

ANÁLISIS AEROBIOLÓGICO DEL RELLENO SANITARIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN SALCEDO

AEROBIOLOGICAL ANALYSIS OF THE SANITARY FILLAGE OF THE DECENTRALIZED AUTONOMOUS GOVERNMENT OF SALCEDO'S CITY

M. Córdova-Suárez¹, Nicole-Vásquez¹, Diego- Solis¹, E. Garcés-Sánchez¹, P. Ramos-Córdova²

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Av. Los Chasquis y río Payamino, Ambato – Ecuador

²Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato, EPM-GIDSA, Parroquia Izamba César Augusto Salazar y José Cobo, Ambato - Ecuador

Artículo recibido: 13/04/2018

Artículo aceptado: 06/06/2018

RESUMEN

El volumen de generación de residuos sólidos urbanos depende de varios factores socio-económicos entre los que tenemos el nivel de vida de la población, el ingreso económico de los hogares y de la zona que se trate (rural o urbana). La disposición final de los desechos hospitalarios y comunes son manejados por el personal del relleno sanitario del cantón Salcedo, este se encuentra ubicado en el sector de Jachaguango. El estudio aerobiológico del aire generará resultados sobre la realidad atmosférica de los principales sectores en la que se desempeñan los trabajadores del relleno. La determinación de los microorganismos patógenos presentes en el relleno, permite generar una base importante de datos que aportarán en la disminución de enfermedades en los empleados y en la propagación de epidemias originadas por el transporte en el aire de estos patógenos.

Palabras claves: pruebas IMViC, microorganismos patógenos, hongos, bacterias, desechos infecciosos, desechos comunes

ABSTRACT

The volume of solid urban waste generation depends on several socio-economic factors, such as the population's standard of living, the economic income of households and the area concerned (rural or urban). The final disposal of hospital and common wastes are managed by the sanitary landfill of the canton Salcedo; this is located in the sector of Jachaguango. The aerobiological study of air will generate results on the atmospheric reality of the main sectors in which fillers perform. The determination of the pathogenic microorganisms present in the landfill makes it possible to generate an important data base that will contribute to the future development of biosafety manuals to avoid diseases in the employees and to the reduction of epidemics caused by the transport in the air of these pathogens.

Keywords: IMViC tests, pathogens microorganisms, fungi, bacteria, infectious waste, common waste

1. INTRODUCCIÓN

El cantón Salcedo tiene graves problemas de contaminación al igual que otras ciudades del Ecuador, esto se debe principalmente por los desechos generados de manera cotidiana por sus habitantes, por esta razón el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Salcedo, específicamente el área de desechos sólidos, busca gestionar los mismos dentro del relleno sanitario del sector de Jachaguango (Donoso, Otto, Calahorrano, & Charcopa, 2014).

A causa de la acumulación diaria de basura en el relleno sanitario de Salcedo, se debe considerar el bienestar del factor antrópico, el cual es vulnerable a la acumulación de vectores y patógenos que se encuentran en el aire que abarca la zona de estudio (Jimenez, 2012). Los microorganismos son transportados a través de chimeneas encargadas de comunicar el interior del relleno con el medio ambiente externo, con la finalidad de expulsar principalmente gas metano y otros gases producto de la descomposición anaeróbica de los residuos previamente depositados y sellados (Andache & Castillo, 2016). Los vectores suspendidos en la atmósfera son fácilmente inhalables, produciendo efectos directos a la salud de los seres humanos que ejecutan su labor dentro de las instalaciones.

El estudio aerobiológico dentro del relleno sanitario del cantón Salcedo, permitirá identificar posibles microorganismos de características patógenas, que pueden llegar a ser los

responsables de afectar la integridad de los trabajadores, constituyéndose en una base de datos necesaria para el estudio de las posibles medidas a tomar que logren mitigar dichas afectaciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño experimental

Según lo planificado en la metodología del proceso, se realizó un diseño experimental del tipo AxBxC en el cual se consideraron tres factores. A continuación, en la tabla 1 se presenta la matriz del diseño.

Mediante el empleo del paquete estadístico Infostat estudiantil, se ha logrado desarrollar la prueba de Tuckey con un diseño experimental del tipo AxBxC a nivel de confianza del 95% de los datos de obtenidos de la medición por el método turbidimétrico, dando un total de 40 muestras, un coeficiente de correlación del 97% y un coeficiente de variación del 11,35%.

2.2. Análisis aerobiológico

El procedimiento empleado para la identificación de microorganismos patógenos se presenta en la figura 1.

2.3. Crecimiento Micótico

Para el análisis de crecimiento de hongos se utilizó el medio de cultivo líquido de infusión cerebro corazón (BHI) en el cual se añadieron antibióticos como Rifampicina

Tabla 1. Tratamientos resultantes de la combinación de los factores en estudio.

Tratamientos	A: Sectores	B: Hora	C: Días
a1b1c1	ADH	09h00	Lunes
a1b1c2	ADH	09h00	Martes
a1b1c3	ADH	09h00	Miércoles
a1b1c4	ADH	09h00	Jueves
a1b1c5	ADH	09h00	Viernes
a1b2c1	ADH	11h00	Lunes
a1b2c2	ADH	11h00	Martes
a1b2c3	ADH	11h00	Miércoles
a1b2c4	ADH	11h00	Jueves
a1b2c5	ADH	11h00	Viernes
a2b1c1	ADDSC	09h00	Lunes
a2b1c2	ADDSC	09h00	Martes
a2b1c3	ADDSC	09h00	Miércoles
a2b1c4	ADDSC	09h00	Jueves
a2b1c5	ADDSC	09h00	Viernes
a2b2c1	ADDSC	11h00	Lunes
a2b2c2	ADDSC	11h00	Martes
a2b2c3	ADDSC	11h00	Miércoles
a2b2c4	ADDSC	11h00	Jueves
a2b2c5	ADDSC	11h00	Viernes

Nota: Donde ADH representa al área de desechos hospitalarios y ADDSC representa el área de depósito de desechos sólidos comunes.

y Estreptomycin, para inhibir el crecimiento bacteriano, sin embargo, no existió crecimiento micótico al inocular el medio en cajas Petri.

2.4. Difusión en placa para bacterias

Se sembró por el método de difusión en placa, este procedimiento se realizó en los 40 tratamientos del muestreo bacteriano en agar McConkey y Tripteína Soya agar en los cuales se realizaron

diluciones de 10¹; 10²; 10³; 10⁴; 10⁵ y 10⁶ respectivamente. Logrando evidenciar crecimiento en la mayoría de las muestras tomadas posteriormente al tiempo de incubación (48 horas a 37 °C).

2.5. Difusión en placa para hongos

Se realizó difusión en placa de hongos, para la cual se inoculó la muestra en diluciones 10⁰ y 10¹ de las dos áreas

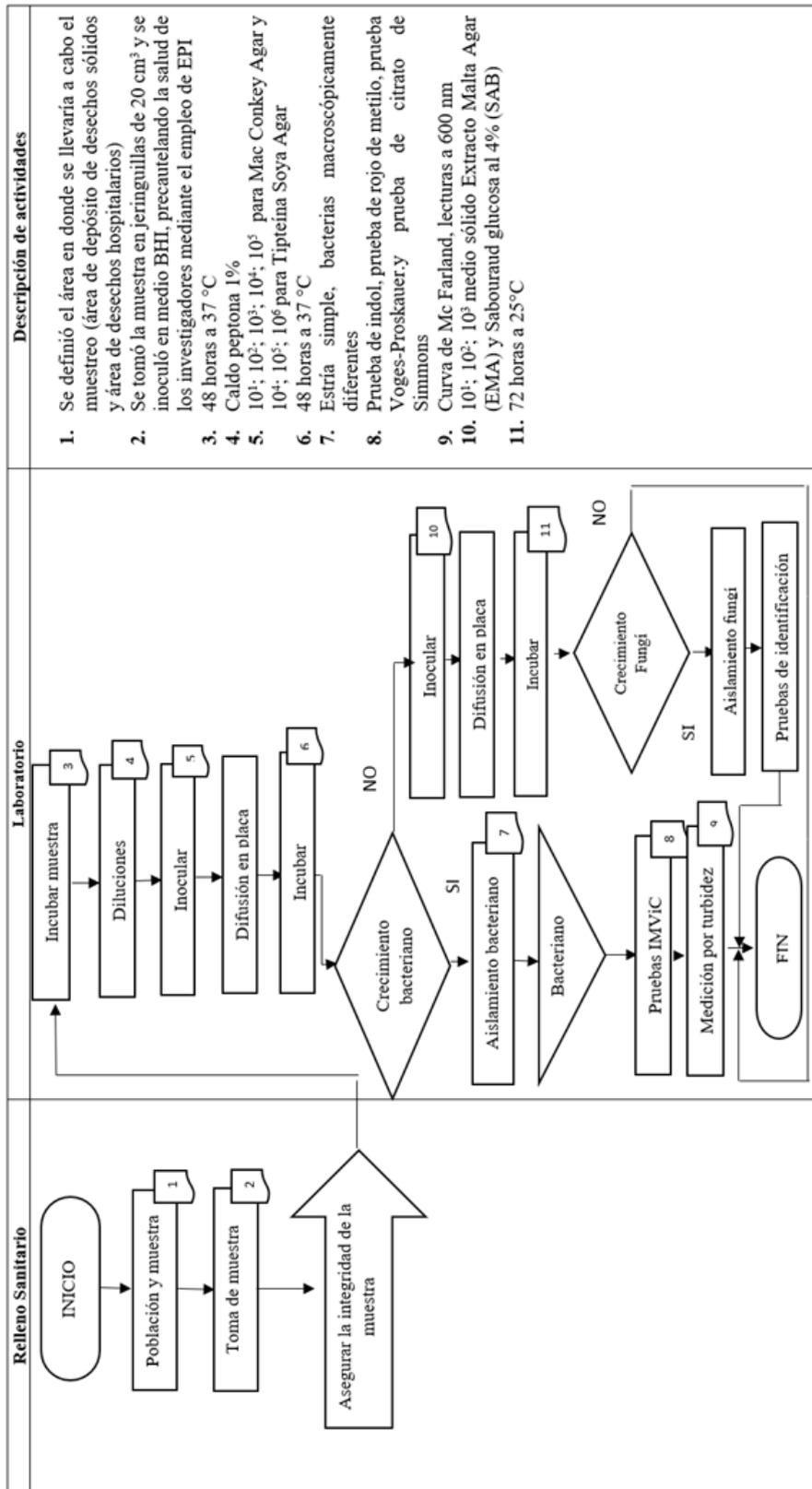


Figura 1. Metodología del Proceso

de estudio en medio Sabouraud agar glucosa al 4% y Extracto Malta agar, se constató la ausencia de crecimiento de hongos luego del tiempo de incubación (48 horas).

2.6. Aislamiento bacteriano

Cada colonia fue purificada en cajas tri-petri con el mismo medio de cultivo del que fueron extraídas, garantizando de esta manera que las funciones metabólicas de los microorganismos no se vean afectadas por el cambio de sustrato empleado en el medio. Posterior al tiempo de incubación (48 horas a 37 °C) de las estrías simples, se evidenció que el crecimiento microbiano era apto para posteriores pruebas.

2.7. Pruebas IMViC

Para las pruebas IMViC se aislaron 129 bacterias distintas macroscópicamente, las cuales fueron sometidas a la prueba de Indol, Rojo de Metilo, Voges-Proskauer y Citrato de Simmons. Los resultados de estas pruebas se aprecian por la variación de coloración que presentan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Crecimiento bacteriano

Se observó la presencia de crecimiento bacteriano en el medio de cultivo líquido Infusión Cerebro-Corazón (BHI), el cual presentó turbidez al

ser incubada por 48 horas a 37 °C. La turbidez del medio de cultivo evidenció la presencia de microorganismos en el relleno sanitario del cantón.

3.2. Difusión en placa para bacterias

Existió crecimiento en la gran mayoría de muestras en Tripteína Soya agar, esto se debió a que, el medio no es estrictamente selectivo, lo cual favorece al desarrollo de una mayor cantidad de microorganismos aerobios, anaerobios facultativos y estrictos (DocPlayer, 2017). A diferencia de McConkey agar en el cual no existió crecimiento mayoritario, debido a que, es un medio de diferenciación selectiva en el cual principalmente podemos encontrar Enterobacteriaceae y otros tipos de bacilos Gram negativos (Becton Dickinson, 2014).

3.3. Aislamiento bacteriano

El aislamiento bacteriano de las placas en medio de cultivo agar McConkey y Tripteína Soya agar, se llevó a cabo mediante purificación por estría simple de las colonias macroscópicamente diferentes, dando un resultado de 48 y 81 colonias aisladas respectivamente para cada medio de cultivo, siendo un total de 129 colonias por evaluar.

3.4. Pruebas IMViC

Las 129 bacterias distintas macroscópicamente, fueron sometidas a las pruebas IMViC. Estas pruebas permitieron identificar a los

microorganismos por la variación de color, esta variante se dio debido a que los microorganismos producen ciertos tipos de productos en presencia de los colorantes. Las bacterias fueron identificadas según su especie, esta identificación se basó en la reacción (cambio de color) que determinó a que especie de microorganismos perteneció en base de datos bibliográficos.

En la figura 2 se puede observar que existió una mayor frecuencia de *Pantoea agglomerans* el cual constó de 38 repeticiones, lo que corresponde al 29% del total de bacterias aisladas, *Enterobacter cloacae* Tipo II fue el segundo microorganismo más frecuentemente aislado con 24 repeticiones correspondiente al 19% del total de bacterias aisladas, *Shigella flexneri*/*Enterococcus faecalis* presentaron una frecuencia de incidencia de 23 repeticiones correspondiente al 17,83%, tanto

Proteus mirabilis como *Klebsiella pneumoniae*/*Enterobacter* presentaron la misma incidencia con 7 repeticiones lo cual corresponde al 5,43%, *Hafnia alvei* y *Staphylococcus aureus* tuvieron una frecuencia de 5 repeticiones cada uno lo cual corresponde al 3,88%, *Escherichia coli* con 2 repeticiones correspondientes al 1,55% y tanto *Citrobacter koseri* como *Klebsiella oxytoca* presentaron una frecuencia de 1 repetición cada uno correspondiente al 0,77%. Finalmente existieron dos colonias que no pudieron ser identificadas debido a que no se encontró los resultados estandarizados.

De este grupo de bacterias, *Escherichia coli* y *Salmonella typhi* fueron consideradas como peligrosas, debido a que, representan un riesgo para el trabajador, esto se debe a su capacidad de causar patologías graves en el ser humano, representando un serio riesgo en la salud de los trabajadores por lo

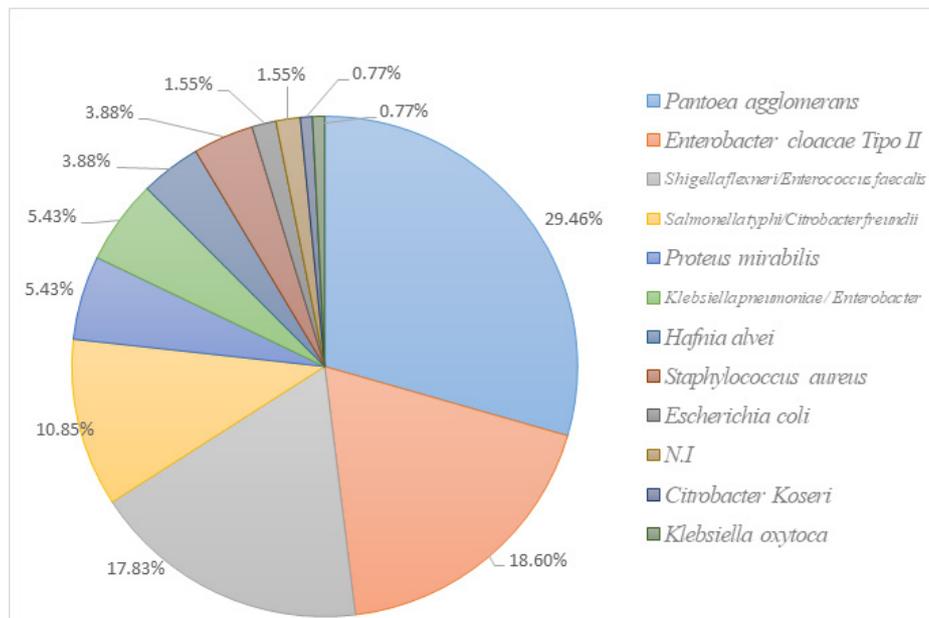


Figura 2. Repetitividad del aislamiento microbiano durante la fase experimental del proyecto.

que se consideran patógenos de alta peligrosidad, además presentan un serio riesgo para la comunidad debido a que puede ser transmitidos por medio del trabajador.

3.5. Medición de cantidad microbiana por turbidez

El método común de conteo en placa para la determinación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) no ha sido tomado como un método factible dentro del presente estudio, esto debido al tiempo y recursos económicos que se deben emplear, por lo que se realizó un análisis cuantitativo por medio de la medición de la turbidez de las muestras obtenidas a partir del crecimiento microbiano en el medio de cultivo (BHI), para la cual se requirió el empleo de la curva estándar de crecimiento microbiano, conocida como escala de Mc Farland o a su vez como curva estándar de Mc Farland, la cual provee los patrones necesarios por medio de reacciones químicas para conocer un valor estimado de microorganismos por métodos turbidimétricos y espectrofotométricos (Corrales, 2015).

3.6. Diseño experimental

Las interacciones tomadas en cuenta fueron: según la zona de desechos como a1(hospitalarios) y a2 (comunes), según la hora en la que se tomó que fueron b1 (9:00) y b2 (11:00), finalmente los días muestreados fueron c1 (lunes), c2 (martes), c3 (miércoles), c4 (jueves), c5 (viernes). Al ser objeto de la presente investigación la determinación de la mayor

concentración de microorganismos en el aire causantes de posibles enfermedades a los trabajadores del relleno sanitario del cantón Salcedo por exposición, se ha logrado deducir que las combinaciones a2b2c4 y a2b2c1 son estadísticamente significantes y representan los factores con mayor riesgo biológico en el período del estudio realizado. Estos resultados tienen gran relación con la información brindada por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Salcedo, en los que mencionaban que los días de feria del cantón corresponden a los días domingos y jueves (Lascano, 2016) y los desechos provenientes son depositados en grandes cantidades en las celdas de depósito.

4. CONCLUSIONES

Se puede observar que según la interacción estadística del diseño AxBxC el área de desechos sólidos es la de mayor concentración de microorganismos para los días jueves a las 11H00 y lunes a las 11H00, se pudo observar que existen microorganismos patógenos los cuales fueron identificados por las pruebas IMNViC demostrando así el riesgo al cual se ven expuestos los trabajadores, debido a las infecciones causadas por 15 cepas causantes de diferentes tipos de enfermedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becton Dickinson. (2014). BD MacConkey II Agar. Recuperado de <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8770>

- Carrasco, A., & Ricardo, E. (2016). Elaboración de instructivos de Seguridad Industrial para puestos de trabajo basados en un Estudio Aerobiológico del relleno sanitario de la Empresa Pública Municipal Gestión Integral de Desechos Sólidos Ambato. (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería Bioquímica). Recuperado de Repositorio UTA: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21686/1/BQ%2083.pdf>
- Corrales, M. (2015). Solución McFarland. Recuperado el 26 de enero de 2017, de <http://documents.tips/documents/solucion-mcfarland.html#>
- DocPlayer. (2017). Placas de petri conteniendo medios de cultivo. Placas de petri Tripteina Soja Agar (TSA). Recuperado de <https://docplayer.es/11370987-Placas-de-petri-conteniendo-medios-de-cultivo-placas-de-petri-triptona-soja-agar-tsa.html>
- Donoso, J., Otto, C., Calahorrano, O., y Charcopa, L. (2014). Relleno Sanitario San José de Jachaguango, Cantón Salcedo. Obtenido de Prezi.com: <https://prezi.com/bwt4cmwf7o9i/relleno-sanitario-san-jose-de-jachaguango-canton-salcedo/>
- Jimenez, A. M. (2012). Propuesta para el manejo de lixiviados generados en el relleno sanitario del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi. Obtenido de Repositorio UTC: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/582>
- Lascano, I. (2016). Inducción al Relleno Sanitario del Cantón Salcedo. (D. Solís, & N. Vásquez, Entrevistadores) Salcedo, Cotopaxi, Ecuador.