


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on horseback, holding a lance and a shield, standing on a rocky terrain. Above the knight is a crown. The seal is surrounded by Latin text: 'UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA' at the top and 'CETTESA COACTIVA MALENSIS INTER' at the bottom.

**DETERMINACIÓN DE LA CARGA FÚNGICA SUSPENDIDA EN AIRE, Y SU
RELACIÓN CON EL PADECIMIENTO DE ALERGIAS EN EL PERSONAL DE 3
LABORATORIOS MICROBIOLÓGICOS: -LAMIR- LABORATORIO
MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA, -LAFYM- LABORATORIO DE
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO Y -AMSA- AUTORIDAD
EN EL MANEJO SUSTENTABLE DEL LAGO DE AMATITLÁN.**

MARÍA ANDREA MARROQUÍN ROSALES

QUÍMICA FARMACÉUTICA

GUATEMALA, MAYO DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**DETERMINACIÓN DE LA CARGA FÚNGICA SUSPENDIDA EN AIRE, Y SU
RELACIÓN CON EL PADECIMIENTO DE ALERGIAS EN EL PERSONAL DE 3
LABORATORIOS MICROBIOLÓGICOS: -LAMIR- LABORATORIO
MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA, -LAFYM- LABORATORIO DE
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO Y -AMSA- AUTORIDAD
EN EL MANEJO SUSTENTABLE DEL LAGO DE AMATITLÁN.**

Proyecto de Investigación

**PRESENTADO POR
MARÍA ANDREA MARROQUÍN ROSALES**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE
QUÍMICA FARMACÉUTICA**

GUATEMALA, MAYO DE 2011

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cóbar Pinto, Ph.D.

Decano

Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

Secretario

Licda. Lillian Raquel Irving Antillón, M.A.

Vocal I

Licda. Liliana Vides de Urizar

Vocal II

Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli

Vocal III

Br. José Roy Morales Coronado

Vocal IV

Br. Cecilia Liska De León

Vocal V

DEDICATORIA

A MIS PADRES (AÍDA Y TITO) CON CARÍÑO POR SU ESFUERZO Y AMOR.

AGRADECIMIENTOS

QUIERO EXPRESAR UN PROFUNDO AGRADECIMIENTO A DIOS POR ILUMINAR MI CAMINO.

A MIS PADRES AÍDA ROSALES Y CÉSAR MARROQUÍN POR SU AMOR, CARIÑO Y APOYO

A MI HERMANA ALEJANDRA POR SU COLABORACIÓN Y SU TIEMPO

A JORGITO TORRES POR SER MI ALEGRÍA Y APOYO DURANTE TODOS ESTOS AÑOS, TE AMO MUCHO.

A TODA MI FAMILIA, ESPECIALMENTE A MI TÍA LETICIA GÓNZALEZ

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA LA CUÁL ME PERMITIÓ FORMARME PROFESIONALMENTE.

A MI ASESORA, DOCTORA KARIN HERRERA POR SU ORIENTACIÓN Y CONFIANZA BRINDADA EN LA PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO MACRO DE ÉSTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AL LIC. JULIO CHINCHILLA, LIC. ESTUARDO SERRANO V. Y LICDA. LUCRECIA MARTÍNEZ, POR SU INVALUABLE AYUDA EN LA REVISIÓN DE ESTE TRABAJO.

A LA LICDA. LESBIA ARRIAZA POR SU ORIENTACIÓN Y AMISTAD.

Y UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO A MIS COMPAÑEROS QUÍMICOS BIOLÓGOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: LICDA. SUZZETTE BOBURG, CRISTINA MANSILLA, JEIMY QUAN, LUCÍA PERNILLA, ALEJANDRA MARROQUÍN Y AL SEÑOR JULIO CÉSAR MAÁS.

Índice

	Página
I. Ámbito de la investigación	1
II. Resumen	2
III. Antecedentes	4
3.1. Hongos	4
3.1.1. Morfología	4
3.1.2. Reproducción	5
3.1.3. Alimentación	5
3.2. Hongos en el aire	6
3.3. Efectos de los hongos en la salud humana	6
3.3.1. Síndrome del edificio enfermo	7
3.3.2. Síntomas de las alergias producidas por los hongos en el ambiente	8
3.4. Patologías más frecuentes producidas por hongos, transmitidos por el aire	10
3.4.1. Histoplasmosis	10
3.4.2. Coccidioidomicosis	11
3.5. Aire exterior	13
3.5.1. Géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en el aire exterior	13
3.6. Aire interior	14
3.6.1. Géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en el aire interior	14
3.6.1.1. Descripción de los géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en el aire interior y exterior	14
3.7. Aerobiología	17
3.8. Parámetros UFC/m ³ en un ambiente cerrado	18
3.9. Factores que contaminan el aire ambiental	18

	Página
3.9.1. Factores físicos que afectan el crecimiento de los hongos	18
3.9.2. La humedad relativa y los hongos	19
3.9.3. La temperatura y los hongos	20
3.10. Consentimiento informado y bioética	20
IV. Justificación	22
V. Objetivos (general y específicos)	23
VI. Hipótesis	24
VII. Materiales y métodos	25
A. Universo de trabajo	25
B. Muestreo	25
b.1. Eco Más (Aeroscopio)	25
b.2. Puntos de muestreo	26
C. Análisis de las muestras	26
D. Cuestionario al personal que labora en los 3 laboratorios: LAFYM, LAMIR y AMSA.	27
F. Diseño de la investigación	27
VIII. Aval de la unidad de investigación, departamento o unidad de la escuela para la publicación de los resultados obtenidos	28
IX. Resultados	29
A. Carga fúngica durante los 6 meses del año (octubre 2008-marzo 2009), en los 3 laboratorios	29
B. Comparación de carga fúngica (interior vs. exterior) con el método estadístico: prueba de rangos con signo de Wilcoxon	31
B.1. Laboratorio LAMIR	31
B.2. Laboratorio LAFYM	32
B.3. Laboratorio AMSA	32
B.4. Análisis general, comparación de la carga fúngica en el interior versus exterior independiente del laboratorio	33
C. Relación entre la calidad del aire y posibles alergias provocadas por hongos (LAMIR, LAFYM y AMSA)	34

	Página
C.1. LAMIR	35
C.2. LAFYM	48
C.3. AMSA	60
D. Influencia que ejerce la temperatura y la humedad relativa sobre la carga fúngica registrada en los meses de muestreo en ambiente interior y exterior.	73
D.1. LAMIR	73
D.2. LAFYM	74
D.3. AMSA	76
X. Discusión de Resultados	78
XI. Conclusiones	87
XII. Recomendaciones	89
XIII. Referencias	91
XIV. Anexos	95
1. Anexo No. 1: cuestionario sobre la calidad del entorno de trabajo relacionada con posibles patologías provocadas por hongos.	95
2. Anexo No. 2: resultados de la encuesta sobre la calidad del aire del entorno de trabajo relacionada con posibles alergias provocadas por hongos.	99
3. Anexo No. 3: imagen del aeroscopio, en funcionamiento recolectando muestras microbiológicas de aire.	106
4. Anexo No. 4: imagen de partes de un hongo	106
5. Anexo No. 5: muestreo periódico en el LAFYM, (punto 1 ambiente exterior).	107

I. **Ámbito de la Investigación**

Se realizaron los muestreos aeromicológicos, durante 6 meses en época seca, en donde se identificaron los géneros de hongos microscópicos predominantes en 3 laboratorios microbiológicos, 2 ubicados en la ciudad capital (-LAFYM- Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico, zona 1, LAMIR, Laboratorio Microbiológico de Referencia, Edificio T-12, Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12) y 1 ubicado en Bárcenas, Villanueva (AMSA “Autoridad del Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán”).

La investigación se centró en el área de salud y medio ambiente en donde se evaluó, la carga fúngica (mohos y levaduras) suspendida en aire (ambientes interiores y exteriores), y su relación con el padecimiento de alergias en el personal de 3 laboratorios microbiológicos: -LAMIR- Laboratorio Microbiológico de Referencia, -LAFYM- Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico y -AMSA- Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán, por medio de un monitoreo del aire, utilizando como equipo un biocolector de ranura por impactación (Aeroscopio) y cajas de petri con agar nutritivo (Dextrosa de saboraud + 7.5% NaCl). Estos datos se analizaron tomando en consideración los datos obtenidos a través de una encuesta dirigida al personal que labora en cada uno de los laboratorios estudiados.

Con los datos obtenidos, se realizó una comparación de la carga fúngica (UFC/m³) y de las afecciones alérgicas padecidas por el personal que labora en los diferentes laboratorios antes mencionados. Por medio de una encuesta mensual que se pasó al personal de estos laboratorios de instituciones públicas de la ciudad de Guatemala y Bárcenas, Villanueva.

II. Resumen

Los laboratorios microbiológicos son ambientes de trabajo especiales, generalmente únicos, que pueden presentar riesgos de enfermedades a las personas expuestas a microorganismos aeromicológicos, los cuales pueden provocar una variedad de efectos negativos en la salud como son enfermedades de tipo infecciosas, alergias, irritaciones, problemas respiratorios y reacciones de hipersensibilidad.

Debido al impacto que podría haber en la calidad del aire de los laboratorios microbiológicos y en el personal que labora en estos, se consideró evaluar el contenido microbiano del aire de tres laboratorios, dos de ellos ubicados en la Ciudad de Guatemala (LAMIR, y LAFYM), y uno ubicado en Bárcenas, Villa Nueva (AMSA). Para evaluar la calidad del aire fue necesario realizar un muestreo para la selección de hora de mayor carga fúngica. Ya establecida esta hora, se llevaron a cabo seis muestreos periódicos mensuales, abarcando época seca y época lluviosa. Para ello se empleó el método volumétrico por impactación utilizando un biocolector Eco MAS 100. El muestreo se llevó a cabo en tres puntos ubicados dentro del laboratorio y tres puntos ubicados en el área exterior al laboratorio.

Con el objetivo de establecer una relación entre la carga fúngica suspendida en el aire, tanto del interior como del exterior, de estos laboratorios, se realizó una encuesta mensual junto con los muestreos. Esta constó de diez preguntas cerradas que proporcionaron información general del personal, del ambiente del laboratorio y de las afecciones de salud asociadas a una carga aeromicológica en el ambiente de trabajo.

El laboratorio que presentó mayor carga fúngica en el aire interior a lo largo de este estudio fue el Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR) (2720 UFC/m^3) y en el aire exterior fue el Laboratorio Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán (AMSA) (14460 UFC/m^3). Estos valores presentan riesgo para la salud ocupacional del personal, ya que sobrepasan la norma aplicada (2000 UFC/m^3), de La Habana, Cuba, (1).

El laboratorio que presentó la menor carga microbiológica (fúngica a lo largo de este estudio fue el Laboratorio de Análisis Físicoquímico (LAFYM).

III. Antecedentes

3.1 . Hongos

Los hongos son seres vivos distintos a los vegetales y animales por lo que constituyen un reino aparte. El reino fungí consta de un grupo diverso de más de 100000 especies móviles dispersas por el viento o los animales (1).

Los hongos constituyen un grupo muy heterogéneo de organismos eucariotas, unicelulares, heterótrofos no fotosintéticos, con pared celular. Basándose en la apariencia macroscópica de la colonia se pueden diferenciar dos tipos de hongos. Si producen colonias opacas, cremosas o pastosas se denominan levaduras; si producen crecimientos aéreos, velludos, algodonosos o pulverulentos se llaman hongos filamentosos (1,2).

Junto con las bacterias, los hongos son los causantes de la putrefacción y descomposición de toda la materia orgánica. Existen 60,000 especies de conocidas hongos siendo la mayoría microscópicas (1).

3.1.1. Morfología

La mayoría de los hongos están constituidos por finas fibras que contienen protoplasma, llamadas hifas. Éstas a menudo están divididas por tabiques llamados septos. En cada hifa hay uno o dos núcleos y el protoplasma se mueve a través de un diminuto poro que ostenta el centro de cada septo. No obstante, hay un filo de hongos, que se asemejan a algas, cuyas hifas generalmente no tienen septos y los numerosos núcleos están esparcidos por todo el protoplasma. Las hifas crecen por alargamiento de las puntas y también por ramificación. La proliferación de hifas, resultante de este crecimiento, se llama micelio. Cuando el micelio se desarrolla puede llegar a formar grandes cuerpos fructíferos, tales como las setas y los pedos o cuescos de lobo (1), (ver anexo No. 4).

3.1.2. Reproducción

La mayoría de los hongos se reproducen por esporas, La mayoría de los hongos producen esporas sexuales y asexuales, las cuáles son diminutas partículas de protoplasma rodeado de pared celular (3).

Las esporas se forman de dos maneras. En el primer proceso, las esporas se originan después de la unión de dos o más núcleos, lo que ocurre dentro de una o de varias células especializadas. Estas esporas, que tienen características diferentes, heredadas de las distintas combinaciones de genes de sus progenitores, suelen germinar en el interior de las hifas. Los cuatro tipos de esporas que se producen de esta manera (oosporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas) definen los cuatro grupos principales de hongos. Las oosporas se forman por la unión de una célula macho y otra hembra; las zigosporas se forman al combinarse dos células sexuales similares entre sí. Las ascosporas, que suelen disponerse en grupos de ocho unidades, están contenidas en unas bolsas llamadas ascas. Las basidiosporas, por su parte, se reúnen en conjuntos de cuatro unidades, dentro de unas estructuras con forma de maza llamadas basidios (1,2).

Las esporas y los fragmentos de hifas de los hongos pueden viajar por la atmósfera y recorrer grandes distancias (2, 3,4).

3.1.3. Alimentación

Este grupo diverso de organismos unicelulares o pluricelulares se alimentan mediante alimentación heterótrofa, puesto que no pueden realizar la fotosíntesis porque no tienen clorofila. Tienen digestión externa, pues vierten al exterior enzimas digestivas, sustancias proteicas que actúan sobre los alimentos dividiéndolos en moléculas sencillas, que atacan a los alimentos. Los hongos absorben los alimentos de una forma directa los nutrientes, los cuales se disuelve mediante enzimas que secretan los hongos después de digerirlos. Después se

absorben a través de la fina pared de la célula y se distribuyen por difusión simple en el protoplasma (1,4).

3.2. Hongos en el aire

Uno de los elementos imprescindibles a determinar es la distribución geográfica y estacional de las esporas de los principales hongos transportados por el aire y conocer su concentración de las mismas en el medio exterior. No obstante, hay que considerar la localización interior en muchos casos, y realizar un recuento e identificación de los hongos que se encuentran en el hábitat interior.

De todos los tipos de microorganismos presentes en la atmósfera, las esporas de los hongos (células encargadas de la reproducción) representan el grupo más numeroso. Estas esporas alcanzan concentraciones muy significativas en determinadas épocas (3).

El aire de muchos ambientes internos también contiene esporas. Actualmente, se conoce que el aire presente en los ambientes exteriores puede ser la fuente de esporas fúngicas contaminantes de los ambientes internos (5).

3.3. Efectos de los hongos en la salud humana

La mala calidad del aire pone a consideración otro factor importante, que es la exposición que tiene el personal dentro de las entidades, llegando a generar posibles factores de riesgo por la exposición frente a estos agentes aerotransportados en el aire que pueden incidir en la calidad del aire de la unidad (6,7).

Las esporas de los hongos alcanzan concentraciones muy significativas en determinadas épocas y son las responsables del aumento del porcentaje de pacientes sensibilizadas a estos aeroalérgenos y diagnosticados con problemas de alergia (5).

La alergia a la humedad corresponde a una hipersensibilidad a los llamados mohos u hongos ambientales, fundamentalmente a sus esporas (5). El impacto de los hongos ambientales en la alergia respiratoria todavía se conoce poco existe un interés creciente por el tema, ya que por medio de las esporas u otros elementos, se producen los cuadros de alergias. (7).

La gente con asma, alergias y otros problemas respiratorios son los más expuestos al riesgo por los hongos. Aquellos con un bajo sistema inmunológico debido al cáncer, pacientes que están bajo quimioterapias, o aquellos que han tenido un trasplante de órgano, deben evitar la exposición a los hongos. (6,7).

Durante los años setenta, aparecieron algunas publicaciones que hacían referencia a una mayor incidencia de quejas por cefaleas, irritación de mucosas y sensación de fatiga entre trabajadores de grandes edificios de oficinas. Posteriormente, ya en la década de los ochenta, se observó que este problema era más frecuente en edificios herméticos y con sistemas centralizados de control de la ventilación/aire acondicionado. (7). La incidencia real del problema es desconocida, pero la OMS estima que afecta al 30% de los edificios modernos y que causa molestias al 10-30% de sus ocupantes (9,10).

3.3.1. Síndrome del edificio enfermo

Existe toda una serie de trastornos que hacen referencia a diversos síntomas y a las condiciones de los edificios “*edificio enfermo*” (SBS, del inglés “sick building syndrome”). La Organización Mundial de la Salud lo ha definido como un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en estos espacios cerrados.

Es un conjunto de molestias y enfermedades originadas en la mala ventilación, la descompensación de temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes causales identificados. Se relacionan con la irritación de las

membranas mucosas, dolor de cabeza y fatiga por causas desconocidas. Entre los síntomas más comunes generados por los bioaerosoles se encuentran: irritación e infecciones del tracto respiratorio, irritación de los ojos y otros tejidos húmedos, incluso de las terminaciones nerviosas en el lugar de acción, dificultades mecánicas en la respiración, agravamiento de males cardiaco-respiratorios, impacto en el sistema inmunológico, cambios morfológicos de las membranas pulmonares, problemas digestivos, etc. (8).

3.3.2. Síntomas de las alergias producidas por los hongos en el ambiente

La inhalación de esporas fúngicas causan los síntomas respiratorios, como rinitis alérgica, asma, bronquitis crónica, así como también irritación de ojos, garganta y pulmones, ardor en ojos, tos, presión en el pecho y, en casos raros pero más graves, cuadros de inflamación del pulmón llamados neumonitis de hipersensibilidad; dependiendo tanto de la especie, de las condiciones, tanto medio en el que se desarrolla el hongo como climática, y de la reactividad inmunológica del sujeto (5,6).

También son capaces de generar aisladamente sinusitis micóticas alérgicas, siendo estas sinusitis crónicas y particularmente difíciles de tratar.

Estos hongos en su mayoría causan alergias a través del contacto de sus esporas con la mucosa respiratoria, bronquial o conjuntival, provocando cuadros de rinitis, asma y conjuntivitis respectivamente.

Muchas de estas especies podrán a través de sus esporas u otros elementos producir cuadros de alergias como rinitis, asma, conjuntivitis y en casos raros pero más graves cuadros de inflamación del pulmón llamados neumonitis de hipersensibilidad. También son capaces de generar aisladamente sinusitis micóticas alérgicas, siendo estas sinusitis crónicas y particularmente difíciles de tratar (6,7).

Los síntomas más comunes de alergias a los hongos son los siguientes:

- Estornudos, acompañados de taponamiento de nariz.

- Picor de ojos, paladar, paladar, nariz, oídos o garganta.
- “Saludo alérgico” (frotamiento hacia arriba de la nariz, lo que produce con frecuencia un surco horizontal de la nariz).
- Rinitis acuosa, lo que lleva a la persona a utilizar varios pañuelos de tela o pañuelos de papel.
- Conjuntivitis (enrojecimiento de ojos)
- Tos irritativa
- Pitos en el pecho, dificultad respiratoria, opresión en el pecho (5).

Otros síntomas que han sido comunicados en diferentes estudios sobre el tema y que conforman el síndrome son:

- Irritación de ojos, nariz y garganta.
- Sequedad de piel y mucosas.
- Eritema cutáneo.
- Fatiga mental, somnolencia.
- Cefaleas, vértigos.
- Mayor incidencia de infecciones de vías respiratorias altas.
- Dificultad respiratoria, jadeo, ronqueras, sibilancias, cuadros de asma.
- Disfonía, tos.
- Alteraciones del gusto y del olfato.
- Náuseas (5,6).

Algunos de estos síntomas se comportan de forma característica, aumentando a lo largo de la jornada laboral y remitiendo o mejorando al abandonar el trabajo, desapareciendo incluso durante las vacaciones. En algunas ocasiones el responsable del malestar de los ocupantes del edificio es único y, por ende, fácilmente detectable, mientras que en otras, el origen multicausal del mismo hace difícil su detección (5).

Los principales hongos productores de alergias en nuestro medio son: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* y *Aspergillus*. Los dos primeros se encuentran preferentemente en exteriores y los dos últimos preferentemente en interiores (8).

3.4. Patologías más frecuentes producidas por hongos, transmitidas por el aire

3.4.1. Histoplasmosis

- **Epidemiología**

La histoplasmosis tiene una amplia distribución geográfica, predominando en América y África. En América se extiende desde el sur de Canadá a las regiones centrales de Argentina. Se aísla de la naturaleza en las zonas templadas y tropicales húmedas, cuyos suelos son ácidos, ricos en nitrógenos, fosfatos e hidratos de carbono. Los histoplasmas se relacionan especialmente con el guano de las aves y las cuevas habitadas por murciélagos (9).

- **Patogenia**

Histoplasma capsulatum es un hongo patógeno dimorfo de importancia en todo el mundo, que causa un amplio espectro de enfermedades. Vive en estado saprobio en fase micelial, presentando hifas con dos tipos de conidios solitarios, macro y microconidias. La infección con *H. capsulatum* se inicia por vía respiratoria con la inhalación de propágulos fúngicos, constituidos principalmente por microconidios de 1-4 x 2-6 μm o de fragmentos hifales de 5 a 8 μm , que llegan a los bronquiolos terminales y alvéolos pulmonares. Los propágulos inhalados se convierten entonces a la fase levaduriforme, responsable de la patogénesis del *H. capsulatum*. Por ser un hongo del suelo sin requerimientos conocidos para interactuar con un hospedador mamífero como parte del ciclo de vida obligado, sus estrategias de patogénesis son particularmente notables. Entre éstas se incluyen la transición dimorfa micelio-levadura, entrada en las células fagocíticas del hospedador, localización subcelular, supervivencia y proliferación intracelular durante la infección activa y persistencia durante la infección clínicamente inaparente, con capacidad de reactivación. Se reproducen localmente, luego siguen la vía linfática hacia los ganglios hiliares y mediastinales y a través del conducto torácico invaden el torrente sanguíneo diseminando en los distintos tejidos y órganos. Parasitan especialmente los órganos del sistema mono-histiocitario (pulmón, hígado, bazo, ganglios linfáticos, estructuras linfáticas del aparato digestivo) (9).

El organismo al ser infectado, reacciona inicialmente mediante una respuesta inflamatoria inespecífica a polimorfonucleares y luego con linfocitos y macrófagos. Estos fagocitan los gérmenes sin destruirlos y permitiendo su desarrollo.

Ante la presencia de los gérmenes (microorganismo que puede propagar enfermedades) el organismo desarrolla inmunidad específica de tipo celular que determina la formación de granulomas y conduce al control de la infección. Los hongos que persisten en estado latente, tardíamente pueden reactivarse si por cualquier causa se deteriora la inmunidad celular.

Si el paciente es un inmunodeprimido la infección primaria no puede ser controlada y evoluciona directamente a enfermedad la que puede adoptar diferentes grados de gravedad (9).

Raramente la puerta de entrada es cutánea produciéndose una lesión local y adenopatías regionales (10).

3.4.2. Coccidioidomicosis

- **Epidemiología**

Exclusivamente presente en el Hemisferio Occidental. Es característico de zonas áridas y semiáridas de las zonas endémicas (Valle de S. Joaquín, California, Arizona y Texas en USA, Chaco argentino y Venezuela). Los suelos donde se desarrollan normalmente son alcalinos. En general, el hongo se encuentra en el suelo a 20-25 cm de la superficie (muy frecuente en cuevas de roedores y enterramientos indios donde los residuos nitrogenados existentes favorecen su desarrollo). Se requiere una corta estación de lluvias para estimular el crecimiento de la forma miceliana y su posterior germinación. El retorno a las condiciones de sequía y viento, y el posterior resquebrajamiento del suelo son necesarios para que se produzca la amplia diseminación de las artrosporas producidas (9).

El contagio se produce tras la inhalación de las artrosporas o de forma mucho más infrecuente a través de la piel. Son sensibles el perro, el caballo y el hombre. Aunque esta enfermedad no es contagiosa y su presentación suele ser esporádica, en ocasiones pueden producirse brotes epidémicos en las zonas endémicas asociados a factores que favorezcan la diseminación de las artrosporas. Esta diseminación puede relacionarse con factores naturales (tormentas de polvo, temblores de tierra, fallas de terreno) o antropúrgicos (construcciones, excavaciones arqueológicas, prácticas militares) (9).

- **Patogenia**

La coccidioomicosis es una enfermedad producida en personas y animales por el hongo dimórfico *Coccidioides immitis*. Se caracteriza por lesiones granulomatosas en pulmón con posterior diseminación a tejido óseo y en ocasiones a piel (9,10).

La inhalación y deposición en el alvéolo pulmonar de las artrosporas es seguida de su ingestión por los macrófagos, cuya actividad fagocitaria resisten. Una vez en el seno del tejido pulmonar, la artrospora se hidrata y aumenta isotrópicamente de tamaño mientras sufre una replicación nuclear masiva hasta formar un cenocito de unos 60 μm , seguida de endosporulación por segmentación centrípeta. La esférula gigante madura contiene entre 200-300 endosporas que comienzan a crecer isotrópicamente y que se liberan al estallar la esférula madre (9).

Las endosporas pueden formar nuevas esférulas y colonizar otros tejidos por contigüidad, vía linfohemática, o transportadas por fagocitos, pero muy a menudo la infección inicial activa los macrófagos y la liberación de las endosporas desencadena una respuesta inflamatoria intensa y eficaz, que aborta la infección en este punto, dejando una inmunidad permanente (10).

Si la inmunidad celular no es eficaz, la evolución es granulomatosa, más proliferativa en animales y más exudativa en humanos. En algunos casos puede quedar latente la infección, mientras en otros la enfermedad progresa, extendiéndose por pulmón y a otros tejidos, especialmente óseo, cutáneo y subcutáneo, y meníngeo en humanos.

Puede haber transmisión transplacentaria en hembras gestantes. La infección siempre es sensibilizante; las formas progresivas pueden ser más o menos agudas, pero tienden a ser mortales (9,10).

3.5. Aire exterior

En el exterior predominan Las esporas fúngicas ya que son componentes normales de ambientes externos (11). Las esporas de los hongos de exteriores como el *Cladosporium* y *Alternaria* están presentes en la atmósfera (4).

Existen contaminantes procedentes del aire exterior, los más comunes son: dióxido de carbono, esporas de hongos y polen (dependiendo de la época del año), gases producto de la combustión de vehículos y de la incorrecta colocación de las tomas de aire, legionella, bacterias o biocidas provenientes de torres de refrigeración adyacentes. Los contaminantes más comunes generados por los sistemas de aire acondicionado son las esporas de hongos y bacterias, debido al agua utilizada por algunos de estos sistemas (11).

A diferencia de los pólenes, las esporas fúngicas no aparecen en determinadas épocas, sino en función de las condiciones de temperatura y humedad ambiental (1).

3.5.1. Géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en aire exterior

En el exterior predominan las esporas de hongos. Los hongos de exteriores predominantes son:

- *Cladosporium*
- *Penicillium*
- *Aspergillus*
- *Alternaria* (4)

3.6. Aire interior

Los hongos más comunes existentes en el polvo de origen doméstico pueden fácilmente pasar al aire; y si se dan las condiciones adecuadas para su desarrollo en cuanto a temperatura y humedad relativa, también pueden encontrarse en cualquier tipo de material (como alfombras, moquetas, empapelado de una pared, etc.) y crecer desmesuradamente, proyectando al ambiente un número elevado de esporas con el consiguiente riesgo para la salud (1, 3,12).

3.6.1. Géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en aire interior

La mayoría de los hongos presentes en los ambientes internos son saprofiticos, porque ellos obtienen lo que necesitan para su metabolismo de materiales muertos, materia orgánica o sustratos como madera, papel, pintura, suelo, polvo, piel y alimentos. Generalmente, la concentración fúngica de los ambientes internos es menor que la presente en los externos. (4).

Los hongos en ambientes exteriores predominantes son: (estos géneros se encuentran en aire no filtrado, y en el medio ambiente interior de edificios).

- *Cladosporium sp.*
- *Penicillum sp.*
- *Levaduras rosas y blancas*
- *Alternaria sp.*
- *Aspergillus sp.* (4).

3.6.1.1. Descripción de los géneros fúngicos cosmopolitas más comunes en el aire exterior e interior:

***Cladosporium*:** hongo de exterior extraordinariamente frecuente, su poder de sensibilización es menor que la *Alternaria*, su identificación a nivel de género no ofrece dificultades, aunque sí puede haberlas a nivel de especie. Este hongo es muy prevalente en la atmósfera por el gran número de esporas que produce; en los países

nórdicos, se ha descrito como principal hongo alergénico; los síntomas son los mismos que el género *Alternaria*, pudiendo prolongarse la duración de ellos durante todo el año, con una leve disminución en invierno (4).

Morfología macroscópica: la colonia tiene una superficie café- verdosa o negra con gris, aterciopelada. El reverso es negro (13).

Morfología microscópica: presenta hifas septadas, oscuras, sus conidióforos son oscuros, ramificados, varían en longitud y usualmente produce dos o más cadenas de conidias. Las conidias son café, ovaladas, usualmente lisas que forman cadenas de ramificaciones, las que son fácilmente separables. Muestran cicatrices de unión con el conidióforo y con otras conidias (13).

***Penicillium*:** es un género grande y encontrado casi por todas partes, y siendo comúnmente el género de hongos más abundante en suelos. Es un hongo saprófito se alimenta de desechos (13).

La fácil proliferación de los penicilios en los alimentos es un problema, ya que algunas especies producen toxinas y pueden hacer el alimento no comestible o aún peligroso. Por otra parte otras especies de *Penicillium* son beneficiosas para los seres humanos (13). Se asocia a asma, rinitis, y en forma ocasional y rara a neumonitis de hipersensibilidad. La alergia a este hongo no se relaciona con la alergia a la penicilina (5,6).

Morfología macroscópica: su superficie al principio es blanca pulverulenta, que con el tiempo se torna verde-grisáceas con los bordes blancos. Algunas especies difieren en color y textura. El reverso es generalmente blanco, pero puede ser rojo o café (13).

Morfología microscópica: presenta hifas septadas y su conidióforo puede ser ramificado o no, con ramificaciones secundarias, conocidas como métulas. De la métula surgen las fiálides, varias de cada una (generalmente tres) y de éstas surgen las conidias en cadenas, no ramificadas, las que pueden ser lisas o rugosas (13).

Aspergillus: hongo encontrado preferentemente en interiores, se nutre de material orgánico en descomposición como comida, basura, plantas de interior, etc. Es un contaminante común en los cultivos de laboratorio (4,5).

Las enfermedades más comunes que produce son asma bronquial y rinitis alérgica, sin embargo en algunas ocasiones el asma por alergia a este hongo se vuelve más intensa y produce una serie de complicaciones como neumonías y dilataciones bronquiales pasando a configurar un cuadro clínico llamado aspergilosis broncopulmonar alérgica. También se ha visto asociado a cuadros de neumonitis por hipersensibilidad y sinusitis micótica alérgica (6,7).

Morfología macroscópica: inicialmente la superficie de la colonia tiende a ser blanca y conforme madura se va tornando amarilla, café, verde o negra, dependiendo de la especie. Su textura varía de pulverulenta o aterciopelada a algodonosa. El reverso de la misma puede ser blanco, amarillo-café o café oscuro (13).

Morfología microscópica: presenta hifas septadas, de 2.5 a 8.0 micras de diámetro. Presenta célula pie, conidióforo largo o corto dependiendo de la especie, vesícula, la que puede estar total o parcialmente cubierta de esterigmas (fiálides), los que pueden ser dobles o simples y cadenas de esporas (conidiosporas) rugosas o lisas, redondas u ovaladas, dependiendo de la especie (13).

Alternaria: hongo de exteriores por excelencia se registra en las muestras de aire sobre todo en verano y especialmente a principios de otoño. Constituyen un género fuliginoso con paredes y esporas pigmentadas que origina colonias marrón oscuro. Prefiere sitios húmedos y con material orgánico por lo que hojas caídas, pastizales, regadíos, etc. son los lugares donde hay mayores concentraciones de este hongo. Produce rinitis y asma en una proporción significativa en las personas (13, 14,15).

Morfología macroscópica: al principio es de color blanco grisáceo y algodonosa, después se trona negro verdoso o café con borde claro. El reverso es negro (13).

Morfología microscópica: presenta hifas septadas y oscuras. Su conidióforo es septado, de largo variable y algunas veces ramificado. Su conidia es alargada, grande, café con formas de pera y con divisiones longitudinales y transversales (13).

Levaduras rosas y blancas: se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la fermentación de hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. El moho y las levaduras son hongos, los cuales pueden causar reacciones alérgicas (14,15).

3.7 Aerobiología

La aerobiología es la ciencia encargada del estudio de partículas vivas o biológicamente activas, constituyendo una parcela más del control del medio ambiente. Estudia el origen (fuente), liberación, dispersión, deposición e impacto sobre las superficies, de las partículas biológicas transportadas por el aire presente en la tropósfera, así como la diversidad, concentración y distribución de las mismas. En las últimas décadas, la aerobiología ha ampliado su marco de acción y ha incluido otras disciplinas implicadas no sólo con la medicina, sino también con la agronomía, el patrimonio cultural, el cambio climático, etc. Incluyendo ramas como la aeromicología, aerobacteriología y biodeterioro (12,16).

Es una disciplina científica que ha ganado en importancia. Enfoca así el estudio del transporte pasivo de organismos y partículas de origen biológico presentes en el aire de ambientes interiores y exteriores (12).

Con relación a los niveles de contaminación permisibles en el ambiente: Según la norma internacional el nivel máximo permisible de contaminación para ambientes interiores en países fríos es de 500 UFC/m³ y en países tropicales esta en el orden de 10² UFC/m³, y en ambientes exteriores es de 10³ UFC/m³. (16,17)

3.8. Parámetros UFC/m³ en un ambiente cerrado

En casas debe ser menor de 50 UFC/m³ de aire y no debe de aumentar a más de 100 UFC/m³ de aire. (1,5)

3.9. Factores que contaminan el aire ambiental

Los siguientes factores son agentes que contaminan el aire ambiental:

Agentes químicos: entre ellos formaldehído, compuestos orgánicos volátiles, polvo, fibras, dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ozono.

Agentes biológicos: bacterias, hongos, esporas, toxinas, ácaros.

Agentes físicos: iluminación, ruido, vibraciones, ambiente térmico, humedad relativa, ventilación.

Agentes psicosociales: organización del trabajo, promoción, relaciones interpersonales, control de las condiciones ambientales (18).

3.9.1. Factores físicos que afectan el crecimiento de los hongos

Los microorganismos están influenciados por factores físicos que afectan su crecimiento y desarrollo, estos factores son los siguientes:

- a) **Humedad y temperatura:** son los factores esenciales para la viabilidad de los microorganismos presentes en suspensión dentro de la atmósfera. Para cada microorganismo se tiene una temperatura y humedad relativa óptima de crecimiento y desarrollo (1,19)
- b) **Ventilación:** cuando un local está bien ventilado se evapora la humedad y se reduce la temperatura superficial, modificándose estos dos factores ambientales de los que depende el crecimiento del microorganismo (19).
El aire estancado favorece considerablemente la propagación de los microorganismos, así como su deposición en superficies, alimentos, agua y

tierra, mientras que el aire circulante no sólo contribuye a impedir que los microorganismos suspendidos en él se depositen (18).

- c) **Polvo:** el polvo que tiene componentes biológicos es una vía de infección cuando las condiciones atmosféricas sean tales que favorezcan el desarrollo de microorganismos (3, 19, 20). Además contiene huevos de insectos y esporas de microorganismos, son estas últimas a veces patógenas al hombre (3). El polvo, que es un factor tóxico, ya que está siempre cargado de esporas de microorganismos y estas constituyen el componente mayoritario. Como los componentes del polvo, tanto químicos como biológicos, pueden dañar los materiales, éste debe ser retirado periódicamente para prevenir el biodeterioro. (14, 20).

- d) **Viento:** son vientos fuertes, repentinos y de corta duración. Pueden formar nubes de poco cuerpo o densidad. Este fenómeno contiene partículas nocivas entre las que destacan: pesticidas, microorganismos y contaminantes químicos, que inducen a crisis de asma y alergias. Además de la contaminación del aire, las ráfagas de viento sacuden la superficie de las aguas, las rizan y dan lugar a ondulaciones que van creciendo en amplitud (7,14).

3.9.2. La humedad relativa y los hongos

Es el factor más importante. Cuando la humedad relativa del aire decrece, disminuye el agua disponible para los microorganismos, lo que causa deshidratación y por tanto la inactivación de muchos de ellos. La desecación puede causar una pérdida de viabilidad en las capas más bajas de la atmósfera, especialmente durante el día. La humedad relativa de la atmósfera varía de un 10-20 % en las regiones desérticas. El límite menor para el crecimiento de hongos es del 65 % (21).

3.9.3. La temperatura y los hongos

Está muy relacionada con la humedad relativa, por lo que es difícil separar los efectos que producen ambas (20). Las condiciones climatológicas de países tropicales, especialmente con alta humedad y temperatura, son idóneas para el desarrollo de una variedad de microorganismos específicamente de hongos (22).

La temperatura en la tropósfera varía de 40° C cerca de la superficie, a 80° C en las capas altas, alcanzándose temperaturas de congelación entre 3-5 Km. La congelación no destruye los microorganismos pero no pueden multiplicarse. Diversos estudios muestran que el incremento de la temperatura disminuye la viabilidad de los microorganismos (20).

3.10. Consentimiento informado y bioética

El consentimiento informado es el acto mediante el cual se informa a una persona sobre un tipo de estudio, los diversos procedimientos, a efecto de que decida o autorice la participación de la misma de una forma libre y responsable. Sólo de esta forma actuamos éticamente; de otra manera estamos atentando contra el derecho de la persona a decidir si participa o no, tanto en los aspectos físico y moral, como en los aspectos sociales y laborales. En este estudio se incluía un cuestionario (anexo 1) en el cuál requería el consentimiento del personal de tres laboratorios microbiológicos (LAMIR, LAFYM y AMSA) con el fin de determinar la relación de la carga fúngica con el padecimiento de alergias por parte del personal que labora en estos laboratorios. Al dar una breve descripción del estudio y preguntar si deseaban participar en el estudio se actúa éticamente.

La bioética como una ética bioética o ética médica, principios o normas de conducta humana en el campo de la medicina. Se pensó durante una época que las cuestiones sobre la ética médica debían ser respondidas sólo por los

profesionales de esta materia. Podían formularse preguntas, por ejemplo, sobre si alguna vez sería correcto violar el estricto código de confidencialidad que se mantenía, y todavía persiste, entre el médico y su paciente. ¿Debe ser informada la familia de un paciente si padeciera una enfermedad incurable o transmisible, y no fuera a decírselo con franqueza? Estos problemas aún se presentan, e incluso se han agudizado por el ascenso de la privacidad. Es todavía cierto que si un médico actúa de un modo escandaloso o reprochable, en el orden moral o profesional puede dejar de ejercer la profesión. Pero a finales del siglo XX, las cuestiones éticas han ampliado mucho su ámbito tanto en el campo de la investigación médica como en su práctica. Además, en general la gente está más preparada e informada que antes y, a través de organismos legislativos o comités éticos, dispone del poder necesario para participar en la toma de decisiones éticas o morales. La profesión médica ya no puede confiar por entero en su propia conciencia, porque las cuestiones a las que sus miembros deben responder ya no están relacionadas simplemente por la clásica relación médico-paciente (19).

El principio ético más importante en este caso es que las personas involucradas en el cuestionario colaboren en el proyecto de investigación deben dar su consentimiento tras haber sido informados, sobre el tipo de información que deberán contestar (1,19).

IV. Justificación

Las enfermedades alérgicas constituyen un problema importante de salud pública en la mayoría de los países del mundo, causados principalmente por hongos oportunistas y puede manifestarse de diversas formas en las personas que ocupen estas áreas (interiores o exteriores), afectando a un grupo de individuos o exclusivamente a una persona (23).

Se consideró necesario establecer la carga fúngica suspendida en el aire (UFC/m³) tanto en el ambiente interno como en el externo de los laboratorios siguientes: –LAMIR- Laboratorio Microbiológico de Referencia, ubicado en el edificio T-12 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ciudad universitaria zona 12 en la ciudad de Guatemala, -LAFYM- Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico, ubicado en zona 1 de la ciudad de Guatemala y –AMSA- Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán, ubicado en Bárcenas, Villa Nueva en Guatemala.

El propósito de la investigación fue la determinación de la carga fúngica suspendida en el aire (UFC/m³) y la relación que esta posee con las afecciones a la salud más frecuentes, relacionadas con el personal fijo que labora en estos laboratorios.

Por lo mismo fue importante establecer la calidad del aire por medio de la determinación de la carga fúngica y establecer si existe un riesgo ocupacional. Además, se verificó si cumple con los valores establecidos de calidad de aire interior según la norma cubana la cuál es no mayor a 2000 UFC/m³ y así continuar con las medidas de bioseguridad y prevención posibles como lo son: llevar un control de temperatura y humedad relativa en el ambiente interior de cada laboratorio, realizar periódicamente una limpieza y desinfección (rotación de desinfectantes), realizar de manera rutinaria un análisis microbiológico del aire con el fin de prevenir afecciones alérgicas en el personal (21,22).

V. Objetivos

GENERAL:

- Determinar la contaminación aeromicológica por hongos microscópicos en ambientes interiores y exteriores, por conteo en (UFC/m³) y la relación de ésta con las alergias frecuentes que padecen los empleados fijos de estos 3 laboratorios: -LAMIR, -LAFYM- y -AMSA-.

ESPECÍFICOS:

- Realizar el monitoreo mensual (en época seca) del aire exterior e interior de los laboratorios: -LAMIR-, -LAFYM- y -AMSA-, y determinar la carga fúngica (UFC/m³), durante 6 meses del año.
- Facilitar un cuestionario mensual al personal de estos laboratorios, para determinar así la presencia de alergias y la frecuencia de aparición de éstas (semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral o anual), padecidas por los empleados de cada uno de los locales muestreados, del monitoreo del aire tanto interior como exterior, durante los 6 meses en época seca.
- Relacionar la carga fúngica (UFC/m³), con las posibles afecciones alérgicas en la salud ocupacional en empleados de los laboratorios a monitorear.
- Relacionar los ambientes (interior y exterior) y determinar si hay una diferencia significativa entre ambientes con respecto a la carga fúngica.
- Relacionar la carga fúngica, con los parámetros climatológicos (temperatura y humedad relativa).

VI. Hipótesis

Existe relación entre la carga fúngica tanto en los ambientes interior y exterior de trabajo con las afecciones alérgicas del personal presente en los laboratorios microbiológicos (LAMIR, LAFYM y AMSA).

VII. Materiales y Métodos

A. Universo de trabajo

Muestras fúngicas recolectadas (24 muestras) 3 muestras por cada ambiente (interno y externo) y por cada hora, en los diferentes horarios (8:00 am a 12:00 pm), utilizando un diseño diagonal, tomando tres puntos (internos y externos) a la altura de un metro de distancia del piso en dependencia de las dimensiones del local y área exterior seleccionada y un cuestionario mensual al personal fijo que labora en estos tres laboratorios, durante los 6 meses del año en época seca, en las instalaciones de estos laboratorios tanto áreas interiores como exteriores, de los laboratorios microbiológicos: -LAMIR- Laboratorio Microbiológico de Referencia, -LAFYM- Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico y -AMSA- Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán. Ubicados los dos primeros en la capital de Guatemala y el tercero en Bárcenas, Villanueva, Guatemala.

B. Muestreo

b.1. Eco MÁS (Aeroscopio):

Para la recolección de muestras, el método volumétrico por impactación utilizado un biolector de ranura por impactación (MAS 100, marca Merck ®). El MÁS 100 se basa en el principio de aspiración de Andersen, que aspira aire por una placa perforada. El aire y las partículas que contiene se dirigen hacia la superficie de agar en una caja de petri. Después de tomada la muestra se procede a incubar o cultivar los microorganismos impactados en el medio y al recuento de colonias, cuyo resultado se presenta en unidades formadoras de colonia (UFC). El equipo utiliza un aspirador de alta potencia y controla el volumen de forma continua. Este sistema mide la corriente de aire entrante y regula el aire aspirado hasta obtener un caudal constante. Si la corriente de aire no es constante se regula automáticamente (9).

El aeroscopio (marca Merck ®), tiene una capacidad de aire absorbido de 0-100 L/minuto. La capacidad de absorción que se utiliza se encuentra en un rango de 30-50 L/min en dependencia de los niveles esperados (9).

b.2. Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo de ambiente exterior e interior, seleccionados con base a un diseño de tipo triangular, de las áreas interiores y exteriores a muestrear. Según el diseño triangular se estableció tres puntos de muestreo con una réplica de tres cajas de petri por punto y donde cada caja de petri tuvo una duración de 1 minuto, haciendo un total de 3 placas o cajas de petri por punto de muestreo (8, 9,11). Las cajas de petri a utilizar para la obtención de las muestras serán con medio de crecimiento (Agar Dextrosa de Saboraud más 7.5 % de NaCl) como medio patrón para el crecimiento de hongos microscópicos. (16,24).

La preparación de las cajas de petri contenían agar dextrosa de saboraud, se preparó de la forma siguiente: Se pesó la cantidad indicada en el envase según el proveedor, y se realizó los cálculos según lo necesario a utilizar en dicho muestreo, para así preparar lo utilizado; se disuelve en agua desmineralizada caliente. Se esterilizó en autoclave a 121°C por 15 minutos. Se dejó enfriar, hasta que se pudo manipular la muestra. En campana de flujo laminar se llenó las cajas de petri con el medio (90mm o 57mm), se esperó a que se solidificarán, se tapó las cajas y se incubaron a temperatura ambiente (27°C-28°C) durante 24 horas para observar si creció algún tipo de contaminación, en el medio. Si no hay crecimiento se utilizaron las cajas de petri y se realizó el muestreo. (6, 25,26).

C. Análisis de las muestras

Se evaluó la carga fúngica suspendida en el aire, con la determinación de las unidades formadoras de colonia por milímetro cúbico (UFC/m³).

Se obtuvo así la carga fúngica por medio de un conteo en placa de las diferentes colonias fúngicas encontradas en las cajas de petri (Agar Dextrosa de Saboraud más

7.5 % de NaCl), muestreada con el fin de observar si llegan a ser productoras de afecciones alérgicas en la salud humana (24).

D. Cuestionario al personal que labora en los 3 laboratorios microbiológicos: LAFYM- (Laboratorio Físicoquímico y Microbiológico), -LAMIR- (Laboratorio Microbiológico de Referencia) y -AMSA- (Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán).

Se evaluó al personal de estos laboratorios microbiológico por medio de un cuestionario mensual durante seis meses del año en época seca. (Anexo No. 1), y se determinó así las afecciones alérgica más frecuentes padecidas y su relación con el ambiente de trabajo en el que laboran.

F. Diseño de la investigación

Ambientes: Interior y exterior de 3 laboratorios microbiológicos (-LAFYM- Laboratorio Físicoquímico y Microbiológico, -LAMIR- Laboratorio Microbiológico de Referencia y -AMSA- Autoridad en el manejo Sustentable del Lago de Amatitlán), 1 muestra mensual por 6 meses; total 6 muestras en cada caso (interior /exterior).

1. Se comparó la carga fúngica entre ambientes. Prueba estadística: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.
2. Se realizó un cuestionario mensual al personal fijo de cada laboratorio (3 laboratorios microbiológicos); donde se determinó las alergias asociadas a hongos. Análisis descriptivo por medio de tablas de frecuencias y gráficas de las variables de interés (encuesta) y cruzarlas con presencia o ausencia de hongos.
3. Con respecto a la carga fúngica en los ambientes, se relacionó con la temperatura y humedad relativa por medio de un análisis descriptivo usando tablas y gráficas.

VIII. Aval de la Unidad de Investigación, Departamento o Unidad de la Escuela para la Publicación de los Resultados Obtenidos

RECIBIDO
MARISOL DE SANTIZO
ESCUELA QUÍMICA FARMACÉUTICA

Fecha: 31/07/2008
Hora: 13:00 PM

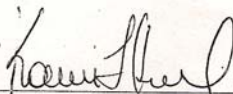
Guatemala 31 de julio de 2008

Lic. Estuardo Serrano
Director Escuela Química Farmacéutica
Presente

El motivo de la presente es para solicitarle considere la posibilidad que un estudiante de la carrera de Química Farmacéutica participe en el proyecto de investigación titulado "Impacto de la calidad microbiológica del aire externo en el ambiente interior y en la salud del personal de 4 laboratorios de instituciones públicas en la ciudad de Guatemala" FODECYT 2-2008, el cual ya está autorizado en la escuela de Química Biológica, y será desarrollado en el Laboratorio de Microbiológico de referencia (LAMIR), Escuela de Química Biológica, Facultad de CCQQ y Farmacia, Universidad de San Carlos (USAC), con colaboración del Departamento de Microbiología; se inicia el 1 de agosto de 2008, con la fecha de inicio para el estudiante, el 1 de octubre de 2008. Adjunto un documento para su conocimiento y revisión del mismo

Agradeciendo de antemano la atención a la presente

Atentamente.


Msc. Karin Larissa Herrera
Profesora/Investigadora
Depto. De Microbiología



IX. Resultados

A. Carga fúngica durante los seis meses del año (octubre 2008-marzo 2009), en los 3 Laboratorios:

En la tabla 1, se observa que en el mes de enero se reportó en el aire interior del Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- la mayor carga de hongos microscópicos (2,720 UFC/m³) presentes en el aire. En el aire exterior en el mes de enero se tuvo la mayor carga fúngica (2,930 UFC/m³).

Tabla 1. Recuento de hongos microscópicos, en el aire interior y exterior de LAMIR durante los seis meses de monitoreo del aire (octubre 2008-marzo 2009). (Datos expresados en UFC/m³).

	LAMIR (interior) Hongos	LAMIR (exterior) Hongos
Octubre	1840	2000
Noviembre	560	490
Diciembre	1180	940
Enero	2720	2930
Febrero	2570	1900
Marzo	570	750

Fuente: datos experimentales obtenidos para este estudio

En la tabla 2, se observa que en el Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico -LAFYM- se obtuvo la mayor carga fúngica en el mes de enero 1240 (UFC/m³) y en el aire exterior en el mes de enero se tuvo la mayor carga fúngica (2,900 UFC/m³).

Tabla 2. Recuento de hongos microscópicos, en el aire interior y exterior de LAFYM durante los seis meses de monitoreo del aire (octubre 2008-marzo 2009). (Datos expresados en UFC/m³).

	LAFYM (interior) Hongos	LAFYM (exterior) Hongos
Octubre	300	370
Noviembre	480	580
Diciembre	584	560
Enero	1240	2900
Febrero	550	780
Marzo	170	390

Fuente: datos experimentales obtenidos para este estudio

En la tabla 3, se observa que en el mes de octubre se reportó en el aire interior del Laboratorio Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán –AMSA- la mayor carga de hongos microscópicos (2,390 UFC/m³) presentes en el aire. En el aire exterior en el mes de octubre se tuvo la mayor carga fúngica (4,600 UFC/m³).

Tabla 3. Recuento de hongos microscópicos, en el aire interior y exterior de AMSA durante los seis meses de monitoreo del aire (octubre 2008-marzo 2009). (Datos expresados en UFC/m³).

	AMSA (interior) Hongos	AMSA (exterior) Hongos
Octubre	2390	4600
Noviembre	2210	4440
Diciembre	750	1580
Enero	670	1490
Febrero	930	1530
Marzo	530	820

Fuente: Fuente: datos experimentales para este estudio.

B. Comparación de carga fúngica (Interior Vs. Exterior) con el método estadístico: prueba de rangos con signo de Wilcoxon la cual es una prueba no paramétrica para comparar la mediana de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas.

B.1 Laboratorio LAMIR, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar la carga fúngica en el interior vs. exterior, durante los seis meses del muestreo (octubre 2008-marzo 2009).

Prueba de rangos con signo Wilcoxon

signo	obs	Σ rangos	esperado
-----+-----			
positivo	3	12	10.5
negativo	3	9	10.5
cero	0	0	0
-----+-----			
todo	6	21	21

varianza no ajustada	22.75
ajustes para amarres	0.00
ajustes para ceros	0.00

Varianza ajustada	22.75

Ho: lamirint = lamirext

$$z = 0.314$$

$$\text{Prob} > |z| = 0.7532$$

NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (p=0.7532), entre el ambiente interno vs. el ambiente externo en el LAMIR.

B.2 Laboratorio LAFYM, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar la carga fúngica en el interior vs. exterior, durante los seis meses del muestreo (octubre 2008-marzo 2009).

Prueba de rangos con signo Wilcoxon

signos	obs	Σ rangos	esperado
positivo	1	1	10.5
negativo	5	20	10.5
cero	0	0	0
todo	6	21	21

varianza no ajustada 22.75

ajustes para amarres 0.00

ajustes para ceros 0.00

 Varianza ajustada 22.75

Ho: lafymint = lafymext

$$z = -1.992$$

$$\text{Prob} > |z| = 0.0464$$

SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (p=0.0464), entre el ambiente interno vs. el ambiente externo en el LAFYM.

B.3 Laboratorio AMSA, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar la carga fúngica en el interior vs. exterior, durante los seis meses del muestreo (octubre 2008-marzo 2009).

Prueba de rangos con signo Wilcoxon

signo	obs	Σ rangos	esperado
positivo	0	0	10.5
negativo	6	21	10.5
cero	0	0	0
todo	6	21	21

varianza no ajustada 22.75
 ajustes para amarres 0.00
 ajustes para ceros 0.00

 Varianza ajustada 22.75

Ho: amsaint = amsaext

$$z = -2.201$$

$$\text{Prob} > |z| = 0.0277$$

SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (p=0.0277), entre el ambiente interno vs. el ambiente externo en AMSA.

B.4 Análisis general, comparación de la carga fúngica en el interior versus exterior independientemente del laboratorio durante los seis meses del muestreo (octubre 2008-marzo 2009).

```

. clear
. edit
(2 vars, 18 obs pasted into editor)
. signrank (rangos- signo) interior = exterior

```

Wilcoxon signed-rank test (Prueba de rangos con signo Wilcoxon)

signo	obs	Σ rangos	esperado
positivo	4	26.5	85.5
negativo	14	144.5	85.5
cero	0	0	0
todo	18	171	171

varianza no ajustada 527.25

ajustes para amarres -0.12

ajustes para ceros 0.00

 Varianza ajustada 527.12

Ho: interior = exterior

$$z = -2.570$$

$$\text{Prob} > |z| = 0.0102$$

SI HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ($p=0.0102$), se obtiene un resultado en el cual si existe una diferencia significativa entre el ambiente externo y el ambiente interno independientemente del laboratorio.

C. Relación entre la calidad del aire y posibles alergias provocadas por hongos.

Se realizó un cuestionario sobre la calidad del aire y su relación con posibles alergias provocadas por hongos en el personal permanente que labora dentro de los tres laboratorios muestreados (LAMIR, LAFYM y AMSA) (anexo 1). Se encuestó mensualmente a todos los trabajadores estables de cada uno de los laboratorios durante los seis meses de muestreo y se comparó la posible relación entre el

padecimiento de alergias y la carga fúngica permisible en ambientes interiores, la cual es un máximo de 2000 UFC/m³, según norma de La Habana, Cuba, (1).

C.1. Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR)

En la tabla 4, se presenta los síntomas oculares (enrojecimiento, escozor, sequedad, lagrimeo, hinchazón, visión borrosa), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal de LAMIR.

Tabla 4. Presencia de síntomas oculares y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

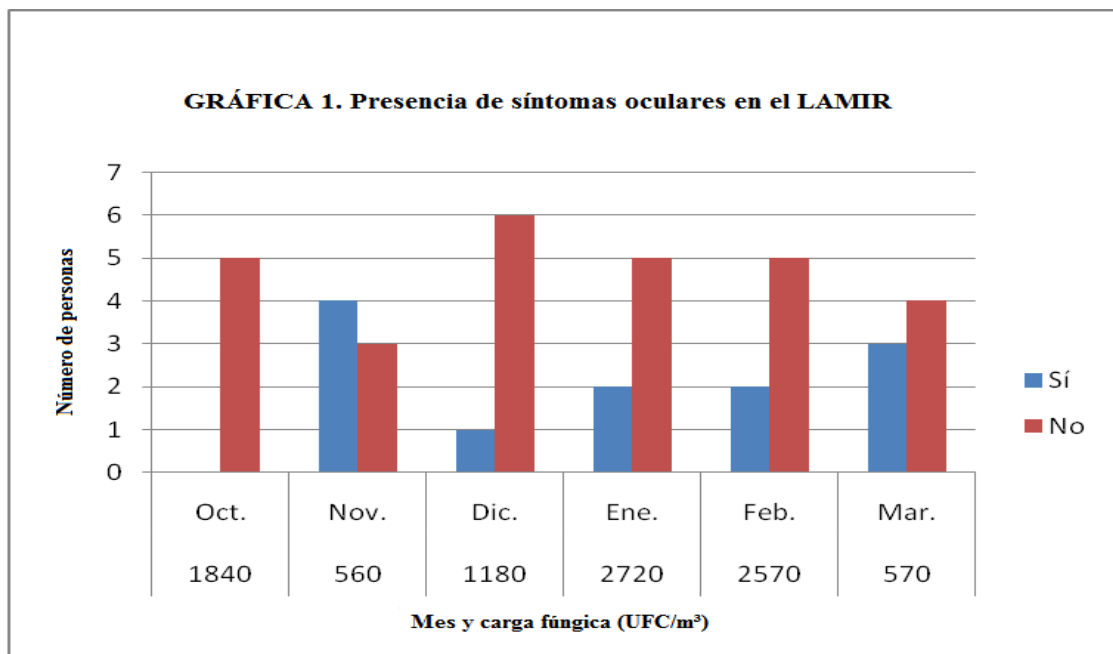
Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	0	5	0
560	Nov.	4	3	2 (S), 1 (Q) 1 (M)
1180	Dic.	1	6	1(S)
2720	Ene.	2	5	1 (S), 1(Q)
2570	Feb.	2	5	1(S), 1 (M)
570	Mar.	3	4	3 (S)

Fuente: datos experimentales obtenidos para este estudio, datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 1, se reporta las personas que presentaron síntomas y las que no presentaron síntomas oculares y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de noviembre hubo una mayor presencia de padecimientos oculares y una carga fúngica de 560 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAMIR en el mes de noviembre. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas

oculares. En el mes de diciembre 1 persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 1180 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAMIR en el mes de diciembre. En el mes de enero 2 personas presentaron síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAMIR en el mes de enero. En el mes de febrero 2 personas presentaron síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Se encontró por tanto que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAMIR en el mes de febrero. Con respecto al mes de marzo 3 personas presentaron síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 570 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

Entre los síntomas oculares relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: enrojecimiento, escozor/picor, sequedad, lagrimeo, hinchazón y visión borrosa.



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

En la tabla 5, se presenta los síntomas nasales (hemorragia, congestión, sequedad, rinitis, estornudos), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal de LAMIR.

Tabla 5. Presencia de síntomas nasales y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	3	2	3 (S)
560	Nov.	3	4	3 (S)
1180	Dic.	6	1	6 (S)
2720	Ene.	3	4	2 (S), 1(Q)
2570	Feb.	4	3	1(S), 1(Q), 2 (M)
570	Mar.	3	4	1(S), 1(M), 1(T)

Fuente: datos experimentales obtenidos para este estudio

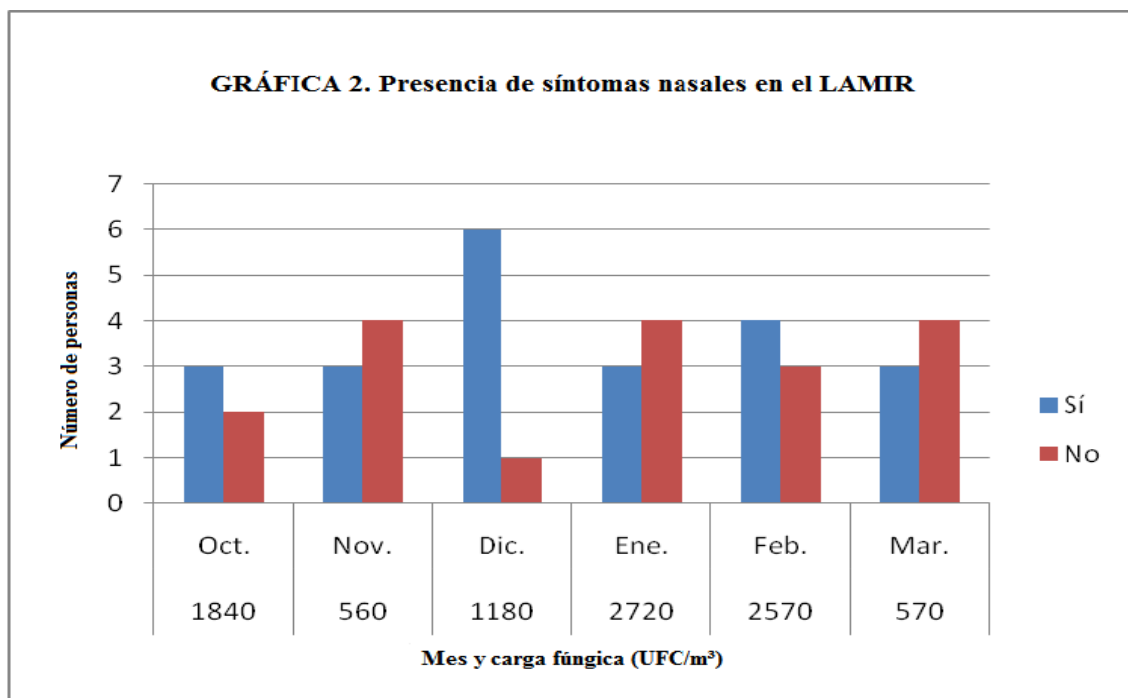
Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 2, se reporta el número de personas que presentaron síntomas y las que no presentaron síntomas nasales y la relación con la carga fúngica, se observa que en el mes de diciembre hubo una mayor presencia de padecimientos nasales y una carga fúngica de 1180 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAMIR en el mes de diciembre. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas nasales. En el mes de noviembre 3 personas presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 560 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAMIR en el mes de noviembre. En el mes de enero 3 personas presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAMIR en el mes de enero. En el mes de febrero 4 personas

presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Se encontró que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAMIR en el mes de febrero.

Con respecto al mes de marzo 3 personas presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 570 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

Entre los síntomas nasales relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: hemorragia nasal, congestión nasal, sequedad nasal, rinitis (goteo nasal) y estornudos seguidos (más de tres).



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

En la tabla 6, se presenta los síntomas de dolor de garganta (sequedad, picor, dolor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal de LAMIR.

Tabla 6. Presencia de síntomas de dolor de garganta y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	3	2	3 (S)
560	Nov.	5	2	5 (S)
1180	Dic.	2	5	2 (S)
2720	Ene.	1	6	1(S)
2570	Feb.	4	3	2 (S), 2 (M)
570	Mar.	3	4	3 (S),

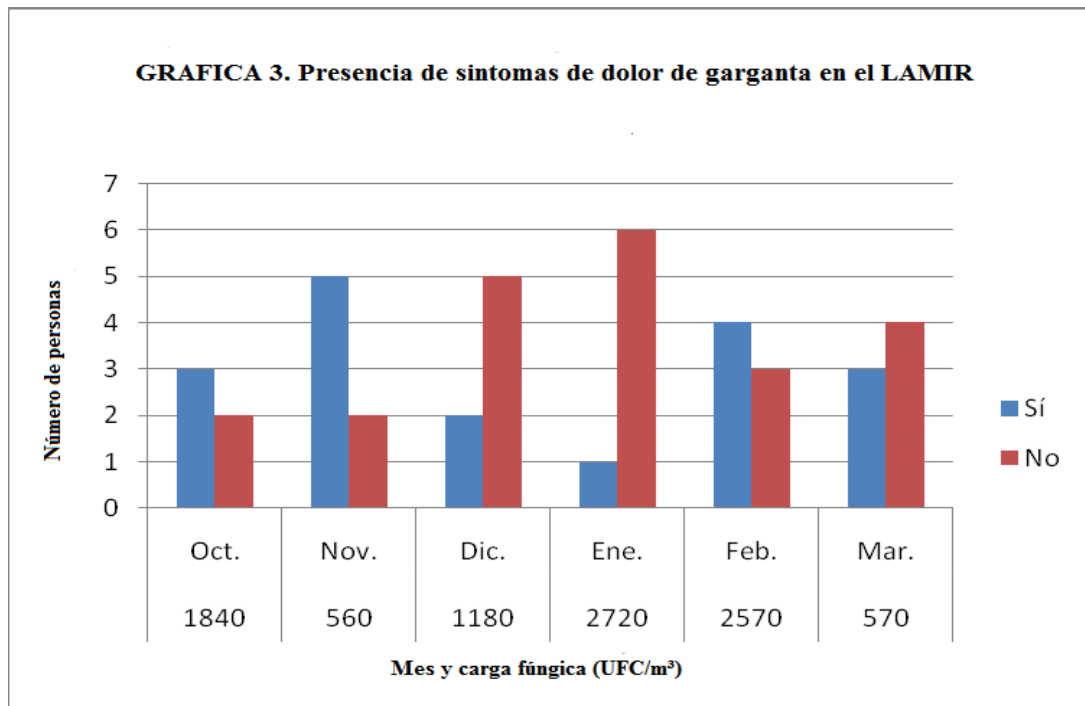
Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 3, se reporta el número de personas que presentaron síntomas y las que no presentaron síntomas de dolor de garganta y la relación con la carga fúngica. Se observa en el mes de noviembre hubo una mayor presencia de padecimientos de dolor de garganta y una carga fúngica de 560 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del LAMIR en el mes de noviembre. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y 3 personas presentaron síntomas de dolor de garganta. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos en el personal del LAMIR en el mes de octubre. En el mes de diciembre 2 personas presentaron síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 1180 UFC/m³. No hay una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del LAMIR en el mes diciembre. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del LAMIR en el mes de enero.

En el mes de febrero 4 personas presentaron síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Se determinó entonces que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del LAMIR en el mes de febrero. Con respecto al mes de marzo 3 personas presentaron síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 570 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

Entre los síntomas de dolor de garganta relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 7, se presenta los síntomas respiratorios (dificultad para respirar, tos, dolor de pecho), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAMIR.

Tabla 7. Presencia de síntomas respiratorios y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	1	4	1(S)
560	Nov.	0	7	0
1180	Dic.	0	7	0
2720	Ene.	0	7	0
2570	Feb.	3	4	1(S), 2 (M)
570	Mar.	1	6	1 (T)

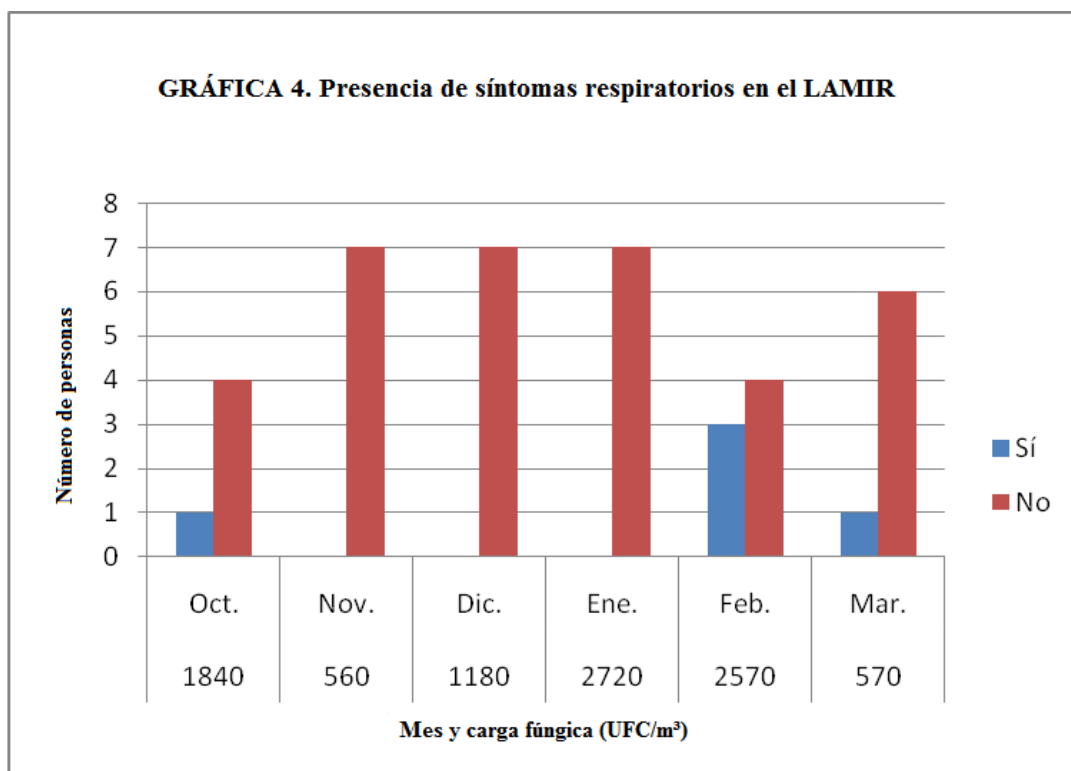
Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 4, se reporta el número de personas que presentaron y las que no presentaron síntomas respiratorios y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de febrero hubo una mayor presencia de padecimientos de respiratorios y una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Se determinó entonces que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos por el personal del LAMIR en el mes de febrero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y 1 persona presentó síntomas respiratorios. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos en el personal del LAMIR en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 560 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas respiratorios. No hay relación entre la carga fúngica presentada en el mes de noviembre y el padecimiento de síntomas respiratorios. En el mes de diciembre ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 1180 UFC/m³. No hay una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios en el mes de diciembre. En el mes de enero ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. Se encontró que no hay relación entre los síntomas respiratorios y la carga fúngica. Con respecto al mes de marzo, 1 persona presentó síntomas respiratorios y hubo

una carga fúngica de 570 UFC/m³. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

Entre los síntomas respiratorios relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron los evaluados en el cuestionario, se encuentran: dificultad para respirar, tos y dolor en el pecho.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 8, se presenta las enfermedades cutáneas (sequedad de piel, erupciones, escamas, picor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal de LAMIR.

Tabla 8. Presencia de enfermedades cutáneas y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	1	4	1(S)
560	Nov.	2	5	2 (S)
1180	Dic.	1	6	1(S)
2720	Ene.	1	6	1(S)
2570	Feb.	4	3	3 (S), 1(M)
570	Mar.	4	3	3 (S), 1(M)

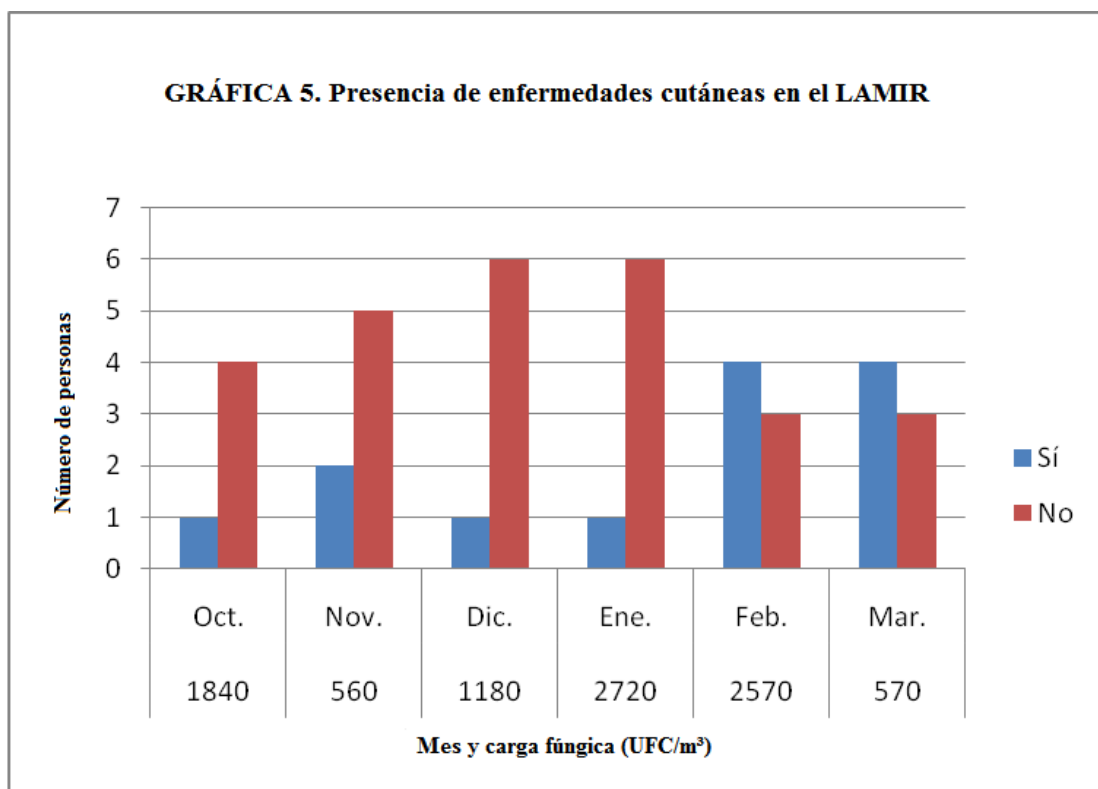
Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 5, se reporta el número de personas que presentaron y las que no presentaron enfermedades cutáneas y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de enfermedades cutáneas por parte del personal. En el mes de febrero hubo una mayor presencia de padecimientos de tipo cutáneos y una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Podría existir una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidas por el personal del LAMIR en el mes de febrero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y 1 persona presentó enfermedades cutáneas. No existe relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidos en el personal del LAMIR en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 560 UFC/m³ y 2 personas presentaron enfermedades cutáneas. No hay relación entre la carga fúngica presentada en el mes de noviembre y el padecimiento de enfermedades cutáneas. En el mes de diciembre 1 persona presentó síntomas de enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 1180 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidos por el personal del LAMIR en el mes diciembre. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas de enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. Podría haber una relación entre los síntomas de enfermedades

cutáneas y la carga fúngica. Con respecto al mes de marzo, 4 personas presentaron síntomas de enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 570 UFC/m³. Se determinó que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas de enfermedades cutáneas padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

Entre las enfermedades cutáneas relacionados con la carga fúngica fueron evaluadas en el cuestionario: sequedad de la piel, erupciones, escamas y picor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 9, se presenta los síntomas parecidos a la gripe (fiebre, escalofríos, debilidad), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal de LAMIR.

Tabla 9. Presencia de síntomas parecidos a la gripe y frecuencia de aparición en el personal del LAMIR (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
1840	Oct.	1	4	1(S)
560	Nov.	0	7	0
1180	Dic.	0	7	0
2720	Ene.	0	7	0
2570	Feb.	3	4	1 (Q), 1(M), 1(T)
570	Mar.	2	5	1(M), 1(T)

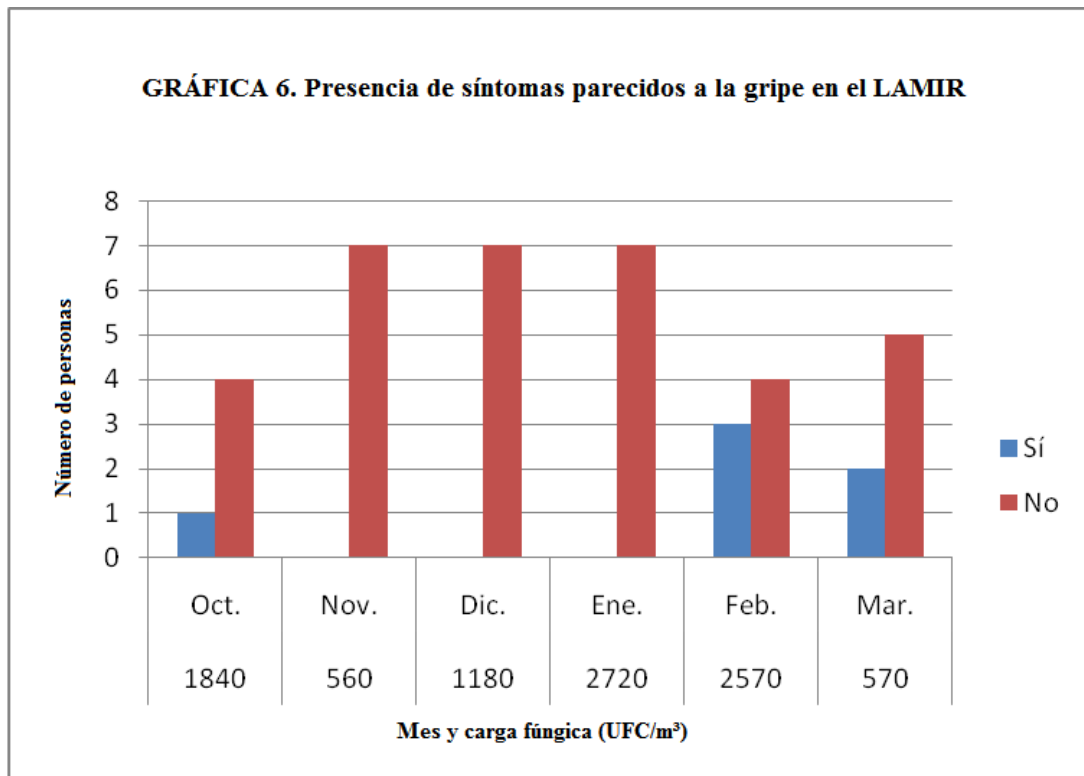
Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 6, se reporta el número de personas que presentaron y las que no presentaron síntomas parecidos a la gripe y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de febrero hubo una mayor presencia de padecimientos parecidos a la gripe y una carga fúngica de 2570 UFC/m³. Se determinó, entonces que podría haber una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAMIR en el mes de febrero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 1840 UFC/m³ y 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos en el personal del LAMIR en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 560 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas parecidos a la gripe. No hay relación entre la carga fúngica presentada en el mes de noviembre y los síntomas parecidos a la gripe. En el mes de diciembre ninguna persona presentó síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 1180 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe. En el mes de enero ninguna persona presentó síntomas de parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 2720 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe. Con respecto al mes de marzo, 2 personas presentaron síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 570 UFC/m³. No existe una

relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAMIR en el mes de marzo.

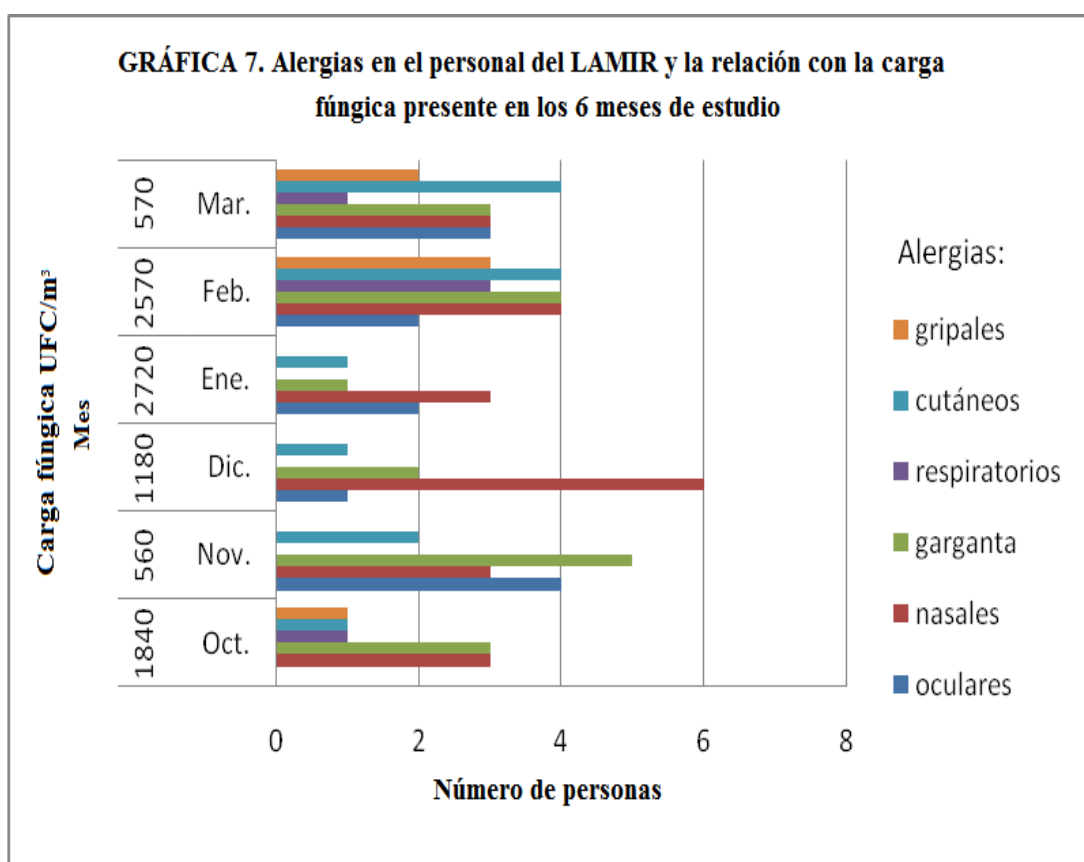
Entre los síntomas parecidos a la gripe, relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

En la gráfica 7, se reporta las alergias relacionadas con los hongos en aire padecidas por el personal de LAMIR. Se observa que en los seis meses hubo presencia de padecimientos de alergias por parte del personal de este laboratorio. En el mes de febrero hubo una carga fúngica de 2570 UFM/m³ y el personal presentó los 6 tipos de alergias evaluados. En el mes de enero se obtuvo una carga fúngica de 2720 UFM/m³ y la presencia de 4 de los 6 tipos de alergias evaluados. Por lo que se podría relacionar la carga fúngica con los padecimientos de alergias por parte del personal evaluado. En los siguientes meses: marzo, diciembre, noviembre y octubre, se obtuvo cargas fúngicas menores a 2000 UFM/m³ (normativa cubana) y la presencia de alergias por parte del personal en el LAMIR. No hay relación entre la carga fúngica y el padecimiento de alergias.

Gráfica 7. Alergias en el personal del LAMIR y la relación con la carga fúngica presente en los 6 meses de estudio (octubre 2008 a marzo 2009).



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

C.2. Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico (LAFYM)

En la tabla 10, se presenta los síntomas oculares (enrojecimiento, escozor, sequedad, lagrimeo, hinchazón, visión borrosa), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 10. Presencia de síntomas oculares y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	0	2	0
584	Dic.	0	2	0
1240	Ene.	0	2	0
550	Feb.	1	1	1(S)
170	Mar.	1	1	1(S)

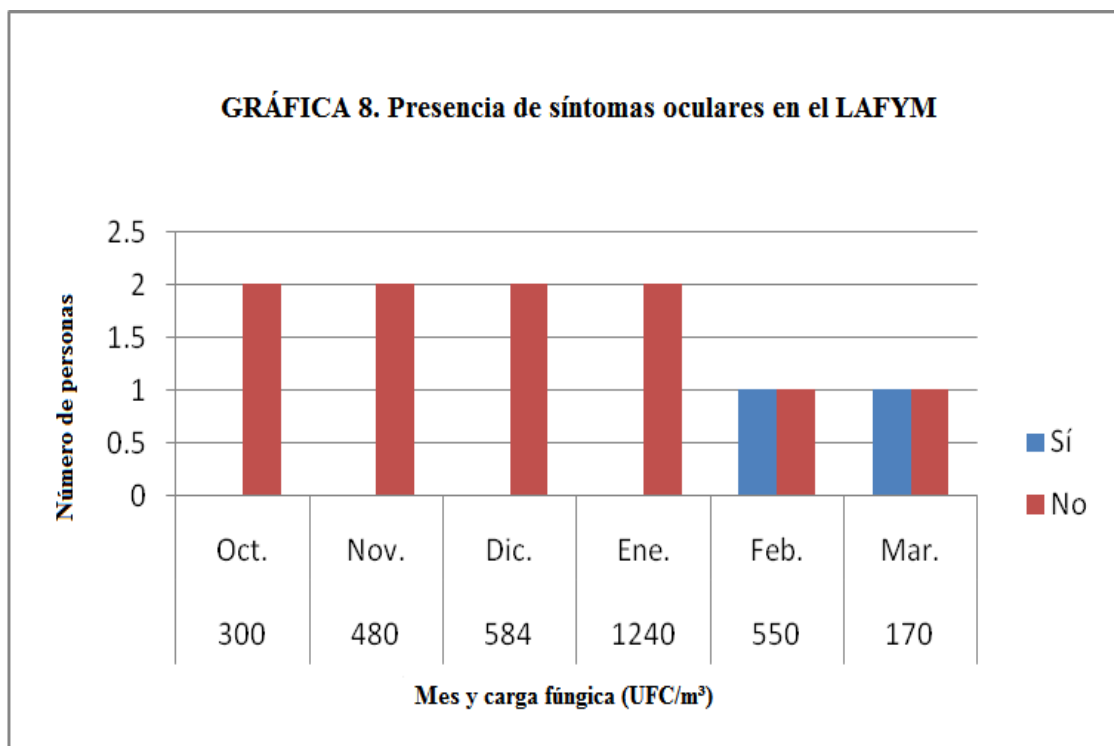
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 8, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas oculares y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de síntomas oculares por parte del personal. Se observa que en el mes de febrero hubo una mayor presencia de padecimientos oculares y una carga fúngica de 550 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAFYM en el mes de febrero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas oculares. En el mes de noviembre ninguna persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal de LAFYM en el mes de noviembre. En el mes de diciembre ninguna persona presentó

síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 584 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares. En el mes de enero ninguna persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 1240 UFC/m³. Se determinó entonces que no hay relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares. Con respecto al mes de marzo 1 persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 170 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del LAFYM en el mes de marzo.

Entre los síntomas oculares relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: enrojecimiento, escozor/picor, sequedad, lagrimeo, hinchazón y visión borrosa.



Fuente: Datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 11, se presenta los síntomas nasales (hemorragia, congestión, sequedad, rinitis, estornudos), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 11. Presencia de síntomas nasales y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	0	2	0
584	Dic.	0	2	0
1240	Ene.	1	1	1(S)
550	Feb.	1	1	1(S)
170	Mar.	1	1	1(S)

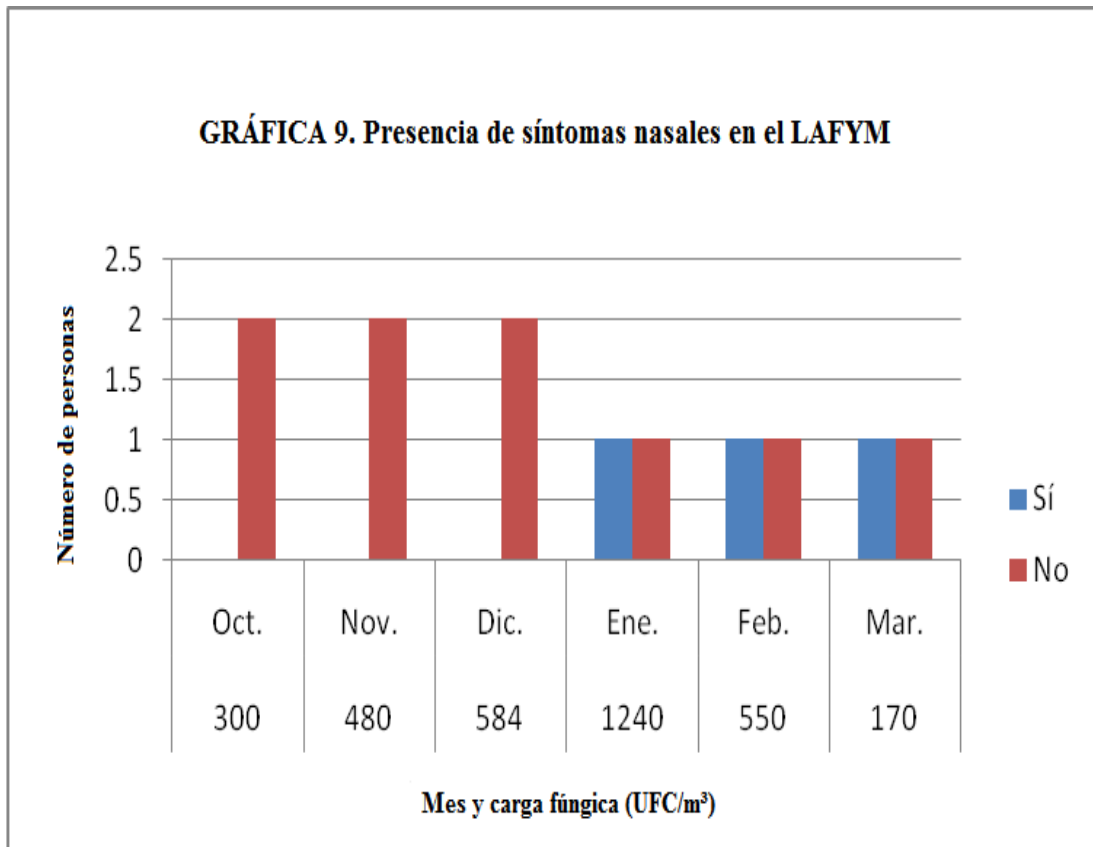
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 9, se reporta el número de personas que presentaron y las que no presentaron síntomas nasales y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de síntomas nasales por parte del personal. Se observa que en el mes de enero hubo una mayor presencia de padecimientos nasales y una carga fúngica de 1240 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAFYM en el mes de enero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas nasales. En el mes de noviembre ninguna persona presentó síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales en LAFYM en el mes de noviembre. En el mes de diciembre ninguna persona presentó síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 584 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 1240 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAFYM en el mes de enero. Con respecto al mes de marzo 1 persona presentó síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 170 UFC/m³. No hay

relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del LAFYM en el mes de marzo.

Entre los síntomas nasales relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: hemorragia nasal, congestión nasal, sequedad nasal, rinitis (goteo nasal) y estornudos seguidos (más de tres).



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

En la tabla 12, se presenta los síntomas de dolor de garganta (sequedad, picor, dolor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 12. Presencia de síntomas de dolor de garganta y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	0	2	0
584	Dic.	0	2	0
1240	Ene.	0	2	0
550	Feb.	0	2	0
170	Mar.	0	2	0

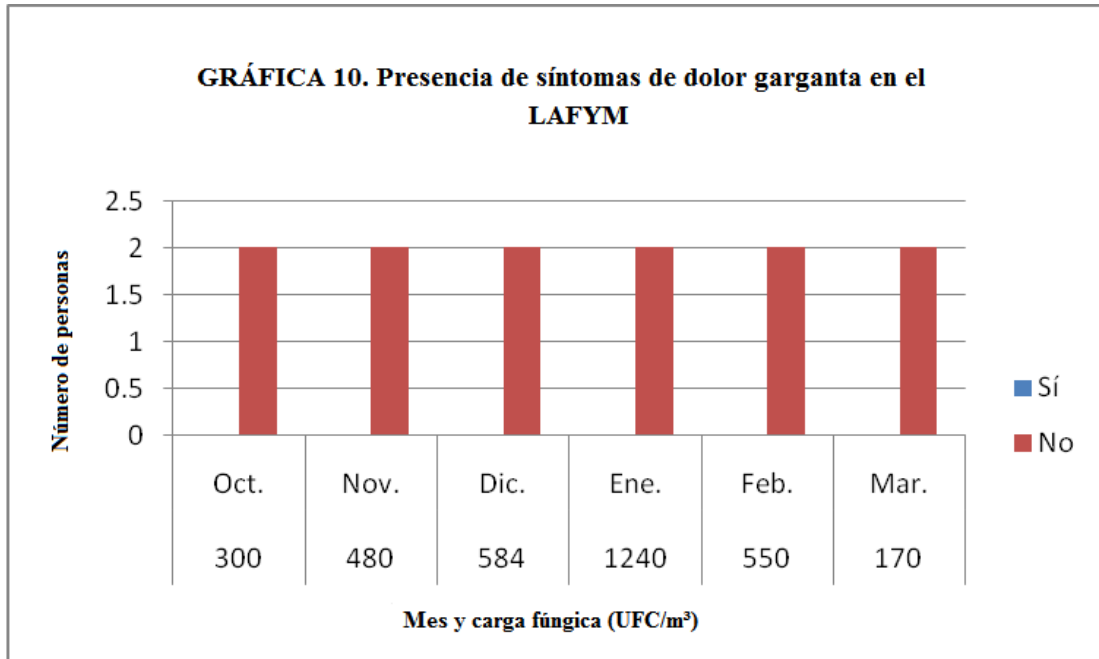
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 10, se reporta el número de personas que presentaron y las que no presentaron síntomas de dolor de garganta y la relación con la carga fúngica. Se observa que no hubo presencia de padecimientos de dolor de garganta en el personal del LAFYM. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas dolor de garganta. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta. En los meses de noviembre y diciembre ninguna persona presentó síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³ y 584 UFC/m³ respectivamente. Se determinó que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta del LAFYM en los meses de noviembre y diciembre.

En los meses de enero, febrero y marzo ninguna persona presentó síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 1240 UFC/m³, 550 UFC/m³ y 170 UFC/m³, respectivamente. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta del LAFYM en los meses de enero, febrero y marzo.

Entre los síntomas de dolor de garganta relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 13, se presenta los síntomas respiratorios (dificultad para respirar, tos, dolor en el pecho), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 7. Presencia de síntomas respiratorios y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	0	2	0
584	Dic.	0	2	0
1240	Ene.	0	2	0
550	Feb.	0	2	0
170	Mar.	0	2	0

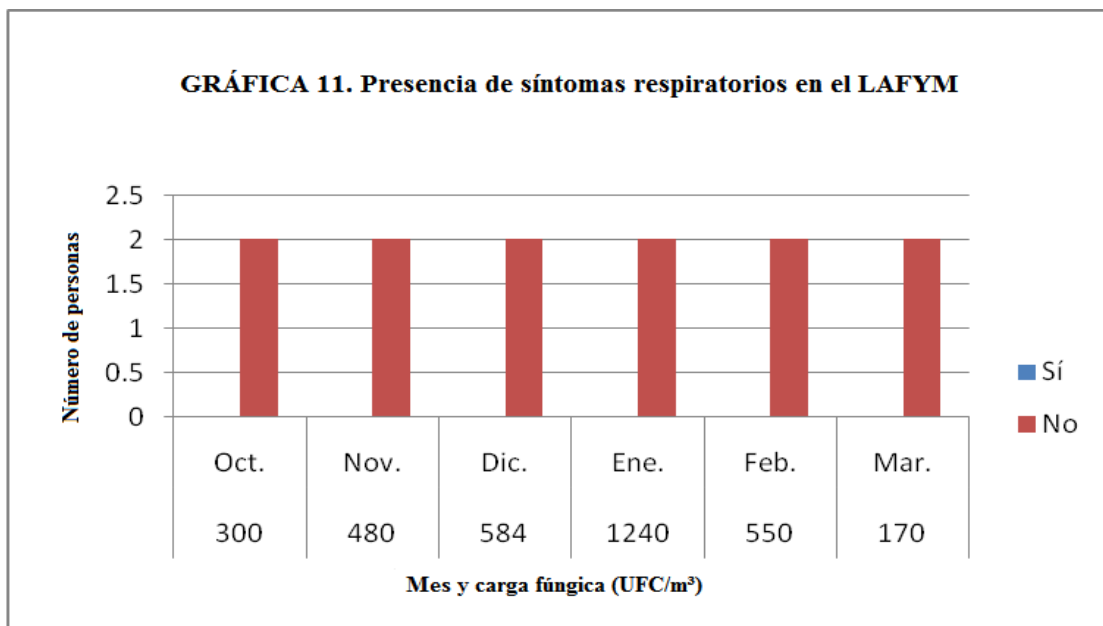
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 11, se reporta las personas que presentaron síntomas y las que no presentaron síntomas respiratorios y la relación con la carga fúngica. Se observa que no hubo presencia de síntomas respiratorios en el personal del LAFYM, durante los seis meses de muestreos periódicos. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas respiratorios. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios. En los meses de noviembre y diciembre, ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³ y 584 UFC/m³ respectivamente. Se determinó que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios del LAFYM en estos meses.

En los meses de enero, febrero y marzo ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 1240 UFC/m³, 550 UFC/m³ y 170 UFC/m³, respectivamente. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios del LAFYM en los meses de enero, febrero y marzo.

Entre los síntomas respiratorios relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron los evaluados en el cuestionario, se encuentran: dificultad para respirar, tos y dolor en el pecho.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 14, se presenta las enfermedades cutáneas (sequedad de la piel, erupciones, escamas, picor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 14. Presencia de enfermedades cutáneas y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	0	2	0
584	Dic.	0	2	0
1240	Ene.	0	2	0
550	Feb.	0	2	0
170	Mar.	1	1	1(S)

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

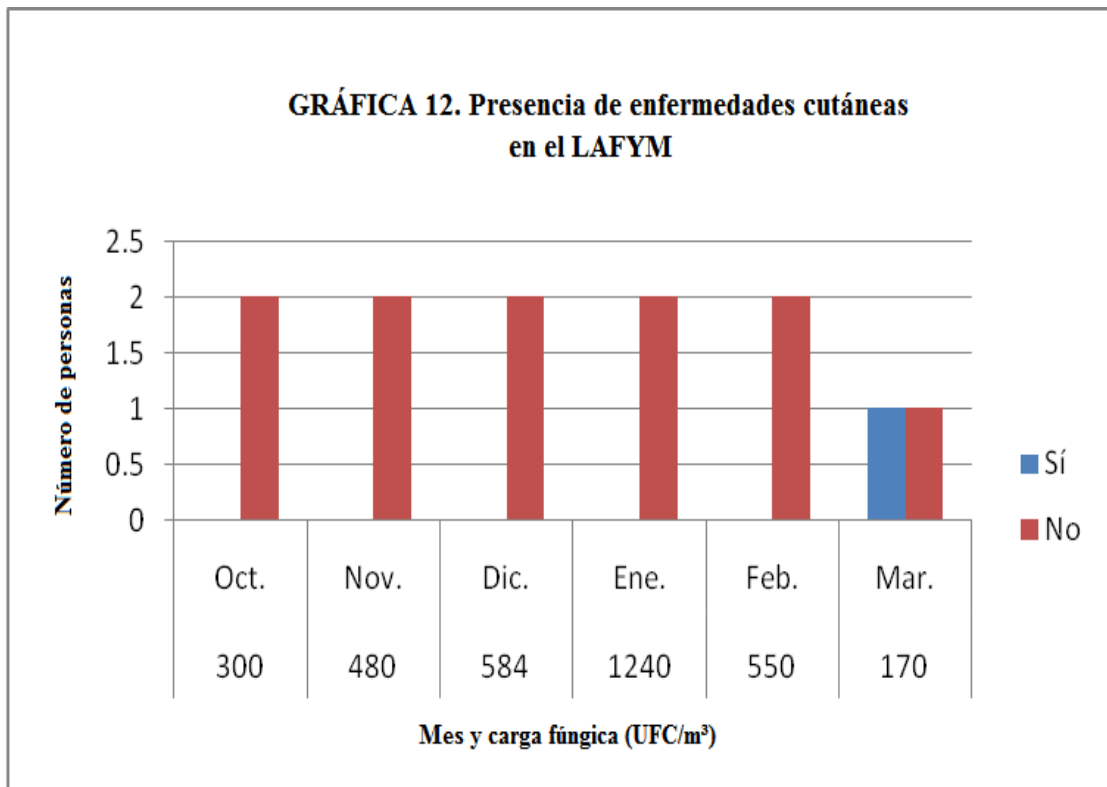
Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 12, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron enfermedades cutáneas y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de marzo hubo una mayor presencia de padecimientos de tipo cutáneos y una carga fúngica de 170 UFC/m³. Se determinó, entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidas por el personal del laboratorio LAFYM en el mes de marzo.

En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó enfermedades cutáneas. No existe relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas. En los meses de noviembre y diciembre, ninguna persona presentó enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³ y 584 UFC/m³ respectivamente. No hay relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas en el LAFYM en los meses de noviembre y diciembre. En los meses de enero y febrero ninguna

persona presentó síntomas de enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 1240 UFC/m³ y 550 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios del LAFYM en los meses de enero y febrero. Con respecto al mes de marzo 1 persona presentó enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 170 UFC/m³. No existe relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidos por el personal del LAFYM en el mes de marzo.

Entre las enfermedades cutáneas relacionados con la carga fúngica fueron evaluadas en el cuestionario: sequedad de la piel, erupciones, escamas y picor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 15, se presenta los síntomas parecidos a la gripe (fiebre, escalofríos, debilidad), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del LAFYM.

Tabla 15. Presencia de síntomas parecidos a la gripe y frecuencia de aparición en el personal del LAFYM (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
300	Oct.	0	2	0
480	Nov.	1	1	1 (A)
584	Dic.	1	1	1 (A)
1240	Ene.	2	0	2 (A)
550	Feb.	2	0	2 (A)
170	Mar.	1	1	1 (A)

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

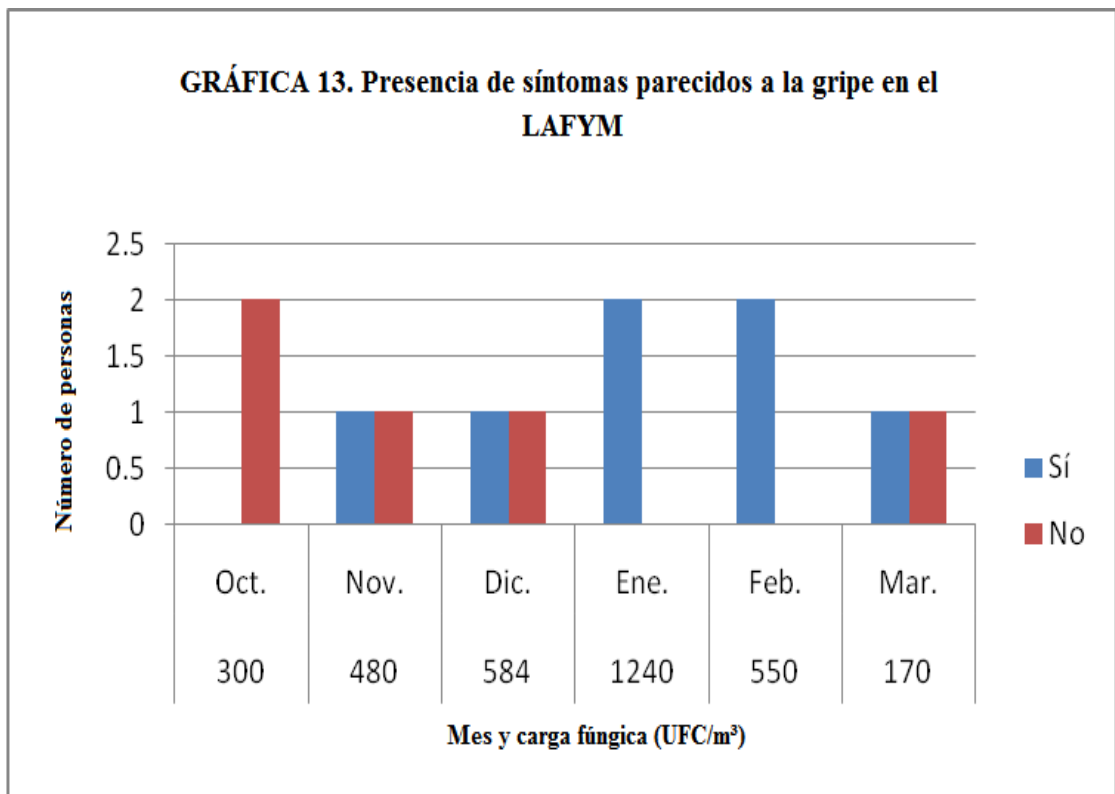
Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 13, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas parecidos a la gripe y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de síntomas parecidos a la gripe por parte del personal. Se observa que en el mes de enero hubo una mayor presencia de padecimientos parecidos a la gripe y una carga fúngica de 1240 UFC/m³. Se determinó que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAFYM en el mes de enero.

En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 300 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas parecidos a la gripe. No existe relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe en el LAFYM en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 480 UFC/m³ y 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe. No hay relación entre la carga fúngica presentada en el mes de noviembre y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAFYM en el mes de noviembre. En el mes de diciembre 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 584 UFC/m³. Se determinó que no existe una relación

entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAFYM en el mes de diciembre. En el mes de febrero 2 personas presentaron síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 550 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe, padecidos por el personal del LAFYM en el mes de febrero. Con respecto al mes de marzo, 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 170 UFC/m³. Se determinó que no hay relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del LAFYM en el mes de marzo.

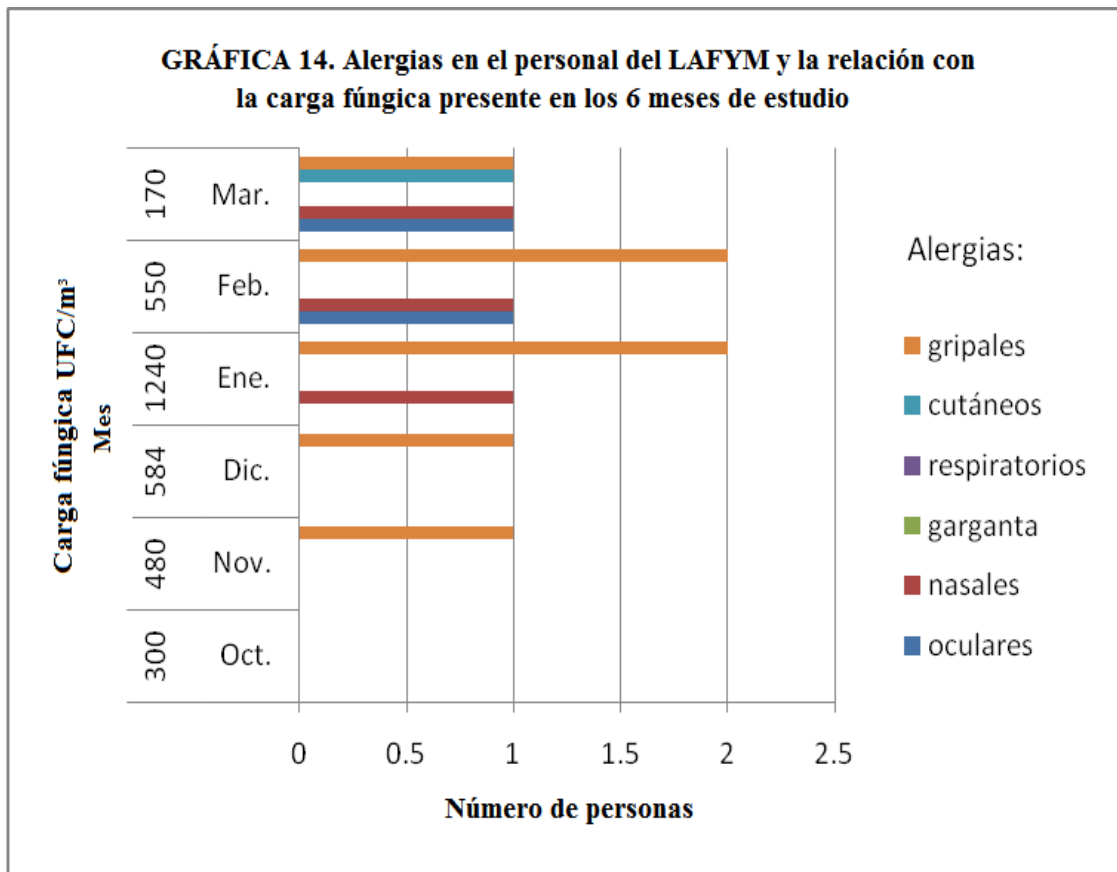
Entre los síntomas parecidos a la gripe, relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la gráfica 14, se reporta las alergias relacionadas con los hongos en aire padecidas por el personal de LAFYM. Se observa que en cinco de los seis meses hubo presencia de padecimientos de alergias por parte del personal de este laboratorio. En el mes de marzo hubo una carga fúngica de 170 UFM/m³ y el personal presentó los 4 de los 6 tipos de alergias evaluados. En el mes de febrero (550 UFM/m³), enero (1240 UFM/m³), diciembre (584 UFM/m³) y en noviembre (480 UFM/m³), hubieron presencia de alergias por parte del personal pero no hay relación entre la carga fúngica y el padecimiento de alergias, por ser menor a 2000 UFM/m³ (normativa cubana). En octubre (300 UFM/m³) y no hubo presencia de alergias por parte del personal.

Gráfica 14. Alergias en el personal del LAFYM y la relación con la carga fúngica presente en los 6 meses de estudio (octubre 2008 a marzo 2009).



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio

C.3. Autoridad en el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán (AMSA)

En la tabla 16, se presenta los síntomas oculares (enrojecimiento, escozor, sequedad, lagrimeo, hinchazón, visión borrosa), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA

Tabla 16. Presencia de síntomas oculares y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio de AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	2	4	2 (M)
2210	Nov.	2	3	1 (M), 1 (T)
750	Dic.	2	1	1 (T), 1(A)
670	Ene.	1	3	1(S)
930	Feb.	0	4	0
530	Mar.	0	6	0

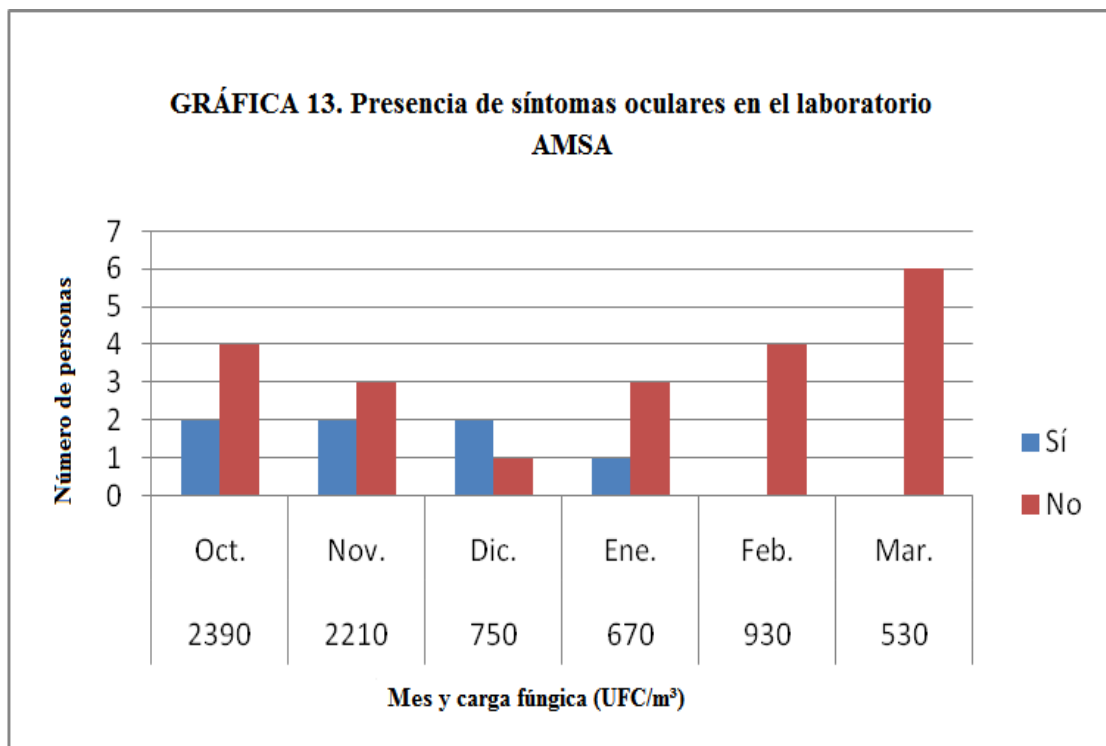
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 15, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas oculares y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de síntomas oculares por parte del personal. Se observa que en el mes de octubre hubo una mayor presencia de padecimientos oculares y una carga fúngica de 2390 UFC/m³. Podría haber una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 2210 UFC/m³ y dos personas presentaron síntomas oculares. Se determina que podría haber una relación entre la carga fúngica y el padecimientos de síntomas oculares en el personal del laboratorio de AMSA. En el mes de diciembre 2 personas presentaron síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No existe una

relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de diciembre. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de febrero ninguna persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 930 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas. Con respecto al mes de marzo ninguna persona presentó síntomas oculares y hubo una carga fúngica de 530 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas oculares.

Entre los síntomas oculares relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: enrojecimiento, escozor/picor, sequedad, lagrimeo, hinchazón y visión borrosa.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 17, se presenta los síntomas nasales (hemorragia, congestión, sequedad, rinitis, estornudos), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA.

Tabla 17. Presencia de síntomas nasales y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio de AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	2	4	2 (S)
2210	Nov.	0	5	0
750	Dic.	1	2	1(S)
670	Ene.	2	2	2 (S)
930	Feb.	2	2	1(S), 1 (Sm)
530	Mar.	3	3	2 (S), 1(T)

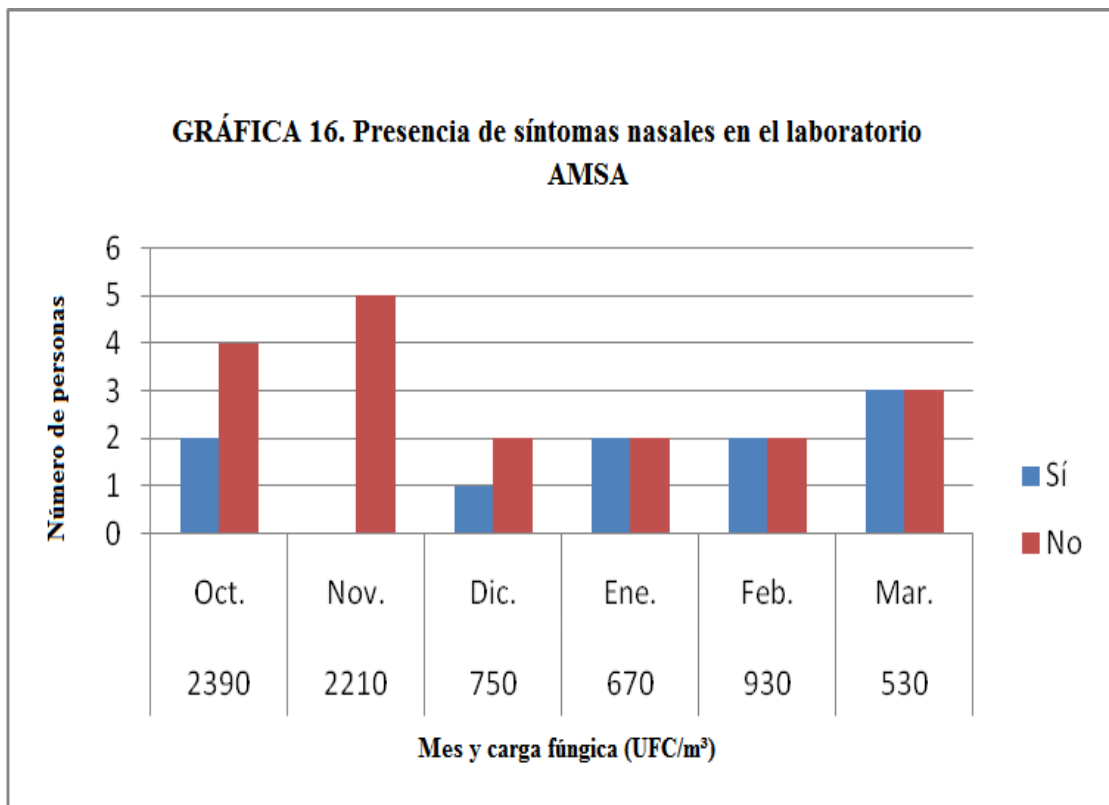
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 16, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas nasales y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de marzo hubo una mayor presencia de padecimientos nasales y una carga fúngica de 530 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de marzo. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 2390 UFC/m³ y dos personas presentaron síntomas nasales. Podría haber una relación entre la carga fúngica y el padecimientos de síntomas nasales en el personal del laboratorio de AMSA. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 2210 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas nasales. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales. En el mes de diciembre 1 persona presentó síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de diciembre. En el mes de enero 2 personas presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No existe una relación entre la carga

fúngica y los síntomas nasales padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de febrero 2 personas presentaron síntomas nasales y hubo una carga fúngica de 930 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas nasales.

Entre los síntomas nasales relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: hemorragia nasal, congestión nasal, sequedad nasal, rinitis (goteo nasal) y estornudos seguidos (más de tres).



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 18, se presenta los síntomas de dolor de garganta (sequedad, picor, dolor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA.

Tabla 18. Presencia de síntomas de dolor de garganta y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio de AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m ³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	2	4	2 (S)
2210	Nov.	2	3	2 (S)
750	Dic.	0	3	0
670	Ene.	2	2	2 (S)
930	Feb.	1	3	1 (S)
530	Mar.	3	3	1(S), 2 (Q)

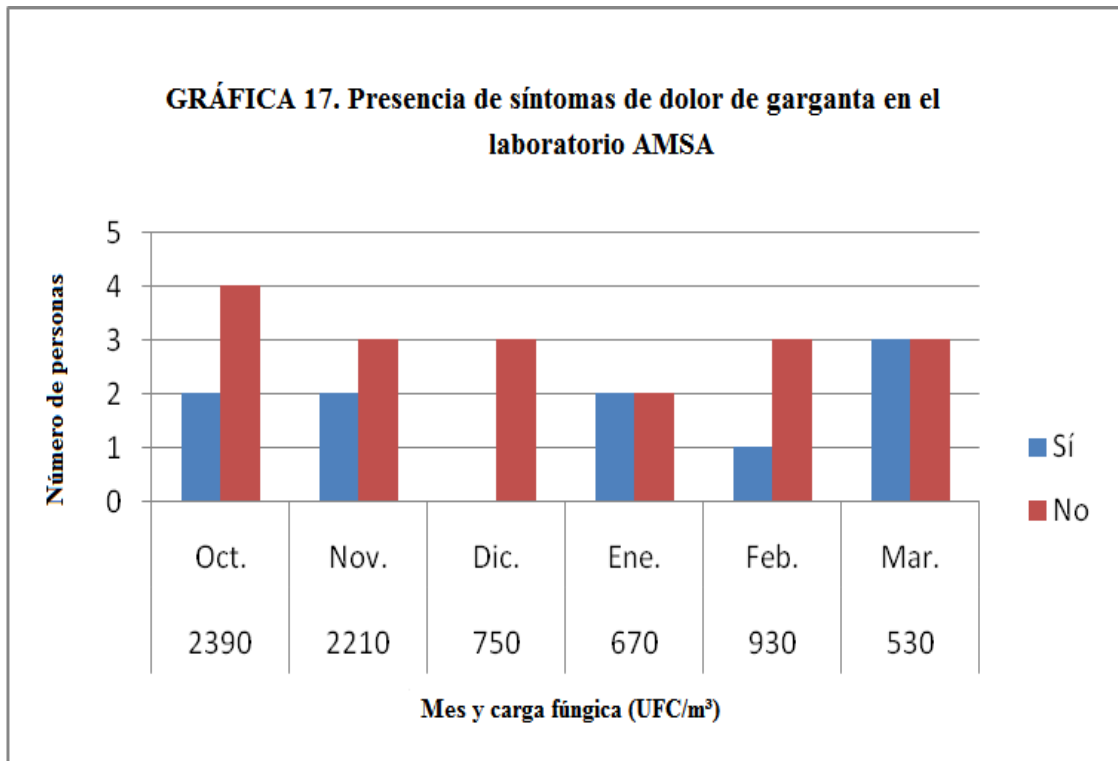
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 17, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas de dolor de garganta y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de marzo hubo una mayor presencia de padecimientos de dolor de garganta y una carga fúngica de 530 UFC/m³. Puede existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del laboratorio AMSA en el mes de marzo. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 2390 UFC/m³ y 2 personas presentaron síntomas dolor de garganta. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de octubre. En el mes de noviembre 2 personas presentaron síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 2210 UFC/m³. Se determinó que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de noviembre. En el mes de diciembre ninguna persona presentó síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta en el personal del laboratorio de AMSA en el mes diciembre. En el mes de enero 2 personas presentaron síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No existe una

relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de febrero 1 persona presentó síntomas de dolor de garganta y hubo una carga fúngica de 930 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de febrero.

Entre los síntomas de dolor de garganta relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario, se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 19, se presenta los síntomas respiratorios (dificultad para respirar, tos, dolor en el pecho), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA.

Tabla 19. Presencia de síntomas respiratorios y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio de AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	1	5	1(S)
2210	Nov.	3	2	1(S), 1(Q), 1(M)
750	Dic.	0	3	0
670	Ene.	1	3	1(S)
930	Feb.	0	4	0
530	Mar.	0	6	0

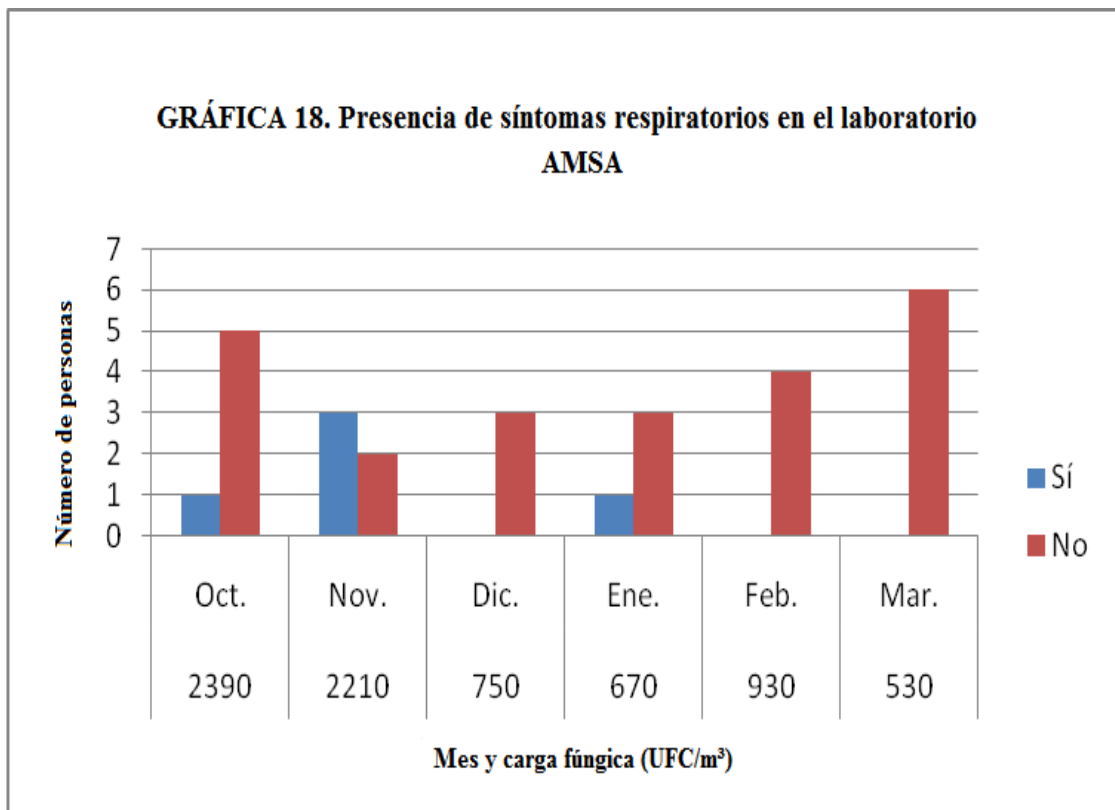
Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 18, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas respiratorios y la relación con la carga fúngica. Se observa que en el mes de noviembre hubo una mayor presencia de padecimientos de respiratorios y una carga fúngica de 2210 UFC/m³. Se determina entonces que podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos por el personal del Laboratorio AMSA en el mes de noviembre. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 2390 UFC/m³ y 1 persona presentó síntomas dolor de respiratorios. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas de dolor de garganta padecidos en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de octubre. En el mes de diciembre ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios en el personal del laboratorio de AMSA en el mes diciembre. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de febrero ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 930 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios

padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de febrero. En el mes de marzo ninguna persona presentó síntomas respiratorios y hubo una carga fúngica de 530 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas respiratorios padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de marzo.

Entre los síntomas respiratorios relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron los evaluados en el cuestionario, se encuentran: dificultad para respirar, tos y dolor en el pecho.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en el estudio.

En la tabla 20, se presenta las enfermedades cutáneas (sequedad de la piel, erupciones, escamas, picor), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA.

Tabla 20. Presencia de enfermedades cutáneas y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio de AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	1	5	1 (Q)
2210	Nov.	1	4	1 (Q)
750	Dic.	2	1	1 (S), 1 (Q)
670	Ene.	3	1	2 (Q), 1 (Sm)
930	Feb.	3	1	2 (S), 1 (M)
530	Mar.	3	3	1(S), 1 (M), 1 (T)

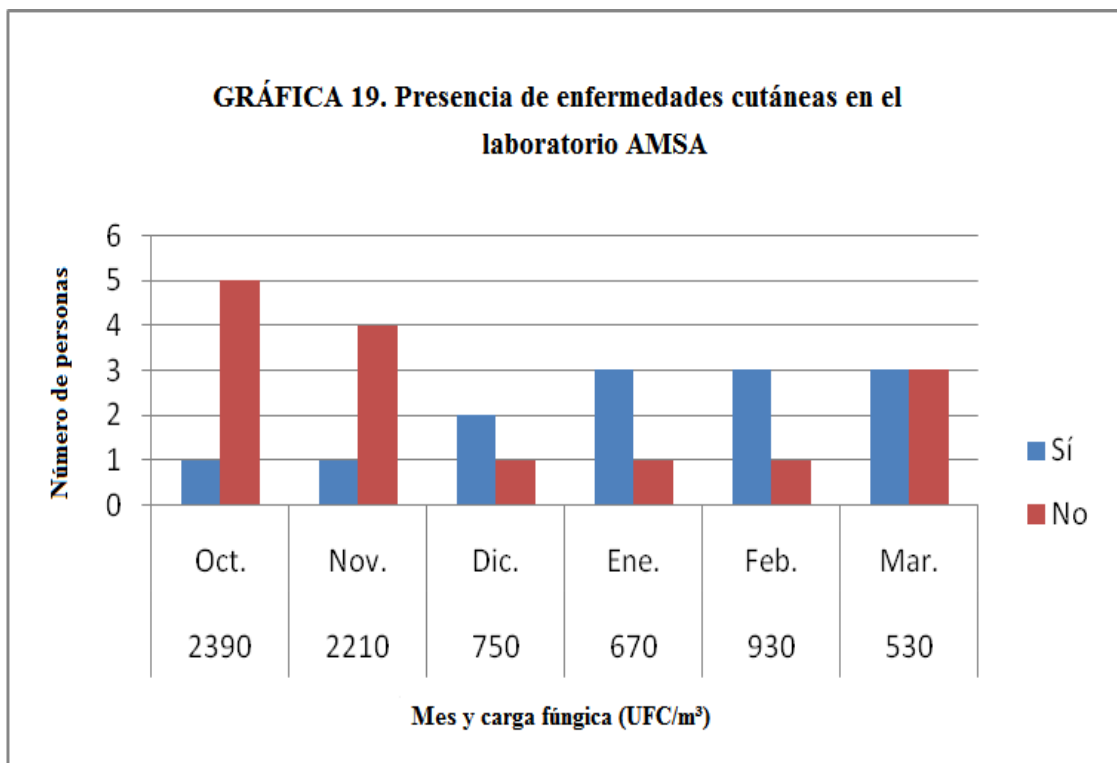
Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 19, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron enfermedades cutáneas y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de enfermedades cutáneas por parte del personal. Se observa que en el mes de febrero hubo una mayor presencia de padecimientos de tipo cutáneos y una carga fúngica de 930 UFC/m³. Se determinó entonces que no existe una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidas por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de febrero. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 2390 UFC/m³ y 1 persona presentó enfermedades cutáneas. Podría existir una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidas en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 2210 UFC/m³ y 1 persona presentó enfermedades cutáneas. Podría existir una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidas en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de noviembre. En el mes de diciembre 2 personas presentaron enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas en el personal del laboratorio de AMSA en el mes diciembre. En el mes de enero 3 personas presentaron enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas

padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de marzo 3 personas presentaron enfermedades cutáneas y hubo una carga fúngica de 530 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y las enfermedades cutáneas padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de marzo.

Entre las enfermedades cutáneas relacionados con la carga fúngica fueron evaluadas en el cuestionario: sequedad de la piel, erupciones, escamas y picor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la tabla 21, se presenta los síntomas parecidos a la gripe (fiebre, escalofríos, debilidad), los cuáles tienen relación con la carga fúngica en el ambiente y la aparición de estos en el personal del laboratorio de AMSA.

Tabla 21. Presencia de síntomas parecidos a la gripe y frecuencia de aparición en el personal del laboratorio AMSA (octubre 2008 a marzo 2009).

Carga fúngica (UFC/m³)	Mes	Sí	No	Semanal, Quincenal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual
2390	Oct.	2	4	1(T), 1(A)
2210	Nov.	2	3	1(T), 1(Sm)
750	Dic.	1	2	1(M)
670	Ene.	1	3	1(M)
930	Feb.	0	4	0
530	Mar.	2	4	1(Q), 1(M)

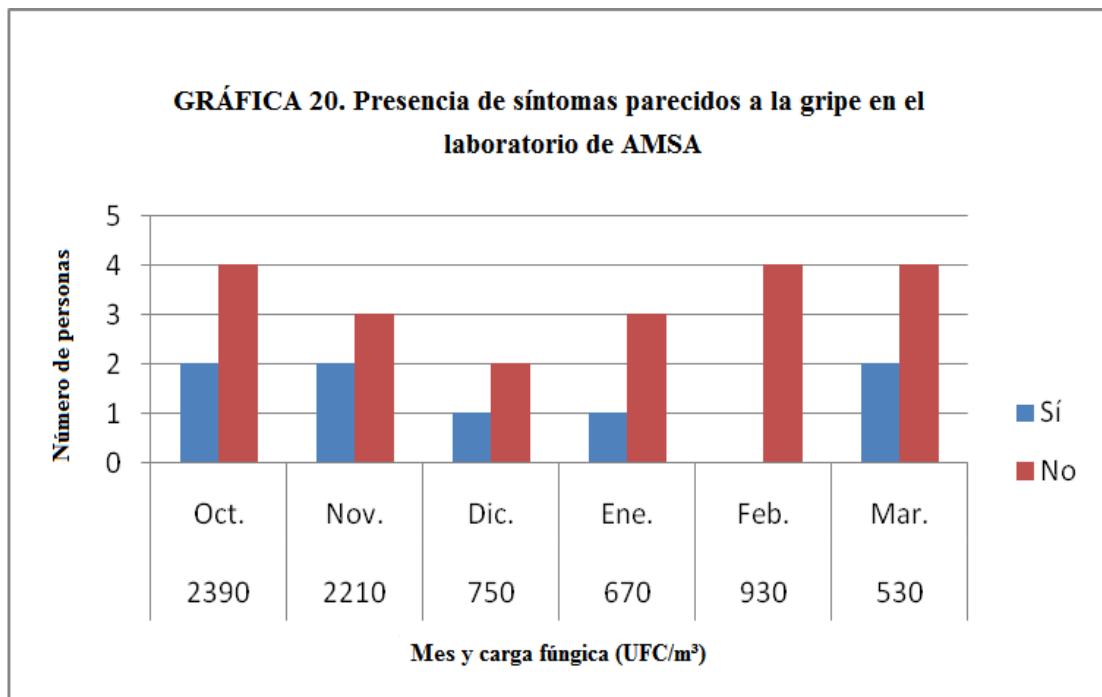
Fuente: datos experimentales., obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la gráfica 20, se reporta las personas que presentaron y las que no presentaron síntomas parecidos a la gripe y la relación con la carga fúngica más alta, en donde hubo mayor presencia de síntomas parecidos a la gripe por parte del personal. Se observa que en el mes de octubre hubo una mayor presencia de padecimientos parecidos a la gripe y una carga fúngica de 2390 UFC/m³. Se determinó entonces que podría haber una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de octubre. En el mes de noviembre hubo una carga fúngica de 2210 UFC/m³ y 2 personas presentaron síntomas parecidos a la gripe. Podría existir una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de noviembre. En el mes de diciembre 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 750 UFC/m³. No existe una relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a gripe en el personal del laboratorio de AMSA en el mes diciembre. En el mes de enero 1 persona presentó síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 670 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de enero. En el mes de febrero hubo una carga fúngica de 930 UFC/m³ y ninguna persona presentó síntomas parecidos a la gripe. No existe una

relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe en el personal del laboratorio de AMSA en el mes de febrero. En el mes de marzo 2 personas presentaron síntomas parecidos a la gripe y hubo una carga fúngica de 530 UFC/m³. No hay relación entre la carga fúngica y los síntomas parecidos a la gripe padecidos por el personal del laboratorio de AMSA en el mes de marzo.

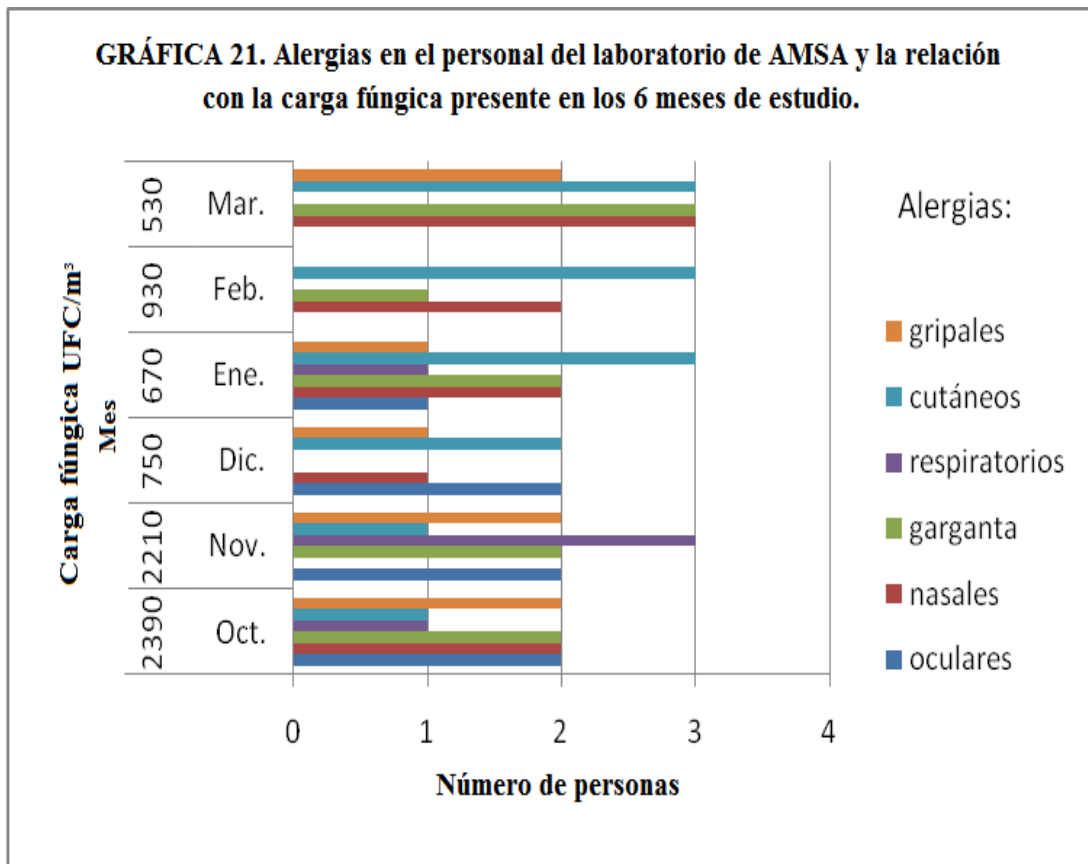
Entre los síntomas parecidos a la gripe, relacionados con la carga fúngica y los cuáles fueron evaluados en el cuestionario se encuentran: sequedad, picor y dolor.



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la gráfica 21, se reporta las alergias relacionadas con los hongos en aire padecidas por el personal del laboratorio de AMSA. Se observa que en los seis meses hubo presencia de padecimientos de alergias por parte del personal de este laboratorio. En el mes de octubre hubo una carga fúngica de 2390 UFC/m³ y el personal presentó los 6 tipos de alergias evaluados. En el mes de noviembre (2210 UFC/m³) y el personal presentó 5 alergias de los 6 tipos evaluados. Podría haber una relación entre la carga fúngica con la presencia de los padecimientos alérgicos. En los meses de marzo, febrero, enero y diciembre se obtuvo cargas fúngicas menores a 2000 (UFM/m³) según normativa cubana; hubo presencia de alergias por parte del personal del laboratorio AMSA. No hay relación entre la carga fúngica con el padecimiento de alergias.

Gráfica 21. Alergias en el personal del laboratorio de AMSA y la relación con la carga fúngica presente en los 6 meses de estudio (octubre 2008 a marzo 2009).



Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

D. Influencia que ejerce la temperatura y la humedad relativa sobre la carga fúngica registrada en los meses de octubre 2008 a marzo 2009, de muestreo en ambiente interior y exterior del LAMIR

D.1. LAMIR

En la tabla 22 se observa que la mayor contaminación fúngica presente en el aire interior y exterior se presentó en el mes de enero en ambos casos con valores de 2,720 y 2,930 UFC/m³ respectivamente. En ambos casos la humedad relativa registró valores que se encuentran por encima del valor promedio de 57% en el interior y 51% en el exterior, presentando el mismo comportamiento que la carga fúngica.

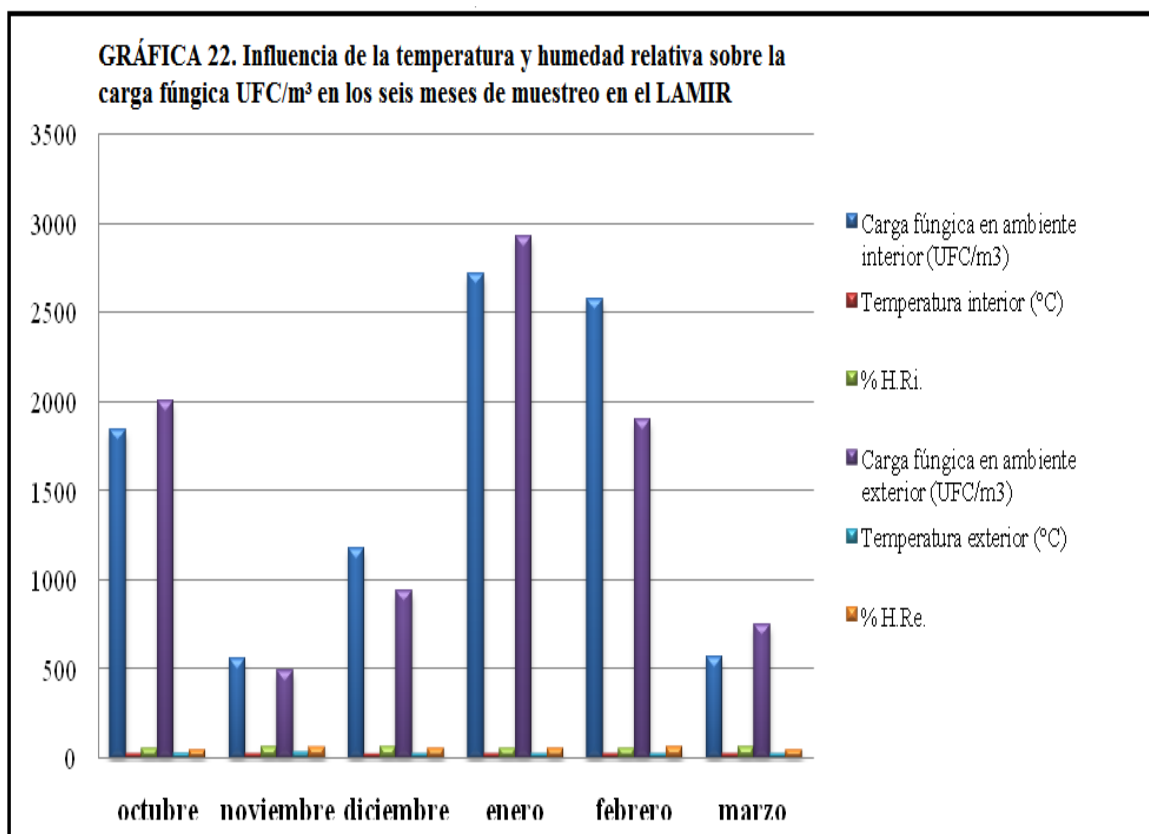
Tabla 22. Influencia de la temperatura y humedad en la carga fúngica del LAMIR.

Mes	Carga fúngica en ambiente interior (UFC/m ³)	Temperatura interior (°C)	Humedad relativa interior (%)	Carga fúngica en ambiente exterior (UFC/m ³)	Temperatura exterior (°C)	Humedad relativa exterior (%)
Octubre	1840	25.1	53	2000	28.8	44
Noviembre	560	24.1	60	490	31	58
Diciembre	1180	19.9	66	940	20.7	53
Enero	2720	22.6	57	2930	22.3	51
Febrero	2570	22.3	57	1900	20.8	59
Marzo	570	21.6	62	750	22.2	45

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

En la gráfica 22, se observa que durante el mes de enero se tiene la mayor carga fúngica presente en el aire interior y exterior del LAMIR con valores de 2,720 UFC/m³ en el ambiente interior y 2.930 UFC/m³ en el ambiente exterior. Sin embargo, los valores reportados de temperatura (22.6°C en el ambiente interior y 22.3°C en el ambiente exterior) y humedad relativa (57% en el ambiente interior y 51% en el ambiente exterior) durante este mes son valores promedio.

Gráfica 22. Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la carga fúngica UFC/m³ en los seis meses de muestreo en el LAMIR.



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

%H.Ri= porcentaje de humedad en el ambiente interior.

%H.Re= porcentaje de humedad en el ambiente exterior.

D.2. LAFYM

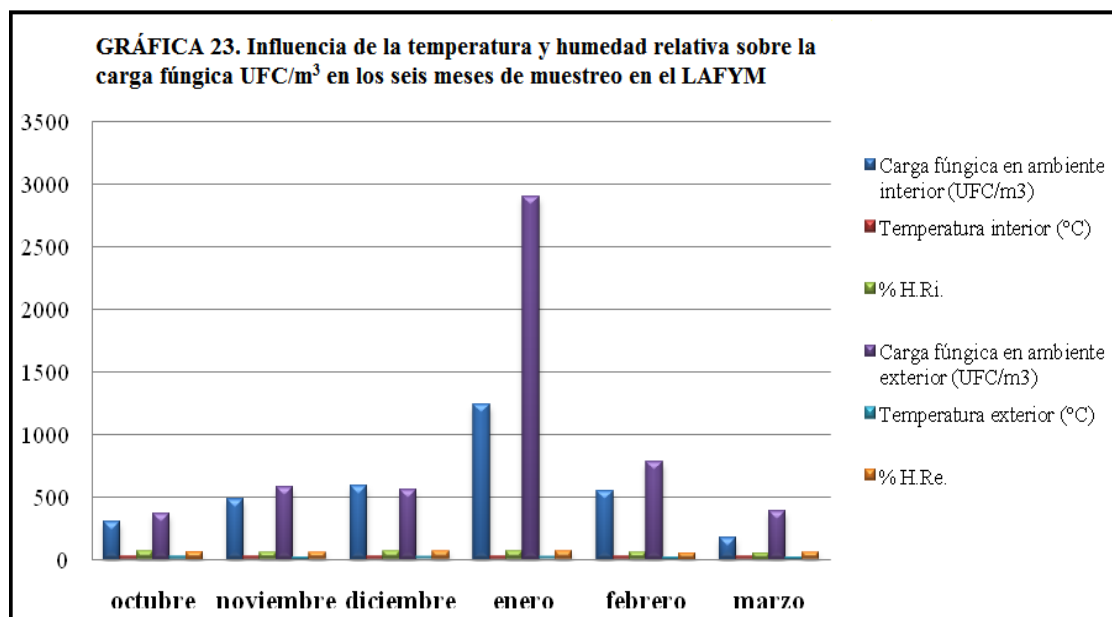
En la tabla 23, se observa que en ambos ambientes durante este mes se obtuvo valores promedio de temperatura y porcentaje de humedad relativa. Se alcanzó la mayor temperatura reportada durante este estudio en este local en el mes de octubre en el ambiente interior y en el exterior con valores de 23.7°C y 22.2°C respectivamente.

Tabla 23. Influencia de la temperatura y humedad en la carga fúngica del LAFYM.

Mes	Carga fúngica en ambiente interior (UFC/m ³)	Temperatura interior (°C)	Humedad relativa interior (%)	Carga fúngica en ambiente exterior (UFC/m ³)	Temperatura exterior (°C)	Humedad relativa exterior (%)
Octubre	300	23.7	63	370	22.2	60
Noviembre	480	23.4	52	580	19	55
Diciembre	584	21.7	65	560	19.7	65
Enero	1240	22.4	62	2900	19.7	63
Febrero	550	21.4	53	780	18	51
Marzo	170	22.1	48	390	19.4	54

Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

En la gráfica 23, se observa que el LAFYM presentó la mayor carga fúngica en enero tanto en ambiente interior como ambiente exterior con valores de 1,240 UFC/m³ y 2,900 UFC/m³ respectivamente, con valores de humedad relativa de 62 % en el ambiente interior y 63% en el área exterior; siendo estos valores intermedios entre los reportados en los demás meses en este laboratorio.

Gráfica 23. Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la carga fúngica UFC/m³ en los seis meses de muestreo en el LAFYM.

Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.
 %H.Ri= porcentaje de humedad en el ambiente interior.
 %H.Re= porcentaje de humedad en el ambiente exterior.

D.3. Laboratorio de AMSA

En la tabla 24, se observa que la mayor carga fúngica presente en el aire interior y exterior en el laboratorio de autoridad para el manejo sustentable del lago de Amatitlán – AMSA- se reportó en octubre con valores de 2,390 UFC/m³ y 4,600 UFC/m³ respectivamente. La temperatura registrada (20.8°C en el interior y 18.1°C en el exterior) durante este mes en ambos ambientes se encuentra cercano al valor promedio (21.4 °C en el ambiente interior y 18.3°C en el ambiente exterior) reportado en este local a lo largo de la investigación así como el porcentaje de humedad relativa registrada durante este mes (58% en el interior y 59% en el exterior).

Tabla 23. Influencia de la temperatura y humedad en la carga fúngica del laboratorio de AMSA.

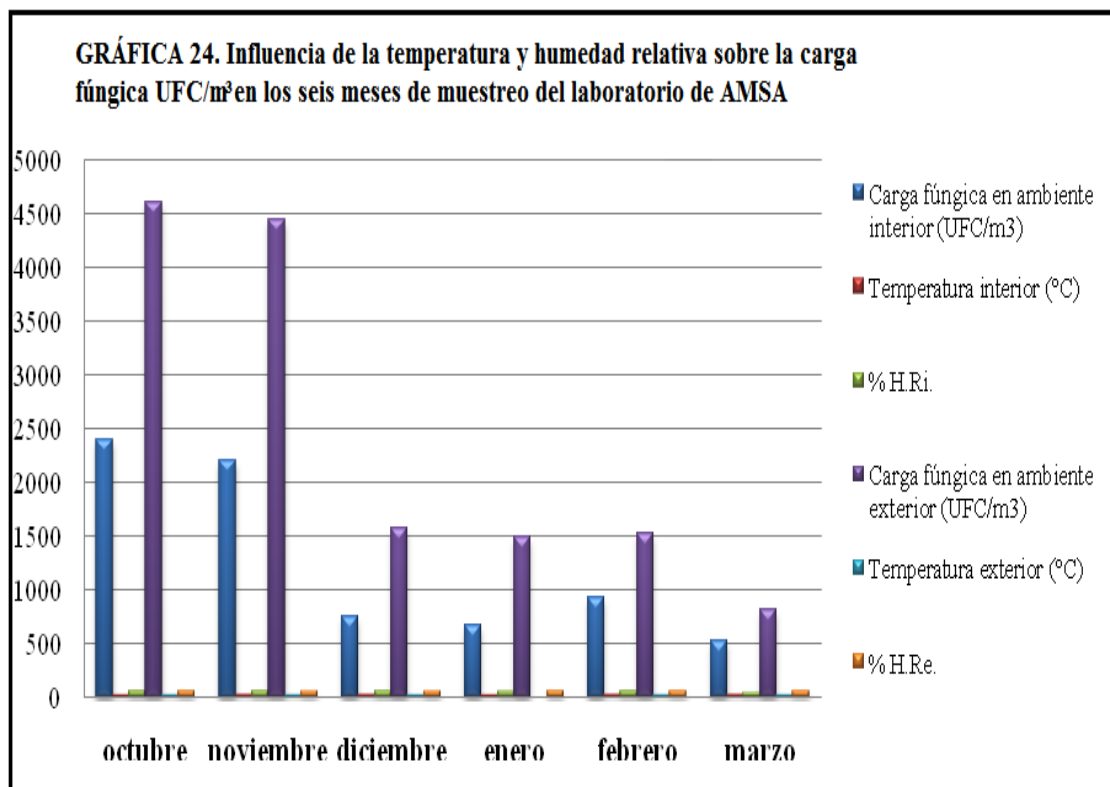
Mes	Carga fúngica en ambiente interior (UFC/m ³)	Temperatura interior (°C)	Humedad relativa interior (%)	Carga fúngica en ambiente exterior (UFC/m ³)	Temperatura exterior (°C)	Humedad relativa exterior (%)
Octubre	2390	20.8	58	4600	18.1	59
Noviembre	2210	21.6	60	4440	19.4	56
Diciembre	750	21.6	61	1580	19	57
Enero	670	20.2	57	1490	15.7	62
Febrero	930	22	59	1530	18	65
Marzo	530	22.2	44	820	19.8	63

Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

Gráfica 24, como se muestra en la gráfica 24, en el mes de octubre se presentó la mayor carga fúngica presente en el laboratorio de AMSA en el ambiente interior y área exterior, a pesar de no ser durante este mes que se obtuvo la temperatura y el porcentaje de

humedad relativa más elevados, por el contrario como se observa se obtuvieron valores promedios, al compararlos con los obtenidos durante los otros meses.

Gráfica 24. Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la carga fúngica UFC/m³ en los seis meses de muestreo del laboratorio de AMSA.



Fuente: datos experimentales, obtenidos para este estudio.

%H.R.i= porcentaje de humedad en el ambiente interior.

%H.Re= porcentaje de humedad en el ambiente exterior.

X. Discusión de Resultados

Cada año, cientos de millones de personas sufren de enfermedades respiratorias y alergias asociadas con la contaminación fúngica del aire, tanto en ambientes interiores como exteriores, por lo mismo la importancia de obtener la carga fúngica y asociarla con el posible padecimiento de alergias en el personal de los laboratorios muestreados (1).

Para determinar la hora de mayor contaminación fúngica tanto en el interior como exterior de los ambientes se realizó un muestreo intradiurno, que consiste en llevar a cabo un estudio a diferentes horas de la mañana hasta el medio día (8:00 am – 12:00 pm) en los tres laboratorios microbiológicos públicos, para así obtener una hora de mayor contaminación fúngica.

La carga fúngica presente en el aire presenta valores más elevados y constantes en horas tempranas de la mañana, lo cual denota la influencia de factores ambientales (humedad relativa y precipitaciones) (26). Siendo mayores los niveles de contaminación fúngica en el LAMIR ambiente interior (tabla 1) y AMSA ambiente exterior (tabla 3).

Los hongos son microorganismos ubicuos en el ambiente y representan un creciente problema en nuestra sociedad actual como organismos contaminantes del aire, del agua, de superficies de las casas, oficinas, industrias, hospitales, laboratorios y patógenos importantes para la salud humana (3). En el caso del LAMIR, en el mes que presento los valores más elevados tanto en el exterior como en el interior, según datos fue en el mes de enero (tabla 1); estos valores presentan riesgo para la salud ocupacional del personal, ya que sobrepasan la norma aplicada (2000 UFC/m³), de La Habana, Cuba, (1) y con esto aumenta la relación de padecer una alergia asociada a los hongos microscópicos en el aire. Las alergias son reacciones de hipersensibilidad las cuales se deben a la exposición a materiales del ambiente que actúan a modo de antígenos, estimulando la producción de anticuerpos específicos.

En el inciso (B.1) se realizó una comparación entre la carga fúngica (Interior vs. Exterior) con el método estadístico: prueba de rangos con signo de Wilcoxon, se determinó que en el LAMIR no hay una diferencia significativa entre los ambientes interior y exterior. Con respecto a los resultados obtenidos con el laboratorio de AMSA y en el LAFYM, (inciso B.2 y B.3), si existe una diferencia significativa entre los valores de las cargas fúngicas. Esto concuerda con la teoría la cual menciona que los ambientes exteriores presentan una carga fúngica mayor que la carga fúngica interna, ya que este ambiente está afectado directamente con contaminantes como: el polen, el cual se origina principalmente en las plantas de exterior y su concentración en el interior de edificios es normalmente mucho más baja que en el exterior debido al denominado efecto escudo de los edificios. Otros contaminantes son: la locación y proximidad con actividades agrícolas, grupos de animales, vegetación, rellenos sanitarios, industrias o áreas urbanas (27).

En las últimas décadas existe evidencia sobre la asociación entre los contaminantes atmosféricos y el incremento de las consultas de urgencias por enfermedades respiratorias, por lo que se hace necesario conocer los niveles de contaminación fúngica del aire presente en locales ocupacionales y ambiente exterior, ya que este último presenta una influencia elevada sobre la contaminación del ambiente interior (29,30). El LAFYM, en el mes de enero presentó los valores más altos de carga fúngica en el interior (1240 UFC/m³), este valor no presenta un riesgo para la salud ocupacional para el personal ya que es menor a (2000 UFC/m³), la cual es la norma permitida en ambientes interiores según La Habana, Cuba (1). Con respecto al laboratorio de AMSA los valores más altos los presentó en el mes de octubre, dando un valor en el interior de (2390 UFC/m³) y exterior (4600 UFC/m³) arriba del valor permitido (2000 UFC/m³), lo cual puede afectar la salud del personal que labora en este laboratorio.

En el ambiente exterior, los valores más altos fueron los siguientes: en el LAMIR presentó valores de (2930 UFC/m³), el LAFYM (2900 UFC/m³) y en AMSA (4600 UFC/m³), en los cuales puede haber contaminación fúngica del exterior al interior de los laboratorios, incrementando así los valores internos de la carga fúngica, pudiendo afectar la salud del personal que labora en estos laboratorios microbiológicos. No hay un cierto nivel de los hongos ambientales que puede ser considerado como seguro. Esto depende de

la concentración fúngica en los ambientes externos como los obtenidos en los laboratorios participantes en los muestreos, los cuáles rebasan la norma cubana permitida (2000 UFC/m³), en ambientes interiores (ver tablas 1,2 y 3). Al haber un incremento de la carga fúngica en ambientes externos hay posibilidad de contaminación interna del laboratorio pudiendo incrementar la carga fúngica interior y afectando la salud del personal que labora en estos laboratorios. Cada oficina, cada edificio o cada casa deben ser considerados como un caso separado y único, ya que cada uno es diferente y que depende el lugar de ubicación de cada laboratorio.

La mayoría de los hongos no son patógenos, pueden comportarse como oportunistas y afectar adversamente a la salud produciendo alergias, infecciones y toxicidad (4). En pequeñas zonas climáticas (ubicadas en el exterior) la variación de las esporas presente en el aire depende de la cantidad y tipo de vegetación, la humedad relativa, la velocidad del viento, la temperatura, el microambiente local y la actividad humana.

El personal de tránsito tiene una permanencia dentro del laboratorio del 45%, en jornadas que abarcan el 100% del horario laboral del laboratorio y el técnico del laboratorio un 90% de su tiempo pasa en el interior de las instalaciones. El hacinamiento de personal dentro de los laboratorios que no poseen la capacidad y el espacio físico para que las personas se encuentren bien distribuidas dentro de las instalaciones provoca un incremento en la contaminación del aire por falta de ventilación, espacio, acumulo de polvo en las mesas de trabajo y entrada y salida del personal. Esto podría ocasionar una sintomatología específica denominada Síndrome del edificio enfermo (SEE), lo cual provoca afecciones en la salud del personal (6,10).

Durante seis meses del año el personal fijo que labora en los tres laboratorios: (LAMIR, LAFYM y AMSA), contestó un cuestionario mensual (anexo1), el cual contaba con preguntas cerradas sobre el posible padecimientos de alergias asociadas a los hongos en los diferentes ambientes (interno y externo) y la frecuencia en que las padecen (semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral y anual). Las preguntas se relacionaron con las posibles alergias asociadas con hongos en el ambiente. Las alergias relacionadas a los hongos en el aire, se manifiestan por los siguientes síntomas asociadas a diferentes

órganos en el organismo: síntomas oculares, síntomas nasales, síntomas de garganta, síntomas respiratorios, enfermedades cutáneas y síntomas similares a la gripe.

En el mes de enero el LAMIR, obtuvo una carga fúngica de 2720 UFC/m³, mayor según la norma cubana en ambientes internos. El personal evaluado presentó las siguientes afecciones alérgicas: síntomas cutáneos, de garganta, nasales y oculares (gráfica 7). Sin embargo, durante los seis meses de muestreo hubo presencia por parte del personal de alergias y pudo no solo deberse a la carga fúngica sino a otros factores, entonces podría decirse que puede no haber asociación entre la carga fúngica y el padecimiento de alergias en el personal del LAMIR.

Con respecto al LAFYM, en el mes de enero fue el mes que presentó una mayor carga fúngica (1240 UFC/m³), se registró la presencia de síntomas gripales y nasales, (gráfica 14). Debido a que un valor menor de 2000 UFC/m³, máxima permitida por la norma cubana en el interior de un local, por lo que se determina que no existe una asociación entre el padecimiento de alergias del personal y la carga fúngica.

En el laboratorio de AMSA, el mes que presentó una mayor carga fúngica, fue el mes de octubre (2390 UFC/m³), en el cuál el personal registró la presencia de todos los síntomas incluidos en el cuestionario, con lo cual puede haber una relación entre la carga fúngica y el padecimiento de alergias por el personal del laboratorio de AMSA (gráfica 21).

En la tabla 1, se observan los resultados obtenidos de carga fúngica colectada en UFC/m³ de aire durante los seis meses de monitoreo ambiental en el área ocupacional y área exterior de LAMIR. Los niveles se comportan entre 560 UFC/m³, el valor más bajo registrado en el ambiente interior, y 2,720 UFC/m³ que es el valor más alto registrado en el ambiente interior de LAMIR. En el ambiente exterior la carga registrada a lo largo de los seis meses de muestreo, se encontró entre 490 UFC/m³ que es el valor más bajo registrado en el mes de noviembre y además se registró el valor más alto de temperatura (31°C) y 2,930 UFC/m³ que es el valor más alto registrado en el mes de enero en (azotea) LAMIR. La contaminación en el ambiente interior es mayor que la contaminación

registrada por hongos microscópicos en el ambiente exterior. Sin embargo, no existe diferencia significativa entre estos dos ambientes de estudio en LAMIR.

En la gráfica 22, correspondiente al LAMIR, se encontró una variación con la carga fúngica y la temperatura que se registró en cada uno de los 6 muestreos y con respecto a la humedad relativa que se registró durante este tiempo. En noviembre se registró el valor más bajo de carga fúngica presente en el aire interior del LAMIR, y una de temperatura de 24.1°C y porcentaje de humedad relativa (60%). El valor máximo de carga fúngica presente en el aire interior de LAMIR se reportó en enero (2,720 UFC/m³), con una temperatura de 22.6°C y un porcentaje de humedad de 57%. Estos resultados corroboran que la carga fúngica se encuentra estrechamente ligada con los factores ambientales evaluados en este estudio, siendo la temperatura y la humedad relativa; ya que si los valores de temperatura son elevados, el porcentaje de humedad relativa, que es inversamente proporcional, se encuentran disminuida, esto provoca una disminución en la carga fúngica. Estas dos variables son de importancia para regular la cantidad de esporas fúngicas presentes en el aire interior de este laboratorio, para mejorar la calidad del aire ocupacional.

En noviembre en el ambiente exterior del LAMIR, se registró un comportamiento similar al reportado en el ambiente interior. La menor carga fúngica presente en el aire exterior fue de: (490 UFC/m³) y con una temperatura de 31°C y 58% de humedad relativa. Con respecto al valor máximo de carga fúngica externo registrado durante el mes de enero (2930 UFC/m³), con una temperatura de 22.3°C y un porcentaje de humedad de 51%. Al observar los valores obtenidos en octubre (2,000 UFC/m³, 28.8°C y 44%) no presentaron una relación directa con el porcentaje de humedad relativa, ya que este es el valor más bajo registrado de humedad relativa en esta área. Este comportamiento que se registró en el mes de octubre pudo deberse a un error de manipulación del hidrómetro, colocándolo en algún lugar inadecuado para la toma de temperatura y porcentaje de humedad, ya que debe ser colocado bajo sombra para obtener mejores resultados, lo cual no siempre fue posible por lo que se ubicó en la azotea, por la falta de sombra. Al colocarlo bajo el sol, los rayos le dan directamente al equipo, reportando mayor temperatura y con ello menor humedad relativa.

Otro factor a tomar en cuenta en el ambiente exterior es el viento que transporta las esporas fúngicas que son propulsadas a la atmósfera por procesos que dependen de la presencia de agua y aumenta su concentración aérea durante los períodos de humedad y lluvia, mientras que otras son transportadas libremente por el viento en días secos y ventosos, lo cual si representó un factor directo que afectó en octubre. Esto no coincide con datos teóricos, ya que al haber mayor porcentaje de humedad relativa, existe mayor concentración de esporas en el aire (25).

La carga fúngica presente en el aire interior del LAFYM tuvo un comportamiento en forma de campana de gauss. A partir de octubre (300 UFC/m^3) se dio un incremento en la carga fúngica registrada en este local. Este incremento continuó en noviembre y diciembre, hasta alcanzar su valor máximo en enero ($1,240 \text{ UFC/m}^3$). En febrero se observó un descenso en la carga fúngica, el valor más bajo registrado en este laboratorio (170 UFC/m^3). En la gráfica 23 se observa que no hay una relación directamente proporcional entre la temperatura y el porcentaje de humedad relativa, ya que en noviembre, al disminuir la temperatura (23.4°C), disminuyó el porcentaje de humedad relativa a 52%, que es el valor más bajo que se registró en el interior de este laboratorio. En diciembre se registró un comportamiento inversamente proporcional, se observa que al disminuir la temperatura a 21.7°C , se incrementó el valor de porcentaje de humedad relativa a 65% y disminuyó la carga fúngica a 120 UFC/m^3 . En enero se presentó un comportamiento similar; se registró el valor más alto de carga fúngica (250 UFC/m^3) en el aire interior de este laboratorio, además se reportó un incremento en la temperatura a 22.4°C y una disminución en el porcentaje de humedad relativa a 62%. En febrero en ambos parámetros descendieron a diferencia de marzo, que registró un incremento en la temperatura (22.1°C), y un descenso en el porcentaje de humedad relativa (48%). Esta variación en la temperatura y el porcentaje de humedad relativa está condicionada a otros factores climáticos como es el viento y las lluvias, entre otros.

En el ambiente exterior del LAFYM, la carga fúngica tuvo un comportamiento similar al registrado en el ambiente interior, sin presentar una forma de campana de gauss como se observa en la gráfica 22. Esta variación se debe a un incremento en la carga fúngica en el ambiente exterior registrado en noviembre. En enero se reportó la mayor

carga fúngica en el ambiente exterior del LAFYM al igual que en el ambiente interior. En este mes se registró una temperatura de 19.7°C y un porcentaje de humedad relativa de 63%. La menor carga fúngica en el ambiente exterior se reportó en octubre (370 UFC/m³), además se registró la mayor temperatura de los seis meses de muestreo en el ambiente exterior (22.2°C) y un porcentaje de humedad relativa de 60%. Para febrero se registró la menor temperatura de 18°C en el ambiente exterior, a su vez en este mes se obtuvo el valor más bajo de humedad relativa con 51%. En el exterior del LAFYM en noviembre y febrero se determinó un comportamiento directamente proporcional entre la temperatura y la humedad relativa del ambiente, además se registró una disminución en ambos parámetros. Este comportamiento no coincide con los resultados teóricos (25).

En el ambiente exterior se reportó mayor contaminación por hongos microscópicos presentes en el aire que los niveles registrados en el ambiente interior. A pesar de existir una diferencia entre los valores de carga fúngica obtenidos en cada uno de los ambientes, lo que trae consigo que no existe una contaminación cruzada entre ambos ambientes de LAFYM.

En el área interior del laboratorio de AMSA existe una relación directamente proporcional entre la temperatura y el porcentaje de humedad relativa con excepción de marzo que presentó un comportamiento inversamente proporcional. Se observó en este mes la mayor temperatura (22.2°C) y el menor porcentaje de humedad relativa (44%).

Para el mes de octubre en el ambiente exterior de AMSA, se registró un valor de temperatura menor (18.1°C) y una humedad relativa de 59%, muy similar a la registrada en el ambiente interior. Esto demuestra que la variación de temperatura y humedad relativa en el ambiente exterior depende únicamente de factores ambientales como son las ráfagas de viento, nubes de polvo y lluvias (23).

En la tabla 24, se presenta el comportamiento de la carga fúngica presente en el aire interior y exterior del laboratorio de AMSA, con respecto a la temperatura y humedad relativa reportada en cada uno de los meses de muestreo en cada área. En el mes de octubre se registraron los valores más altos reportados de carga fúngica presente en el aire interior (2,390 UFC/m³) y exterior (4,600 UFC/m³). Para el mes de noviembre

descendió la carga fúngica en el ambiente interior y se incrementaron la temperatura a 21.6°C y la humedad relativa a 60%, se presentó un comportamiento directamente proporcional a diferencia del ambiente exterior, donde descendió la carga fúngica, con un incremento en la temperatura a 19.4°C y un descenso en la humedad a 56%, en este caso el comportamiento es inversamente proporcional. Este cambio en el comportamiento puede deberse a que el ambiente exterior únicamente está influenciado por factores climáticos y no depende de la aglomeración de personal, ventilación y limpieza. En diciembre nuevamente descendió la carga fúngica del ambiente interior a $670 \text{ UFC}/\text{m}^3$. En este mes se reportó la misma temperatura que en noviembre de 21.6°C y un porcentaje de humedad relativa de 61%. Este pequeño incremento en la humedad relativa del ambiente interior de AMSA provocó un descenso en la carga fúngica, así como la baja incidencia de personal dentro de las instalaciones. En el ambiente exterior también se registró un descenso en la carga fúngica, una temperatura de 19°C , la cual bajó, en comparación con la registrada para noviembre y un valor de humedad relativa de 57%, la cual reportó un incremento. Estos dos factores ambientales presentaron un comportamiento inversamente proporcional en el ambiente exterior y en el interior presentaron un comportamiento directamente proporcional.

En enero (AMSA), registró un descenso en la carga fúngica ($670 \text{ UFC}/\text{m}^3$) en el ambiente interior y la temperatura alcanzó el valor más bajo de 20.2°C y la humedad relativa fue 57%. Esto pudo deberse que en el período de tiempo en que se realizó el muestreo de aire había un clima frío y con bastante viento. Otro factor es que el laboratorio no se había incorporado todo el personal que labora regularmente, pudiendo afectar la temperatura en los ambientes internos. Los dos factores climáticos que se midieron presentaron un comportamiento directamente proporcional.

En AMSA, el ambiente exterior ($1,490 \text{ UFC}/\text{m}^3$) al igual que en el interior ($670 \text{ UFC}/\text{m}^3$), se presentó un descenso en la carga fúngica y la temperatura registró el valor más bajo a lo largo de los seis meses de muestreo de 15.7°C , a diferencia de la humedad relativa en el cuál se reportó un aumento a 62%, el comportamiento es inversamente proporcional con respecto a la temperatura. Como se observa en la tabla 24, en febrero aumentó la carga fúngica en el ambiente interior a $930 \text{ UFC}/\text{m}^3$, y se presentó un aumento

en la temperatura (22°C) y en la humedad relativa a 59%. En el ambiente exterior se reportó un crecimiento en la carga fúngica a 1,530 UFC/m³ en el aire, así como en la temperatura (18°C) y en la humedad relativa (65%), este fue el único mes en el cual estos dos factores presentaron un comportamiento directamente proporcional en todos los muestreos del ambiente exterior. En marzo disminuyó la carga fúngica en ambos ambientes (530 UFC/m³ en el ambiente interior y 820 UFC/m³ en el ambiente exterior).

En la gráfica 24 (AMSA), se puede observar el comportamiento que presentó la carga fúngica en el aire interior y exterior, así como la diferencia en el comportamiento de la misma según el área. En el ambiente interior se observa que el pico máximo de carga fúngica presente en el aire interior se obtuvo en octubre, mes en el cual se tenía la mayor cantidad de personal permanente dentro del laboratorio. Durante los primeros cuatro meses de muestreo (octubre, noviembre, diciembre y enero) la carga fúngica presentó un comportamiento lineal decreciente, luego en febrero hubo un aumento en las esporas de hongos microscópicos presentes en el aire interior, y durante el mes de marzo hubo una disminución en la carga fúngica. Esta presentó un comportamiento variable a lo largo de los muestreos de aire, lo cual se debe a factores como la periodicidad de limpieza, forma en que se realiza la misma, la cantidad de personal que labora dentro de los laboratorios y buena manipulación del material que se trabaja. En el ambiente exterior al igual que en el ambiente interior la contaminación tuvo su pico máximo en octubre. Para febrero aumentó la carga fúngica presente en el aire exterior, lo cual podría deberse a que en este muestreo se registraron corrientes de aire fuertes y los puntos de muestreo se encuentran entre la vegetación, esto junto con ráfagas de viento, donde se liberan microorganismos que se encuentran adheridos a la vegetación y arrastra contaminantes que se presume se encuentran suspendidos en el relleno sanitario, el cual está contiguo al laboratorio de AMSA.

XI. Conclusiones

1. Se evaluó la contaminación microbiológica del aire exterior sobre el ambiente ocupacional de laboratorios de instituciones públicas ubicados en la ciudad de Guatemala y Bárcenas Villa Nueva, estableciéndose que los laboratorios que presentaron mayor carga fúngica en el aire interior a lo largo de este estudio fue LAMIR (2720 UFC/m³), en el mes de enero y en el aire exterior fue AMSA (14460 UFC/ m³), en el mes de octubre.
2. Se determinó que en el LAMIR los niveles de contaminación fúngica en el ambiente interior, fueron los más altos, con un total de 2720 UFC/m³, a lo largo de los seis meses de monitoreo del aire siendo el laboratorio más contaminado, y el laboratorio en el cual se dio la menor contaminación microbiológica fue el LAFYM, con la menor carga fúngica de 170 UFC/m³.
3. El laboratorio con más contaminación fúngica en el ambiente exterior con un total de: 14,460 UFC/m³, a lo largo de los seis meses de muestreo del aire, fue el laboratorio de AMSA.
4. Con relación a los posibles efectos de la contaminación microbiológica sobre la salud y seguridad del personal estable, no se reportaron altos niveles de incidencia en la salud de los empleados consultados por medio del cuestionario mensual, en los tres laboratorios.
5. El laboratorio de AMSA fue el laboratorio en el cual el personal manifestó durante el mes de octubre (mes en que la carga fúngica interior fue la más alta) la presencia de los 6 tipos de alergias evaluadas en el cuestionario.
6. Los laboratorios que presentaron cargas fúngicas mayores a 2000 UFC/m³ en el ambiente interior, constituyendo un mayor riesgo de padecimientos de alergias del personal, ya que sobrepasan la norma aplicada (2000 UFC/m³), de La Habana, Cuba, fueron LAMIR y AMSA.

7. Al comparar la carga fúngica entre los ambientes (Interior Vs. Exterior) de los laboratorios evaluados el LAMIR fue el laboratorio que no presentó una diferencia significativa entre los ambientes.
8. Los laboratorios AMSA y LAFYM presentaron diferencia significativa entre los ambientes (Interior Vs. Exterior).
9. Se determinó que la humedad relativa influyó en forma directamente proporcional a la carga fúngica, ya que en la mayoría de los laboratorios se observó, que a mayor humedad relativa mayor carga fúngica presente.

XII. Recomendaciones

1. Continuar con el estudio de aerobiología de ambientes interiores y exteriores de diferentes instituciones, para así establecer el riesgo ocupacional de las personas según el porcentaje de tiempo que permanecen en ambientes interiores.
2. Llevar un control de la temperatura y humedad relativa en el ambiente interior de cada uno de los laboratorios como medida de prevención, evitando la supervivencia de los microorganismos en el aire interior.
3. En el caso de los que poseen climatización (aire acondicionado) es recomendable dar un mantenimiento periódico, y mantener un buen funcionamiento de los filtros de aire.
4. Promover las medidas de bioseguridad que deben ser aplicadas en cada laboratorio a nivel administrativo, para contar con el apoyo necesario para las gestiones de mejoras en la infraestructura y readecuación de los laboratorios.
5. Sensibilizar al personal de trabajo, estudiantes, investigadores y personal administrativo, sobre la importancia de la limpieza ambiental y sus consecuencias.

6. Para prevenir problemas de salud relacionados con enfermedades respiratorias de tipo alérgicos y alergias, se debe realizar de manera rutinaria un análisis de la calidad microbiológica del aire, así como una limpieza periódica de cada laboratorio para evitar los padecimientos asociados con los microorganismos presentes en el ambiente.

7. Realizar periódicamente una limpieza y desinfección, como una rotación de desinfectantes en el laboratorio, con el fin de evitar la reproducción de hongos en el ambiente de trabajo y así prevenir afecciones alérgicas en el personal.

XIII. Referencias Bibliográficas

1. Concepción, O y Rojas, T. (2006). Contaminación fúngica en ambientes ocupacionales de la Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba.
2. Brock, T; Madigan, M. (2001). Microbiología. 10a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1109-1113.
3. Maldigan M, *et al.* (2004). Biología de los microorganismos. 10ª Ed. Madrid, España: Pearson Prentice-Hall. P. 607, 482-483.
4. Yang CS, Johanning E. (1997). Airborne fungi and mycotoxins. Manual of Environmental Microbiology. USA: ASM Press, pp. 651-660.
5. Alcalá, L.; Muñoz, P.; Peláez, T.; Bouza, E. (1999). *Aspergillus* y aspergilosis. Servicio de Microbiología Clínica. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, España.
6. Cone, J.E. Hodgson, M.J. (1989). Ed. Problem building: building associated illness and the sick building syndrome. Occupational Medicine: State of the art reviews; 4p.
7. Reynolds, S; Streifel, J; Mc Jilton, C. (1990). Elevated airborne concentrations of fungi in residential and office environments. USA: Amer Indust Asso Jour, 51:601-604.
8. Albright DM. (2001). Human health effects of airborne mycotoxins exposure in fungi-contaminated indoor environment. Professional Safety: 26-28.
9. Rodríguez de Koop N, Chiericatti C, Basílico MZ, Basílico JC. (1998). Estudio de la flora fúngica ambiental de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral. Rev Arg Micol 21: 10-13.
10. Sneller MR, Roby RR. (1979). Incidence of fungal spores at the homes of allergic patients in an agricultural community. I. A 12-month study in and out doors. Ann. Allergy 43(4): 225-228.

- 11.** Ascioğlu S, de Paw B, Bennett JE, et al. (2002) Defining opportunistic invasive fungal infections in immunocompromised patients with cancer and hematopoietic stem cell transplants: an international consensus. *Clin Infect Dis*.34: 7-14.
- 12.** Chantigny, M.A; Marcher, J.M.; Burge, H.A y Solomon, W.R. (1989). Sampling airborne microorganisms and aeroallergens. P. 199 – 220. In. S. V. Hering (ed.), *Air Sampling Instruments for the evaluation of Atmospheric contaminants*. 7th ed. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati.
- 13.** Logemann Lima, Heidi. (1995). *Manual práctico de micología médica*. Facultad de ciencias químicas y farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 203.
<http://www.infecto.edu.uy/espanol/revisiontemas/tema4/histotema.htm>
- 14.** Morey P.R., Hodgson M.J., Sorenson W.G., Kullman G.J., Rhodes W.W. and Visvesvara G.S.: (1984). Environmental studies in moldy office buildings: Biological agents, sources and preventive measures. *Annual American Conference of Governmental Industrial Hygienists* 10, 21–35.
- 15.** Rao C.Y. and Burge H.: (1996). Review of quantitative standards and guidelines for fungi in indoor air. *J. Air & Waste Managt. Ass.* 46, 899–908.
- 16.** García, M. D., Uruburu, F. (2000). La conservación de cepas microbianas. *Actualidad SEM*; 30:12-6.
- 17.** Dr. Chin S. Yang, “Toxic Effects of Some Common Indoor Fungi.” Accessed February 6, (2001). Posted at http://www.envirovillage.com/Newsletters/Enviros/N04_09.htm; Mc Neel and Kreutzer, “Fungi & Indoor Air Quality.”
- 18.** Cecil F. Rose, *Antigens* (Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1999) ACGIH Bioaerosols Assessment and Control, Ch. 25, 25-1 to 25-11.

19. Rico, M. Fundamentos de Microbiología. Centro Editorial Javeriano. Santa Fe de Bogotá. 1998. p40-41
20. Chew GL, Douwes J, Doekes G et al. (2001) Fungal extracellular polysaccharides, beta (1,3)-glucans and culturable fungi in repeated sampling of house dust. *Indoor Air*; 11:171–8.
21. Douwes J, van der Sluis B, Doekes G et al. (1999). Fungal extracellular polysaccharides in house dust as a marker for exposure to fungi: relation with culturable fungi, reported home dampness, and respiratory symptoms. *J Allergy Clin Immunol*; 103: 494–500.
22. Mandrioli, P. and Ariatti, A. (2001). Aerobiology: future course of action. *Aerobiología* 17: 1-10.
23. Kwon Chung KJ, Bennet JE.(1992). *Medical mycology*. Philadelphia, Lea and Febiger.
24. de Hoog GS, Guarro J. (1995). *Atlas of clinical fungi*. Baarn-Reus, CBS-URV.
25. BioCen (2004)- *Manual de medios de cultivo*. Tercera edición. Centro Nacional de Biopreparados. Cuba.
26. Castañeda Roldán Elsa Iracena, Cuantificación de bioaerosoles en las áreas de proceso de una industria zapatera poblana y su relación con la salud de los trabajadores [en línea]. [s.e] España. [Citado: 4 de septiembre/2006]. <http://www.amimc.org.mx/revista/2006/26-1/cuantificacion.htm>.
27. Flannigan, B. (1992) Indoor microbiological pollutants—sources, species, characterisation: An evaluation. En *Chemical, Microbiological, Health and Comfort*

Aspects of Indoor Air Quality—State of the Art in SBS. , dirigido por H Knöppel y P Wolkoff. Dordrecht: Kluwer.

28. Rojas *et al.*, en el año 2006. (2006). *Aspergillus spp* en la atmósfera de la Ciudad de la Habana. Memoria del V taller sobre colecciones de Cultivo Microbiano. Ediciones Finlay. CD-ROM. ISBN 979-7076-13-6.

29. Schwartz, 1999 J. What are people dying of on high air pollution days? *Environ Res.* 1994; 64:26-35.

30. I., Meneses, F., Ruiz, S., Sierna, J.L., Huerta, J., White, M.C. y Etzel, R.A. 1996. Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in México city. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 154: pp. 300-307.

XIV. Anexos

1. Anexo No. 1:

CUESTIONARIO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE DEL ENTORNO DE TRABAJO RELACIONADA CON POSIBLES PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR HONGOS

Por este medio se requiere su consentimiento para contribuir a obtener algunos datos relacionados a la salud ocupacional indispensables para el estudio aeromicológico de la calidad del aire en locales ocupacionales de 3 laboratorios microbiológicos: -LAMIR-, LAFYM- y -AMSA-, para determinar tanto las características del entorno de trabajo como los posibles síntomas y signos, de ciertas patologías relacionadas con la calidad del aire del local de trabajo; por favor conteste si la patología que presenta considera que está relacionada con el ambiente de trabajo. **Si acepta participar e este estudio llene el cuadro siguiente. Agradezco de antemano su colaboración.**

MES: _____ FECHA: _____	LABORATORIO: _____ FIRMA: _____
----------------------------	------------------------------------

1. EDAD:

- 1) 18-29 2) 30-40 41-50 51-60 5) + de 60

2. ESTUDIOS REALIZADOS:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1. Ninguno/primarios sin acabar..... | <input type="checkbox"/> |
| 2. Graduado de sexto primaria..... | <input type="checkbox"/> |
| 3. Bachillerato..... | <input type="checkbox"/> |
| 4. Estudios superiores..... | <input type="checkbox"/> |
| 5. Graduado de estudios superiores..... | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cuánto tiempo hace que trabaja en el mismo local?

años meses

4. La temperatura y humedad /produce:

- | | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1. Demasiado calor..... | <input type="checkbox"/> | 2. Demasiado frío..... | <input type="checkbox"/> |
| 3. Demasiada humedad..... | <input type="checkbox"/> | 4. Demasiada sequedad..... | <input type="checkbox"/> |
| 5. Otros especificar..... | <input type="checkbox"/> | 6. No crea problemas..... | <input type="checkbox"/> |

En este mes, ha experimentado alguno de los síntomas que se expresan a continuación y que considere relacionados con el edificio en el que trabaja:

5. Síntomas oculares:

No Si Si la respuesta es sí continúe

1. Enrojecimiento.....
2. escozor / picor.....
3. Sequedad.....
4. Lagrimeo.....
5. Hinchazón.....
6. Visión borrosa.....
7. Otros.....

Con que frecuencia padece estas afecciones:

1. Semanalmente 2. Quincenalmente 3. Mensualmente
4. Trimestralmente 5. Semestralmente 6. Anualmente

6. Síntomas nasales:

No

Sí

Si la respuesta es sí continúe

1. Hemorragia nasal.....
2. Congestión nasal.....
3. Sequedad nasal.....
4. Rinitis (goteo nasal).....
5. Estornudos seguidos (+ de 3).....
6. Otros.....

Con que frecuencia padece estas afecciones:

1. Semanalmente 2. Quincenalmente 3. Mensualmente
4. Trimestralmente 5. Semestralmente 6. Anualmente

7. Síntomas de garganta:

No

Sí

Si la respuesta es sí continúe

1. Sequedad.....
2. Picor.....
3. Dolor.....

4. Otros.....

8. Trastornos respiratorios: No Sí Si la respuesta es sí continúe

1. Dificultad para respirar.....

2. Tos.....

3. Dolor en el pecho.....

4. Otros.....

Con que frecuencia padece estas afecciones:

1. Semanalmente 2. Quincenalmente 3. Mensualmente

4. Trimestralmente 5. Semestralmente 6. Anualmente

9. Trastornos cutáneos: No Sí Si la respuesta es sí continúe

1. Sequedad de piel.....

2. Erupciones.....

3. Escamas.....

4. Picor.....

5. Otros.....

Con que frecuencia padece estas afecciones:

1. Semanalmente 2. Quincenalmente 3. Mensualmente

4. Trimestralmente 5. Semestralmente 6. Anualmente

10. Síntomas parecidos a la gripe: No Sí Si la respuesta es sí continúe

1. Fiebre.....

2. Escalofríos.....

3. Debilidad.....

4. Otros.....

Con que frecuencia padece estas afecciones:

1. Semanalmente 2. Quincenalmente 3. Mensualmente
4. Trimestralmente 5. Semestralmente 6. Anualmente

2. Anexo No. 2. Resultados de la encuesta sobre la calidad del aire del entorno de trabajo relacionada con posibles alergias provocadas por hongos

Como se observa en la tabla 25, cinco de las siete personas encuestadas en el LAMIR, se encuentran en un rango de edad de 18-29 años. En el LAFYM una persona se encuentra en un rango de 18-29 años y la otra persona encuestada se encuentra en un rango de 30-40 años. En el laboratorio de AMSA varió el número de personas encuestadas a lo largo de los seis meses de muestreo como se observa en la tabla, la mayor parte del personal encuestado están de 18-29 años y sólo una persona se encuentra en un rango de 30-40 años.

Tabla 25.

Mes	LAMIR/No. personas						LAFYM/No. personas						AMSA/No. personas					
	18-29*	30-40*	41-50*	51-60*	>60*	Total	18-29*	30-40*	41-50*	51-60*	>60*	Total	18-29*	30-40*	41-50*	51-60*	>60*	Total
oct-08	3	1	1	0	0	5	1	1	0	0	0	2	5	1	0	0	0	6
nov-08	5	1	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2	4	1	0	0	0	5
dic-08	5	1	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3
ene-09	5	1	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0	4
feb-09	5	1	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0	4
mar-09	5	1	1	0	0	7	1	1	0	0	0	2	5	1	0	0	0	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Donde: * = edad en años.

En la tabla 26, se observa el grado académico alcanzado por el personal permanente de cada laboratorio. En LAMIR tres personas se encuentran en cuarto año de la carrera de Química Biológica, una persona cerró pensum de la carrera de Química Biológica, una persona cerró pensum de la carrera de Química Farmacéutica, una persona culminó bachillerato y una persona es graduada de estudios superiores. En el LAFYM trabajan dos personas, una de ellas cerró pensum de la carrera de Química Biológica y la otra se graduó de estudios superiores. En el laboratorio de AMSA la mayor parte del personal culminó los estudios superiores.

Tabla 26.

Mes	LAMIR/No. personas						LAFYM/No. personas						AMSA/No. personas					
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total
oct-08	0	0	1	3	1	5	0	0	0	1	1	2	0	1	0	2	3	6
nov-08	0	0	1	5	1	7	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	4	5
dic-08	0	0	1	5	1	7	0	0	0	1	1	2	0	0	0	2	1	3
ene-09	0	0	1	5	1	7	0	0	0	1	1	2	0	0	0	3	1	4
feb-09	0	0	1	5	1	7	0	0	0	1	1	2	0	0	0	3	1	4
mar-09	0	0	1	5	1	7	0	0	0	1	1	2	0	0	0	3	3	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Donde: 1= ninguno/primario sin acabar; 2= graduado de sexto primaria; 3= Bachillerato; 4= Estudios superiores y 5= Graduado de estudios superiores.

En la tabla 27, se muestra el tiempo que lleva trabajando cada una de las personas con un contrato permanente en los tres laboratorios que participaron en esta investigación. En el LAMIR de las siete personas, no todas son permanentes, sólo una de ellas lleva de cinco a diez años de trabajo dentro de este laboratorio. En el LAFYM únicamente hay dos personas fijas dentro del laboratorio, una lleva de cinco a diez años y la otra más de seis meses. En el laboratorio de AMSA, tres personas tienen más de seis meses y tres tienen de uno a cinco años de estar trabajando en este laboratorio.

Tabla 27.

Mes	LAMIR/No. personas						LAFYM/No. personas						AMSA/No. personas					
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total
Oct-08	2	1	1	1	0	5	1	0	0	1	0	2	2	2	2	0	0	6
Nov-08	4	1	1	1	0	7	1	0	0	1	0	2	1	1	3	0	0	5
Dic-08	4	1	1	0	1	7	1	0	0	1	0	2	1	1	1	0	0	3
Ene-09	4	1	1	0	1	7	1	0	0	1	0	2	1	1	2	0	0	4
Feb-09	4	1	1	0	1	7	1	0	0	1	0	2	0	2	2	0	0	4
Mar-09	4	1	1	0	1	7	1	0	0	1	0	2	3	0	3	0	0	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: 1= más de seis meses; 2= seis meses a un año; 3= de uno a cinco años; 4= de cinco a diez años y 5= más de 10 años.

En la tabla 28, se observan las respuestas a los efectos que producen en la salud los niveles de calor y temperatura que se produce en cada uno de los laboratorios a lo largo de los seis meses de muestreo. En todos los laboratorios se obtuvieron respuestas que muestran la presencia de afecciones a la salud por el elevado calor, demasiado frío, excesiva humedad, ambiente muy seco y en muy pocos casos la temperatura y la humedad no provocan problemas.

Tabla 28.

Mes	LAMIR/No. personas							LAFYM/No. personas							AMSA/No. personas						
	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Oct-08	1	2	1	0	0	1	5	1	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	4	6
Nov-08	1	2	1	0	0	3	7	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	3	5
Dic-08	1	4	1	0	0	1	7	2	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	3
Ene-09	1	5	1	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	0	4
Feb-09	0	3	1	0	0	3	7	1	0	0	0	0	1	2	2	0		1	0	1	4
Mar-09	1	2	2	1	0	1	7	1	0	0	0	0	1	2	3	0	1	1	0	1	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: 1= demasiado calor; 2= demasiado frío; 3= demasiada humedad; 4= demasiada sequedad; 5= otros especifique y 6= no crea problemas.

En la tabla 29, se reporta la presencia de síntomas oculares y la frecuencia de aparición en el personal de cada uno de los laboratorios a lo largo de los seis muestreos periódicos. Se observa que en el LAMIR durante los meses de noviembre y marzo se presentó el índice más alto de síntomas oculares. En el LAFYM, se reportaron estos síntomas durante los meses de febrero y marzo. En AMSA se indicó la presencia de síntomas oculares durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 29.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas								
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	
Oct-08	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	4
Nov-08	4	2	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	3
Dic-08	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	1	1	1
Ene-09	2	1	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Feb-09	2	1	0	1	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Mar-09	3	3	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la tabla 30, se observa la cantidad de personas que presentaron síntomas nasales a lo largo de los seis meses de muestreo. Además de la frecuencia de esta afección. De los tres laboratorios que participaron únicamente el personal del LAFYM no reportó síntomas nasales.

Tabla 30.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas							
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No
Oct-08	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	4
Nov-08	3	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Dic-08	6	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	2	
Ene-09	3	2	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	2	
Feb-09	4	1	1	2	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	2	
Mar-09	3	1	0	1	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	1	3	2	0	0	1	0	0	3	

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la tabla 31, se observa la presencia de síntomas de dolor de garganta y la periodicidad con que los trabajadores de los tres laboratorios padecen este síntoma. En el LAMIR y el laboratorio de AMSA se presentan semanalmente los síntomas de garganta.

Tabla 31.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas							
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No
Oct-08	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	4	
Nov-08	5	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	3	
Dic-08	2	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	
Ene-09	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	
Feb-09	4	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	3	
Mar-09	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	3	1	2	0	0	0	0	3	

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual

En la tabla 32, se presenta la frecuencia de aparición de algunos desórdenes respiratorios en las personas que laboran en los tres laboratorios a lo largo de los seis meses de monitoreo del aire. Como se observa en el LAMIR se presentó la mayor frecuencia

de desórdenes respiratorios en el personal en el mes de febrero. En el LAFYM únicamente se reportó en febrero. En el laboratorio de AMSA se obtuvo la mayor frecuencia en noviembre.

Tabla 32.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas							
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No
Oct-08	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	5
Nov-08	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	1	1	0	0	2
Dic-08	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Ene-09	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	3
Feb-09	3	1	0	2	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Mar-09	1	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la tabla 33, se observa en qué laboratorios el personal, reportó enfermedades cutáneas. El personal del LAMIR registró el mayor número de enfermedades cutáneas en los meses de febrero y marzo. En el LAFYM únicamente se reportaron en marzo. En el laboratorio de AMSA se registró la mayor frecuencia en los meses de enero, febrero y marzo.

Tabla 33.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas							
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No
Oct-08	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	5
Nov-08	2	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	4
Dic-08	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	1
Ene-09	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	2	0	0	1	0	1
Feb-09	4	3	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	1	0	0	0	1
Mar-09	4	3	0	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	1	0	0	3

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

En la tabla 34, se presentan los reportes de síntomas parecidos a la gripe. En los tres laboratorios (LAMIR, LAFYM y AMSA) se registró la presencia de estos síntomas.

Tabla 34.

Mes	LAMIR/No. personas								LAFYM/No. personas								AMSA/No. personas							
	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No	Sí	S	Q	M	T	Sm	A	No
Oct-08	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	4
Nov-08	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	0	3
Dic-08	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	2
Ene-09	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	3	
Feb-09	3	0	1	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	
Mar-09	2	0	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	4	

Fuente: datos experimentales, obtenidos en este estudio.

Datos: S= semanal; Q= quincenal; M= mensual; T= trimestral; Sm= semestral y A= anual.

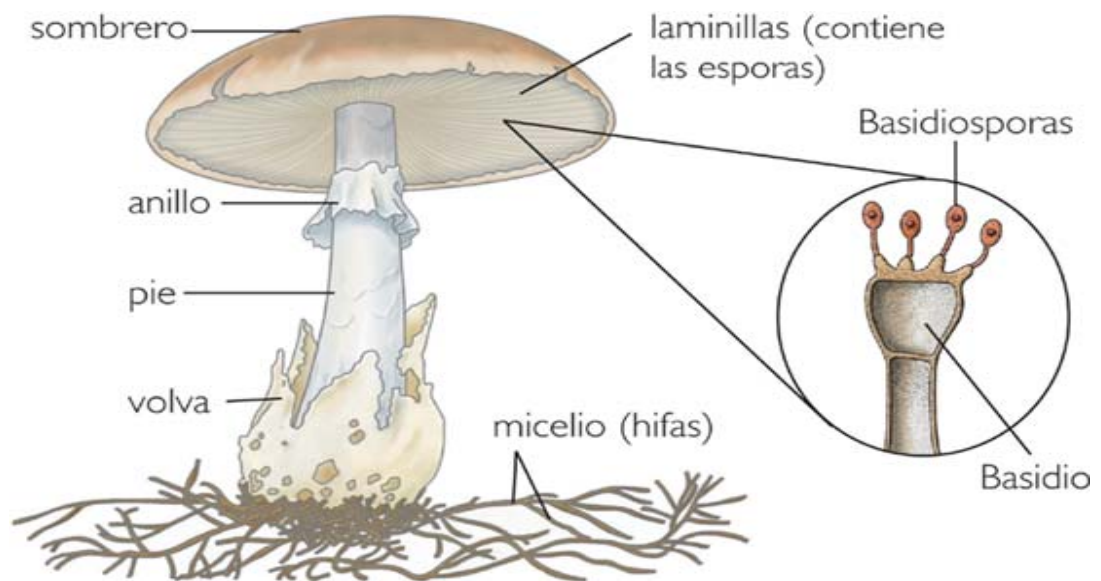
3. Anexo No. 3

Aeroscopio, en funcionamiento recolectando muestras microbiológicas de aire.



4. Anexo No. 4

Partes de un hongo



5. Anexo No. 5

Muestreo periódico en el LAFYM, (punto 1 ambiente exterior)



María Andrea Marroquín Rosales
Autora

Dra. Karin Larissa Herrera Aguilar
Jefe del proyecto de investigación
Asesora del plan de investigación

Lic. Julio Chinchilla Vettorazzi
Co Asesor del plan de investigación

Lic. Estuardo Serrano V.
Revisor

Licda. Lucrecia Martínez de Haase
Directora
Escuela de Química Farmacéutica

Oscar Manuel Cobar Pinto Ph.D
Decano