



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**ESTUDIO MICROBIOLÓGICO DEL AMBIENTE DE LOS LABORATORIOS
DE INVESTIGACIÓN DEL ITSON CAMPUS CENTRO, MEDIANTE
EL USO DEL MONITOR AÉREO MICROBIOLÓGICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO BIOTECNÓLOGO

PRESENTA

JOSÉ MANUEL BELTRÁN PARRA

CD. OBREGÓN, SON.

MAYO DE 2004

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
JUSTIFICACIÓN	xviii
OBJETIVO GENERAL	xix
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xx
HIPÓTESIS	xxi
I. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Contaminación del aire	1
1.2 Indicadores de contaminación del aire	2
1.3 Clasificación de la contaminación del aire	3
1.4 Enfermedades causadas por la contaminación del aire	4
1.4.1 Tuberculosis	4
1.4.2 Enfermedad de los Legionarios	5
1.4.3 Reacciones alérgicas	6
1.4.4 Neumonía hipersensitiva	7
1.4.5 Fiebre de humedecedores	8
1.4.6 Micotoxinas	9
1.5 Control de calidad del aire	9
1.6 Principio del monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM	10
1.7 Puntos más resaltantes del monitor microbiológico.....	10

II. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1 Localización de la zona de muestreo	12
2.2 Área de estudio	12
2.3 Sitios de muestreo	12
2.4 Esterilización y sanitización del equipo	13
2.4.1 Partes del equipo.....	13
2.4.2 Membranas y cajas petri.....	15
2.5 Procedimiento de manejo del equipo	15
2.6 Grabado de datos	16
2.7 Calibración del equipo	17
2.8 Procedimiento del análisis	17
2.8.1 Determinación de Organismos Mesófilos Aerobios en el ambiente por la técnica de placa abierta	17
2.8.2 Determinación de Organismos Mesófilos Aerobios en el Ambiente mediante el muestreador de aire SAS SUPER 100 TM -180 TM	18
2.8.3 Observaciones de la muestra en estudio que se tomarán en cada muestreo	18
2.9 Cálculo de resultados	19
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Interpretación de resultados	28
3.2 Análisis estadístico.....	30
IV. CONCLUSIONES	31
RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1.	Submenú del monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM	14
2.	Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).....	21
3.	Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Microbiología (Preparación de reactivos).....	22
4.	Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Acuicultura.....	23
5.	Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Biología Molecular.....	24
6.	Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Agua-Suelo-Planta.....	25

7. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Ecodesarrollo	26
8. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM , en el Laboratorio de Suelo	27
9. Prueba de comparación de medias.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1.	Equipo y accesorios del monitor microbiológico SAS SUPER 100 TM -180 TM	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Descripción	Página
1.	Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) (Primer muestreo).....	36
2.	Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios) (Primer muestreo).....	36
3.	Observaciones del laboratorio de Acuicultura (Primer muestreo).....	36
4.	Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta (Primer muestreo).....	37
5.	Observaciones del laboratorio de Biología Molecular (Primer muestreo).....	37
6.	Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo (Primer muestreo).....	37
7.	Observaciones del laboratorio de Suelo (Primer muestreo).....	38
8.	Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) (Segundo muestreo)	38
9.	Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios) (Segundo muestreo).....	38
10.	Observaciones del laboratorio de Acuicultura (Segundo muestreo).....	39
11.	Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta (Segundo muestreo).....	39
12.	Observaciones del laboratorio de Biología Molecular (Segundo muestreo).....	39
13.	Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo (Segundo muestreo).....	40

14. Observaciones del laboratorio de Suelo (Segundo muestreo).....	40
15. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) (Tercer muestreo)	40
16. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios) (Tercer muestreo).....	41
17. Observaciones del laboratorio de Acuicultura (Tercer muestreo).....	41
18. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta (Tercer muestreo).....	41
19. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular (Tercer muestreo).....	42
20. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo (Tercer muestreo).....	42
21. Observaciones del laboratorio de Suelo (Tercer muestreo).....	42
22. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) (Cuarto muestreo)	43
23. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios) (Cuarto muestreo).....	43
24. Observaciones del laboratorio de Acuicultura (Cuarto muestreo).....	43
25. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta (Cuarto muestreo).....	44
26. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular (Cuarto muestreo).....	44
27. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo (Cuarto muestreo).....	44
28. Observaciones del laboratorio de Suelo (Cuarto muestreo).....	45

29. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) (Quinto muestreo)	45
30. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios) (Quinto muestreo).....	45
31. Observaciones del laboratorio de Acuicultura (Quinto muestreo).....	46
32. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta (Quinto muestreo).....	46
33. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular (Quinto muestreo).....	46
34. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo (Quinto muestreo).....	47
35. Observaciones del laboratorio de Suelo (Quinto muestreo).....	47

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el período de octubre-diciembre de 2003, en los Laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón.

El objetivo fue realizar análisis del aire de los Laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón mediante el uso del monitor aéreo microbiológico con el fin de conocer si el ambiente es apto para realizar actividades del laboratorio y comparar mediante un análisis estadístico la efectividad del monitor microbiológico con el método de cuenta en placa abierta.

Se seleccionaron siete sitios de muestreo, se realizaron muestreos quincenalmente, para lo cual se tomaron dos muestras del laboratorio de Microbiología, una del laboratorio de: Acuacultura, Agua-Suelo-Planta, Biología Molecular, Ecodesarrollo y Suelo, recolectándose un total de 70 muestras. El método que se aplicó para analizar las muestras fue cuenta en placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100TM-180TM; para después realizar conteo de UFC/placa/15 minutos, así como distintas observaciones en cada muestreo que pueda alterar los resultados, para su posterior comparación e interpretación, en ambos casos.

Los resultados obtenidos para el laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) , Microbiología (Preparación de medios), Acuacultura, Biología Molecular, el 90% de las muestras cumplió con el rango establecido, de acuerdo al Standard Methods el cual indica no más de 15 UFC/placa/15 minutos. El 80% de las muestras cumplió con el límite asignado para el laboratorio de Agua-Suelo-Planta, Ecodesarrollo y Suelo estuvo dentro de los límites permisibles. Además se realizó un análisis estadístico comparativo de una vía (ONE WAY) con un alfa de 0.05 y

no se encontró suficiente evidencia de que sean diferentes el método de cuenta en placa abierta y el monitor microbiológico.

Por lo tanto, con los resultados anteriores, se concluye que la calidad del aire de los Laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Centro es óptima para llevar cabo con seguridad los análisis.

INTRODUCCIÓN

Aun cuando las acciones de control de la contaminación del aire provenga de fechas tan remotas como el siglo XIII , la mayor parte del esfuerzo principal en el mundo han tenido lugar desde 1945. En las décadas de 1930 y 1940, la chimenea de una fábrica que emitía una gruesa columna de humo se consideraba como un signo de prosperidad y algunas oficinas gubernamentales la incluían en sus símbolos oficiales (Nevers, 1998).

A lo largo de la historia, la humanidad ha estado en contacto con los contaminantes atmosféricos, sin embargo a medida que se desarrollaron las grandes ciudades y se consolidó la revolución industrial, la contaminación del aire se ha visto como algo común y cotidiano (Dickson, 1996).

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire, en cantidades bastante grandes como para producir efectos nocivos. Esta definición no restringe la contaminación del aire a causas humanas, aunque normalmente solo hablamos acerca de éstas. Los materiales indeseables pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, así como crear ofensas estéticas en la forma de aire de color café o brumoso, o bien, olores desagradables. Se sabe que los contaminantes pueden hacer estas cosas. Muchos de estos materiales son nocivos entran a la atmósfera provenientes de fuentes que, en la actualidad, se encuentran más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, en particular los países industrializados, las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas. Estas actividades se encuentran íntimamente asociadas con nuestro estándar de vida. Eliminar estas actividades causaría una disminución tan drástica en el estándar de vida que esta acción rara vez se considera. El remedio

propuesto en la mayor parte de los países industriales es continuar las actividades y controlar las emisiones contaminantes del aire que provengan de ellas (Nevers, 1998).

El problema de la contaminación del aire no puede encuadrarse como una situación que solo afecta a una región determinada, aunque hay que reconocer que se presenta de manera palpable en zonas de la ciudad. Existen abrumadoras evidencias sobre los efectos que ocasionan, los contaminantes del aire sobre la vida del planeta. El daño que el aire contaminado causa al organismo humano, de igual manera ataca de forma severa a los animales y al suelo (Seinfeld, 1978).

Se ha definido la contaminación del aire de muchas diferentes formas. En un sentido es la adición a nuestra atmósfera de cualquier material que tenga un efecto perjudicial en los seres vivos de nuestro planeta. El problema más común y difundido con respecto a microorganismos presentes en el aire, ya sea directa e indirectamente, por naturaleza propia del aire o por manipulación del hombre que el aire es contaminado (Dickson, 1996).

Si dicha contaminación es reciente y esta afectando cierta área específica de trabajo puede ser que la causa sea el material de manejo, el mismo personal o alguna contaminación ya preexistente, por mala sanitización o esterilización del equipo; repercutiendo finalmente en la alteración de resultados e incluso que el personal sea objeto de alguna infección.

Por lo antes mencionado se llevó a cabo este estudio para evaluar si el aire que se encuentra en el interior de los laboratorios está en condiciones óptimas para realizar los análisis con seguridad, y a su vez hizo una comparación para saber si hay alguna diferencia entre el método de cuenta en placa y el monitor microbiológico.

JUSTIFICACIÓN

En el siguiente trabajo se realizó un estudio de la calidad microbiológica del aire de los laboratorios de investigación del ITSON Unidad Obregón, para saber si se encuentra en condiciones óptimas para realizar las actividades correspondientes a cada laboratorio; así como también implementar el uso del monitor microbiológico SAS SUPER 100TM-180TM porque es un método más sensible.

OBJETIVO GENERAL

Realizar análisis del aire de los Laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón mediante el uso del monitor aéreo microbiológico SAS SUPER 100TM-180TM con el fin de conocer si el ambiente es apto para realizar actividades del laboratorio y comparar mediante un análisis estadístico la efectividad del monitor microbiológico con el método de cuenta en placa abierta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar los sitios estratégicos de muestreo en cada laboratorio en que se realizó el estudio.
- Realizar cuenta total viable de mesófilos aerobios por el método de cuenta en placa abierta.
- Comparar mediante un análisis estadístico la efectividad del monitor microbiológico con el método de cuenta en placa abierta.

HIPÓTESIS

Es posible que en el aire que circula en el interior de los laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón, se encuentre la presencia de microorganismos debido a que se manejan diferentes tipos de muestras como: alimentos, agua residual y suelo.

I. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Contaminación del aire

El aire es el elemento indispensable para todos los seres vivos, por su componente oxígeno O₂, que es esencial para las funciones metabólicas. A partir de la Revolución industrial inició un proceso de contaminación acelerado por la quema de combustibles fósiles, debido al desarrollo de proyectos de industrialización. La atmósfera terrestre ha recibido en los últimos ciento cincuenta años una carga de gases y de sustancias más alta de la que ella está capacitada para manejar mediante la bioremediación, el dióxido de carbono, los clorofluorocarbonos (CFC), el metano, los óxidos del nitrógeno y el ozono, que hemos estado descargando en la atmósfera durante siglo y medio, combinados con el proceso acelerado de devastación de los bosques y selvas tropicales han generado el conocido Efecto Invernadero. Las condiciones creadas a partir del Efecto Invernadero van desde la elevación de la temperatura del planeta, destrucción de la capa de ozono, aumento del cáncer en la piel por irradiación solar, aumento de infecciones respiratorias con preponderancia del asma alérgica y bronquial, afecciones visuales por incidencia de rayos ultravioleta, hasta el desequilibrio en el ciclo hídrico producto de la elevación de la temperatura, produciendo los famosos “desastres naturales” como inundaciones y sequías, con la secuela de enfermedades bacterianas y víricas que se reactivan al encontrar temperaturas óptimas como son generalmente altas. Cabe destacar de la gran proliferación de alergias cutáneas y respiratorias de las últimas décadas producto del Efecto Invernadero y de la lluvia ácida producto de los dióxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno, esta lluvia ácida que afecta desde embalses de agua hasta la destrucción masiva de cultivos o bosques con su irremediable consecuencia. El

dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, compuestos contaminantes generados por las centrales térmicas que queman carbón o por los automóviles, pasan a la atmósfera. Por efecto de la lluvia, pueden experimentar cambios y caer a la tierra en forma de lluvia o nieve acidificadas. Esta lluvia destruye la flora y la fauna de los ríos, daña los bosques e incluso ataca los muros de los edificios.

Otra preocupación es que el aire es vehículo ideal, para el transporte de una amplia gama de microorganismos patógenos derivados de la descomposición, de los desechos sólidos acumulados en nuestras ciudades y que muchas veces conjugados con otros, desatan brotes infecciosos que por su origen son verdaderos quebraderos de cabeza para los profesionales de la salud. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.htm (2004).

1.2 Indicadores de contaminación del aire

Como regla muy simple, ningún aire sucio debe contener más de 1000 microorganismos por metro cúbico. Ningún aire en lugares más limpios (oficinas, cocinas, salas de espera) debe tener más de 100 UFC/m³.

Los microorganismos vivos transportados por el aire suelen tener resistencia insólita o solamente se encuentran en este medio por temporadas breves. Las formas resistentes pueden producir esporas o quistes; algunas de ellas son esféricas (las células esféricas tienen la menor zona superficial y resisten los agentes nocivos mejor que las células de otras formas); y algunos microorganismos resistentes poseen pigmentos que los protegen contra las radiaciones nocivas. En el aire del ambiente predominan bacterias y hongos. Las bacterias terrestres que sobreviven en el aire incluyen bacilos grampositivos, esporógenos, y cocos. Las esporas de los mohos por lo regular tienen origen terrestre. También se encuentran en el aire esporas, levaduras, algas y protozoarios. (Carpenter,1989).

Tan importante como el recuento total es la identificación de la flora. La identificación de los microorganismos aislados mediante el muestreo ambiental juega un papel fundamental a la hora de determinar posibles fuentes de contaminación, así como para poder estudiar cuales serán los desinfectantes más adecuados. En general, se puede establecer que las bacterias Gram negativas son indicadoras de problemas de contaminación en el agua, los cocos Gram positivos indican contaminación de origen humano y los bacilos Gram positivos esporulados, las levaduras y los mohos son indicadores de contaminación a partir del suelo http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html

1.3 Clasificación de la contaminación del aire

Podemos clasificar a los contaminantes biológicos del aire en dos grupos:

Seres vivos: bacterias, hongos, levaduras, virus, protozoos (amebas) y artrópodos (ácaros).

Subproductos biológicos: polen, esporas, pelos, caspa, excrementos y cadáveres de insectos, arácnidos, madera, papel, plumas, endotoxinas bacterianas, micotoxinas fúngicas.

El origen de estos contaminantes biológicos es, por orden decreciente de importancia:

- ✓ Las personas son la fuente mas importante de contaminantes biológicos.
- ✓ Polvo (de papel sobre todo), y de otras suciedades (tierra de las macetas).
- ✓ Entrada de aire exterior mal ubicada junto a la salida del aire interior, cocinas , wc.

La proliferación de estos contaminantes biológicos se da en las zonas húmedas del edificio (aguas estancadas en bandejas de recolección que no drenan y

proceden de torres de refrigeración, humidificadores), filtros de aire, cortinas textiles, pinturas porosas.

Las medidas preventivas serán las que disminuyan tanto el origen como la proliferación de contaminantes biológicos: menor densidad de población por sala, limpieza, no incluir aire exterior contaminado biológicamente, mantener unas condiciones de humedad ambiental nunca superiores al 70% de Humedad Relativa, eliminar las goteras e infiltraciones inmediatamente que se detectan, mantenimiento de filtros para que no se rompan (en tal caso se convierten en lo opuesto para lo que se han diseñado, en emisores de concentrados en vez de eliminadores), diseño sin material textil ni material poroso, reducir proporción de aire interno contaminado recirculado por medio de los efluentes antes mencionados. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004)

1.4 Enfermedades causadas por la contaminación del aire

1.4.1 Tuberculosis

En los interiores con aire de mala calidad se incrementa la transmisión de enfermedades infecciosas transportadas por el aire. La creciente incidencia de la tuberculosis es, al menos en parte, un problema relacionado con la aglomeración y la ventilación inadecuada. Cada vez es más evidente que un sistema de ventilación inadecuado o inapropiado en los entornos de atención a la salud o la aglomeración de poblaciones de alto riesgo pueden aumentar el riesgo de exposición.

Luego de una disminución constante, la incidencia de la tuberculosis empezó a aumentar a mediados de los años ochenta. El aumento de 4,7 por ciento en 1989 con un total de 23.495 casos en los Estados Unidos fue el más alto desde que la enfermedad empezó a notificarse a nivel nacional en 1953. El número de casos sigue creciendo cada año. La ventilación de aire fresco es un factor importante

para controlar el contagio. Los procedimientos como inducción y colección de esputo, broncoscopia y tratamiento con pentamidina en aerosol en personas con riesgo de tuberculosis (por ejemplo, pacientes con SIDA) deben realizarse en áreas de presión atmosférica negativa, con aire expulsado directamente al exterior, lejos de cualquier toma de aire. Lamentablemente, muchos establecimientos de atención a la salud no están bien equipados. La instalación de radiación ultravioleta mantenida adecuadamente, sobre todo en los niveles superiores del aire en interiores, es también un desinfectante útil. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004)

1.4.2 Enfermedad de los Legionarios

Es una neumonía asociada a la contaminación del aire de interiores que ataca principalmente a las personas expuestas mayores de 50 años, especialmente a los inmunosupresivos y a los que fuman o abusan del alcohol. La exposición a cepas especialmente virulentas también puede causar la enfermedad en otras poblaciones susceptibles. La tasa de letalidad es alta y varía de 5 a 25%. La eritromicina constituye el tratamiento más eficiente. El agente, *Legionella pneumophila*, se asocia con los sistemas de enfriamiento, baños de masajes, humidificadores, rociadores de vegetales en los mercados y otras fuentes, incluidos los grifos de agua en las casas. Esta bacteria o especie muy relacionada produce también una enfermedad controlada (de dos a cinco días), sin neumonía, parecida a la gripe que a veces se denomina fiebre de Pontiac, por el brote de 1968 en la ciudad de Michigan. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004)

1.4.3 Reacciones alérgicas

Las reacciones alérgicas constituyen una preocupación primordial relacionada con la exposición a contaminantes biológicos. Estas reacciones alérgicas van desde la rinitis, congestión nasal, inflamación de la conjuntiva y urticaria hasta el asma. Los factores que desencadenan estas enfermedades son los alérgenos derivados de los ácaros del polvo de los hogares; otros artrópodos, incluidas las cucarachas; mascotas (gatos, perros, aves, roedores); y artículos con proteínas, incluidas las plumas, material de relleno, etc. En los ambientes laborales, los alérgenos más inusuales (por ejemplo: enzimas de bacterias, algas) han ocasionado epidemias de asma. Es probable que la mayoría de proteínas de origen no humano puedan provocar asma en subgrupos de cualquier población expuesta.

Desde hace 20 años los ácaros son conocidos como fuente de alérgenos en el polvo de la casa. Actualmente, mediante técnicas y protocolos estandarizados es posible medir los alérgenos de los ácaros en el ambiente y los niveles de anticuerpos en los pacientes. Los expertos han propuesto estándares provisionales para los niveles de alérgenos de los ácaros del polvo que pueden producir sensibilización y síntomas. Un nivel riesgoso de exposición crónica que puede ocasionar sensibilización es $2\mu\text{g}$ de alérgeno *Dermatophagoides pteronysinus* por gramo de polvo (o 100 ácaros/g o 0,6 mg de guanina/g de polvo). Un nivel de riesgo de asma aguda en individuos alérgicos a los ácaros es $1\mu\text{g}$ de alérgeno por gramo de polvo (o 500 ácaros/g de polvo). Para controlar la infestación de ácaros de polvo de la casa se debe cubrir los colchones, lavar con agua caliente la ropa de cama y retirar las alfombras de las habitaciones. Se recomienda que la humedad relativa de las casas de los individuos alérgicos a los ácaros sea menor de 45 por ciento. Los ácaros se desecan en ambientes secos (humedad absoluta bajo 7 kg). La limpieza con aspiradora y el uso de acaricidas pueden ser medidas efectivas a corto plazo. Acarosán es un acaricida registrado en la EPA para tratar alfombras, muebles y camas contra los ácaros del polvo. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004)

1.4.4 Neumonía hipersensitiva

Otra clase de enfermedad hipersensible es la neumonía hipersensible, la cual incluye la fiebre de humedecedores. La neumonía hipersensible, también llamada alveolitis alérgica, es una enfermedad pulmonar granulomatosa intersticial ocasionada por la exposición a los antígenos transportados por el aire. Esta enfermedad puede afectar a cinco por ciento o más de una población expuesta a los antígenos (por ejemplo, granjeros y criadores de palomas). La exposición continua a los antígenos puede producir una fibrosis pulmonar de última etapa. La neumonía hipersensible se confunde frecuentemente con una neumonía de etiología infecciosa.

Se desconoce la prevalencia de la neumonía hipersensible en la población en general. Se ha descubierto que los brotes de neumonía hipersensible en edificios de oficinas se deben a los sistemas de aire acondicionado y a los humedecedores contaminados con bacterias y mohos. En los hogares, la neumonía hipersensible se origina frecuentemente por los humedecedores contaminados o por los antígenos de palomas y aves mascotas. El período de sensibilización previo a la reacción puede ser de meses o incluso años. Los síntomas agudos se producen cuatro o seis horas después de la exposición y se repiten cuando se enfrenta al agente ofensor. Estos síntomas incluyen tos, disnea, escalofríos, mialgia, fatiga y fiebre alta. Los nódulos o infiltraciones no específicos pueden notarse en las radiografías del pecho. La cuenta de células blancas en la sangre se eleva con un conteo específico contra el antígeno ofensor. La neumonía hipersensitiva responde generalmente a corticosteroides o cuando cesa la exposición (ya sea manteniendo a las personas con síntomas lejos de ambientes contaminados o removiendo los agentes ofensores).

http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004)

1.4.5 Fiebre de humedecedores

La fiebre de humedecedores es una enfermedad de etiología incierta. Comparte síntomas con la neumonía hipersensible, pero la alta tasa de casos y los efectos de corto plazo pueden indicar el tipo de toxinas involucradas (por ejemplo, endotoxinas bacterianas). El ataque ocurre unas horas después de la exposición. Es una enfermedad parecida a la gripe, marcada por fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, mialgia y malestar general pero sin síntomas pulmonares importantes. Normalmente disminuye en 24 horas sin dejar efectos residuales y raramente se consulta a un médico. Se ha relacionado la fiebre de humedecedores con la exposición a amebas, bacterias y hongos que se encuentran en los reservorios de los humedecedores, acondicionadores de aire y acuarios. La tasa de casos en un área de trabajo puede ser un poco elevada, algunas veces supera el 25%.

Las bacterias y hongos pueden ser emitidos de humedecedores de vapor frío y de ultrasonido. Los hongos mesofílicos, las bacterias termofílicas y actinomicetes termofílicos, asociados al desarrollo de respuestas alérgicas se han aislado de humedecedores incorporados al sistema de calefacción de aire forzado y en unidades de consolas separadas. Durante la operación de unidades ultrasónicas o de vapor frío se han observado concentraciones de microorganismos transportados por el aire que pueden ser bastante elevados para determinados individuos. El secado o la desinfección química con lejía o 3% de solución de peróxido de hidrógeno son remedios efectivos a corto plazo, pero no pueden considerarse como un mantenimiento confiable. Sólo son efectivos los regímenes de limpieza rigurosa diaria y a finales de estación, junto con la desinfección. La limpieza manual de reservorios contaminados puede ocasionar una exposición a alérgenos y patógenos. http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html, (2004).

1.4.6 Micotoxinas

Otra clase de agentes que puede ocasionar enfermedades relacionadas con exposiciones transportadas por el aire en interiores son las micotoxinas. Estos agentes son metabolitos fungales que tienen efectos tóxicos que van desde las irritaciones a corto plazo hasta la inmunosupresión y cáncer. Virtualmente toda la información relacionada con enfermedades ocasionadas por micotoxinas se refiere a la ingestión de alimentos contaminados. Sin embargo, las micotoxinas se presentan en algunos tipos de esporas fungales que pueden ingresar al cuerpo por la vía respiratoria. Se ha registrado por lo menos un caso de síntomas neurotóxicos posiblemente relacionados con la exposición a micotoxinas transportadas por el aire en un ambiente altamente contaminado. La piel es otra vía potencial de exposición a las micotoxinas. Las toxinas de diversos hongos han producido casos de dermatosis severa. En vista de los serios efectos tóxicos registrados por las micotoxinas, debería minimizarse la exposición a los agentes que dan lugar a las micotoxinas <http://www.ambiente-ecologico.com/revist63/cepis63.htm> (2004).

1.5 Control de calidad del aire

Para lograr mantener la calidad del aire es necesario implementar un programa de control de calidad interlaboratorios, que es un sistema de requisitos convenidos y de prácticas de laboratorio orientadas a mantener unos estándares mínimos de calidad entre el grupo de laboratorios participantes. Para establecer un programa de este tipo, los participantes deben adoptar primero unos procedimientos uniformes de toma de muestras y una metodología analítica estandarizada. Se establecen estándares mínimos para el funcionamiento del laboratorio: personal, instalaciones, equipos, suministros (agua, materia prima) tratamiento de datos y control de calidad (Alcántar, 2002).

Una vez establecidos los métodos y los estándares de funcionamiento del laboratorio, un equipo inspecciona las instalaciones y lleva a cabo estudios de validación de métodos y de evaluación del rendimiento, además de valorarse este aspecto del trabajo del laboratorio, se establecen los límites de aceptación (Ann, 1989).

1.6 Principio del monitor microbiológico SAS SUPER 100TM-180TM.

El sistema de superficie aérea (SAS) abarca a varios modelos que usan el mismo principio.

El aire es aspirado a una velocidad constante durante un tiempo variable o indeterminado a través de una tapa mecanizada con una serie de agujeros basados en un diseño especial. El flujo laminar resultante que dirige el flujo aéreo hacia la superficie del agar al “plato de contacto”, es el que contiene el examen microbiológico a realizar. Al completar el ciclo, el plato es removido e incubado. Los organismos son visibles a la vista y estos pueden contabilizarse para una estimación del nivel de contaminación. SAS SUPER 100TM-180TM DUO SAS SUPER 360TM, MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE ENVIRONMENT. Pbi international.2002

1.7 Puntos más resaltantes del monitor microbiológico

- A. Su modo de uso es fácil y barato.
- B. Para probar un volumen conocido de aire durante el tiempo disponible, proporcionar un rango de probar volúmenes.
- C. Para aspirar aire en un flujo laminar patrón con la velocidad suficiente para impactarlos organismos hacia la superficie del agar.

- D. Para la acumulación de datos en el nivel de higiene ambiental para que la fluctuación pueda monitorearse.
- E. Tomándose en cuenta los avances de la electrónica, por lo cual los resultados son más confiables en las diferentes condiciones de operación.
- F. Organizar el probador secuencial para obtener una muestra representativa dentro de las condiciones de operación actuales.

SAS SUPER 100™-180™ DUO SAS SUPER 360™, MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE ENVIRONMENT. Pbi international.2002

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de organismos mesófilos aerobios mediante el muestreador de aire SAS SUPER 100TM-180TM y mesófilos aerobios por el método de cuenta en placa abierta de los laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón, se recolectaron las muestras de diversas áreas estratégicas de los laboratorios. El período de muestreo en este trabajo comprendió los meses de octubre a diciembre de 2003.

2.1 Localización de la zona de muestreo.

Los laboratorios de Investigación del ITSON, se localizan dentro de las instalaciones de la Unidad Obregón del Instituto Tecnológico de Sonora, con dirección 5 de febrero número 818 sur, Apartado postal 541, en Ciudad Obregón, Sonora.

2.2. Área de estudio.

El estudio se realizó en los laboratorios de microbiología, suelo, acuacultura, agua-suelo-planta, biología molecular y ecodesarrollo.

2.3 Sitios de muestreo.

Los muestreos se realizaron en los siguientes laboratorios: se tomaron 2 muestras en el laboratorio de Microbiología, 1 en suelo, 1 en Agua-suelo-planta, 1 Ecodesarrollo, 1 Biología Molecular y 1 muestra en el laboratorio de Acuacultura por cada muestreo que se realizó quincenalmente durante dos meses y medio, siendo un total de cinco muestreos, recolectándose un total de 70 muestras.

2.4 Esterilización y sanitización del equipo

2.4.1 Partes del equipo

- a. Tapa del cabezal: se esteriliza con papel aluminio para que no haya contacto directo del calor con la tapa y evitar volver a infectar después de haber sido esterilizado, esto se realiza en un autoclave a 15lb/plg² durante 15 minutos.
- b. Turbina: esta parte se desinfecta tratando la superficie con algodón humedecido de alcohol al 70%.
- c. Plato de contacto. Se sanitiza utilizando etanol al 70%, a 30 cm de distancia frente al muestreador cuando el abanico esté corriendo, 30 segundos son suficientes para desinfectar la ruta aérea.
- d. Cuerpo de la unidad. Se limpia con alcohol etílico al 70% (Ver Figura 1).

NOTA: El área donde se realice la desinfección del equipo tendrá que ser de preferencia una mesa de laboratorio previamente desinfectada con fenol al 5% y el equipo deberá ser sanitizado en medio de dos mecheros a una distancia considerable.



TURBINA

PLATO DE CONTACTO

TAPA DEL CABEZAL

CUERPO DE LA UNIDAD

2.4.2 Membranas y cajas petri.

Estas no se esterilizan ya que se proporcionaron previamente estériles, en caso de no haber sido estériles se esterilizaron de la misma manera que la tapa de acero del cabezal.

2.5 Procedimiento de manejo del equipo

- ❖ Se pone a cargar el equipo por un espacio de tiempo no mayor de seis horas.
- ❖ El submenú se elige con las flecha indicadoras “ARRIBA” o “ABAJO” . En el submenú se encontrarán los siguientes comandos como: STANDARD MODE, USER MODE, PROGRAM MODE, DELAY MODE, MULTI MODE Y UTILITY MODE, los cuales se seleccionan con el botón ENTER (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Submenú del monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™.

MENU	DESCRIPCIÓN
START FOR XXX	Este mensaje indica que el probador de aire está leyendo, para repetir el mismo volumen de aire.
STANDARD MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire puede ser seleccionada de uno de los 8 arreglos de estándares de volumen de prueba.
USER MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire puede ser seleccionada de uno de los 8 pruebas de volumen programables.
PROGRAM MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire puede ser modificada 8 veces cada vez que se programe el volumen de prueba.

DELAY MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire puede ser programada para iniciar la prueba después de empezar el período.
MULTI MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire puede ser programada para extender el tiempo total de prueba “en el intervalo de tiempo secuencial” para la prueba.
UTILITY MODE	Este mensaje indica que la prueba de aire está programada para iniciar el siguiente submenú:
	SET TIME Para programar fecha y hora
	SAMPLING SITE Para identificar el punto de prueba
	IDENTIFY Para identificar el nombre del operador
	LANGUAGE Para desplazar el texto en diferentes lenguajes
	CLEAR RECORD Para borrar los datos grabados en la otra prueba
	DISPLAY RECORD Para mostrar los datos grabados de la prueba
	PRINT Para reportar los datos grabados
	AUTO SWITCH OFF Para desconectar el switch automático de apagado cuando el “control remoto infrarrojo” es usado

2.6 Grabado de datos

Todos los datos relacionados identificados por el instrumento, nombre del operador, sitio de prueba, fecha y hora del muestreo, tipo de media y UFC pueden ser reportadas en software específico del “software SAS”.

2.7 Calibración del equipo

Para proceder a la calibración del equipo se muestreó un volumen considerable de aire a analizar el cual después de varias pruebas se concluyó de que era de 1000 l durante un ciclo de 15 minutos para este caso, pudiendo variar conforme al área que esté examinando; refiriéndose en cuanto a características propias del sitio de muestreo, si es contaminado, ligeramente, moderadamente o extremado.

Se utilizó el volumen de aire de 1000 l durante un lapso de 15 minutos debido a que así se calibró el equipo con respecto al método de conteo en placa abierta en el que se confirmó que existía una cantidad similar de UFC/placa/15 minutos, después de haber tomado un número de muestras de 10 y haber realizado cuenta total viable de mesófilos aerobios en placa abierta por un lapso de 15 minutos.

2.8 Procedimiento del análisis.

2.8.1 Determinación de Organismos Mesófilos Aerobios en el ambiente por la técnica de placa abierta.

- Preparar cajas petri con 15-20 ml de agar estándar métodos.
- Colocar las cajas en los sitios de muestreo para el análisis.
- Abrir la caja, cuidando el no tocar la periferia de la base que contiene el medio de cultivo.
- Mantener la exposición de la caja a ambiente por un periodo de 15 minutos.
- Posteriormente cerrar la caja perfectamente cuidando el no contaminar la misma.
- Incubar las cajas a 35-37°C por un lapso de tiempo de 24-48 horas, expresando los resultados en UFC/placa/15 minutos .

2.8.2 Determinación de Organismos Mesófilos Aerobios en el Ambiente mediante el muestreador de aire SAS SUPER 100TM-180TM.

- Colocar el plato de maxi contacto que contiene la membrana en el cabezal del equipo cuidando que este procedimiento se haga en medio de dos mecheros para evitar posible contaminación.
- Volver a colocar el papel aluminio en el cabezal.
- En el sitio de muestreo quitar el papel aluminio y seleccionar un volumen de 1000 l de aire por un período de 15 minutos.
- Después de tomar la muestra apagar el equipo y colocar nuevamente el papel aluminio en el cabezal para evitar la recontaminación.
- Esterilizar la mesa con fenol al 5% y en medio de dos mecheros quitar el plato de maxi contacto.
- Proceder a retirar la membrana cuidadosamente con unas pinzas de disección estéril y sembrarlas en la placa con agar estándar métodos.
- Incubar las cajas a 35-37°C por un lapso de tiempo de 24-48 horas, expresando los resultados en UFC/placa/15 minutos.

2.8.3 Observaciones de la muestra en estudio que se tomarán en cada muestreo.

Se tomaron en cuenta las siguientes observaciones realizadas en cada sitio de muestreo:

- Número de personas presentes.
- Polvo en el lugar del muestreo.
- Insectos en el lugar de muestreo.

- Animales muertos o malos olores.
- Ventilación.
- Movimiento de material acumulado.
- Pláticas de personas alrededor de la muestra.

2.9 Cálculo de resultados

Unidades Formadoras de Colonias por 1000 litros de aire.

El número de organismos contabilizados sobre la superficie del “plato de contacto” debe ser correctamente por la posible permanencia de varias partículas que pueden estar pasando por el mismo agujero. La fórmula estadística fue tomada del trabajo hecho por J. Macher en el manual instructivo del equipo SAS SUPER 100TM-180TM. La cuenta probable (Pr) se usa entonces para calcular las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por metro cúbico de aire muestreado.

$$X = \frac{Pr \times 1000}{V}$$

Donde:

V = Volumen de aire muestreado = litros de aire.

r = Unidades formadoras de colonias contabilizadas en el plato de contacto de 55 mm.

Pr = Probable conteo obtenido por corrección positiva de los poros

x = Unidades formadoras de colonia por 1000 litros (=1 metro cúbico) de aire

Para expresar el resultado final en UFC/ft³, multiplicar el valor de UFC/m³ por **0.02832**.

NOTA: fórmula de conversión= 1 pie cúbico= 28.32 litros

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio se realizó durante el periodo de octubre a diciembre de 2003. Se recolectaron 35 muestras para obtener organismos mesofílicos aerobios en el ambiente dentro de los Laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón (10 muestras del laboratorio de Microbiología, 5 muestras de los laboratorios de : Acuacultura, Agua-Suelo-Planta, Biología Molecular, Ecodesarrollo y del laboratorio de Suelo), por el método de cuenta en placa abierta.

El mismo número de muestras para obtener organismos mesofílicos aerobios por cada 1000 litros de aire, en los mismos sitios de muestreo antes mencionados, utilizando el equipo SAS SUPER 100TM-180TM. Así como distintas observaciones en cada muestreo que pudiera alterar los resultados, para su posterior comparación e interpretación, en ambos casos.

TABLA 2. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/15 minutos	OBSERVACIONES
1	1	3	Número de personas 3
2	6	10	Limpieza, ventilación constante.
3	9	10	Ventilación constante, poco polvo en el piso.
4	8	6	Limpieza, número de personas 1.
5	1	*23	Limpieza, higiene, ventilación constante, material limpio.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 3. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l /15 minutos	OBSERVACIONES
1	7	11	Número de personas 3
2	2	2	Limpieza, ventilación constante.
3	*17	13	Ventilación constante, poco polvo en el piso.
4	7	3	Limpieza, número de personas de 1.
5	4	0	Limpieza, higiene, ventilación constante, material limpio.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 4. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Acuacultura.

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/15 minutos	OBSERVACIONES
1	12	5	4 personas laborando, no hay ventilación.
2	11	*17	No hay personal, lavabo con polvo, ventilación constante.
3	11	9	Área sin ventilación, no hay presencia de muestras.
4	10	6	Ventilación constante, pintura seca en el piso, platicas de personal.
5	12	1	Poca tierra en el piso, buena ventilación.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 5. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Biología Molecular.

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/15 minutos	OBSERVACIONES
1	4	3	Completamente limpio, no insectos, no personal laborando, no polvo, no insectos.
2	3	7	Polvo en la campana, 1 persona laborando, buena ventilación.
3	3	*18	2 personas laborando, buena limpieza, análisis de muestras.
4	0	2	Ninguna persona presente, no polvo, no insectos.
5	3	2	Poca tierra en el piso, buena ventilación.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 6. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Agua-Suelo-Planta.

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/ 15 minutos	OBSERVACIONES
1	4	3	2 personas laborando, poco polvo.
2	7	4	Muestras de agua y suelo en el área, polvo en piso y ventanas.
3	4	0	Poco polvo en el piso, ventilación constante.
4	*22	*30	2 personas laborando, manejo de muestras de suelo y agua potable, lavabo sucio.
5	14	7	No manejo de muestras, poco sucio lavabo, una persona laborando.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 7. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Ecodesarrollo .

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/ 15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/15 minutos	OBSERVACIONES
1	5	7	3 personas trabajando, poco polvo, ventilación, no hay insectos.
2	4	2	4 personas laborando, polvo en ventanas, ventilación constante.
3	0	3	3 personas presentes, no hay ventilación, buena limpieza.
4	*26	*64	4 personas laborando, polvo en ventanas, no hay ventilación, trabajando con muestras de suelo .
5	0	2	3 personas presentes, no hay ventilación, muy buena limpieza.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

TABLA 8. Resultados de organismos mesófilos aerobios por el método de placa abierta y el monitor microbiológico SAS SUPER 100™-180™, en el Laboratorio de Suelo .

Número de muestreos	Placa abierta UFC/placa/15 minutos	Monitor microbiológico UFC/1000 l/15 minutos	OBSERVACIONES
1	9	15	3 personas trabajando, poco polvo, ventilación, no hay insectos.
2	0	2	Poco polvo, no hay ventilación, 1 persona presente, no manejo de muestras.
3	4	*21	No hay ventilación, un poco de polvo en lavabo, 3 personas platicando.
4	*16	10	Ventanas abiertas, muestras de aguas residuales y lodos activados, poco de tierra en lavabo.
5	1	2	No presencia de muestras, buena limpieza, no insectos, buena ventilación.

(*). Fuera del límite establecido (no más de 15 UFC/placa/15 minutos), de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water (1998).

3.1 Interpretación de resultados

En los resultados obtenidos de organismos mesofílicos aeróbicos del ambiente para los cinco muestreos en el Laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra), el 90% de la muestras cumplieron con los límites establecidos por Standard Methods (Ver Tabla 2), el cual indica que para organismos mesofílicos aerobios no debe superar 15 colonias por placa por 15 minutos. Con excepción del quinto muestreo que se excedió el conteo con respecto al equipo, puede haberse debido a la ventilación constante lo que puede acarrear algo de polvo, aunque es mínimo porque sobrepasó el límite muy poco. En la Mesa de Preparación de medios el 90% de la muestras cumplieron con los límites debido a que se estaba trabajando en las mismas condiciones que las manejadas anteriormente (Ver Tabla 3).

En el laboratorio de Acuicultura el 90% de las muestras cumplieron con los límites de Standard Methods (Ver Tabla 4), excepto el segundo muestreo con el equipo el cual se excedió con dos UFC después del límite lo cual puede haberse debido a que había algo de polvo circulando en el lavabo.

Para el laboratorio de Biología Molecular el 90% de las muestras se encontraron dentro del límite (Ver Tabla 5). En el segundo muestreo con el equipo, salió contaminado debido a que había polvo en la campana del área de microscopía y en ese momento se encontraba una persona laborando.

En el laboratorio de Agua-Suelo-Planta el 80% de las muestras cumplió con los límites establecidos. En el cuarto muestreo para ambos casos sobrepasó, lo cual sucedió porque había en ese momento manejo de muestras de suelo (Ver Tabla 6).

Para el caso del laboratorio de Ecodesarrollo el 80% de las muestras estuvieron dentro de los límites (Ver Tabla 7), excepto el cuarto muestreo en el cual el equipo y en placa abierta excedió los límites, porque había cuatro personas laborando, polvo en ventanas y además se estaba trabajando con muestras de suelo.

El laboratorio de suelo el 80% de las muestras sobrepasó los límites para el caso de cuenta en placa abierta (Ver Tabla 8), fue el cuarto muestreo, en el cual estaban abiertas las ventanas del laboratorio, se estaba trabajando con muestras de agua residual y lodos activados, y para el equipo el tercer muestreo es el que sobrepasó probablemente porque estaban tres personas platicando cerca del equipo y además había un poco de polvo en los lavabos. El grado de contaminación microbiana en el aire interior está influido por factores como el grado de actividades de los individuos que ocupan la habitación.

3.2 Análisis estadístico

Tabla 9. Prueba de comparación de medias.

Tratamiento	Media
Cuenta en placa abierta	7.05a
Monitor microbiológico	9.22a

Letras iguales no existe diferencia significativa entre tratamientos, $\alpha=0.05$, 95% confianza.

Después de haber realizado el análisis comparativo estadístico de una vía (ONE WAY) por medio del ANOVA, en el software STATGRAPH PLUS VERSIÓN 5.0, se encontró que entre las medias de las UFC, el método en placa abierta y el método con el monitor microbiológico SAS SUPER 100TM-180TM no hay ninguna diferencia significativa estadísticamente (Ver Tabla 9) con un 95% de confianza, un alfa de 0.05 el cual indica el error estadístico, un valor de P de 0.3440.

IV. CONCLUSIONES

- En el laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra) el 100% de las muestras se encontraron en el rango establecido para el método de cuenta en placa abierta y el 80% cumplió para el monitor microbiológico; y en la Mesa de preparación de medios cumplió un 100% del total de las muestras para el monitor microbiológico y el 80% para el método de cuenta en placa abierta.
- En el laboratorio de Acuicultura se cumplió con los límites establecidos en el 100% de muestras cumplieron para el método de placa abierta y el 80% para el caso del monitor microbiológico .
- El 100% de las muestras analizadas cumplió con el estándar mencionado por el método de cuenta en placa abierta y para el monitor microbiológico el 80% de las muestras, en el laboratorio de Biología Molecular.
- En el laboratorio de Agua-Suelo-Planta el 80% de muestras cumplieron con el límite establecido, para ambos métodos.
- El 80% de las muestras que se analizaron en el laboratorio de Ecodesarrollo se encontraron dentro de los límites establecidos por Standard Methods, en ambos casos.
- Así mismo, en el laboratorio de Suelo un 80% de las muestras cumplieron con el valor establecido.

- Por lo tanto, no se encontró diferencia significativa entre el método de cuenta en placa abierta y el equipo SAS SUPER 100TM-180TM, son similares, de acuerdo al análisis estadístico realizado.

- Estadísticamente el aplicar un método u otro nos arrojará resultados con un 95% de similitud.

- La calidad del aire de los laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Centro es óptima para llevar cabo con seguridad los análisis y realizar las actividades correspondientes a cada laboratorio.

RECOMENDACIONES

- Proveer una ventilación adecuada para proporcionar oxígeno suficiente, evitar la condensación de vapor contar con extractores de aire para remover el aire.
- Usar cubre boca, guantes, bata y medidas estrictas cuando se trabaje con un organismo patógeno. Tratar de evitar al máximo aerosoles.
- Mantener cerradas las puertas del área donde se esté trabajando para evitar corrientes de aire.
- En caso de algún contagio aconsejar al enfermo pedir incapacidad si este individuo puede ocasionar algún contagio a un compañero de trabajo o alteraciones en procedimientos que requieren de mucha asepsia y no producir problemas en los resultados que se obtengan.
- Monitorear el aire por lo menos mensualmente evitando hablar durante los 15 minutos de muestreo. Evitar el acumulamiento de polvo en áreas de trabajo poco usadas.
- Usar desinfectantes para pisos y mesas de trabajo, usar también insecticidas las veces que sea necesario, utilizar aserrín al momento de barrer para no ocasionar levantamientos de polvo.

RECOMENDACIONES

- Proveer una ventilación adecuada para proporcionar oxígeno suficiente, evitar la condensación de vapor contar con extractores de aire para remover el aire.
- Usar cubre boca, guantes, bata y medidas estrictas cuando se trabaje con un organismo patógeno. Tratar de evitar al máximo aerosoles.
- Mantener cerradas las puertas del área donde se esté trabajando para evitar corrientes de aire.
- En caso de algún contagio aconsejar al enfermo pedir incapacidad si este individuo puede ocasionar algún contagio a un compañero de trabajo o alteraciones en procedimientos que requieren de mucha asepsia y no producir problemas en los resultados que se obtengan.
- Monitorear el aire por lo menos mensualmente evitando hablar durante los 15 minutos de muestreo. Evitar el acumulamiento de polvo en áreas de trabajo poco usadas.
- Usar desinfectantes para pisos y mesas de trabajo, usar también insecticidas las veces que sea necesario, utilizar aserrín al momento de barrer para no ocasionar levantamientos de polvo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántar F.C. (2002). Incidencia de organismos mesófilos aerobios en el ambiente de los laboratorios DIEP. Tesis Ingeniero Biotecnólogo. ITSON, Ciudad Obregón, Sonora, México.
- Ann H. Mary (1989). MÉTODOS NORMALIZADOS Para el análisis de aguas potables y residuales. 17^a. Ed. Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid, España. . pp. 9,2-9,5
- Carpenter L. (1989). Microbiología. 2^a. Ed. Interamericana, México, D.F.
- Dickson, T.R. (1996). Química-Enfoque Ecológico. Limusa, México, D.F. pp. 48
- Nevers, de Noel. (1998); Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire, Editorial McGraw-Hill, México, D.F. pp. 28
- Pelczar, Reid y Chan. (1992). Microbiología” 4^a. Ed. Mc Graw-Hill, México,D.F. pp. 651-660.
- SAS SUPER 100TM-180TM DUO SAS SUPER 360TM, MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE ENVIRONMENT. Pbi international.2002
- Seinfeld, J.H. (1978). Contaminación Atmosférica (Fundamentos Físicos y Químicos). Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, p.52
- http://html.rincondelvago.com/microbiologia_15.html
- <http://www.ambiente-ecologico.com/revist63/cepis63.htm>

ANEXOS

Resultados de las observaciones realizadas en cada muestreo de los distintos laboratorios que conforman los laboratorios de Investigación del ITSON Unidad Obregón.

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES QUE SE TOMARON EN CADA MUESTREO.

PRIMER MUESTREO

Anexo 1. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	Había material
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 2. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Dos personas platicando

Anexo 3. Observaciones del laboratorio de Acuicultura.

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	Termitas
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No se presento
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Platicas de dos personas

Anexo 4. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta.

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	Poco de polvo en las ventanas.
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	Si se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 5. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular.

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 6. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	Poco polvo en el piso
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	Si se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Si se presento

Anexo 7. Observaciones del laboratorio de Suelo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo en el lavabo
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

SEGUNDO MUESTREO

Anexo 8. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	Material lavado
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 9. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 10. Observaciones del laboratorio de Acuicultura.

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo en tanques y en casilleros
Insecto en el lugar del muestreo	Termitas
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No se presento
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 11. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta.

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	Muestras de suelo en el piso además polvo en ventanas.
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Dos personas

Anexo 12. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo en la campana
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 13. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	En ventanas un poco sucio
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 14. Observaciones del laboratorio de Suelo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No hay ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

TERCER MUESTREO

Anexo 15. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	Poco polvo en el piso
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 16. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Un poco de polvo de concreto
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 17. Observaciones del laboratorio de Acuicultura.

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 18. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta.

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	Presencia de muestras
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Todas las personas

Anexo 19. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular.

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Pláticas

Anexo 20. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Pláticas

Anexo 21. Observaciones del laboratorio de Suelo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo en piso y lavabo
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Abiertas las ventanas
Movimiento de material acumulado	Material de lodos activados
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

CUARTO MUESTREO

Anexo 22. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo a un lado de destilador
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	Si se presento

Anexo 23. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No había ventilación
Movimiento de material acumulado	Material a un lado de las básculas
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 24. Observaciones del laboratorio de Acuicultura.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Presencia de polvo de suelo y pintura seca.
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	Insectos muertos
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 25. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta.

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 26. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular.

	OBSERVACIONES
Número de personas	0
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 27. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Filtrando muestra de suelo
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 28. Observaciones del laboratorio de Suelo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	Poco polvo en fregadero
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Abiertas las ventanas
Movimiento de material acumulado	Material de lodos activados
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

QUINTO MUESTREO

Anexo 29. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Mesa de siembra).

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 30. Observaciones del laboratorio de Microbiología (Preparación de medios).

	OBSERVACIONES
Número de personas	4
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo en piso y mesa de básculas
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	En el área de las básculas
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 31. Observaciones del laboratorio de Acuicultura.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Puertas abiertas
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 32. Observaciones del laboratorio de Agua- Suelo-Planta.

	OBSERVACIONES
Número de personas	2
Polvo en el lugar del muestreo	Polvo a un lado del refrigerador
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	Presencia de muestras en la mesa
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 33. Observaciones del laboratorio de Biología Molecular.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	Aire acondicionado
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 34. Observaciones del laboratorio de Ecodesarrollo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	3
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No había ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento

Anexo 35. Observaciones del laboratorio de Suelo.

	OBSERVACIONES
Número de personas	1
Polvo en el lugar del muestreo	No se presento
Insecto en el lugar del muestreo	No se presento
Animales muertos o malos olores	No se presento
Ventilación	No ventilación
Movimiento de material acumulado	No se presento
Pláticas alrededor de la muestra	No se presento