

DISPERSIÓN DE MATERIALES AEROTRANSPORTABLES VIABLES, EN EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CD. DE MÉRIDA, YUCATÁN.

Rodríguez Gómez Sayda, Sauri Riancho Ma. Rosa, Peniche Ayora Irene, Pacheco Ávila Julia

Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Mérida
Av. De industrias no contaminantes por anillo periférico S/N, (999)941-01-66,
sayda_melina@hotmail.com

RESUMEN

Los sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos pueden contribuir a la dispersión de microorganismos que colonizan los residuos, los cuales se encuentran en diversos estados de degradación. La presencia y dispersión de material aerotransportable viable a partir de estos sitios, se considera como una fuente de riesgo para la salud, tanto de los trabajadores del sitio, como para los pobladores cercanos. El presente estudio tuvo como objetivo cuantificar y determinar la dispersión de partículas aerotransportables viables, en el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la Ciudad de Mérida, Yucatán, México. Después de dos muestreos preliminares, se seleccionaron 20 puntos de muestreo, basándose en la dirección del viento predominante. Se realizaron dos muestreos, utilizando el equipo Andersen de seis etapas para la colección de muestras. Agar Nutritivo y Agar de Dextrosa y Papa fueron empleados para la cuantificación de aerotransportables totales y hongos, respectivamente. El tiempo de muestreo fue 30 segundos y se ubicó el impactor a la altura respirable (1.50 m). Se registraron las cantidades máximas de UFC/m³ y se calcularon las medias geométricas para cada sitio. El software SURFER 8 fue empleado para mostrar la distribución espacial de los resultados en el área.

En la planta de composteo se encontró la cuantificación más alta, tanto para el conteo general de bioaerosoles, como para hongos. El relleno sanitario fue el área que registró el promedio más alto de aerotransportables, durante el primer muestreo realizado, mientras que en la planta de composteo se encontraron los promedios más altos en el segundo muestreo, tanto para los aerotransportables totales, como para los hongos. En los puntos de mayor generación de bioaerosoles, se encontraron altos porcentajes de microorganismos distribuidos en los estratos 4, 5 y 6 del Andersen. Esto implica la respiración de microorganismos con diámetros entre 2.1 y 0.65 μm .

Los resultados obtenidos muestran que las cuantificaciones realizadas se encuentran por debajo de los valores reportados para lugares semejantes en otras partes del mundo. Se recomienda un monitoreo periódico de las emisiones generadas para la reducción de riesgos en el trabajo.

Palabras clave: material aerotransportable viable, residuos sólidos municipales (RSM), Andersen, hongos, estafilococos, composteo, disposición final de residuos.

ABSTRACT

Solid waste managing and disposal systems can contribute to the dispersion of the microorganisms that colonize the waste which is found in diverse states of degradation. The

presence and dispersion of bioaerosols from these sites is considered as a potential human health risk for workers and for surrounding communities. The aim of this work was to quantify and to determine the dispersion of bioaerosols, in the area of recycling, composting and disposal of municipal solid waste of the City of Mérida, Yucatán, Mexico. After two preliminary surveys, 20 sampling points were selected, based on dominant wind direction. Samples were collected using a six stages Andersen. Nutritive agar and Dextrose and Potato agar were used for total counts and fungi quantification respectively. Sampling time was 30 seconds and the impactor was placed up to the breathable height (1.50 m). Maximum quantities of CFU/m³ were registered and geometric means were calculated for every sampling site. SURFER 8 software was employed in order to display the results on site.

The composting plant had the highest quantification for the general count of bioaerosols and the quantification of fungi. The landfill was the area of highest amount for the bioaerosols quantification during the first sampling. The highest averages for both, bioaerosols and fungi were found in the composting plant during the second sampling. High percentages of microorganisms distributed in the 4, 5 and 6 strata of the Andersen were found at the points of highest generation of bioaerosols for every evaluated site. This implies the breathing of microorganisms from 2.1 to 0.65 μm of diameter.

The presence of bioaerosols in this study site was not overhead the values reported for similar places in other parts of the world. Nevertheless, periodical monitoring is recommended in order to avoid risks to workers of the site.

Keywords: bioaerosols, municipal solid waste, Andersen, fungi, composting, waste disposal.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se considera que la generación de residuos sólidos municipales en los centros de población es uno de los focos de contaminación del aire, suelo y agua más preocupantes por su acelerado aumento como resultado del mismo crecimiento de las manchas urbanas.

En México, según datos obtenidos por el INEGI para el año 2003, la generación total de residuos sólidos en el territorio nacional se estimó en 32,916 miles de toneladas, de las cuales en el Estado de Yucatán únicamente se generó el 1.43% de dicho volumen. Sin embargo, a nivel nacional, la disposición final adecuada en rellenos sanitarios solo se registró para el 52.96% del volumen generado (INEGI, 2004). Se estima (año 2003), según datos registrados por el H. Ayuntamiento de Mérida, que la generación per cápita de basura es de 0.843 kg/día (H. Ayuntamiento de Mérida, 2004).

Los residuos sólidos recolectados se transportan al área que el Municipio de Mérida ha designado para las instalaciones de los sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales (RSM). Las instalaciones con las que se cuentan son: una planta de separación de residuos (para reciclaje), una planta de composteo de residuos orgánicos y un relleno sanitario para la disposición final de los residuos. Dichas instalaciones, se ubican aproximadamente a 8 km en dirección oeste del centro de Mérida, fuera del anillo periférico de la ciudad, localizándose en el margen izquierdo del camino hacia la hacienda de Chalmuch a 1.5 km del periférico de la Cd de Mérida (Archundia, 2000).

Un porcentaje considerable de los residuos sólidos municipales es considerada como putrescible y por lo tanto, de fácil colonización para las bacterias y hongos. Durante el manejo de estos

residuos, los microorganismos en desarrollo pueden ser dispersados como bioaerosoles y causar infecciones, alergias o incluso intoxicaciones a los trabajadores que manejan dichos residuos (Lundholm & Rylander, 1980; Clark et al., 1984; Malmros et al., 1992; Sigsgaard et al., 1994). Se han identificado tres fuentes de dicha contaminación en los residuos sólidos municipales (Beffa et al., 1998):

- Patógenos primarios de origen intestinal (bacterias, virus, huevos y quistes de parásitos, etc.).
- Formas patogénicas y alérgicas secundarias y oportunistas, principalmente hongos desarrollados durante el proceso de almacenamiento.
- Bacterias y hongos alérgicos, así como toxinas.

Los materiales viables aerotransportables (bioaerosoles), se definen como partículas de organismos vivos, que se encuentran suspendidas en el aire, tales como bacterias, virus, hongos, polen e incluso insectos muy pequeños o sus desechos (Huang, et al., 2002). Estas partículas pueden variar en tamaño desde los virus de menos de 0.1 micrómetro de diámetro, hasta las esporas de hongos de más de 100 micrómetros de diámetro (Canup, 2000).

Según estudios recientes, los materiales aerotransportables se han identificado como una fuente de enfermedades infecciosas y de las reacciones alérgicas tales como asma, neumonía, rinitis, sinusitis alérgica, hipersensibilidad, y fatiga (Huang et al., 2002).

El equipo Andersen 1 ACFM de seis etapas, de muestreo de partículas viables, es un filtro de cascada multi-orificio el cual es normalmente usado para medir la concentración y la distribución del tamaño de partículas de bacterias aerobias y hongos presentes en el aire. Dicho instrumento, ha sido ampliamente utilizado como un estándar para la cuantificación de partículas viables (Canup, 2000).

A pesar de que se considera que el relleno sanitario de la Ciudad de Mérida es uno de los tres mejores de toda Latinoamérica (H. Ayuntamiento, 2004), se podría afirmar que, dado el tipo de actividades realizadas en la planta de separación y en las celdas de disposición final, así como la naturaleza de los materiales residuales que se manejan en dichas áreas, se podría generar cierta contaminación del aire por la presencia de materiales viables aerotransportables, poniendo en riesgo de contaminación a los trabajadores del mismo relleno, la planta y a la población de los alrededores.

Dado lo anterior, al determinar y cuantificar la presencia de material aerotransportable, así como establecer la dispersión de dichos materiales, se tendrá una aproximación a los riesgos de contaminación por aerotransportables a partir de las instalaciones del sitio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Cd. de Mérida.

El objetivo general del presente trabajo es cuantificar y determinar la dispersión de partículas aerotransportables viables en las áreas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la Cd. de Mérida, para lo cual se pretende:

- Realizar un conteo total de los materiales aerotransportables viables presentes en el sitio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la Cd. de Mérida
- Determinar y cuantificar la presencia de material aerotransportable en el área de estudio (planta de separación, planta de tratamiento y relleno sanitario).
- Representar los esquemas de dispersión de material aerotransportable viable en el sitio de estudio y sus alrededores

METODOLOGÍA

La metodología desarrollada en este estudio constó de tres etapas: la realización de los muestreos en el sitio de estudio, la cuantificación de partículas viables aerotransportables, en función del equipo Andersen y la esquematización de la dispersión de los aerotransportables a partir de las fuentes generadoras.

Muestreo

El sitio de muestreo es el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la ciudad de Mérida. Adicionalmente se eligió un sitio testigo, el cual es el albergue Pro – Vida para pacientes con VIH. En este lugar se seleccionaron dos puntos, localizados uno antes y uno después de las instalaciones mencionadas, esto en función de la dirección predominante de los vientos.

Se realizaron dos muestreos preliminares en el sitio de estudio, utilizando el equipo Andersen de seis etapas, modelo 10-709. Los objetivos de los muestreos preliminares fueron probar la presencia de material aerotransportable en el sitio, establecer el tiempo adecuado de bombeo y la selección de los medios de cultivo a utilizar en el muestreo.

Posteriormente, se seleccionaron 20 puntos de muestreo para la toma de muestras de aire, distribuidos en las cuatro posibles fuentes generadoras de aerotransportables: Relleno sanitario (11), Lagunas de lixiviados (2), Planta de composteo (2) y Planta separación (5). La ubicación de los puntos de muestreo se diseñó en función de la dirección del viento y de los puntos considerados con mayores posibilidades de generación de aerotransportables, a fin de cubrir, la mayor superficie posible. Los puntos de muestreo fueron ubicados en un esquema con coordenadas UTM tomadas por medio de un GPS.

Se realizaron dos muestreos, en Noviembre (2004) y Enero (2005), los cuales implican la toma de muestras con dos tipos de medios de cultivo. De esta forma cada muestreo se llevó a cabo en dos días, tomando en cada uno de dichos días las 20 muestras correspondientes a cada uno de los medios de cultivo utilizados.

Los medios de cultivo utilizados en los muestreos fueron agar bacteriológico para el conteo general y un medio con base de agar dextrosa y papa para el conteo de hongos. A este último se le añadieron 0.05 g de estreptomina/L, con el fin de inhibir el crecimiento de bacterias.

En cada uno de los muestreos realizados, se tomaron muestras de aire con el equipo Andersen de seis etapas, modelo 10-709, durante 30 segundos en cada uno de los 20 puntos previamente elegidos y distribuidos en el sitio, a un flujo constante de 28.3 l/min (según las especificaciones del equipo).

Cuantificación de materiales aerotransportables

Las muestras fueron colocadas en una incubadora, a 36.5°C para simular el crecimiento a la temperatura corporal promedio de un ser humano.

Las muestras tomadas con el agar bacteriológico para cultivo general, fueron incubadas durante 24 horas, para posteriormente contar los organismos presentes, con el equipo Contador de Colonias de marca LEICA QUEBEC PARKFIELD. Con el fin de diferenciar las colonias de

bacterias y hongos que se formaron, aquéllas que resultaban sospechosas en el análisis macroscópico, fueron tomadas y se realizaron Tinciones de Gram con el método de Hucker.

Las muestras tomadas con el medio específico de hongos, fueron incubadas durante 6 días a 36.5°C, contando los organismos al término de este tiempo con el equipo mencionado anteriormente, identificando macroscópicamente las especies de hongos presentes en las muestras.

De igual modo se fueron realizando comparaciones de las colonias formadas, en los diversos medios de cultivo, con las registradas en dos atlas de microbiología (Koneman, 1990 y Olds, 1982), con los cuales se pudo reconocer algunos de los organismos contados, tanto de hongos como de bacterias.

Con los datos obtenidos en laboratorio, se creó una base de datos en el programa EXCEL, en la cual se realizaron las operaciones de cálculo de los totales como Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico de aire (UFC/m³). Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$\% \text{ partículas viables por estrato del Andersen} \approx \frac{\text{num de colonias por estrato}}{\text{num total de colonias}} * 100$$

$$UFC/m^3 \approx \frac{\text{Num total de colonias}}{\text{Tiempo muestreado}}$$

Los resultados se presentan en tablas de resumen para las unidades formadoras de colonias obtenidas, así como en gráficas que representan la distribución en porcentaje de los organismos encontrados en las placas del equipo Andersen para los puntos de mayor generación de cada una de las cuatro áreas que conforman el sitio de estudio.

Esquematzación de la dispersión de los aerotransportables a partir de las fuentes generadoras

Con la información obtenida en la recolección de muestras de campo, se elaboraron planos de isoconcentraciones de los materiales aerotransportables presentes, utilizando el software SURFER 8, el cual es apropiado para dichas representaciones gráficas.

Para la elaboración de dichos planos, se utilizó la georreferenciación realizada durante el muestreo de los puntos de muestra, por lo que el programa realizó los cálculos en base a la técnica de variogramas de kriging para la representación gráfica de las concentraciones obtenidas en la superficie del sitio en estudio. Los planos de isoconcentraciones obtenidos, fueron analizados y se elaboraron recomendaciones en función de dichos resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos (en UFC/m³) para las cuantificaciones de material aerotransportable en los sitios que conforman el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Ciudad de Mérida.

Los resultados indican que las concentraciones máximas de aerotransportables se obtuvieron en el frente de trabajo del relleno sanitario, mientras que en la cuantificación de hongos el sitio de mayor presencia fue la planta de separación. En dichas mediciones las condiciones meteorológicas (temperatura, velocidad del viento y humedad relativa) se encontraban en condiciones similares, por lo que se asocian los resultados a los tipos y condiciones de residuos en el momento del muestreo.

Por otra parte, los promedios de generación indican que el sitio de mayor generación de aerotransportables es la planta de composteo y las lagunas de lixiviados, lo cual se soporta al establecer un mayor movimiento de los residuos al realizar las actividades de molienda y volteo de las pilas de composteo.

Tabla 1. Resultados obtenidos en la cuantificación de material aerotransportable en el sitio de estudio

PUNTOS DE MUESTREO	1er CONTEO GRAL. UFC/M ³	2do CONTEO GRAL. UFC/M ³	PROM	1er CONTEO DE HONGOS UFC/M ³	2do CONTEO DE HONGOS UFC/M ³	PROM
<i>TESTIGO</i>						
1	28	64	42	40	46	43
2	28	24	26	36	8	17
PROMEDIO	28	39	33	38	19	27
<i>RELLENO SANITARIO</i>						
1	1560	58	301	20	18	19
2	1094	124	368	50	134	82
3	1176	50	242	22	116	50
4	1170	138	402	116	22	50
5	892	174	394	34	18	25
6	612	244	386	44	26	34
7	510	64	181	64	2	11
8	582	84	221	48	28	37
9	346	126	209	14	20	17
10	242	62	122	36	22	28
12	196	222	209	22	28	25
PROMEDIO	630	106	259	36	25	30
<i>PLANTA DE COMPOSTEO Y LAGUNAS DE LIXIVIADOS</i>						
11	330	450	385	36	16	24
14	478	256	350	22	20	21
15	616	712	662	36	-	36
16	268	476	357	18	140	50
PROMEDIO	402	444	422	27	35	31
<i>PLANTA DE SEPARACIÓN</i>						
13	348	508	420	22	4	9
17	126	278	187	8	8	8
18	112	380	206	36	30	33
19	694	162	335	24	12	17
20	198	288	239	126	22	53

PROMEDIO	232	302	265	29	12	18
----------	-----	-----	-----	----	----	----

En los tres sitios que componen el área de estudio, se encontraron los mismos organismos presentes, aunque en cantidades distintas, de tal forma que la planta de composteo y los sitios del frente de trabajo y la planta de separación en los cuales se realizaban actividades de manejo, volteo o compactación de residuos, son los que presentaron una mayor cantidad de material aerotransportable. Por otra parte, la presencia de una especie indicadora en estudios de aerotransportables en exteriores, el *Aspergillus* se encontró de manera consistente en los muestreos realizados en el sitio de la Planta de Composteo.

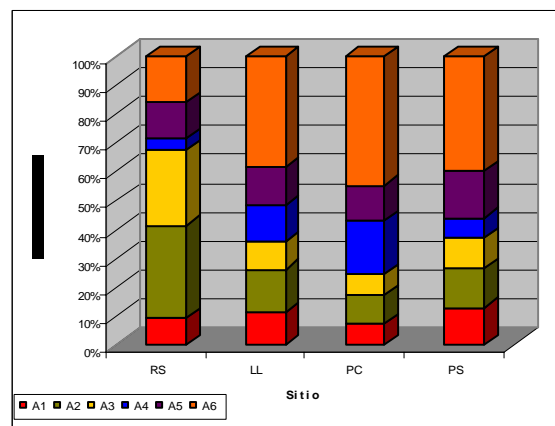
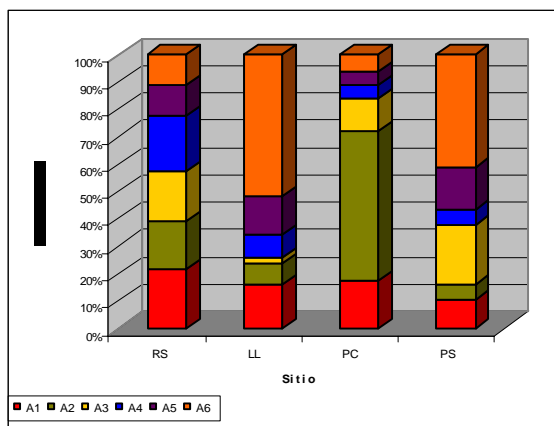
En el sitio testigo se encontró presencia de material aerotransportable, sin embargo las especies identificadas fueron principalmente levaduras y hongos comunes, que son asociados a la vegetación e incipiente desarrollo urbano en las cercanías.

De las once especies de bacterias y 9 de hongos presentes en el sitio de estudio, enlistadas en la Tabla 2, y que fueron identificadas en laboratorio, 14 de ellas son consideradas como patógenas. Algunas especies son consideradas como de riesgo a la salud dada la cronicidad o gravedad de las enfermedades que se pueden desarrollar por la respiración de dichos organismos, como por ejemplo las tres especies de *aspergillus* presentes, los neumococos, estreptococos y coliformes.

Tabla 2: Especies predominantes presentes en el sitio del estudio

NUMERO	BACTERIAS	HONGOS
1	Bacillus micoides	Actinomicetes
2	Bacillus sp.	Aspergillus flavus
3	Coliformes	Aspergillus fumigatus
4	Corynebacterium sp.	Aspergillus niger
5	Estreptococos sp.	Cryptococcus neoformans
6	Haemophilus	Microsporum
7	Micrococos sp.	Sporotrychum schenckii
8	Neumococos sp.	Trichophyton violaceum
9	Nocardia asteroides	Zygomycetes
10	Proteus mirabilis	
11	Pseudomonas	

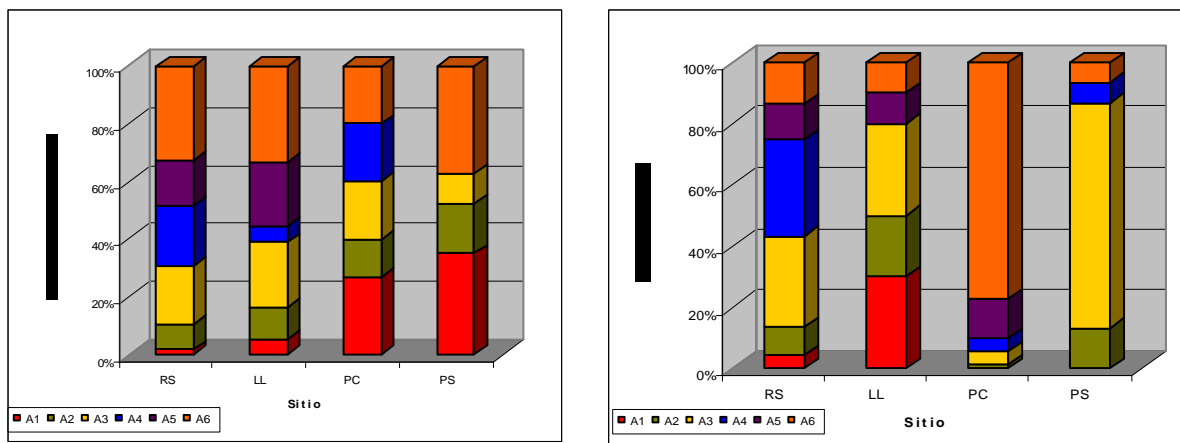
Las figuras (1 y 2), representan la distribución del material aerotransportable encontrado en los puntos de mayor incidencia, en cada uno de los estratos del equipo Andersen.



A: Primer muestreo

B: Segundo muestreo

Figura 1. Distribución de los organismos en cada estrato del equipo Andersen para los puntos de mayor presencia en el conteo general de aerotransportables.



A: Primer muestreo

B: Segundo muestreo

Figura 2. Distribución de los organismos en cada estrato del equipo Andersen para los puntos de mayor presencia en el conteo de hongos.

En las Figuras 1 y 2, se puede observar la mayor tendencia a la acumulación de material aerotransportable en los estratos mayores del Andersen, en especial en los estratos 3,4,5 y 6; esto implica la presencia de material muy pequeño (entre los 1.1 y 4.7 μm), lo cual resulta perjudicial a la salud dada la acumulación de dichos organismos en los trectos más pequeños del aparato respiratorio, como lo son los pulmones, bronquios y alvéolos. Dicha acumulación puede provocar, según el tipo de organismo respirado, diversas enfermedades alérgicas, respiratorias crónicas y enfermedades infecciosas graves.

Los resultados de la dispersión de material aerotransportable en el sitio de estudio, se muestran en las Figuras 3, 4, 5 y 6. En dichas figuras se delimitan las tres áreas que conforman el sitio, el polígono extremo izquierdo muestra el Relleno Sanitario, el polígono derecho superior demarca la Planta de Separación y el polígono derecho inferior denota la Planta de composteo y las Lagunas de Lixiviados.

En la Figura 3, se presenta la distribución de material aerotransportable para el primer conteo general realizado. Los vientos tuvieron una dirección dominante de SSW, lo cual se aprecia en la dispersión del material aerotransportable a partir de la fuente principal (el frente de trabajo del relleno sanitario. De igual manera se presentan en casi todo el sitio de estudio.

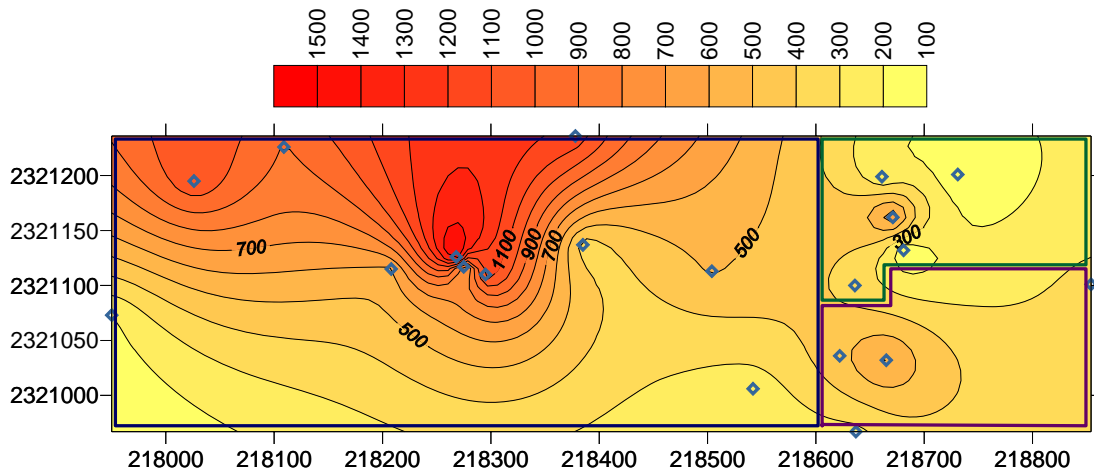


Figura 3: Distribución de la concentración de material aerotransportable viable en el primer muestreo.

En la Figura 4, se presentan los resultados del conteo general para el segundo muestreo, en la cual se muestra un claro punto de generación en la Planta de Composteo del sitio de estudio. Dicho muestreo se realizó con una prevalencia de vientos con dirección ESE y muestra una clara dispersión a partir del sitio de la Planta de composteo.

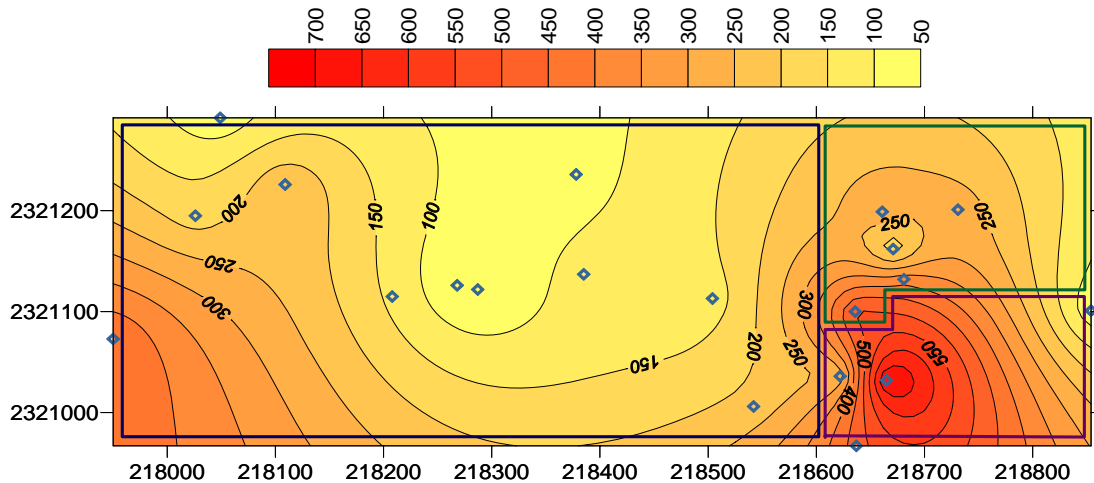


Figura 4: Distribución de la concentración de material aerotransportable viable en el segundo muestreo.

La Figura 5, representa la dispersión de los datos obtenidos en el primer muestreo para hongos, el cual se realizó con una prevalencia de vientos de SSE y representa la dispersión a partir de la Planta de Composteo como mayor generador y un punto del frente de trabajo situado al norte, que pudiera representar la dispersión del relleno sanitario dada la dirección del viento.

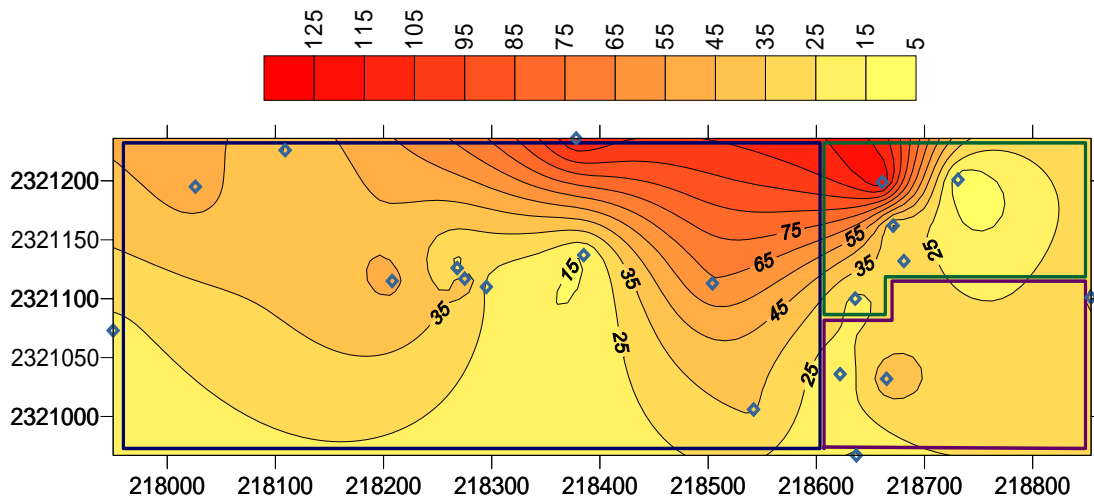


Figura 5: Distribución de la concentración de material aerotransportable viable (hongos) en el primer muestreo.

En la Figura. 6, se muestra el esquema de dispersión obtenido para los resultados de cuantificación de hongos en el segundo muestreo. Dichos resultados se obtuvieron con una prevalencia de vientos de SSW. En esta figura se aprecia la dispersión a partir de un punto específico en la planta de composteo y otro en el frente de trabajo del relleno sanitario, esta generación puntual se asocia a las actividades de trituración y compactación respectivamente, realizados al momento del muestreo.

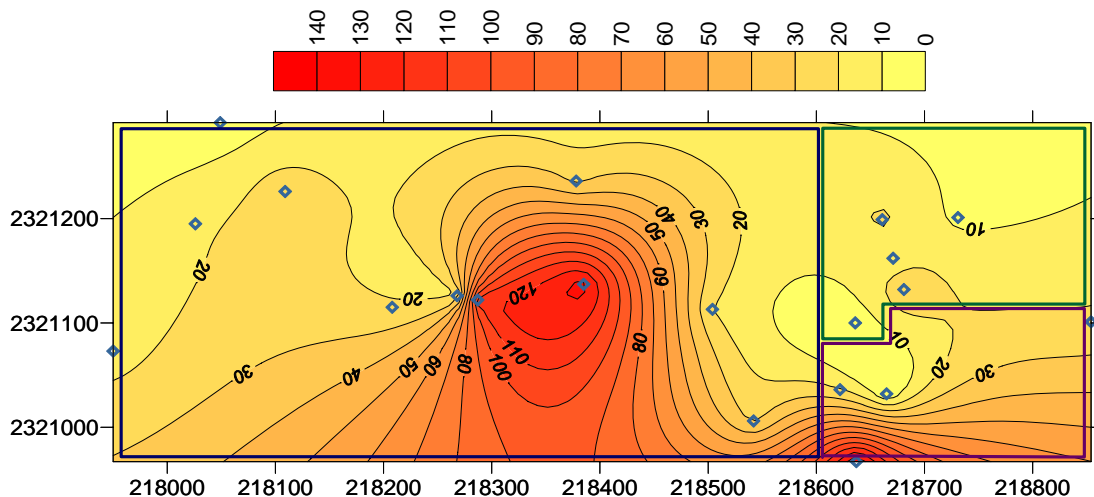


Figura 6: Distribución de la concentración de material aerotransportable viable (hongos) en el segundo muestreo.

En México no se cuenta con una legislación que establezca límites permisibles en cuanto a la generación de material aerotransportable viable por ninguna fuente, tal como es el caso de casi todos los países; sin embargo Inglaterra cuenta con una legislación al respecto la cual establece una generación máxima permisible de 1,000 UFC/m³ de hongos y 10,000 UFC/m³ de bacterias.

Los resultados obtenidos demuestran que los niveles generados se encuentran por debajo de los límites establecidos en ese país.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican la presencia de material aerotransportable en el sitio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Ciudad de Mérida, en función de la dirección de los vientos dominantes en dicho sitio. De igual manera se identificaron especies patógenas, parásitas y oportunistas de bacterias y hongos que pueden causar enfermedades agudas, graves y crónicas en las personas expuestas a dichos organismos.

La generación de material aerotransportable en la Planta de composteo se considera como la de mayor riesgo a la salud de los trabajadores, dadas las especies de *Aspergillus*, *Coliformes*, *Streptococos* y *Neumococos* presentes en dichos sitios, además de que los resultados demuestran que la generación es mucho más constante en dichos sitios, aún sin estar en operación directa, lo cual se asocia a la exposición al viento del material a moler y las pilas de composteo a cielo abierto.

Los resultados de la dispersión de material aerotransportable en el sitio de estudio, demuestran que las emisiones se encuentran por debajo de los estándares establecidos por la normativa ambiental de Inglaterra; sin embargo es de relevancia el monitoreo periódico de dichas emisiones dado que las concentraciones, como se ha demostrado, están directamente relacionadas con la cantidad y condición de los residuos presentes así como con la actividad de manejo de los mismos, siendo el mayor riesgo a la salud de los trabajadores que operan en el sitio de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a las autoridades y empresas a cargo de la operación del sitio, por las facilidades prestadas para la realización del presente estudio; a SETASA, en especial al ING. Luis Fernando Archundia Cañedo, a SUPSA y al H. Ayuntamiento de Mérida.

Al ING. Alfredo Cámara Zi por su colaboración en la georreferenciación del sitio de estudio. Al Q.I. José Ramírez Herrera por su valiosa ayuda en las actividades de campo realizadas.

REFERENCIAS

- Archundia L.F. (2000). *Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios sobre Material Cárstico. El caso de Mérida, Yucatán. XXVII Congreso Interamericano de AIDIS*, Porto Alegre, Brasil.
- Beffa T., Staib F., Lott Fisher J., Lyon P.F., Gumowski P., Marfenina O.E., Dunoyer-Geindre S., Georgen F., Roch-Susiki R., Gallaz L., Latgé J.P. (1998). *Mycological Control and Surveillance of Biological Waste and Compost. Medical Mycology*, 36 (suppl.I), 137-145.
- Canup N.D. (2000). *Andersen Viable (Microbial) Particle Sizing Samplers. Operation Manual (TR#76-900042). Andersen Instrument Inc.* Smyrna, GA.
- Clark C.S., Bjornson H.S., Schwartz-Fulton J. et al (1984). *Biological health risks associated with the composting of wastewater treatment plant sludge. Journal WPCF*, 56, 1269-1276. en Breum N.O., Nielsen B.H., Müller Nielsen E., Poulsen O.M. (1996). *Bio-*

Aerosols Exposure During Collection of Mixed Domestic Waste. An Intervention Study on Compactor Truck Desing. Waste Management and Research, 14, 527-536.

- H. Ayuntamiento de Mérida (2004). www.merida.gob.mx. Consultado: Marzo 2004.
- Huang C.Y., Lee C.C., Li F.C., Ma Y.P., Su H.J. (2002). *The Seasonal Distribution of Bioaerosols in Municipal Landfill Sites: a 3-yr Study. Atmospheric Environment*, 36 4385-4395.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI (2004). www.inegi.gob.mx. Consultado: Marzo 2004.
- Koneman E., Roberts G. (1990). *Micología Práctica de Laboratorio, Tercera edición. Editorial Médica Panamericana*. Buenos Aires, Argentina.
- Lundholm M. & Rylander R. (1980). *Occupational symptoms among compost workers. Journal of occupational medicine*, 22,256-257. en Breum N.O., Nielsen B.H., Müller Nielsen E., Poulsen O.M. (1996). *Bio-Aerosols Exposure During Collection of Mixed Domestic Waste. An Intervention Study on Compactor Truck Desing. Waste Management and Research*, 14, 527-536.
- Malmros P, Sigsgaard T & Bach B. (1992). *Occupational health problems due to garbage sorting. Waste management & research*, 10, 227-234. en Breum N.O., Nielsen B.H., Müller Nielsen E., Poulsen O.M. (1996). *Bio-Aerosols Exposure During Collection of Mixed Domestic Waste. An Intervention Study on Compactor Truck Desing. Waste Management and Research*, 14, 527-536.
- Olds R.J. (1982). *Atlas de Microbiología. Editorial Científico – Médica*.
- Sigsgaard T., Malmros P., Nersting L., Petersen C. (1994). *Respiratory disorders and atopy in Danish refuse workers. American journal of respiratory critical care medicine*, 149, 1407-1412.