentro de las partículas biológicas en la atmósfera encontramos a las esporas (Aira et al. 2005); las mismas que están presentes en todos los ambientes, independientemente del nivel socioeconómico, que mantiene incidencia sobre la salud del hombre (Romero et al. 2006).

Los diferentes tipos de microorganismos suspendidos en el aire especialmente bacterias y hongos se transportan de un lugar a otro por la dirección e intensidad de las corrientes de aire, las esporas metabólicamente menos activa soportan la desecación (Quan 2012).

Los estudios aerobiológicos son importantes para entender la distribución de las esporas fúngicas en los diferentes ambientes delimitados geográficamente y como podrían afectar al ser humano; el mayor número de afecciones de estos se dan en la piel, también ocasionan alergias e inflamaciones; por lo que se hace necesario conocer la calidad del aire del ambiente entorno al relleno sanitario. Un monitoreo adecuado podría brindar información sobre esto. Las concentraciones de esporas fúngicas van a estar influenciadas por la humedad, temperatura, corrientes de aire, precipitaciones y factores de limpieza, edad y condiciones del establecimiento (Miquel 1901).

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad determinar la presencia de microorganismos aerofúngicos, en el aire de las zonas aledañas al relleno sanitario de la ciudad de Celendín.

1.1. Formulación del problema

¿Cuáles son los microorganismos aerofúngicos que se encuentran en las zonas aledañas al relleno sanitario de la ciudad de Celendín?

1.2. Objetivo General

Determinar que microorganismos aerofúngicos se encuentran en las zonas aledañas al Relleno Sanitario de la ciudad de Celendín.

1.3. Hipótesis

En las zonas aledañas al relleno sanitario de la ciudad de Celendín existe inóculo de microorganismos aerofúngicos.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Atmósfera

Es una envoltura gaseosa que envuelve la tierra, está habitada solamente en las capas próximas al sustrato sólido por seres que se mueven a través de ella, en tránsito de un punto a otro de la superficie quien es llevada por las corrientes de aire. La mitad de la masa de la atmósfera entre la corteza terrestre a unos 5300 metros de altura, la mitad del agua atmosférica está contenida en los primeros 1800 metros de altura, y la mitad del material sólido atmosférico (polvo) de la troposfera; a esta capa de menor espesor en donde se desarrolla la vida se denomina "Aire" (Margalef 2005).

2.1.1. Composición de la atmósfera, los componentes principales que corresponden a la atmosfera "seca" Nitrógeno (78%), Oxígeno (20.94%), Argón (0.93%), Dióxido de carbono (0.033%) y en pequeñas cantidades Helio, Metano, Criptón, Óxido Nitroso, Hidrogeno, Xenón y Ozono que en conjunto, representan menos del 0.01% del volumen total (Strauss 2001).

2.1.2. El agua en la atmosfera, la atmósfera terrestre contiene cantidades variables de agua en forma de vapor, se encuentra en los cinco primeros kilómetros del aire dentro de la Troposfera; el cual es ayudado por el calor solar y la temperatura propia de la Tierra; esto ocurre por el fenómeno de la evaporación. La cantidad de agua contenida en la atmósfera constituye un 0.0009 % en forma de vapor, nubes y pequeños cristales de toda el agua del planeta, intervienen en la función de: regulación de temperatura, en el ciclo del agua, en fenómenos climáticos e, incluso, en desastres naturales. La forma principal del agua atmosférica es el vapor de agua; cuando nos referimos a la cantidad de este contenido en el aire lo llamamos “humedad”. Aunque no sea tan visible como las formas líquidas o sólidas (nubes, neblinas, lluvia, nieve, granizo), el vapor de agua está siempre presente en la atmósfera, incluso en los desiertos (Margalef 2005).

2.1.3. El vapor de agua en la atmosfera, procede de la evaporación del agua de los Océanos, ríos, lagos y de los suelos húmedos. Que se evapore más o menos depende de la temperatura y del nivel de saturación del aire, pues un aire cuya humedad relativa es baja puede admitir mucho vapor de agua procedente de la evaporación, mientras que un aire próximo a la saturación ya no admitirá vapor de agua por muy elevada que sea la temperatura (EcuRed 2016).

2.1.4. Humedad relativa, indica en porcentaje la cantidad de vapor de agua que contiene una porción de aire, en relación con la que puede contener dada su temperatura. Una humedad relativa de 100% indica que esa porción de aire no puede contener más vapor de agua (Martínez 2007).

2.1.5. El agua en las capas de la atmósfera, en las tres capas más cercanas a la superficie terrestre se ha detectado presencia constante de agua. En la mesosfera (aproximadamente de 50 a 90 kilómetros), la capa más fría de la Atmósfera (-85°C) y considerada prácticamente seca, se encuentran nubes formadas por cristales de hielo. La Estratosfera (aproximadamente de 15 a 50 kilómetros), con una temperatura que alcanzan los 20°C debido al calentamiento que produce la absorción de radiación ultravioleta por parte de la llamada Capa de Ozono, contiene menos de 1% de agua. La Troposfera es la parte inferior de la Atmósfera (de 0 hasta 12 kilómetros), en donde se desarrollan el clima y la vida; contiene tres cuartas partes de la masa de la atmósfera y alrededor de 99% del agua atmosférica, el calentamiento de ésta, se debe a la radiación que viene de la superficie terrestre (Margalef 2005).

2.1.6. Interacciones biológicas, los organismos vivos y partículas biológicas, participan en procesos relacionados con la formación de nubes, la precipitación y la calidad del agua de lluvia. Dentro de ellas las bacterias son emitidas a la atmósfera por procesos de aerosolización relacionados con prácticas agrícolas o cambios en el uso del suelo. La posibilidad de transporte y distribución de bacterias que causan enfermedades a través de su incorporación como núcleos de condensación y posterior precipitación en la atmósfera ha sido motivo de diversos estudios. En algunos se ha comprobado la presencia de ciertos tipos de bacterias patógenas en el agua de lluvia; pero no se tiene una estimación clara sobre la magnitud y alcance de estos transportes (Martínez 2007).

2.1.7. Calidad del aire, la calidad de aire es el estimado del nivel de concentración de un contaminante al cual están expuestos los seres humanos y animales durante un tiempo promedio determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente (Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, Organización Mundial de la Salud 2000). Para medir el índice de calidad del aire (valor adimensional) este es calculado a partir de información procedente de las directivas vigentes relacionadas con los distintos contaminantes atmosféricos, cuyo principal objetivo es facilitar a la población la comprensión de la información relacionada con la contaminación del aire (Pacsi 2007).

2.1.8. Contaminación del aire, la contaminación del aire comenzó desde que el hombre comenzó a agruparse en comunidades; durante el siglo XIX en los países desarrollados cambiaron los métodos de eliminación de la basura, tratamiento de aguas negras, calefacción y cocción domesticas disminuyeron las formas tradicionales de contaminación del aire, humo y olores y fueron reemplazados por un grupo nuevo de contaminantes del aire, los cuales son producto de la cambiante sociedad urbana industrial. En conjunto la mayor parte de los problemas de contaminación del aire son hoy en día resultado de las actividades industriales y los medios de transporte (Strauss 2001).

En el aire podemos encontrar pequeños insectos, bacterias, virus, partículas de polen, fragmentos de talo, micotoxinas, alérgenos, entre otros; la presencia en el aire es el resultado de su dispersión desde un sitio de colonización o crecimiento. Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos y también el polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes (Jaramillo 2002).

En los últimos años el número de personas aquejadas por enfermedades alérgicas se ha incrementado, estimándose que actualmente alrededor de un 23 % de la población urbana presenta reacciones positivas al test de hipersensibilidad frente a algún tipo de polen (Rodríguez et al. 1998).

Gases producidos por la industria se encuentran en concentraciones cada vez mayores en la atmósfera baja de las áreas muy pobladas y algunos de estos gases, además de constituir un factor importante de polución atmosférica en relación con el hombre, tienen efectos muy definidos sobre la vida de otros organismos (Margalef 2005).

2.2. Aerobiología

El término Aerobiología, acuñado por Meier en los años 30, fue adoptado para referirse a la disciplina que se encarga del estudio de los organismos vivos aerotransportados (REMA 2010).

Es una ciencia multidisciplinaria que comprende la liberación, retención, dispersión, deposición e incidencia atmosférica de esporas, pólenes y otros microorganismos aerotransportados; así como su diversidad, modos de vida, dependencia, su repercusión en el entorno y la influencia de todos aquellos factores meteorológicos que inciden en este proceso. Esta ciencia tiene numerosas aplicaciones en los ecosistemas naturales como en el campo agrícola ya que permite detectar la aparición de fitoenfermedades (Almaguer et al. 2008).

Sus resultados son de aplicación en muchos campos, pero el interés mayor se refiere al impacto negativo que la presencia de partículas biológicas alergénicas (polen y esporas) tiene en la salud humana (UCM 2005).

2.3. Aeromicología

Se denomina así al estudio de los hongos aéreos que se encuentran en forma permanente en el aire; cuando hay cambios en la biota se produce un riesgo sanitario y es necesario realizar un control (UNN 2010).

Investiga la aparición de esporas y otros componentes fúngicos en el aire en ambientes interiores y exteriores; los hongos presentes en el aire han sido asociados a enfermedades alérgicas, infecciosas y micotoxicosis. Las infecciones fúngicas invasivas están asociadas a altas tasas de mortalidad y ocurren con mayor frecuencia en los pacientes inmunocomprometidos. Entre las medidas para la prevención de la transmisión de enfermedades causadas por hongos del aire se pueden mencionar: la limpieza con remoción del polvo, el mantenimiento periódico de los equipos, el control de la humedad, la ventilación natural, el uso de sistemas de ventilación con flujo laminar de aire y el uso de desinfectantes (Ríos 2011).

2.4. Hongos

Su origen y permanencia en la tierra es incierto, algunos micólogos creen en un origen Monofilético a partir de algas verdes y Polifilético a partir de diversos grupos de algas. Los hongos que forman cuerpos fructíferos forman tejidos especiales (Roncal1993), denominados plecténquima y prosénquima (Alexopoulos y Mims 1979).

Los hongos son unicelulares y pluricelulares, por naturaleza estos son heterótrofos en la mayoría no forman tejidos específicos, la mayoría se deja ver como micelio o soporte de sus estructuras en los diferentes hospederos (Roncal 2004).

Presentan estructura talofítica estando formado por una serie de filas o hileras de células denominadas hifas que en conjunto constituyen el micelio (Morales 2009). Este constituye la parte vegetativa y da lugar a las estructuras propagativas, reproductivas y de conservación (Ames de Icochea, Teresa 1974).

Los filamentos, conidióforos y conidios son hialinos brillantemente coloreados hasta negro; por el número de células pueden ser uni a multicelulares (Roncal 1993).

Desde la perspectiva ambiental, un aumento de estos microorganismos en su hábitat normal trae consigo una alteración en el medio ambiente llegando a producir una contaminación del aire, promoviendo la dispersión de numerosas esporas desde sus reservorios a los diferentes ambientes. La posibilidad de que una persona inhale esporas fúngicas, tanto en ambientes abiertos como cerrados, es elevada. Las respuestas alérgicas a los hongos se relacionan de una manera más directa con las esporas que con la presencia de restos miceliares u otras células fúngicas (Rivadeneira 2011).

2.4.1. Distribución geográfica de los hongos, los hongos viven en todos los climas de la tierra en presencia de una adecuada humedad, temperatura y un sustrato orgánico disponible. Las esporas en suspensión, permanecen en el aire confinado o libre según las estaciones del año y a los factores climáticos, considerándose éste un ambiente transitorio que permite la distribución a distancia de estos organismos, pues la mayoría de las esporas pasan parte de su vida en la búsqueda de nuevas fuentes de sustrato y la supervivencia de la especie (Aira et al. 2005).

2.4.2. Generalidades de las clases del Reino Fungi, Basada principalmente en las características estructurales, modos de formación de las esporas, estructura y formación de los cuerpos fructíferos durante su ciclo biológico (Lura et al. 1997), a la fecha se considera el Reino Fungi incluye a las clases que a continuación se describen:

a) Clase Chytridiomycetes, en esta clase el constituyente principal de la pared celular es la quitina además de la celulosa. Hongos conformado por una célula denominada "zoospora" manteniendo un movimiento por flagelo (Alexopoulos y Mims 1979), algunas especies como *Physoderma zea mays* afectan al maíz y *Synchytrium endobioticum* ocasionan la verruga en papa (Latorre 1999).

b) Clase Plasmodiophoromycetes, son organismos unicelulares, a esta estructura se denomina zoospora provistas de dos flagelos desiguales tipo látigo que tienen movimiento, algunas especies importantes son: *Plasmodiophora brassicae* provoca hernia en coles, *Spongospora subterranea* ocasiona la roña polvorienta en papa (Latorre 1999).

Las especies que integran esta clase viven como parásitos obligados; en una etapa de su desarrollo presentan una etapa esporangial y no forman cuerpos fructíferos, permaneciendo individualmente las esporas en reposo (Roncal 1993).

c) Clase Oomycetes, presentan micelio verdadero, conformado por hifas multinucleadas (Alexopoulos y Mims 1979), de los filamentos se diferencia un talo unicelular primitivo que va a soportar esporangios en cuyo interior se forman zoosporas, con dos flagelos en látigo y cepillo (Roncal 1993); son especies parásitas y patógenas que pasan su ciclo de vida en el hospedero; la mayoría son eucárpicas (Alexopoulos y

Mims 1979). Desarrollan un micelio con pared celular compuesta por Glucan; algunas especies como *Phytophthora infestans* causante de la racha en papa, *Phytophthora palmivora* causa la pudrición del fruto del cacao, *Phytophthora fragariae* ataca a la fresa (Latorre 1999).

d) Clase Zygomycetes, las especies que integran esta clase, presentan micelio bien desarrollado, las hifas relativamente de diámetro grueso son cenocíticas, las más conocidas son *Rhizopus stolonifer* ocasionan pudrición en raíces tuberosas, tubérculos y frutos carnosos (Roncal 2004).

Producen estructuras gruesas denominadas “Zigosporas” que aseguran la sobrevivencia de los hongos en condiciones desfavorables (Latorre 1999); algunas especies en la base de los esporangióforos presentan rizoides; otros entre rizoide y rizoide forman estolones (Roncal 2004). Existen especies saprofitas a parásitos facultativos o débiles de las plantas a parásitos especializados de los animales y hasta parásitos obligados de otros zigomycetes (Alexopoulos y Mims 1979).

En esta clase se encuentran los siguientes órdenes: Mucorales, Entomophthorales y zoopagales.

d.1) Orden Mucorales, son saprofitos que viven en sustratos orgánicos en descomposición, algunas especies sirven en la industria como el *Rhizopus stolonifer* (moho que crece en el pan) para extraer el ácido fumarico, *Rhizopus oryzae* para producir alcohol y también para obtener ácido cítrico, succínico, oxálico y otros productos químicos importantes. La corriente protoplasmática puede verse en las hifas de los Mucorales, especies como el *Rhizopus stolonifer* son parásitos débiles que crecen sobre frutas, vegetales y les causan enfermedades en el transporte y deposito; podredumbre en papa. Hay especies como *Absidia corymbifera* y varias especies de *Mucor* y *Rhizopus* que producen enfermedades humanas, atacando al sistema nervioso causando daños considerables. Se reproducen por intercambio genético; las familias se agrupan en: Mucoraceae, Thamnidaceae Cunninghamellaceae, Choanephoraceae, Pilobolaceae, Mortierellaceae endogonaceae (Alexopoulos y Mims 1979).

d.2) Orden Entomophthorales, hongos que parasitan a los insectos, la especie más conocida es *Entomophthora muscae* denominado hongo de las moscas por hallarse en los cuerpos muertos de las moscas domesticas pegadas a los vidrios (Alexopoulos y Mims 1979).

d.3) Orden zoopagales, adoptados a una vida parasitaria en amibas, rizópodos y nematodos; la mayoría de las especies producen conidios aéreos filiformes, fusiformes o globosos; estos se separan de las hifas que los llevan y germinan en la superficie del hospedero (Alexopoulos y Mims 1979).

e) Clase Deuteromycetes, también se los conocen como hongos imperfectos, debido a que de la mayoría de especies no se conoce la fase perfecta o teleomorfa (Roncal 2015), se reproducen por medio de conidios, que se forman en conidióforos libres, o dentro de estructuras denominados picnidios, acérvulos (Roncal 1993) y otros en cuerpos fructíferos denominados ascocarpos, propio de la clase Ascomycetos, las esporas se forman dentro de células especiales conocidos como ascos y otros cuyas esporas se forman sobre basidios que se encuentran en tejidos especiales del basidiocarpo es el caso de los miembros que integran la clase Basidiomycetes (Alexopoulos y Mims 1979).

Las diferentes especies que conforman esta clase, por la forma de alimento se categorizan en saprófitos, parásitos y patógenos (Roncal 1993).

Los filamentos a una determinada edad y bajo condiciones adecuadas de luz, temperatura, humedad, dan origen a conidióforos simples o ramificados de tamaños y formas variadas, cuentan con una o varias células de colores que van desde hialinos, coloreados y oscuros; también existen especies que producen estructuras especiales, complejas, llamados picnidios, acérvulos, estromas, esporodoquios y sinemas (Roncal 1993).

Los picnidios son cuerpos globosos o en forma de botella, presentan conidióforos cortos, largos; varían de tamaño, color, forma, consistencia de la pared. Los miembros que presentan este tipo de estructura pertenecen a al orden Sphaeropsidales con una única familia Sphaerpsidaceae. Los hongos que forman acérvulos pertenecen al orden

Melanconiales, también con una sola familia Melanconiaceae (Alexopoulos y Mims 1979).

Dentro de los Deuteromycetes existen hongos que no producen esporas; estos se han categorizado como hongos estériles y se los agrupa en el orden Micelio estéril o Agonomycetales y la familia Agonomycetaceae (Alexopoulos y Mims 1979; Roncal 1993); en este grupo se encuentran especies fitopatógenas como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium cepivorum* (Roncal 2004).

En el orden Moniliales se encuentran las especies que presentan conidióforos libres con o sin ramificaciones; son uni a multicelulares, poseen micelio hialino, brillantemente coloreado y oscuro; se agrupan las siguientes familias: familia Moniliaceae conformado por especies saprobias, parasitas a los vegetales, animales y patógenos al ser humano; entre ellas las especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Blastomyces*, *Geotrichum* causan problemas pulmonares y gastrointestinales; los que integran la familia Dematiaceae presentan micelio de color marrón claro a oscuro destaca las diferentes especies de *Alternarias* de carácter fitopatógenos; en la familia Tuberculariaceae los más conocidos son *Tubercularia*, *Volutella* y *Fusarium*, este último produce macroconidios largos en forma de media luna, multiseptados formando microesclerocios y clamidosporas en el micelio, entre las especies más destructoras están *Fusarium solani* sobre la papa, *Fusarium oxysporum* var. *cubense* sobre la banana y los que integran la familia Stilbellaceae forman Sinemas, la mayoría son saprobias, ocasionan la mancha azul en la madera ocasionando pérdidas económicas (Roncal 1993).

f) Clase Ascomycetes, se pueden hallar en hábitats diversos, pueden ser saprobios viviendo en el suelo o sobre los troncos en descomposición, produciendo cuerpos fructíferos grandes de fácil observación; parásitos en plantas observándose cuando los efectos se producen sobre el hospedero y coprófilos porque solo crecen en el estiércol de algunos animales (Alexopoulos y Mims 1979).

Los hongos que integran esta clase tienen micelio septado: se los conoce como hongos superiores, esto se debe a un estadio de su desarrollo en donde las células de los extremos de crecimiento de las hifas somáticas y sus ramificaciones se transforman en

estructuras especiales llamadas ascos; en cuyo interior se albergan esporas; que en su unión forman ascosporas, éstas normalmente son en un número de ocho. Los ascos, por lo general y de acuerdo a la especie son: alargados, claviformes, cilíndricos, esféricos, pedunculados y sésiles (Roncal 1993).

Dentro de esta clase se ubican las levaduras, algunos mohos comunes, negros o verdes, los oidios pulverulentos, los hongos en copa, las morillas y las trufas. Son capaces de destruir los tejidos que contienen celulosa, responsable de la destrucción de cultivos y plantas alimenticias, también árboles y ornamentales. El micelio está conformado por hifas septadas cuyas paredes contienen quitina en alta proporción, estas son delgadas o gruesas y se ramifican profusamente; las células de éste, son uni o multinucleadas que se organiza en tejido fúngico. Existen Ascomycetes que no poseen micelio como algunas levaduras que son unicelulares, otras producen cadenas de células que forman un falso micelio (seudomicelio). Los ascomicetes ocasionan enfermedades al hombre y a los animales domésticos, *Claviceps purpurea* un ascomiceto cuyo micelio invade los ovarios del centeno enfermando al vegetal, produce esclerotes que contiene alcaloides, al ser ingeridos por los animales y el hombre tiene efectos mortíferos. En la parte benéfica de esta clase encontramos a ciertas levaduras que son base para la industria panadera y cervecera (Alexopoulos y Mims 1979).

g) Clase Basidiomycetes, comúnmente se conoce como hongos de sombrero, hongos de oreja, hongos en repisa, cuernos apuestosos, hongos niditos, royas y carbones; estos dos últimos son de importancia en la agricultura (Roncal 1993).

Producen basidiosporas en la parte externa de una estructura especializada denominado "Basidio", constituyen hongos con y especies dañinas como útiles al hombre, los dos grupos más representativos que causan enfermedades a las plantas son los carbones y royas (Alexopoulos y Mims 1979).

2.4.3. Composición general de los hongos, las paredes celulares están conformadas por varias láminas compuestas de fibrillas constituidas de productos químicos como polisacáridos, proteínas, lípidos, destacando la quitina como compuesto principal de la mayoría de hongos (Roncal 1993); los que varían en calidad y cantidad según el tipo de célula fúngica; son organismos quimiorganotrofos que viven en ambientes diversos (Lura et al. 1997).

2.4.4. Normancia de hongos, las estructuras de conservación del hongo tienen la capacidad de soportar condiciones adversas de medio ambiente sin alterarse y comenzar a desarrollarse cuando hay hospedero aparente y las condiciones del medio le son propicias (Ames de Icochea, Teresa 1974).

Para evitar la degeneración y el envejecimiento de las cepas es necesario preservarlas adecuadamente y retardar hasta donde sean posibles los cambios degenerativos normales que ocurren en las células. La declinación en las características deseables de una cepa, se han atribuido a diferentes factores que actúan en el almacenamiento de la misma, como se enumeran a continuación: Carencia o agotamiento de los nutrientes en el medio de cultivo; acumulación de secreciones tóxicas propias del metabolismo del hongo; alteración del pH en el medio (acidez o alcalinidad); disminución en la concentración de oxígeno y la consecuente acumulación de CO₂ (Gerticem citado por Alarcón 2006).

2.4.5. Condiciones de crecimiento y desarrollo de los hongos, la mayor parte de los hongos crecen entre 0° y 35°C, pero la temperatura óptima varía de 20° a 30°C. Tienen la capacidad para soportar temperaturas extremadamente bajas en fase de reposo, condiciones propicias para su almacenamiento a largo plazo en el caso de ser usados como cultivo. A diferencia de las bacterias, prefieren medios ácidos para su crecimiento, siendo el pH de 6 el óptimo para la mayoría de las especies; la luz no es esencial para su crecimiento pero desempeña un papel importante en la dispersión de las esporas, puesto que los órganos soportadores de esporas de hongos presentan fototropismo positivo y descargan sus esporas hacia la luz (Subero 2001).

Requieren compuestos orgánicos preformados como fuentes de energía y de carbono para la biosíntesis (heterótrofos). El Carbono, Nitrógeno, Oxígeno e Hidrógeno, son los elementos químicos cuantitativamente importantes, seguidos por el Fósforo, Azufre, Magnesio y Potasio (Lura et al. 1997).

La absorción se realiza por ósmosis, el hongo segrega enzimas que disuelven el substrato del cual es absorbido según las leyes generales de la diferencia de presión osmótica. Algunos hongos tienen estructuras especializadas para la absorción que son los rizoides, haustorios (Ames de Icochea, Teresa 1974).

Otras especies como los parásitos obligados se alimentan formando haustorios, que son estructuras producto de la modificación como excrecencia de la hifa somática al introducirse por un poro de la pared celular los haustorios de acuerdo a la especie pueden ser en forma ovalada, ramificada, en forma de raíz y simple (Roncal 1993).

Los hongos que parasitan al hombre y a otros animales cuando cambian de forma micelial a levaduriforme, cuando la temperatura se eleva de 20–25°C a 37° C (Lura et al. 1997).

La mayoría de las especies de hongos crecen y se reproducen bien solamente en sustratos sólidos, pueden resistir largos periodos de desecación, pero para que se produzca la germinación es necesario una alta Humedad Relativa (HR). La germinación tiene lugar cuando la humedad está por encima de 90%, en casos de que la Humedad Relativa sea de 70% constituye el límite inferior para su crecimiento; aunque algunos crecen con mucha lentitud a una Humedad Relativa menor del 65% (Subero 2001).

2.4.6. Identificación de los hongos, según Ames de Icochea, Teresa 1974; menciona que la identificación hasta el nivel de género se hace en base a las características morfológicas; la especie en la mayoría de los casos está dada por el hospedero al que ataca. Floyer, en 1726 estableció que las alergias estaban asociadas a la presencia de hongos del medio ambiente, en uno de sus muchos experimentos fue atacado por *Penicillium* sp. (Negro 2002).

La identificación de los hongos filamentosos se basa en el examen macroscópico de la colonia y en sus características microscópicas. Las características macroscópicas son la forma de la colonia, el color de la superficie, la textura y la producción de pigmentos son muy útiles para la identificación. En general, la morfología microscópica de los hongos es estable y presenta pocas variaciones. La identificación definitiva se basa en la forma característica, método de producción y ordenamiento de las esporas, siendo también importante conocer el tamaño y la disposición de las hifas (Rivadeneira 2011).

2.4.7. Importancia de los hongos en el ambiente, Los hongos son los transformadores incansables de la materia orgánica, favorecen la fertilidad de los suelos, mineralizando restos vegetales; otros se asocian a las plantas superiores beneficiándolas en nutrición y protección frente a sus semejantes dañinos (Roncal 2004).

Cuando el ambiente mantiene condiciones apropiadas, la microbiota del aire puede convivir con las personas en un ecosistema específico sin causar daños; sin embargo cuando se produce un incremento de la temperatura y humedad relativa, los microorganismos pueden tener efectos negativos ocasionando el biodeterioro a éste y afectar la salud del hombre (Borrego et al., 2010).

2.5. Fungosis en humanos

El hombre, animales y plantas están expuestos a adquirir Fungosis por inhalación de esporas de micomycetos como son levaduras, mohos que se encuentran de manera libre en el aire, en ambientes laborales, en las casas, hospitales, bibliotecas, laboratorios. Se puede clasificar en dos grupos los relacionados con la virulencia del hongo y los de respuesta inmune del individuo. En el primer grupo se encuentran las ocasionadas por organismos patógenos en las cuales el hongo produce la enfermedad y en el segundo grupo, el desarrollo de la afección se relaciona con la respuesta inmune deprimida del individuo denominada infección oportunista (Vargas 2004).

Los hongos fitopatógenos, en el hospedero, se desarrollan en forma intercelular, alimentándose por absorción (Roncal 1993).

2.6. Formas de transmisión de los hongos

Las esporas de los hongos están presentes en el aire; su presencia, concentración y diversidad estarían relacionadas con la polución ambiental externa, la prevalencia estacional de estas especies, las fuentes de dispersión y las condiciones del ambiente interno laboral o estacional (Sanfeliu et al. 2002).

Estos microorganismos se diseminan por el aire, el agua, a través del suelo, de las personas y de los animales. En su propagación por el aire, el aerosol atmosférico cumple un importante papel, pues posee un número de partículas de diferentes orígenes, formas y tamaños, suspendidas en el aire. Por su origen, el aerosol atmosférico puede ser biológico, orgánico e inorgánico, atendiendo a la localización puede ser marino, continental, rural, industrial y urbano, y a tenor de los efectos que causa, el aerosol atmosférico puede ser químico, tóxico, patogénico, degradativo, o ambos (Mandrioli ; Minussi and Gambale citado por Borrego 2012).

Los hongos se diseminan a través de propágulos de dispersión, que consisten en cualquier fragmento de micelio viable o unidades de reproducción que contienen la información genética necesaria para el desarrollo del hongo (Ames de Icochea, Teresa 1974).

Estudios hechos en Cuba señalan que el inóculo fúngico tiene mayor proliferación en el ambiente durante el invierno que en las otras estaciones del año, éstos corresponden a los conidios de los géneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Curvularia* (Borrego et al., 2010); precisando que en Guatemala la proliferación se da mayormente por la mañana que en la tarde siendo estos los conidios de los géneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Monilia*, *Nigrospora*, *Paecilomyces*, *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Stenphylium*, *Trichophyllum georgiae*, *Trichosporum* (Herrera 2008).

En las zonas aledañas al relleno sanitario de Portillo Grande, Perú se encontraron géneros fúngicos diseminados en la atmósfera, que son: de presencia ocasional los conidios de *Nigrospora* sp., *Botrytis* sp., y *Curvularia* sp.; frecuente a *Stemphylium* sp y *Pleospora* sp.; permanente y alergénico está el inóculo de *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp. y desde el punto de vista de infecciones sistemáticas por micosis los conidios de *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp., *Botrytis* sp., *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Mucor* sp., *Geotrichum* sp., *Curvularia* sp. y *Fusarium* sp. (Castro 2009).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Ubicación

El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Celendín, en el Relleno Sanitario de la misma (Fig. 1), tiene las siguientes coordenadas UTM: 814677 E, 9242096 N, 2722 msnm y dio lugar a dos fases la de campo en los alrededores del Relleno Sanitario, y la de gabinete en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca con coordenadas UTM: 777519 E, 9207039N, 2685msnm.

El Relleno Sanitario se ubica en el barrio Guayao en las laderas del lado izquierdo del Río Grande, en la parte superior colindante con el barrio Pallac a una distancia aproximada de 2 Km, desde el centro de la ciudad, para llegar a esta zona se sigue la carretera que se dirige hacia el caserío de Cashacongá. Existen 2 fuentes naturales de agua: agua de captación Guayao y de la captación Tres Melones. El área de influencia presenta una topografía ondulada con pendiente pronunciada.

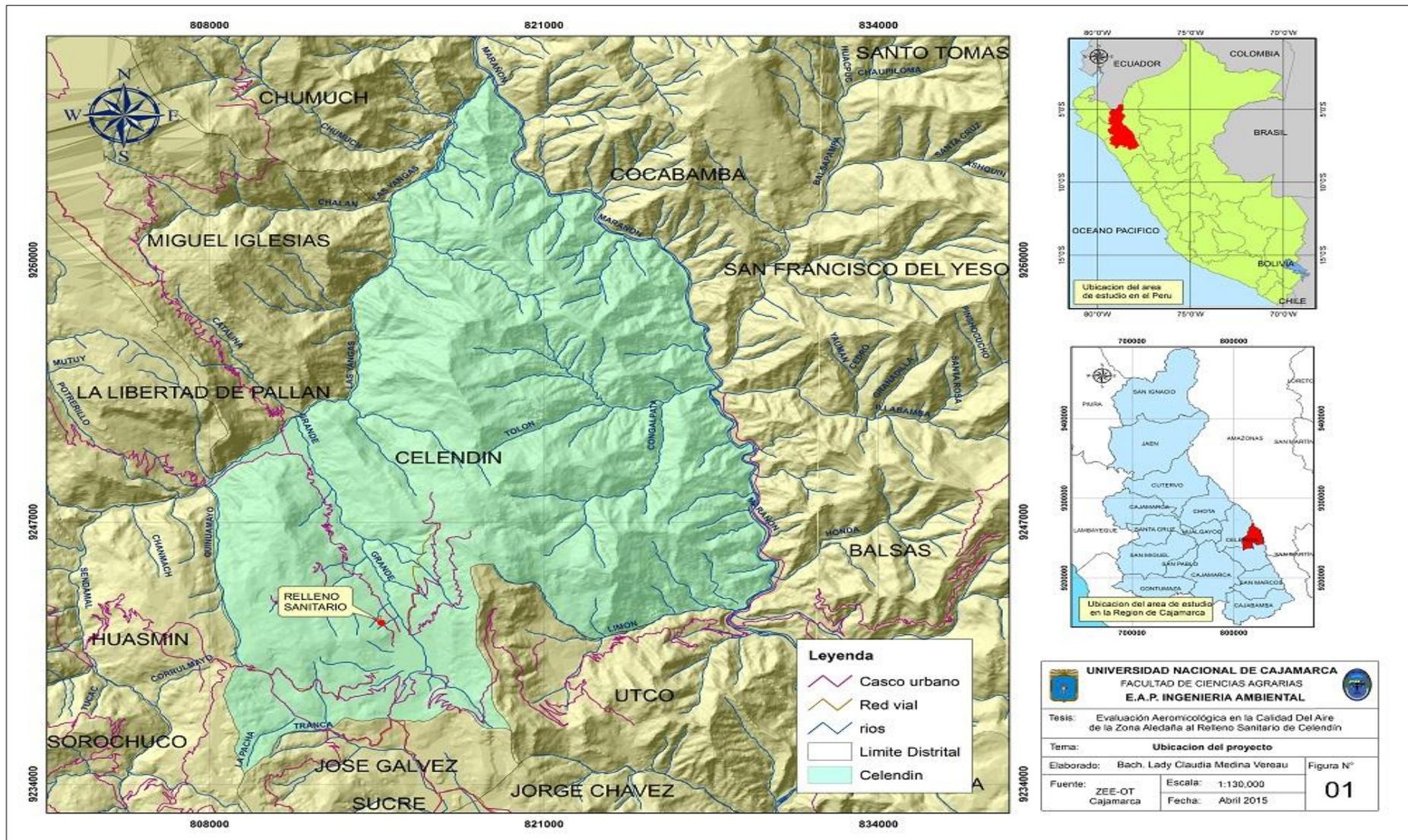


Fig. 1. Ubicación del proyecto

3.2. Materiales

3.2.1. Medios de cultivo

Agar Dextrosa Sabouraud (SDA), Agar Papa Dextrosa (PDA)

3.2.2. Material de campo

Cooler, GPS, repisas de madera, libreta de campo, lápiz, borradores, tajadores, cinta masking.

3.2.3. Materiales y equipos de laboratorio

Láminas porta y cubre objeto, placas Petri, matraces Erlenmeyer, agujas hipodérmicas de 0.25 ml, jeringa de 10ml, Estufa, cámara de flujo laminar, mechero, fosforo, alcohol, Balanza, Autoclave, Microscopio, Estereoscopio, Cámara Fotográfica.

3.3. Metodología

3.3.1. Ubicación de los puntos de monitoreo

Para realizar el monitoreo de esporas fúngicas, previamente se elaboró el croquis de ubicación de los puntos de monitoreo (Fig. 2), además se georreferenció cada punto, con el fin de ubicar la posición exacta de los 8 sitios de muestreo con coordenadas UTM - Datum: WGS 84 (Tabla 1). Se empleó el método gravimétrico de sedimentación pasiva, caracterizado por ser un método cualitativo y semicuantitativo, utilizando como medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud y Agar Papa Dextrosa. Se siguió el protocolo de muestreo para el diseño de un programa de vigilancia del aire para el caso de estudios epidemiológicos, el cual reglamenta que la altura de la toma de la muestra deberá realizarse de 1,5 a 2,5 m en nuestro estudio se ubicó en seis puntos de monitoreo a unos 50cm (M1, M2, M3, M4, M5, M7) para evitar la pérdida de las placas y en dos puntos de monitoreo a unos 150cm (M6, M8).

Tabla 1. Ubicación, Georreferenciación de cada punto de monitoreo

Puntos de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Altura (msnm)
M1	Ubicado a 620m del Relleno Sanitario	815335	9241983	2705
M2	Ubicado a 140m del Relleno Sanitario	814929	9242320	2736
M3	Ubicado a 88m de la disposición final de los residuos sólidos dentro del Relleno Sanitario	814868	9242401	2730
M4	Ubicado a unos 80m de la disposición final de los residuos sólidos del Relleno sanitario	814852	9242437	2718
M5	Ubicado a unos 25m de la disposición final de los residuos sólidos dentro del Relleno Sanitario.	814916	9242445	2719
M6	Ubicado a 15 m de la disposición final de los residuos sólidos dentro del Relleno Sanitario.	814934	9242460	2724
M7	Ubicado a unos 340m del relleno sanitario.	814699	9242492	2741
M8 (testigo)	Ubicado a unos 2930m del Relleno Sanitario	815395	9239433	2649

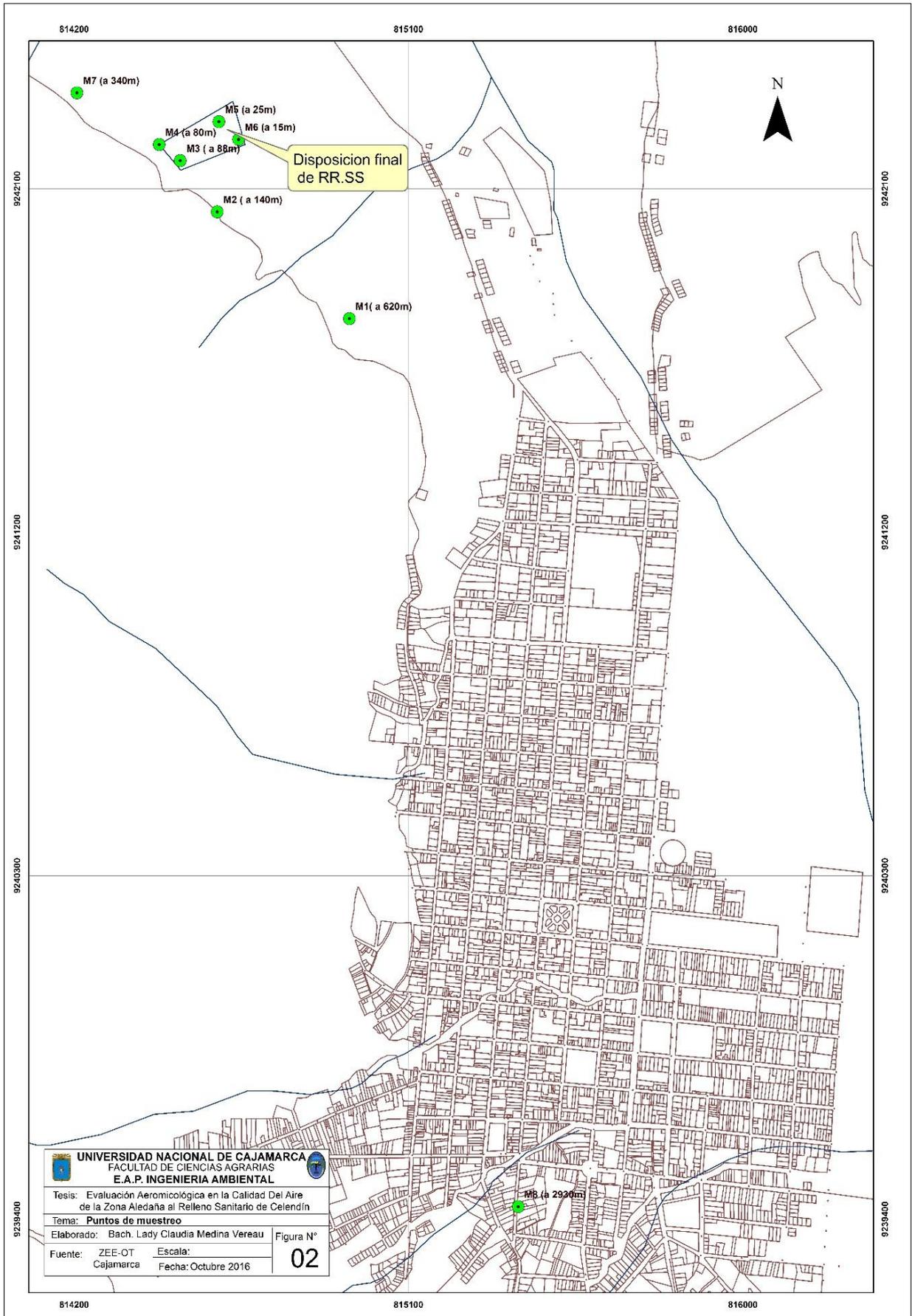


Fig. 2. Ubicación de los puntos de monitoreo

3.3.2. Disposición y preparación de medio de cultivo en placas Petri

Se lavaron, envolvieron y esterilizaron las placas Petri en la estufa a 50⁰C por 1 hora; con el fin de evitar que los recipientes estén contaminados en los cuales se colocara el medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (SDA). El medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud se preparó de la siguiente manera: se pesó en la balanza 65g g de Agar Dextrosa Sabouraud (SDA) y 18g de Agar Agar para disolverlo en 1litro de agua destilada y llevarlo a la autoclave a 15 atm de presión a continuación en la cámara de aislamiento y cerca al mechero se verterá 20ml de cultivo en cada placa Petri (Narrea et al., 2006). El medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA) fue proporcionado por el laboratorio de Fitopatología. Se identificó cada placa Petri, registrando el nombre de cada una, posteriormente estas fueron selladas con cinta masking a fin de prevenir la contaminación de las muestras, luego se colocaron en forma invertida dentro del Cooler para facilitar el transporte desde el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca hacia el Relleno Sanitario de la ciudad de Celendín.

3.3.3. Exposición e Incubación de las placas Petri

Una vez transportados las placas Petri se abrió cada una y se expuso por 4 horas. El muestreo se efectuó entre los meses de Noviembre del año 2015 y Febrero del año 2016, se realizaron 5 monitoreos en 8 puntos de muestreo en cada uno, mediante la exposición de placas Petri (0,010 m²) en el horario de 3:00pm a 7:00pm. En el laboratorio se sacaron las bolsas de cada placa Petri y se las llevó a la incubadora. Se debe prever el mantenimiento de las condiciones mínimas en las estufas de cultivo a 22,5 ± 2,5°C para hongos y levaduras, con tiempos de incubación de 48 y 72 horas (Valenzuela 2010), las placas se incubaron hasta las 72 horas a una temperatura de 22°C para luego de este tiempo llevarlas a la cámara de incubación a una temperatura ambiente.

3.3.4. Conteo de bacterias y reconocimiento de géneros fúngicos

En cada placa se hizo 5 cuadrados de 1 cm² cada uno y se las visualizo en el estereoscopio, con la ayuda de un contometro se determinó el número de bacterias se hizo el respectivo conteo de bacterias, también se verifico el crecimiento de algunas

colonias de hongos. Para ello se sacó una pequeña muestra de cada colonia con aguja hipodérmica previamente esterilizada en el mechero y se colocó en la lámina porta objeto con una gota de agua y se cubrió con la lámina cubre objeto para verlo al microscopio a una vista de 40X.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.Descripción morfológica de los géneros fúngicos encontrados

4.1.1. Morfología del aislamiento 1

El micelio es algodonoso de color gris oscuro a negro, en medio de cultivo PDA, entre 18-22°C llena a la caja de Petri en 72 horas. Los filamentos o hifas vistas al microscopio son de color marrón amarillento, color que coincide con el reporte de Roncal (1993). El conidióforo se caracteriza por presentar de una a cinco células que también coincide con lo mencionado por Quan (2012). Los conidios se forman en la célula apical del conidióforo, primero se observa como una gota de cristal transparente, posteriormente se tiñe de color amarillo claro, apareciendo un primer septo a medida que crece los septos se incrementan en forma horizontal y vertical formando conidios con células en forma de muro, esta característica esta reportado en Barnett y Hunter (1998). Las características antes mencionadas conducen a que pertenecen al género *Alternaria* sp.



Fig. 3. Conidios muriformes y filamento de *Alternaria* sp.

4.1.2. Morfología del aislamiento 2

En medio de cultivo PDA la colonia tiene crecimiento lento porque lleno el espacio de la placa Petri en 120 horas entre 18-22°C. Cuando la colonia está en pleno crecimiento esta se muestra con ondulaciones. El micelio no se muestra algodonoso sino como una masa coloreada de negro algo aterciopelada. La colonia en medio de cultivo PDA a las 24 horas se muestra de color blanco, con un puntito oscuro al centro indicando que existe diferenciación de conidios en proceso de maduración; el conidióforo es unicelular, simple y solitario característica que reporta Barnett y Hunter (1998). Se forma a partir de una célula de la hifa somática y en la parte superior existe un abultamiento esférico a partir del cual se forman las fiálides que son células en forma de botellitas, en la superficie terminal de esta estructura se forman los conidios uno a continuación del otro por lo que se denomina conidios catenulados, característica coincidente con los reportes a Agrios (1996) y Roncal (1993). Estas características corresponden al género *Aspergillus* sp.



Fig. 4. Conidios catenulados sobre fialides de *Aspergillus* sp.

Fuente: EMLab P&K, LLC 2016

4.1.3. Morfología del aislamiento 3

En medio de cultivo PDA, presenta micelio oscuro, de crecimiento lento; las hifas son brillantemente coloreadas y segmentadas, cada segmento constituye una célula. Los conidióforos son simples filamentos con ramificación terminal, las primeras ramas son unicelulares y bicelulares alargados en forma de cilindros con base, terminación recta, oblicuo y angular, características también reportadas por Roncal (1993); las segundas y terceras ramificaciones son alargados, estos se siguen ramificando dando origen a conidios unicelulares multiformes (cilindros, circulares, filiformes) con terminación de igual forma; esto mencionado por Barnett y Hunter (1998). Según estas características descritas se identificó al género *Cladosporium* sp.

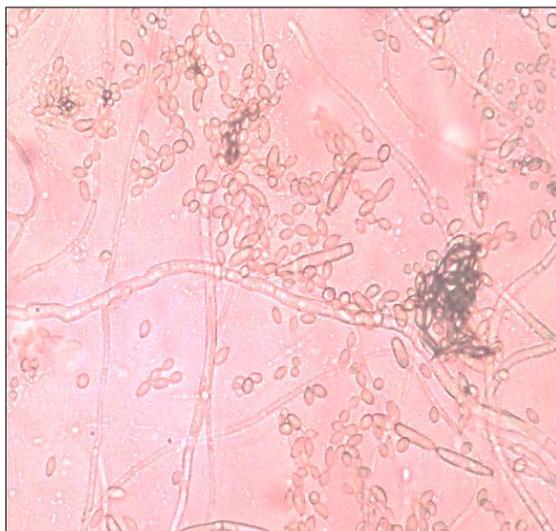


Fig. 5. Conidióforos y conidios de *Cladosporium* sp.

4.1.4. Morfología del aislamiento 4

En medio de cultivo PDA, mantiene un crecimiento lento, el micelio es de color cremoso con puntos rosados que son las fructuaciones. En el hospedero este género ocasiona lesiones hundidas denominados Antracnosis como lo menciona Alexopoulos (1996). En cada lesión hundida se aprecia el signo en forma de puntos negros denominados acérvulos, estas estructuras vistas al microscopio muestran células unicelulares cilíndricas brillantes y los setos que son estructuras en forma de pelos negros, esta peculiaridad es importante para distinguirlo del género *Gloeosporium* Roncal (2004). Estas características nos permitió determinar que se trata del género *Colletotrichum* sp.

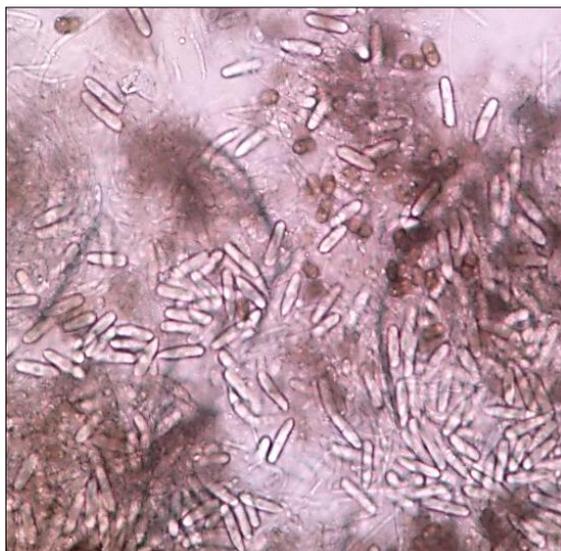


Fig. 6. Conidios unicelulares cilíndricos de *Colletotrichum* sp.

4.1.5. Morfología del aislamiento 5

En medio de cultivo PDA, tiene un crecimiento acelerado cubriendo la placa Petri en 96 horas. El micelio primero se muestra de color blanco, posteriormente empalidece mostrándose de color blanco-cremoso coincidiendo con lo mencionado por Agrios (1996). Estructuralmente se caracteriza por presentar hifas septadas, de estas se desprenden pequeños conidióforos que son uni y bicelulares; del ápice pueden emerger de 2 a 3 ramificaciones formando el fiálide, en esta parte se diferencian los conidios que en sus inicios corresponden a conidios unicelulares esféricos, ovoides y al pasar el tiempo se alargan. Ocurriendo la diferenciación del septo, éste proceso es continuo hasta que el conidio tiene generalmente 3 septos que originan a 4 células; en la plenitud del crecimiento el conidio tiene la forma de media luna y es transparente características reportadas por Roncal (1993). Cuando no existe diferenciación de conidióforos la hifa da origen a un fiálide alargado sobre el cual se forman los conidios. Esta descripción sirvió para identificar al género *Fusarium* sp.



Fig. 7. Filamentos y conidios canoiformes de *Fusarium* sp.

4.1.6. Morfología del aislamiento 6

En medio de cultivo PDA es de desarrollo rápido llena la placa entre 48-72 horas. El micelio para ser extraído del medio muestra elasticidad, visto al microscopio se aprecian filamentos multicelulares, cada célula es cilíndrica y ovoide; en pleno desarrollo del micelio de trecho en trecho se diferencian células de las cuales se originan otras, formando cadenas longitudinales; éste tipo de multiplicación es conocido como artrosporas; características reportadas por Baruque (2003) y Roncal (1993). Por la información descrita se identificó al género *Geotrichum* sp.

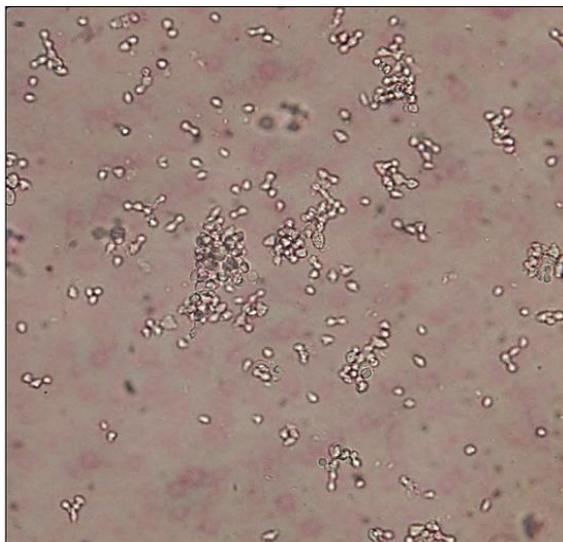


Fig. 8. Conidios catenulados de *Geotrichum* sp.

4.1.7. Morfología del aislamiento 7

En medio PDA en 24 horas se muestra el desarrollo miceliar formando copos algodonosos que a las 48 horas parte del micelio se tiñe de color negro a consecuencia de la maduración del esporangio coincidiendo con lo mencionado por Aira et al (2005). El esporangióforo es de un filamento unicelular en cuya parte terminal termina en un abultamiento denominado columnela; de ésta se desprende la pared del esporangio, esto guarda similitud con lo mencionado por Roncal (2004). Entre la superficie de la columnela y la capa interna del esporangio crece y se desarrolla las esporas que al madurarse se muestran de color negro; entre la formación del esporangióforo y la hifa somática no existe la formación de rizoides, esto tiene similitud con lo mencionado por FBA (2001). Según las características mencionadas se identificó al género *Mucor* sp.

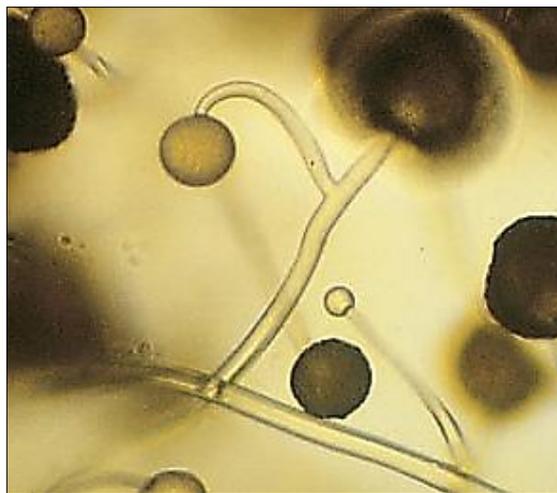


Fig. 9. Hifa, esporangióforo, esporangio de *Mucor* sp.

Fuente: Academic Dictionaries and Encyclopedias 2014

4.1.8. Morfología del aislamiento 8

En medio de cultivo PDA, a una temperatura entre 18-22°C, creció a partir de las 72 horas, presenta micelio de color hialino a marrón, esta característica coincide con el reporte de Jara (2011) y Barnett (1960). Existen conidióforos escasamente pero con ramificación en la parte superior con segmentos irregulares en forma de barra o redondeados, son unicelulares unidos en cadenas coincidiendo con lo reportado por Barnett (1960). De acuerdo a estas características se identificó a *Oidiodendron* sp.

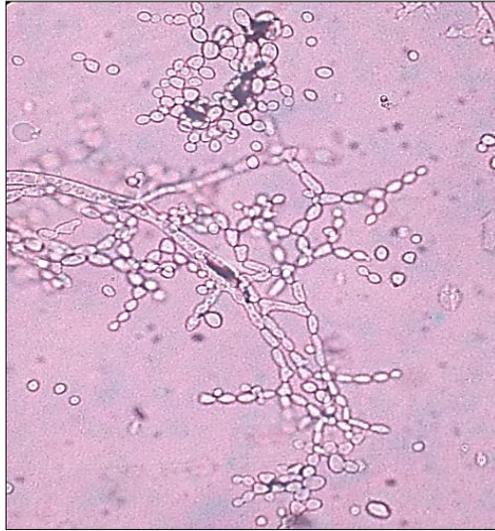


Fig. 10. Conidios catenulados de *Oidiodendron* sp

4.1.9. Morfología del aislamiento 9

En el cultivo PDA y SDA, cuando el micelio está iniciando es de color blanco a una temperatura entre 18-22°C, se encuentra pegado al sustrato luego se tiñe de color verde, celeste debiéndose estas pigmentaciones al proceso de crecimiento y maduración de la espóra a partir de las 48 horas coincidiendo con el reporte hecho por Roncal (2004). Visto al microscopio presentan conidióforos ramificados, cada ramificación termina en un conjunto de células tipo botellitas, agrupadas semejante a un pincel, conocidos como fialides; en cada extremo de la fialide se forman conidias unicelulares esféricas y catenuladas de colores brillantes características descritas en el reporte de Roncal (1993). Las especies de este género son reconocidas por su denso cepillar que corresponde a *Penicillium* sp.



Fig. 11. Conidióforo, que termina en fialides y sobre estos Conidios unicelulares de *Penicillium* sp.

4.1.10. Morfología del aislamiento 10

En medio de cultivo PDA tiene un crecimiento lento a partir de las 72 horas a una temperatura entre 18-22°C, presentan conidióforos simples integrada por varias células con forma elíptica o cilíndrica de forma irregular características que coinciden con el reporte hecho por Barnett (1960). El género identificado que presenta estas características corresponde a *Piricauda* sp.



Fig. 12. Conidios multicelulares de *Piricauda* sp.

4.1.11. Morfología del aislamiento 11

En medio de cultivo PDA y SDA a una temperatura entre 18-22°C, cubrió la placa Petri en pocos días de la siembra a unas 48 horas; el micelio presento un aspecto algodonoso, tiñéndose de color negro-plomizo debido a la maduración del esporangio. Al verlo al microscopio se observó un esporangio esférico unido a una columnela lisa y alargada, además presenta rizoide al pie del esporóforo descripción coincidente con Aira et al (2005). Según las características corresponde al género *Rhizopus* sp.



Fig. 13. Esporangio de *Rhizopus* sp.

4.1.12. Morfología del aislamiento 12

En medio de cultivo PDA y SDA, llenan la placa a partir de las 48 horas a una temperatura que esta entre 18-22°C; presenta micelio algodonoso aéreo, al principio blanco después gris oscuro característica que coincide con lo mencionado por Alexopoulos (1962). En el microscopio se observa el esporangióforo y la columnela que nace de un nudo de rizoides bien desarrollados, los rizoides se forman en la parte inferior del esporangióforo unitario o en grupo. El género identificado que posee estas características es *Rhizopus stolonifer*.



Fig. 14. Esporangióforo y esporangios de *Rhizopus stolonifer*

4.1.13. Morfología del aislamiento 13

En cultivo PDA el micelio es de color blanco, en el microscopio se observa que está formado por hifas septadas; los conidióforos por segmentos cortos que se hallan a los dos lados de la hifa, mostrando por su parte terminal pequeños conidios redondeados, coincidiendo con lo mencionado por Guzmán (1977). Presentan conidióforos hialinos ramificados, fiálides simples o en grupos, poseen conidios generalmente ovalados, unicelulares, de color verde generalmente, característica que coincide con el reporte hecho por Martínez et al (2013). El género identificado con estas características es *Trichoderma* sp.



Fig. 15. Filamentos y conidióforos de *Trichoderma* sp.

4.2.Frecuencia de los microorganismos aerofúngicos

La información meteorológica durante los monitoreos (Tabla 2) sirvió para hallar la frecuencia por familia y por cada microorganismo aerofúngicos en nuestro estudio para ello se empleó las siguientes formulas descritas por Cruz y Jiménez (2006); además con los datos de la velocidad y dirección del viento se realizó la gráfica de rosa de vientos (Fig. 16).

Tabla 2. Información meteorológica de los monitoreos en promedios diarios

Fechas de monitoreo	Temperatura(°C)	Humedad relativa	Precipitación	Velocidad de viento(km/h)	Dirección del viento
30/11/2015	17.5	87	3.4	8.3	SE
16/12/2015	16.5	81	1.6	6.8	SE
28/12/2015	15.7	91	1.6	7.2	SE
11/01/2016	15.3	85	3.6	6.8	SE
24/01/2016	13.6	78	3.6	6.8	SE

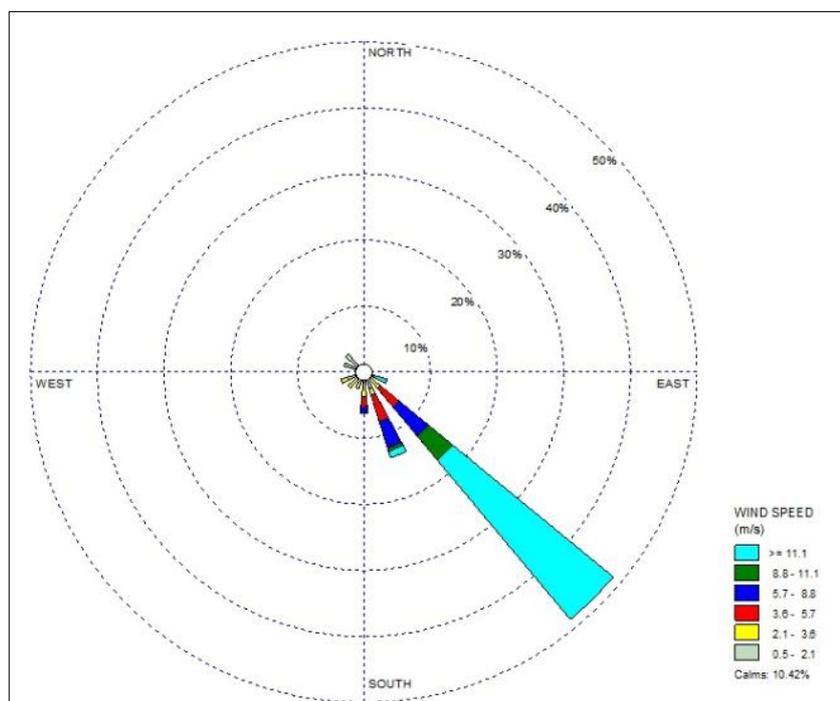


Fig. 16. Velocidad y Dirección del viento que predominaron durante los monitoreos

Fuente: Estación Meteorológica de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de Celendín

Tabla 3. Presencia de microorganismo aerofúngicos en cada punto de monitoreo durante los 5 monitoreos del estudio

Microorganismos Aerofúngicos/ Puntos de muestreo	Monitoreo 1								Monitoreo 2								Monitoreo 3								Monitoreo 4								Monitoreo 5												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8					
<i>Alternaria</i> sp.	*1												1	1																															
<i>Aspergillus</i> sp.																																													
<i>Cladosporium</i> sp.	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Colletotrichum</i> sp.																																													
<i>Fusarium</i> sp.		1		1	1																																								
<i>Geotrichum</i> sp.																																													
<i>Mucor</i> sp.																																													
<i>Oidiodendron</i> sp.																																													
<i>Penicillium</i> sp.		1																																											
<i>Penicillium italicum</i>																																													
<i>Piricauda</i> sp.																																													
<i>Rhizopus</i> sp.			1	1			1																																						
<i>Rhizopus stolonifer</i>																																													
<i>Trichoderma</i> sp.																																													
Presencia total	2	3	1	3	2	1	2	1	2	3	3	3	5	3	5	3	2	5	2	3	2	2	3	4	6	2	4	3	2	4	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	

*valor 1: Representa la presencia de microorganismos aerofúngicos en placa Petri dentro de cada punto de monitoreo

4.2.1. Frecuencia por familia

Aplicamos la siguiente formula:

$$F(\%) = \frac{N^{\circ}Ex100}{TE}$$

Donde:

F: Frecuencia de la familia (%)

N°E: Número de especies de la misma familia

TE: Total de especies identificadas (Hongos y Bacterias)

Datos:

NE= 749

TE= 1237

Tabla 4. Número de veces que se presenta cada microorganismo aerofúngicos dentro de su respectiva familia

Familia	Género fúngico	N° de veces que se presenta(UFC/placa) en los 5 monitoreos	Suma total	Frecuencia en %
Moniliaceae	<i>Aspergillus</i> sp.	1	44.5	3.6
	<i>Geotrichum</i> sp.	10		
	<i>Penicillium</i> sp.	32		
	<i>Trichoderma</i> sp.	2		
Dematiaceae	<i>Alternaria</i> sp.	55	682.5	55
	<i>Cladosporium</i> sp.	628		
Tuberculariaceae	<i>Fusarium</i> sp.	8	7.5	0.6
Myxotrichaceae	<i>Oidiodendron</i> sp.	1	1	0.1
Melanconiaceae	<i>Colletotrichum</i> sp.	8	8	0.6
Mucoraceae	<i>Mucor</i> sp.	1	5	0.4
	<i>Rhizopus</i> sp.	3		
	<i>Piricauda</i> sp.	1		
		749		

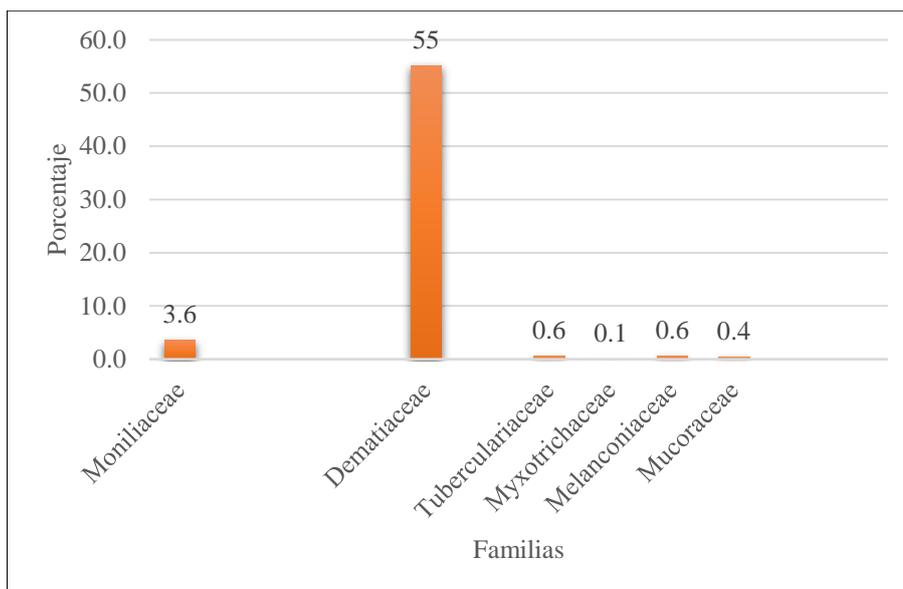


Fig. 17. Frecuencia de Familias fúngicas en porcentaje (%)

En el gráfico podemos apreciar que la familia Dematiaceae presentó la mayor frecuencia ocupando un 34.4% del total de las muestras de estudio porque alberga a dos microorganismos aerofúngicos como son *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp.; que se presentaron en todas las placas Petri del estudio, seguido por la familia Moniliaceae con un 2.2%, Melanconiaceae y Tuberculariaceae con un 0.4%, Mucoraceae con 0.3% y Myxotrichaceae 0.1%.

4.2.2. Frecuencia de cada microorganismo aerofúngicos dentro de su familia

Aplicamos la siguiente formula:

$$F(\%) = \frac{N^{\circ}Dx100}{TD}$$

Donde:

- F:** Frecuencia del microorganismo en porcentaje
- N°D:** Número de días en que aparece el microorganismo
- TD:** Total de días muestreados

Datos:

- ND:** Se usó la tabla 3
- TD=** 5 días

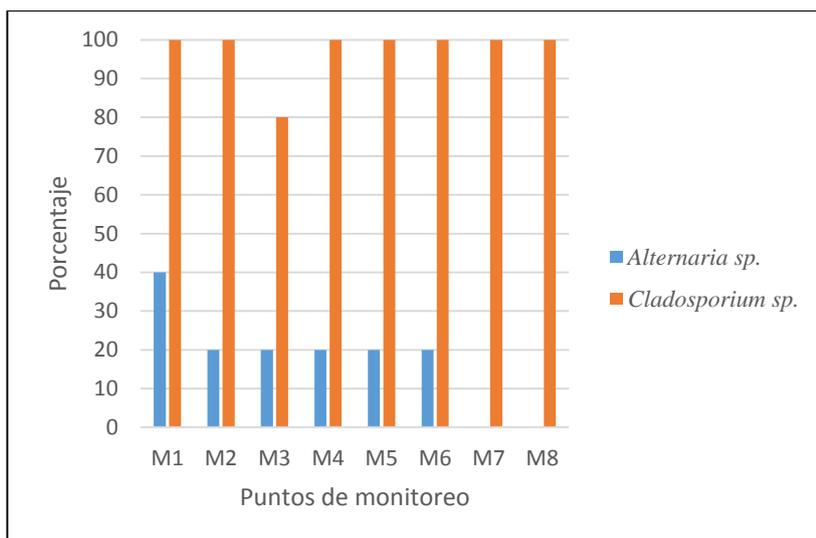


Fig. 18. Gráfica de la Familia Dematiaceae

Dentro de los microorganismos aerofúngicos que pertenecen a la familia Dematiaceae *Cladosporium sp.* ocupa un mayor porcentaje con un 100% frente a *Alternaria sp.* con un 40%; teniendo incidencia *Cladosporium sp.* en todos los puntos de monitoreo porque es un hongo aéreo común coincidiendo con el reporte hecho por Castro (2009) y *Alternaria sp.* solo en los puntos de monitoreo M1, M2, M3, M4, M5, M6; en los 5 monitoreos.

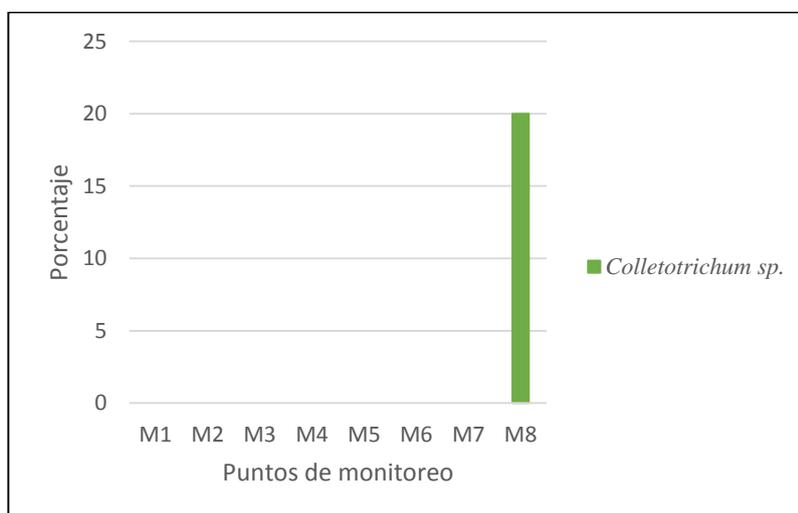


Fig. 19. Gráfica de la Familia Melanconiaceae

El microorganismo fúngico que tuvo mayor frecuencia dentro de la familia Melanconiaceae fue *Colletotrichum sp.*; presentándose en el punto de monitoreo M8 (sitio testigo) durante los 5 monitoreos; no tiene repercusiones en la salud.

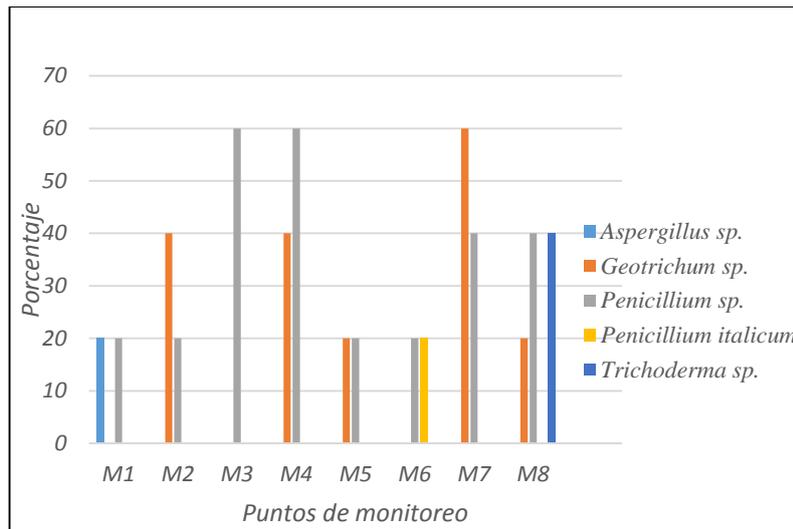


Fig. 20. Gráfica de la Familia Moniliaceae

Dentro de la familia Moniliaceae el género *Geotrichum sp.* en el punto de monitoreo M7 y *Penicillium sp.* en los puntos de monitoreo M3 y M4 ocupan el más alto porcentaje con 60% frente a *Aspergillus sp.*, *Penicillium italicum* con un 20% todos estos teniendo repercusión en la salud de acuerdo al reporte realizado por Quan(2012), además *Trichoderma sp.* con un 40% sólo se presentó en el punto de monitoreo M8 (sitio testigo) que no tiene repercusiones en la salud.

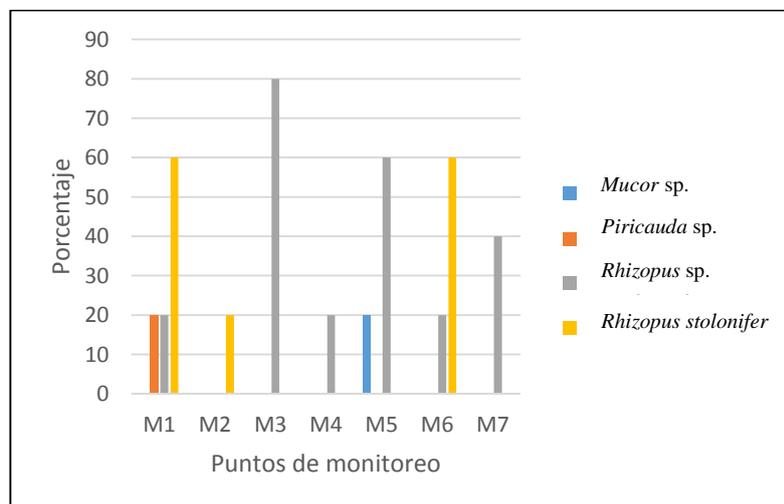


Fig. 21. Gráfica de la Familia Mucoraceae

El microorganismo con mayor frecuencia dentro de la familia Mucoraceae fue *Rhizopus sp.* ocupando un 80% en el punto de monitoreo M3, seguido de *Rhizopus stolonifer* con un 60%, *Piricauda sp.* y *Mucor sp.* con un 20%; la incidencia que tuvieron estos microorganismos que pertenecieron a esta familia fueron en todas las

muestras, todos estos microorganismos aerofúngicos repercuten en la salud humana según lo reportado por Vargas (2004) y Alexopoulos y Mims, citado por Subero (2001).

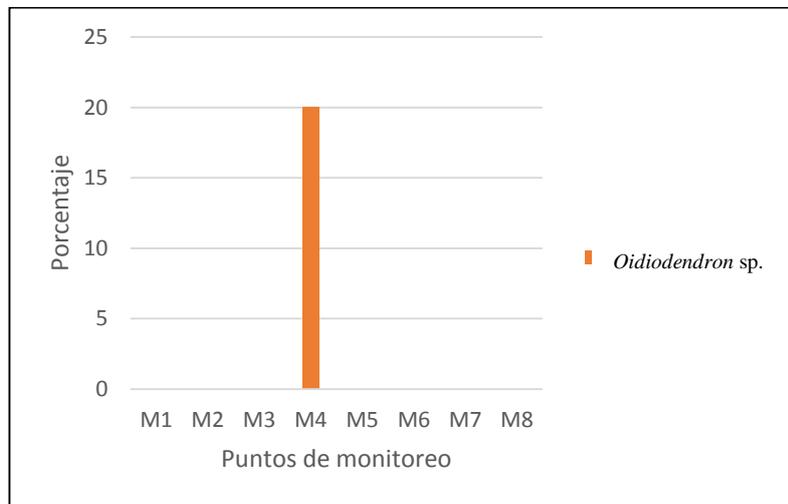


Fig. 22. Grafica de la Familia Myxotrichaceae

El microorganismo fúngico que tuvo mayor frecuencia dentro de la familia Myxotrichaceae fue *Oidiodendron* sp. con un 20% teniendo una incidencia solo en la muestra M4; no tiene repercusión en la salud.

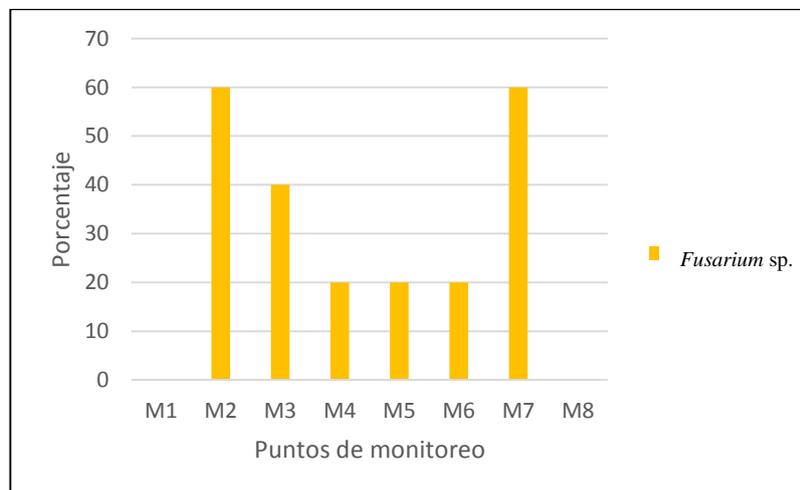


Fig. 23. Gráfica de la Familia Tuberculariaceae

Dentro de la familia Tuberculariaceae, *Fusarium* sp. se encontró con mayor frecuencia en el punto de monitoreo M2 y M7 con un 60%, tuvo incidencia en los puntos de monitoreo M2,M3,M4,M5,M6,M7; este microorganismo tiene repercusión en la salud coincidiendo con el reporte realizado por Díaz (2005).

Los microorganismos aerofúngicos que tienen repercusión en la salud se encuentran en los puntos de monitoreo que están más cerca al Relleno Sanitario por la descomposición de la materia orgánica, que en el punto de monitoreo M8 (testigo) ubicado a una distancia lejana del lugar de estudio.

4.3.Determinación de otros microorganismos (Bacterias)

En las todas las placas Petri de monitoreo hubo la presencia de bacterias de color blanco cremoso, luego de las 72 horas se distinguió los géneros *Erwinia*, *Serratia sp.*; dentro de estas *Serratia sp.* representa mayor peligro por causar enfermedades en el ser humano, se encuentran colonizando la flora intestinal, tracto respiratorio, tracto urinario, aparato cardiovascular, en ambientes y reservorios pobres en nutrientes como el agua potable, cañerías e insumos hospitalarios como jabones, antisépticos; pueden ocasionar infecciones de patologías crónicas como la tuberculosis (Patiño et al., 2005).

Tabla 5. Número de bacterias por placa en 5 cm²

MUESTREOS	PUNTOS DE MONITOREO							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Monitoreo 1	75	150	75	8	97	6	5	4
Monitoreo 2	27	56	15	8	180	18	26	30
Monitoreo 3	33	40	2	3	17	9	0	9
Monitoreo 4	4	7	6	7	14	7	4	56
Monitoreo 5	52	17	1	2	37	116	9	5
Promedios	38.2	54	19.8	5.6	69	31.2	8.8	20.8

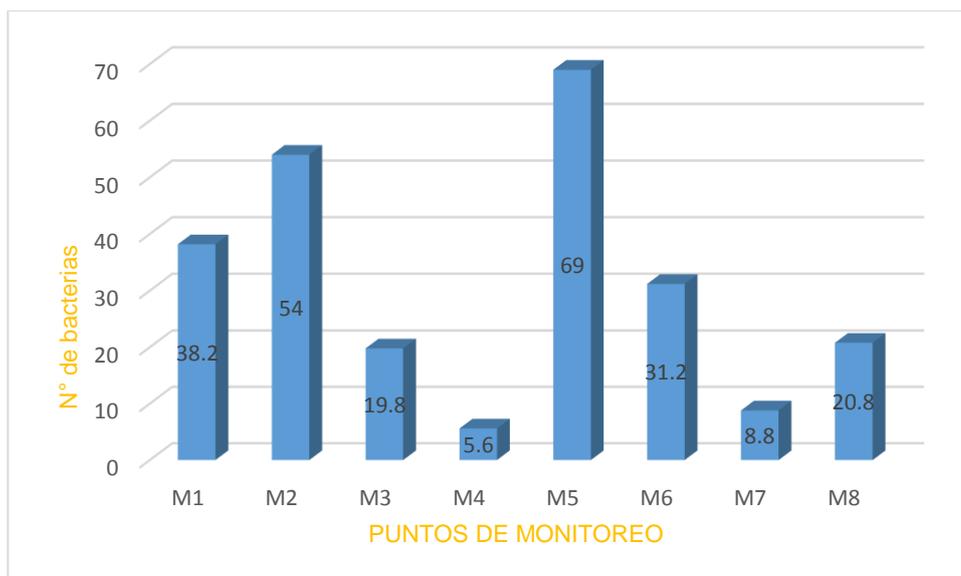


Fig. 24. Gráfica del número promedio de bacterias en los 5 monitoreos

La mayor cantidad de bacterias en promedio que se presentó en el estudio fue en el punto de monitoreo M5, seguido de los puntos de monitoreo M2, M1, M6, M8, M3, M7 y M4.

4.4. Géneros identificados que tienen comportamiento patógeno

4.4.1. *Alternaria* sp.

Como patógeno reduce el rendimiento de las cosechas o afecta a los vegetales almacenados (Quan 2012). Este hongo necrótrofo es dependiente de sus huéspedes y causa necrosis extensa mediante toxinas y escasas enzimas macerativas (Llacer et al., 1996). Las esporas fúngicas se encuentran diseminadas en el aire y pueden ser inhaladas en varias concentraciones por el hombre y los animales (Calderón et al. 1997). Las conidias son diseminadas por el viento, sobrevive en forma saprófita en numerosos hospederos (Latorre 1999). Esta especie ataca principalmente a las hojas de diferentes cultivos además mantiene un comportamiento saprofito en sustratos orgánicos (Rotem 1994).

Las diferentes especies patógenas de este género, para colonizar los tejidos actúan a través de enzimas, el primer paso es la penetración al hospedero luego sigue la intoxicación (Nishimura y Kohmoto 1983).

4.4.2. *Aspergillus* sp.

Las diferentes especies de este género ocasiona alteraciones en granos, convirtiéndolos en no aptos para consumo, debido a que provocan intoxicaciones muchas de ellas irreversibles (Webster 1986). Entre los factores de patogenicidad de este hongo se encuentran: el pequeño tamaño de sus conidias que permite que sean aspiradas y por su capacidad de adherencia a superficies epiteliales, endoteliales, su invasión a los vasos sanguíneos ocasiona infección al pulmón y a los senos paranasales (Quan 2012).

4.4.3. *Cladosporium* sp.

Las esporas de este hongo tienen efectos alérgicos, como alergias de tipo I caso del asma, y neumonitis hipersensitiva de tipo III. Generalmente no es patogénico, pero puede causar cromoblastosis en climas tropicales y sub tropicales. Se ha encontrado que *Cladosporium* produce algunas toxinas, sin embargo los efectos de estas toxinas en la salud humana no han sido bien estudiados (Quantus Analytical 2005).

4.4.4. *Fusarium* sp.

Incluye a muchas especies fitopatógenos cuyos conidios son productores de fusariosis en plantas y también patógeno oportunista humano, tiene interés clínico por ser patógeno del humano produciendo el asma (Aira et al., 2005). *Fusarium* moniliforme produce la toxina fumonisina B1, su consumo ocasiona edema pulmonar y la enfermedad conocida como hidrotórax en cerdo (Díaz 2005).

4.4.5. *Geotrichum* sp.

Puede causar infecciones oportunistas en huéspedes inmuno comprometidas; esas infecciones se refieren como geotricosis. Las infecciones usualmente se adquieren vía ingestión o inhalación (Aira et al., 2005). En el ser humano ocasiona “geotricosis”, oral, intestinal, bronquial y pulmonar (Alexopoulos 1962).

4.4.6. *Mucor* sp.

Es poco productor de infecciones en humanos, *Rhizomucor* sp. causa abortos micóticos en bovinos y se ha descrito como agente causal de Mucormicosis Rinocerebral en pacientes leucémicos (Vargas 2004).

4.4.7. *Penicillium* sp.

Producen infecciones del tracto respiratorio y urinario. Normalmente están asociados con padecimientos severos e invasivos en huéspedes inmunocomprometidos. Varias especies crecen a la temperatura corporal. Este género produce muchas toxinas, sin embargo los efectos en salud han sido poco investigados a la fecha (Quantus Analytical 2005).

4.4.8. *Rhizopus* sp.

Los miembros de los géneros *Mucor* sp. y *Rhizopus* sp., causan micosis, las cuales pueden iniciarse con la inhalación de las esporas provocando una reacción alérgica e incluso la infección de las cavidades paranasales. También pueden producir infecciones gastrointestinales al ingerir alimentos contaminados por estos hongos (Alexopoulos y Mims citado por Subero, 2001). Son hongos patógenos de frutos, raíces, tubérculos y otros órganos vegetales; donde causan maceración de los tejidos por acción enzimática (Aira et al., 2005).

4.4.9. *Rhizopus stolonifer*

La exposición a concentraciones elevadas de esporangiosporas de *Rhizopus* se ha descrito como causa de alveolitis alérgica extrínseca (pulmón de serrador); se ha observado una pequeña proporción de pacientes con reactividad cutánea puede ser un patógeno oportunista en personas inmunosuprimidas y se han descrito casos de micosis Rinocerebral en diabéticos (Velázquez et al., 2008). Es un hongo fitopatógeno versátil que puede crecer y desarrollarse en una amplia gama de temperaturas y humedades relativas. Su rápida velocidad de crecimiento le permite colonizar la superficie de los

productos agrícolas y causar la enfermedad conocida como pudrición blanda que ocasiona importantes pérdidas económicas. Las esporas de éste, pueden sobrevivir largos períodos sin agua y soportar temperaturas elevadas germinando sobre tejidos vegetales dañados y generando rápidamente la maceración de los tejidos y la pudrición de los frutos (Adaskaveg et al., 2002).

4.5. Determinación de los géneros antagónicos

En todo el estudio los siguientes géneros tuvieron un comportamiento antagónico quiere decir que limitaron el crecimiento de los otros géneros fúngicos y fueron: *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., una levadura denominada *Saccharomyces* sp.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó 15 microorganismos aerofúngicos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Mucor* sp., *Oidiodendron* sp., *Penicillium* sp., *Piricauda* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp., 2 especies *Penicillium italicum*, *Rhizopus stolonifer* y un género desconocido.

La dispersión de las esporas fue de con dirección SE, chocando con barreras en este caso con las casas que sirvieron de puntos de monitoreo, siguiendo su curso y la mayor presencia de microorganismos fue en el punto de monitoreo M1 del monitoreo 4; seguido del monitoreo 3 en el punto de monitoreo M2 y del monitoreo 2 con sus puntos de monitoreo M2 y M7.

Los hongos considerados patógenos para el hombre, los animales y plantas fueron: *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. y la especie *Rhizopus stolonifer*.

La Familia Dematiaceae presenta mayor frecuencia dentro de ellos *Cladosporium* sp. con un 100%, seguido de *Alternaria* sp. 40% frente a la Familia Mucoraceae, con *Rhizopus* sp., con un 80%, la Familia Moniliaceae con *Penicillium* sp. y *Geotrichum* sp. con 60%; la Familia Tuberculariaceae con *Fusarium* sp. con 60%, la Familia Myxotrichaceae con *Oidiodendron* sp. con un 20% y la Familia Melanconiaceae con *Colletotrichum* sp. con un 20%. El género que tuvo mayor incidencia fue *Cladosporium* sp. que creció en todas las placas Petri de los puntos de monitoreo.

Las bacterias que crecieron en las placas Petri de los monitoreos realizados fueron *Serratia* sp. y *Erwinia* sp.; teniendo la mayor cantidad de éstas el punto de monitoreo M5.

Se recomienda continuar con la investigación y emplear en futuras investigaciones métodos volumétricos de aire para la toma de muestras para un análisis micológico.

Realizar el mismo estudio, en las diferentes estaciones del año, a fin de comparar las variaciones aeromicológicas y tener una base de datos para comparaciones futuras.

Realizar supervisiones de trabajo en los Rellenos Sanitarios para recomendar medidas preventivas sobre los riesgos de la exposición a los agentes biológicos.

CAPITULO VI

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de noviembre del año 2015 y febrero del año 2016 en ambientes externos e internos del Relleno Sanitario de la ciudad de Celendín y en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca con el objetivo de determinar que microorganismos aerofúngicos encontramos en las zonas aledañas al Relleno Sanitario de la misma, para ello usamos el método de sedimentación pasiva en placa con medio de cultivo Agar Dextrosa Sabouraud (SDA) y Papa Dextrosa Agar (PDA) expuestos durante cuatro horas al aire libre para luego ser incubados a 22°C con el fin de evitar contaminación de las placas Petri durante cinco monitoreos por las tardes en época seca y se logró identificar quince microorganismos aerofúngicos *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Geotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., *Oidiodendron* sp., *Penicillium* sp., *Piricauda* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp. y dos especies *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium italicum* y un género desconocido.

Palabra clave: Hongos aerofúngicos

CAPITULO VII

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Adaskaveg, J., E. Förster, and H.Sommer, N.F. 2002. Principles of postharvest pathology and anagement of decays of edible horticultural crops. pp. 163-195. In: A. Kader (ed.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Oakland, California, USA. 535 p.

Aira, M., V. Jato y I. Iglesias. 2005. Calidad del aire: polen y esporas en la Comunidad Gallega. 1 Ed. Grafisant S.L. 237 p

Agrios, G. 1996. Fitopatología. Guzmán, M. Grupo Noriega Editores. 2 ed. México. D.F. Editorial Limusa. S.A. 838 p.

Alarcón, D. 2006. Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes en el cepario de la pontificia universidad javeriana. Bogotá-Colombia. 152p.

Alexopoulos, C. 1962. Introducción a la Micología. 2 ed. Editorial Universitaria. Buenos Aires. 615 p.

Alexopoulos, C y Mins, C. 1979. Introductory Mycology. 3 ed. Edit. Jhon Wiley & Sons. New York. 632 p.

Almaguer, M., T. Rojas y A. Hernández.2008. Perspectivas de los estudios aeromicologicos para la protección del cultivo del arroz. Revista de Protección Vegetal v.23 n.3 La Habana

Ames de Icochea, T. 1974. Fitopatología General. 1 ed. Lima – Perú. Departamento de Sanidad Vegetal – Sección Fitopatología. 150 p.

Arias E. y P. Piñeros. 2008. Aislamiento e Identificación de Hongos Filamentosos de Muestras de Suelos de los páramos de Guasca y Cruz verde. Bogotá, Colombia. 204p.

Barnett y Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungy. Fourth edition. APS press. The American phythopatological society St. Paul, ninesota. 218 p.

Baruque, D. 2003. Seminario de Investigación Estudio del metabolismo energético de Geotrichum klebahnii Bernal, Argentina (4,5) 55p.

Benlloch, M. 1960. Fitopatología Agrícola. 2 ed. Madrid – España. Grupo Mundi-Prensa. 755 p.

Berenguer, S. 1999. El síndrome del edificio enfermo. Metodología de evaluación. Instituto Nacional de La Seguridad Social e Higiene en el Trabajo. Madrid. (1)8 p.

Borrego, S., I. Perdomo, P., Guiamet y S. Gómez de Saravia. 2010. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos del Archivo Nacional de Cuba. Cuba 1:118-137

Borrego, S. 2012. Cladosporium: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. Boletín del Archivo Nacional-Cuba. (3)15p.

Calderón, C; J. Lacey, A. McCartney y I. Rosas. 1997. Influence of urban climate upon distribution of airborne Deuteromycete spore concentration in México City. Int. J. Biometeorol 40, 71–80p.

Campbell, R. 1987. Ecología microbiana. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. 268p.

Castro, C. 2009. Evaluación aeromicológica en la calidad del aire de la zona aledaña al relleno sanitario Portillo Grande en el otoño del 2009. Tesis Mag. SC. Lima, UNALM, 155 p.

Cruz A. y Jiménez A. 2006. Evaluación de la Contaminación del Aire por Microorganismos Oportunistas y su relación con Material Particulado (PM2.5 y PM10) en la localidad de Puente Aranda. Universidad de la Salle Facultad De Ingeniería Ambiental y Sanitaria Bogotá D.C

Díaz, G. 2005. Micotoxinas. Mico-toxinas de importancia en la salud humana en Colombia. Memorias IX.

Gutiérrez, V. 1998. Manual Práctico de Botánica Taxonómica. Tomo I. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. 378 p.

Guzmán, M. 1977. Micología médica. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, Colombia. 386 p.

Infante, D., B. Martínez, N. González y Y. Reyes. 2009. Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. Revista De Protección Vegetal Rev. Protección Veg. V.24 N.1 La Habana. Artículo Reseña

Jara, A. 2011. Screening De Hongos De Suelo Ante Microorganismos Fitopatógenos. Cuenca, Ecuador. (39) 107 p.

La Torre, B. 1999. Enfermedades de plantas cultivadas. 5 ed. México. Alfaomega.646 p.

Llacer, G., M. López, A. Trapero, A. Bello.1996. Patología Vegetal. Tomo II. 2 ed. Phytoma. Sociedad Española de Fitopatología. Grupo Mundi – Prensa. España 165p.

Margalef, R. 2005. Ecología. Ediciones omega, decima reimpression. Plató- Barcelona. 951p.

Martínez, A. 2007. El agua en la atmosfera. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-México. 44p.

Martínez, B., D. Infante, Y. Reyes 2013. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal. Rev. Protección Veg.* vol.28 no.1 La Habana ene.-abr. Artículo Reseña.

Mercado, A., J. Guarro, G. Heredia. 2005. The hyphomycete genus *Piricauda*, with the description of a new species. *Mycological Research.* Volume 109.

Miquel M y Cambert R. 1901. *Traité de bacteriologie pure et appliqueé.* Ed. Masson et Cie, Paris. En De La Rosa, M. A. Mosso y C. Ullán 2002. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental* (5)402.

Morales, M. 2009. *Revista digital innovación y experiencias educativas “Los Hongos”.* Sevilla-España

Moreno, E. 2002. Análisis microbiológico del aire identificación de hongos. Consultado el 26 de noviembre de 2014.

Narrea, M., J. Malpartida. 2006. Evaluación de medios de cultivo en la producción de conidias y crecimiento diametral de cuatro cepas del hongo entomopatógeno *Rev. Perú. Entomol.* (45)147p.

Nishimura S. and K. Kohmoto. 1983. Host- specific toxins and chemical structures from *Alternaria* species. *Annu. Rev. Phytopathol.* 21:87-116.

OPS (Organización Panamericana de la Salud). 1978. *Diseño de programas de vigilancia del aire para zonas urbanas e industriales.* Washington, D.C.Publicación científica N° 371.

OPS (Organización Panamericana de Salud), CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria) Y OMS (Organización Mundial de la Salud). 2000. *El proceso de fijación y revisión de normas de calidad del aire.* Auspiciado por la Agencia Alemana de Cooperación Técnica. Lima. (1)2 p.

Pacsi, S. 2007. Gestión de la calidad del aire. Curso de Maestría en Ciencias Ambientales. Escuela de Post Grado, La Molina.

Patiño, S., N. Rodríguez, T. Alarcón, M. Abitboln. 2005. Infección por *Serratia Marcescens*: Caso Clínico Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina - N° 147 Rivadavia - Corrientes – Argentina. 17p. (16)

Ríos, J. 2011. Revista Medico Científica la aeromicrología y su importancia para la medicina. 24(2):28-42.

Rivadeneira, D. 2011. Evaluación del efecto de la presencia de hongos en la calidad del aire como causa del síndrome del edificio enfermo en las edificaciones antiguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador. 185 p

Rodríguez, G., S. Sauri y A. Peniche. 2005. Aerotransportables viables en el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de Mérida, Yucatán. Ingeniería Revista Académica, 9(3):19-29.

Romero, M., F. Diego, M. Álvarez. 2006. Estructurplan on line. Rev Cubana Hig Epidemiol. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. México (2) 44p.

Roncal, M. 1993. Taxonomía de hongos fitopatógenos comunes. Ed. Obispo “Martínez Compáñon”. Cajamarca-Perú. 372p.

Roncal, M. 2004. Principios de Fitopatología Andina. 1 ed. Cajamarca- Perú. Oficina general de Investigación de la UNC. 420 p.

Solis, E. 2011. Estudio micológico del aire en áreas ocupacionales y exteriores del laboratorio de investigación en productos naturales ubicado en el edificio T-10 en la ciudad universitaria en zona 12 y el laboratorio ubicado en zona 1 del centro de información y asesoría toxicológica del departamento de toxicología de la facultad de ciencias químicas y farmacia de la universidad de San Carlos de Guatemala. (21) 84p.

Strauss, W.2001. Contaminación del aire: causa, efectos y soluciones. México: Trillas, 1990 (reimp.2001). 177p.

Valenzuela M. 2010. Procedimiento Muestreo Microbiológico de Aire. Departamento de Salud Ocupacional, Subdepto. Higiene y Seguridad Industrial Instituto de Salud Pública Chile. 13p.

Vargas, H. 2004. Revisión Patógenos emergentes en micosis cutáneas y sistémicas. Universidad del Zulia. Venezuela. Dermatología Venezolana. Vol. 42, N° 2, (6) 18p.

Velázquez, M., G. Bautista, S. Hernández, A. Guerra, M. Lazcano.2008. Estrategias de Control de Rhizopus stolonifer Eren. (Ex Fr.) Lind, Agente Causal de Pudriciones Postcosecha en Productos Agrícolas. Revista Mexicana de Fitopatología v26:49-55.

Vélez, M., M. Mejías y Y. Camargo. 2009. Emisiones atmosféricas de origen biológico: Generalidades, impactos asociados y medidas de control de aerosoles fungi. Revista Retakvn. II: 19-32.

WEB

Arias R., G. Heredia., R. Castañeda. 2015. Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos conidiales saprobios del bosque mesófilo de montaña del estado de Veracruz IV. Acta botánica mexicana. Versión impresa ISSN 0187-7151. Consultado el 22 de febrero del 2016. En línea. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512015000400005&script=sci_arttext

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria). 1993. Manual de monitoreo para el relleno sanitario de Mallasa. Bolivia (6)28p. En línea. Consultado el 15 de enero de 2015. Disponible en: www.cepis.ops-oms.org

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria), OPS (Organización Panamericana de la Salud), OMS (Organización Mundial de la Salud). 2002. Evaluación de las condiciones ambientales y sanitarias del

relleno sanitario de Mallasa. La Paz, Bolivia. En línea. Consultado el 12 de enero del 2016 Disponible en:

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v45/pdf/a25v45.pdf>

Diario el peruano. 2001. Normas Legales. Ley General de Residuos sólidos N° 27314 y D. S. N°057 -2008 - PCM. En línea. Consultado el 17 de febrero del 2015. Disponible en: www.elperuano.com.pe

EcuRed. 2016. Trichoderma spp. En línea. Consultado el 28 de febrero del 2016. Disponible en: http://www.ecured.cu/Trichoderma_spp

EcuRed. 2016. Atmósfera. Consultado el 28 de septiembre del 2016. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Atm%C3%B3sfera>

EMLab P&K. 2016. Aspergillus sp. Disponible en:

<https://emlab.com/app/fungi/Fungi.po?event=fungi&type=primary&species=5&name=Aspergillus>

FBA (Fundación Bioquímica Argentina). 2001. Subprograma Micología. Encuesta 25. En línea. Consultado el 28 de febrero del 2016. Disponible en: <http://www.fba.org.ar/panel-gestion/InformeResultado/MI/mi25.htm>

Fun With Microbiology. 2014. Cladosporium species (Revisited). Disponible en: <http://thunderhouse4-yuri.blogspot.pe/2014/06/cladosporium-species-revisited.html>

Jaramillo, J. 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones, (13) 303. En línea. Consultado el 25 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.redriss.pe/material/20090128200240.pdf>

Lura, J., A. Gonzales, J. Basílico, P. Sarsotti, R. Gómez, y L. Freyre. 1997. Introducción al estudio de la micología. En línea. Consultado el 15 de enero de 2015. Disponible en: www.books.google.com.pe

Mycology Online. 2016. *Alternaria* sp. Disponible en: [http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_\(dematiaceous\)/Alternaria/](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hyphomycetes_(dematiaceous)/Alternaria/)

Negro, J. 2002. Alergia a hongos. Universidad de Murcia España. En línea. Consultado el 20 de enero de 2015. Disponible en: www.alergiomurcia.com

Quan, J. 2012. Caracterización de cepas fúngicas aisladas del aire interior y exterior de los laboratorios: LAMIR (Laboratorio Microbiológico de Referencia), LAFYM (Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico) y AMSA (Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán) 3,18-30 97p. En línea. Consultado el 23 de noviembre de 2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3332.pdf

REMA (Red Mexicana de Aerobiología). 2010. Aerobiología. En línea. Consultado el 22 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.atmosfera.unam.mx/rema/aerobiologia.html>

Rodríguez, F., J. Rajo, M. Seijo y V. Jato. 1998. Estudio aerobiológico de la atmósfera de la guardia, no de España. En línea. Consultado el 27 de enero de 2015. Disponible en: http://lap.uab.cat/aerobiologia/general/pdf/rea7/001rodrig_rajotal_pgm.pdf

Sanfeliu, T., M. Jordán y A. Boix. 2002. Contaminación y medio ambiente España. En línea. Consultado el 21 de enero de 2015. Disponible en: www.books.google.com.pe

Subero, L. 2001. Los hongos: su morfología, reproducción y fisiología IICA. En línea. Consultado el 22 de enero de 2015. Disponible en: www.infoagro.net

UGR (Universidad de Granada). 2006. Tema 7.- Grupo temático de los Hongos. En línea. Consultado el 30 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.ugr.es/~mcares/Utilidades/Hongos.htm>

UCM (Universidad Complutense de Madrid). 2005. Grupo de investigación Aerobiología. En línea. Consultado el 30 de enero de 2016. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/aerobiologia/>

UNN (Universidad Nacional del Nordeste).2010. Aeromicología: monitorean hongos en el aire de ambientes cerrados. En línea. Consultado el 30 de enero de 2016. Disponible en:

http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?&id=894#.V0IxW_nhDDc

Uribarren, T., E. Bazán y C. Castañón. 2011. Generalidades de Micología. Departamento de Microbiología y Parasitología- Recursos en Micología, UNAM. México. En línea. Consultado el 27 de julio de 2015. Disponible en <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/generalidades.html>

ANEXOS

Fig. N°1: Preparación de medio de cultivo para el plaquéo respectivo

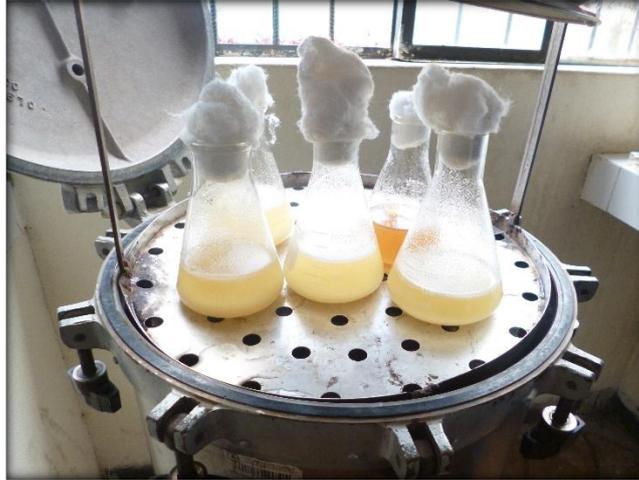


Fig. N°2: Plaquéo del medio de cultivo en las placas Petri dentro de la cámara de flujo laminar



Fig. N°3: Incubación de las muestras para el crecimiento de los hongos



Fig. N°4: Trazo de los cuadrados de 1cm² para el conteo de bacterias



Fig. N°5: Aislamiento de hongos en placas Petri

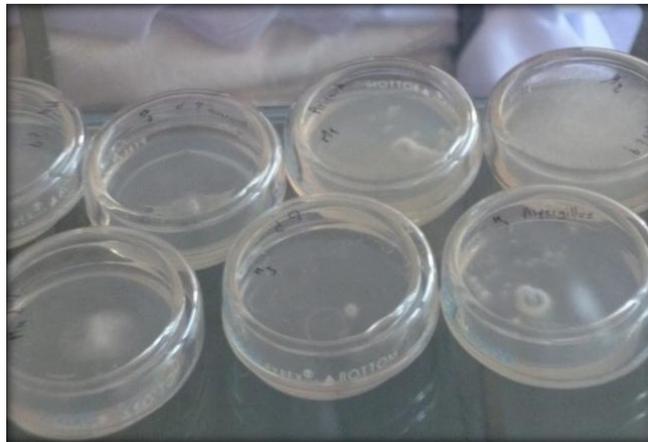
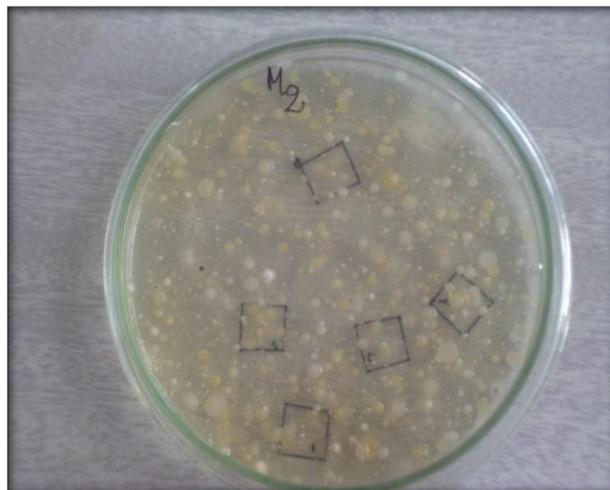


Fig. N°6: Crecimiento de las bacterias a partir de las 48 horas



GLOSARIO

Aerosolización. El proceso por el cual un material, generalmente un sólido o líquido, se dispersa en forma de aerosol.

Aislamiento. Separación de un patógeno a partir de su hospedante y su cultivo en un medio nutritivo.

Basidio. Estructura en forma de mazo que contiene a las basidiosporas.

Cariogamia. Unión de los núcleos de los gametos masculino y femenino después de la fecundación.

Células conidiógenas o fialides. Estructura donde se forman los conidios unicelulares y de distribución en cadena

Cenocítica. Hifa sin septos. Los núcleos presentes en el citoplasma son móviles

Cepa. Organismo que presenta un fenotipo característico reproducible de una generación a la otra.

Clamidosporas. Esporas de origen sexual, producidas por algunos hongos y provistas de gruesas paredes celulares que le permiten resistir condiciones ambientales adversas.

Conidióforo. Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.

Corrientes citoplasmáticas. Son movimientos que se darán en el citoplasma

Cromoblastosis. En sinonimia con cromomicosis y dermatitis verrugosa, se refiere a una micosis que afecta la piel y el tejido subcutáneo

Diseminación. Transferencia de inóculo desde su origen hasta las plantas sanas.

Espolones. Es el órgano o parte de los órganos foliares que sobresale hacia el exterior desde la base de la corola o del cáliz

Esporangio. Estructura membranosa en forma de bolsa, que alberga a las esporangiosporas, propias de los mucorales

Esporas. Unidad reproductiva de los hongos que consta de una o varias células sin embrión.

Esporodoquio. Fructificación de origen asexual producida por algunos hongos y constituida por masas de conidióforos desarrollados sobre un estroma fungoso.

Estroma. Tejido conjuntivo que constituye la matriz o sustancia fundamental de un órgano y sostiene los elementos celulares que lo conforman.

Estructura talofítica. Toman los nutrientes directamente del medio a través de la membrana de sus células, por lo que no tienen

Etapasporangial. Las esporas permanecen en reposo

Eucárpico. Cualquier parte de la estructura, puede producir el micelio del hongo completo.

Fiálide. Estructura fungal pequeña en forma de botella, producto de la ramificación de algunos conidióforos.

Filamento. Estructura delgada, parecido a un hilo.

Geotricosis. Es una micosis causada por hongos levaduriformes oportunistas, afecta pulmones, intestino y, en menor proporción, boca y piel.

Glucan. son polisacáridos formados específicamente por unidades monómeras del monosacárido D-glucosa,1 unidos entre sí por medio de enlaces glicosídicos; se encuentran polisacáridos como el glucógeno, el almidón y la celulosa, que ejercen funciones de almacenamiento energético o forman estructuras en la célula.

Haustorios. Modificación del micelio producida por algunos hongos con el objetivo de extraer desde las células hospederas los nutrimentos requeridos para el crecimiento y desarrollo del hongo.

Heterótrofo. Se aplica al organismo que es incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas y se nutre de sustancias elaboradas por otros seres vivos.

Hialino. Carente de coloración, transparente.

Infección. Alteración de la fisiología de tejido, órganos y soma.

Inoculo. Patógeno o partes de él que causan infección.

Lomasomas. Son estructuras propias de los hongos, están ubicados debajo de la pared celular y constituyen una serie de vesículas o túbulos conectados entre sí.

Micelio cenocítico. Micelio en el cual los núcleos incluidos en un citoplasma común no están separados por tabiques que delimiten células.

Micelio. Conjunto de hifas que constituyen el soma de un hongo.

Micelio verdadero. Porque se produce todas las estructuras: conidióforos y conidios, esporangios y esporangióforo.

Monofilético. Si todos los organismos incluidos en él han evolucionado a partir de una población ancestral común.

Mucilaginoso. Se caracterizan porque en alguna etapa de su ciclo de vida forman agregados multicelulares que se deslizan por el suelo alimentándose de materia vegetal en descomposición.

Necrótrofo. Organismo que se alimenta de tejidos u organismos muertos.

Patógeno. Ser vivo que vive a expensas de otro ocasionando daño.

Planogametos. Son todas aquellas parejas de gametos en las que al menos uno de los dos posee la capacidad de movimiento independientemente del gametangio.

Plecténquima. Falso tejido en los hongos; aparecen en el talo de los líquenes, cuerpos fructíferos de ascomicetos y basidiomicetos

Polifilético. Está constituido por la unión artificial de ramas dispersas del árbol evolutivo

Propágulos. Parte o estructura de un organismo (planta, hongo o bacteria), producido sexual o asexualmente, capaz de desarrollarse de manera separada para dar lugar a un nuevo organismo idéntico al que le formó.

Prosénquima. Tipo de plecténquima en el que es posible diferenciar las hifas y las células son alargadas.

Sinemas. estructura recta presente en los hongos, formada por un grupo de conidióforos, a veces fusionados; unidos normalmente por la base que portan en los lados y en el ápice los conidios.

Toxina. Compuesto que produce los microorganismos y que es tóxico para las plantas y animales.

Vida parasitaria. Es un proceso por el cual una especie amplía su capacidad de supervivencia utilizando a otras especies para que cubran sus necesidades básicas y vitales

Vida saprobia. Es aquella en la que los organismos se alimentan de materia orgánica no viva.