



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN**  
**ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**



---

**Estudio de la contaminación por la presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.**

---

Trabajo de Titulación, modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previa la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**AUTOR:** Valeria Estefanía Flores Silva

**TUTOR:** Ing. Manolo Córdova Suárez; Magister

**Ambato – Ecuador**

**Diciembre-2017**

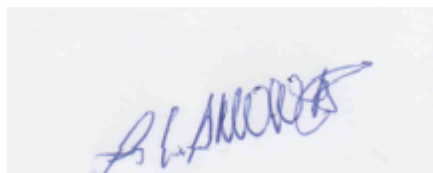
## **APROBACIÓN POR EL TUTOR**

**Ing. Manolo Córdova Suárez; Mg**

### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 03 de octubre de 2017



---

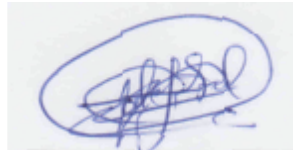
Ing. Manolo Córdova Suárez; Mg

C.I. 180284250-8

TUTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Valeria Estefanía Flores Silva, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previo la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'V' followed by 'EFS', enclosed within a blue oval. The signature is positioned above a horizontal line.

Valeria Estefanía Flores Silva

C.I. 180436073-1

AUTOR

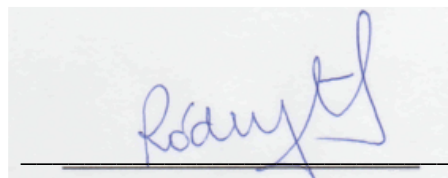
## APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Para constancia firman:**

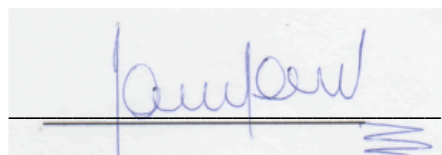


Presidente del Tribunal



Dr. Rodney David Peñafiel Ayala

C.I. 171228352-0



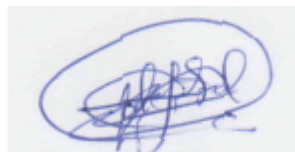
MSc. Lander Vinicio Pérez Aldás

Ambato, 07 de noviembre de 2017

C.I. 180270659-6

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizó a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación modalidad Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución. Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando nuestros derechos de autor.



---

Valeria Estefanía Flores Silva

C.I. 180436073-1

AUTOR

## DEDICATORIA

La realización de este trabajo y los logros alcanzados hasta la actualidad, han sido gracias al amor y cariño que me ha sabido brindar mi madre, por eso quiero dedicarte este trabajo que lo he realizado con esfuerzo. Gracias mamá Amparito por ser esa persona que ha inculcado en mí: buenos valores, por darme esa fuerza y confianza en todo momento.

*Valeria Estefanía*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme esa fuerza, valentía y sobre todo esas ganas de superarme, el camino que he recorrido hasta el día de hoy no ha sido fácil, ha sido un camino lleno de tropiezos y alegrías, pero la fe y la esperanza es lo que me ha hecho superar cada obstáculo.

Al Ing Manolo Córdova, por brindarme esa amistad y poner toda la confianza en la realización del presente trabajo.

Agradezco a la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, por cada uno de los años cursados, me ha brindado las enseñanzas de buenos docentes que han creado en mí conocimientos fructíferos. También agradezco al Ing. Javier Navarro director de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, quien me ha brindado su amistad y me ha permitido realizar la parte experimental del presente trabajo, gracias infinitos a Ud. y su equipo de operadores.

Agradezco a mi Padre Bacilio y a mi Madre Amparito, gracias por dejarme vivir cada uno de mis sueños y estar en cada uno de mis tropiezos, gracias por ser esas personas ejemplo de humildad y perseverancia. Agradezco a mis hermanas: Jenny, Alexandra y Aylin por creer en mí, en especial a mi hermana Jenny gracias por todos estos años juntas y por ser esa amiga incondicional que siempre me ha demostrado apoyo, cariño y confianza.

Agradezco a mis amigas que han estado en las buenas y en las malas, gracias por compartir conmigo momentos inolvidables y hacer de la universidad la mejor experiencia de mi vida, Por último, agradezco a una persona en especial, con la he compartido varios años de mi vida, ha sido la persona que me ha alentado a no rendirme en estos años de universidad, gracias por todo.

*Valeria Estefanía*

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### HOJAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
APROBACIÓN POR EL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	III
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
DERECHOS DE AUTOR .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTOS .....	VII
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	XVII

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. Tema.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo General .....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2



**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes investigativos .....	3
2.1.1.	Contaminación biológica del aire.....	5
2.1.2.	Seguridad y salud ocupacional en rellenos sanitarios.....	6
2.1.3.	Riesgos biológicos procedentes del manejo de residuos solidos .....	6
2.1.4.	Microorganismos como agentes patógenos .....	7
2.1.5.	Clasificación de agentes biológicos según su peligrosidad.....	14
2.1.6.	Pruebas IMVIC .....	15
2.1.7.	Cuantificación microbiana por el Método Turbidimétrico .....	18
2.2.	Hipótesis .....	19
2.2.1.	Hipótesis de la investigación.....	19
2.2.2.	Hipótesis estadística .....	19
2.2.3.	Señalamiento de las variables .....	19

**CAPITULO III**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.	Materiales y reactivos.....	20
3.2.	Método.....	22
3.2.1.	Estudio de área y muestreo de aire.....	22
3.2.2.	Análisis a nivel de laboratorio.....	23
3.2.3.	Desarrollo del Manual de Prevención de Riesgos Biológicos .....	25
3.3.	Diseño experimental.....	26

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Análisis y discusión de resultados.....	28
------	---	----

4.1.1.	Crecimiento microbiano.....	28
4.1.2.	Aislamiento bacteriano y fúngico .....	28
4.1.3.	Cuantificación de la cantidad de microorganismos (turbiedad).....	29
4.1.4.	Pruebas bioquímicas IMVIC.....	32
4.1.5.	Diseño experimental.....	34
4.1.6.	Desarrollo de un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos .....	37
4.2.	Verificación de hipótesis .....	39
4.2.1.	Hipótesis de la investigación.....	39
4.2.2.	Hipótesis estadística .....	39

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	40
5.2.	Recomendaciones .....	41

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

Propuesta.....	42
Bibliografía .....	104
ANEXOS .....	118
ANEXOS A. DATOS OBTENIDOS EN LA FASE EXPERIMENTAL.....	119
Anexo A-1. Tabla de resultados .....	119
Anexo A-3. Pruebas bioquímicas IMVIC .....	126
Anexo A-4. Diseño experimental .....	129
Anexo A-5. Gráficos.....	132

ANEXOS B. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL .....	133
Anexo B-1. Crecimiento microbiano.....	133
Anexo B-2. Pruebas bioquímicas IMVIC.....	136
Anexo B-3. Relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí ....	138

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la turbidez estándar de Mcfarland.....	18
Tabla 2. Materiales empleados.....	20
Tabla 3. Reactivos empleados.....	21
Tabla 4. Factores del diseño experimental AxBxC.....	26
Tabla 5: Tratamientos obtenidos en la combinación de los factores (AxBxC).....	26
Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA) .....	27
Tabla 7. Concentración de partículas biológicas aerotransportables expresados en UFC/ml.....	31
Tabla 8. Crecimiento de bacterias en medio de cultivo Tripteína Soya Agar, representado en código binario. ....	119
Tabla 9. Crecimiento de bacterias en medio de cultivo MacConkey Agar, representado en código binario.....	120
Tabla 10. Crecimiento de hongos en medio Extracto Malta Agar y medio Sabouraud glucosa al 4%, representado por código binario. ....	121
Tabla 11. Enumeración de bacterias aisladas de la Réplica 1 .....	122
Tabla 12. Enumeración de bacterias aisladas de la Réplica 2.....	123
Tabla 13. Condiciones meteorológicas reportados en el muestreo aerobiológico, realizado en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí .....	125
Tabla 14. Resultados bibliográficos de microorganismo identificados a partir de las pruebas bioquímicas IMVIC .....	126
Tabla 15. Resultado de las pruebas bioquímicas IMVIC en bacterias aisladas .....	126
Tabla 16. Análisis de la Varianza .....	129
Tabla 17. Test de Tuckey en el Factor A (hora) .....	129
Tabla 18. Test de Tuckey en el Factor B (Sector).....	129
Tabla 19. Test de Tuckey en el Factor C (días) .....	130
Tabla 20. Test de Tuckey de la interacción del Factor Ax B (Hora*Sector) .....	130
Tabla 21. Test de Tuckey de la interacción del Factor Ax C (Hora*Día) .....	130
Tabla 22. Test de Tuckey de la interacción del Factor Bx C (Hora*Día).....	131
Tabla 23. Test de Tuckey de la interacción del Factor Ax Bx C (Hora*Sector*Día) .....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultado de la prueba Rojo de Metilo .....	15
Figura 2: Resultado de la prueba de Indol .....	16
Figura 3: Resultado de la Prueba Vogues-Proskauer. ....	17
Figura 4: Resultado de la prueba de Citrato.....	17
Figura 5. Croquis del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí. Zona 1: Celda de desechos comunes; Zona 2: Celda de desechos hospitalarios. ....	22
Figura 6. Frecuencia de bacterias aisladas, representado en porcentaje. ....	33
Figura 7. Interacción de tres factores: Hora (a); Sector (b); Día (c) .....	36
Figura 8. Clasificación de agentes biológicos obtenidos en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, en base al Real Decreto 664/1997. ....	37
Figura 9. Curva de calibración McFarland .....	132
Figura 10. Frecuencia de microorganismos aislados .....	132
Figura 11. Evidencia de crecimiento microbiano en caldo BHI: a) matraz sin inocuo; b) matraz zona 1 (DS) tras 48 hrs de incubación; c) matraz zona 2 (DH) tras 48 hrs de incubación .....	133
Figura 12. Morfología macroscópica de bacterias en medio de cultivo Tripteína Soya Agar.....	133
Figura 13. Morfología macroscópica de bacterias en medio de cultivo MacConkey Agar.....	134
Figura 14. Colonias aisladas por estría simple en medio cultivo Tripteína Soya Agar .....	134
Figura 15. Colonias aisladas por estría simple en medio cultivo MacConkey Agar	135
Figura 16. Prueba Rojo de Metilo: prueba negativa (-) tubo izquierdo; prueba positiva (+) tubo derecho .....	136
Figura 17. Prueba de Indol: prueba negativa (-) tubo izquierdo; prueba positiva (+) tubo derecho .....	136
Figura 18. Prueba de Vogues-Proskauer: prueba positiva (+) tubo izquierdo; prueba negativa (-) tubo derecho .....	137
Figura 19. Prueba de Citrato: prueba positiva (+) tubo izquierdo; prueba negativa (-) tubo derecho .....	137

Figura 20. Relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujlí-Saquisilí; Celda emergente de desecho comunes (izquierda); Celda emergente de desechos hospitalarios (derecha). ..... 138

Figura 21. Protección utilizada durante los muestreos aerobiológicos ..... 138

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue realizar un estudio de contaminación por la presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí. El muestro se efectuó en dos puntos (área de desechos comunes y hospitalarios), a distintas horas (09h00 y 12h00) y durante 10 días laborables, in situ se registraron condiciones como temperatura y humedad relativa. Mediante la inoculación de aire en medio de cultivo Infusión Cerebro-Corazón, se determinó la concentración microbiana en UFC/ml, el análisis demostró que las concentraciones estuvieron por debajo del nivel permitido establecido por propuestas Internacionales, atribuyendo la mayor concentración a los tratamientos; a1b1c5 con un valor de 22,08 UFC/ml a 17°C y 56% HR en el área de desechos comunes y a1b2c2 con un valor de 22, 32 UFC/ml a 18°C y 52% de HR en el área de desechos hospitalarios. De las 40 muestras de aire tomadas, se aisló un total de 64 bacterias, que fueron identificadas con las pruebas bioquímicas IMVIC, dando como resultado especies con características entéricas, como: *Enterococcus faecalis* o *Shigella flexneri*, *Salmonella* o *Citrobacter freundii*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter cloacae* tipo II, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* o *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Citrobacter Koseri* y *Klebsiella oxytoca*,

Por otra parte, se evaluó el riesgo biológico al que están expuestos los trabajadores del relleno, basado en el Real Decreto 664/1997. Se estableció que el aire del relleno sanitario está compuesto por agentes biológicos pertenecientes al grupo 2 y 3. Este estudio pone de manifiesto que existe contaminación moderada en las instalaciones.

**Palabras Claves:** ambiente atmosférico, relleno sanitario, agentes patógenos, condiciones meteorológicas, GIDS Pujilí.

## ABSTRACT

The aim of research was to study Study of pollution by the presence of airborne biological particles from the landfill the Commonwealth of GIDS Pujilí-Saquisilí. The sampling taked place in two points, at different times (09h00 and 12h00) and during 10 working days, in situ was registered conditions of temperature and relative humidity. Through air inoculation in the Brain Heart Infusion medium, the microbial concentration in UFC/ml was determined, the analysis showed that concentrations were below the level allowed by International proposals, it attributing the higher concentration to the treatments; a1b1c5 with a value of 22.08 UFC/ml at 17°C and 56% RH in the commons waste area and a1b2c2 with a value of 22.32 UFC/ml at 18°C and 52% RH in the hospital waste area. From the 40 samples of air taken, 64 bacteria were isolated. That with IMVIC biochemical tests were identified, this analysis showed species with enteric characteristics, such as: *Enterococcus faecalis* or *Shigella flexneri*, *Salmonella* or *Citrobacter freundii*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter cloacae* type II, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* or *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Citrobacter Koseri* and *Klebsiella oxytoca*,

Moreover, the biological risk to which the workers of the filling were exposed was evaluated, this evaluation was based on Royal Decree 664/1997. It was established that air of the landfill is composed of biological agents belonging to groups 2 and 3. This study shows that exists moderate pollution in the facilities

**Keywords:** atmospheric environment, landfill, pathogens, meteorological conditions, GIDS Pujilí.



## INTRODUCCIÓN

La disposición de desechos sólidos en rellenos sanitarios a cielo abierto, representa un peligro potencial para el medio ambiente, especialmente en el aire, la emisión de malos olores y la dispersión de microorganismos como entidades libres o adheridas a partículas sirve como una fuente de contaminación **(Breza, 2016)**. Los rellenos sanitarios proporcionan un ambiente adecuado, húmedo y materia orgánica en descomposición para el crecimiento de hongos y bacterias **(Hameed et al., 2015; Morgado, 2017; Sánchez, Roing, Cayuela, & Stentiford, 2006)**. Estos microorganismos pueden ser emitidos fácilmente en el aire en diferentes etapas del proceso de gestión integral de desechos sólidos, particularmente en procesos que contienen mecanismos de movimiento como la descarga y la compactación de los desechos **(Miaśkiewicz & Szyłak, 2015)**.

Los microorganismos aerotransportables son uno de los contaminantes más significativos, ya que un buen porcentaje son considerados como patógenos humanos oportunistas, que pueden causar enfermedades respiratorias y otros efectos sobre la salud en los trabajadores de los rellenos sanitarios o en zonas aledañas **(Frączek & Kozdrój, 2016; Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014)**. Las instalaciones de disposición final de desechos sólidos presentan un alto riesgo biológico asociado a la inhalación de microorganismos aerotransportables **(E. Gonzáles & Campo, 2016)**. La gravedad de esta amenaza depende de la cantidad, tipo del contaminante biológico, las condiciones ambientales y la respuesta inmunológica del huésped **(Breza, 2016)**.

En el Ecuador no existen valores límites que regulen la exposición de partículas biológicas aerotransportables en lugares trabajo, por lo tanto es difícil establecer un control sobre los riesgos a los que están expuestos los trabajadores. Sin embargo, a nivel internacional existen propuestas que establecen los límites de exposición profesional, para diversos grupos de bioaerosoles **(Górny, Mainelis, & Dutkiewicz, 2017)**. Además de estas propuestas, también se han realizado varias investigaciones, en donde muestran que el aire de los rellenos sanitarios contienen altas concentraciones de contaminantes biológicos **(Breza, 2012, 2016; Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014; S. Rodríguez et al., 2005)**. El objetivo de la presente investigación fue realizar un estudio de contaminación por la presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Tema

Estudio de la contaminación por la presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

#### 1.2. Justificación

En la actualidad, toda actividad laboral implica un riesgo para las personas ya sea en mayor o menor grado (**S. Morales & Luna, 2010**). Una considerable parte de puestos de trabajo presentan riesgos asociados a la salud. Según la **Agencia Europea para la Seguridad y Trabajo (2007)**, las actividades de gestión integral de residuos sólidos, son consideradas como una de las 10 principales actividades relacionados con contaminantes biológicos.

Los rellenos sanitarios del Ecuador emplean un número elevado de trabajadores y minadores, que están expuestos al mayor riesgo de sufrir enfermedades (**S. Morales & Luna, 2010**). La principal causa de contaminación dentro de estas instalaciones, implica la agitación o movimiento de los residuos sólidos, que provoca la liberación de partículas aerotransportables de origen biológico (**Morgado, 2017; Sánchez et al., 2006; Vélez & Camargo, 2009**). Estas partículas microscópicas, son inhaladas por trabajadores y son los responsables de enfermedades pulmonares, infecciones, alergias e intoxicaciones (**Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014; S. Rodríguez, Sauri, Peniche, Pacheco, & Ramírez, 2005**).

A pesar de las consecuencias mencionadas, en el Ecuador existen pocos estudios relacionados sobre contaminación aerobiológica en rellenos sanitarios, causando que el manejo inadecuado de residuos sólidos y la falta de conocimiento de riesgos biológicos por parte de los trabajadores, comprometa la salud, higiene y seguridad de

los establecimientos. El análisis de contaminación aerobiológica en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, permitirá evaluar la contaminación atmosférica por la presencia de partículas biológicas aerotransportables y tomar medidas de prevención y mitigación de enfermedades hacia los trabajadores, a través de la elaboración de un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos, el mismo que determinará procesos, protección personal de uso diario, niveles de seguridad y prevención de accidentes para precautelar la integridad física de los trabajadores y de esta manera disminuir riesgos laborales dentro del establecimiento.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Realizar un estudio de contaminación por la presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Efectuar un muestreo de aire, considerando la temperatura y humedad relativa en las instalaciones del relleno sanitario GIDS Pujilí-Saquisilí.
- Determinar la concentración y el tipo microorganismos patógenos, a partir de las muestras de aire obtenidas del relleno sanitario GIDS Pujilí-Saquisilí.
- Evaluar el grado de exposición de los trabajadores del relleno sanitario GIDS Pujilí-Saquisilí, frente a riesgos biológicos encontrados en el aire.
- Elaborar un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos para el personal que laboran en el relleno sanitario GIDS Pujilí-Saquisilí, utilizando normativas técnicas específicas

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

La Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, es una organización asociativa de las municipalidades Pujilí y Saquisilí de la provincia de Cotopaxi, que se encarga de la gestión integral de los desechos sólidos domésticos, peligrosos e infecciosos. En el relleno sanitario GIDS (sector de Hinchapo), las personas que se encargan de la descarga y reciclaje de los desechos sólidos, pueden sufrir riesgos derivados de la exposición de contaminantes biológicos.

Los riesgos biológicos que puede contraer un trabajador, resulta de la exposición poco controlada a diferentes clases de microorganismos (**Vélez & Camargo, 2009**). Estos agentes biológicos cuando se introducen en el cuerpo humano, pueden provocar enfermedades a lo largo de los años (**Escanilla, s.f.; S. Morales & Luna, 2010**). En las instalaciones de los rellenos sanitarios, los principales focos de contaminación que representan riesgos biológicos para la salud, son los bioaerosoles o partículas aerotransportables, los cuales se definen como una colección de partículas de origen biológica suspendidas en el aire (aerosol) (**Hameed et al., 2015; Sánchez et al., 2006; Vasconcelos, 2012**)

Las partículas biológicas aerotransportables pueden estar formados por virus, bacterias, esporas de hongos, polen, protozoos y parásitos (**Breza, 2016; Sánchez et al., 2006**). Las principales vías de emisión de estos microorganismos son: por inhalación, ingestión y contacto con la piel, sin embargo la inhalación se considera como la principal ruta de exposición, debido a su capacidad de infiltrarse en el sistema respiratorio y alojarse fácilmente en los alvéolos pulmonares, causando infecciones o reacciones alérgicas (**Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014; Sánchez et al., 2006; Vasconcelos, 2012**)

La microflora del aire en los rellenos sanitarios contiene una variedad de partículas biológicas aerotransportables de diferente composición. Su supervivencia se debe a la ubicación, cantidad de residuos recogidos y a las condiciones meteorológicas (**Breza, 2016; Frańczek & Kozdrój, 2016**). Una gran parte de partículas aisladas del aire en rellenos sanitarios, muestran que muchas de ellas son bacterias como: *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter cloacae* y hongos como *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus spp* y *Fusarium* entre los más representativos (**Andache & Castillo, 2016; Huang, Lee, Li, Ma, & Su, 2002; Miaśkiewicz & Szyłak, 2015; Sánchez et al., 2006; Vélez & Camargo, 2009**). Como resultado de la presencia de estas especies, los rellenos sanitarios deben ser evaluados continuamente, mediante análisis cualitativos y cuantitativos (**Frańczek & Kozdrój, 2016**).

Los métodos de cuantificación e identificación de microorganismos aerotransportables en general, se basan en la toma de muestra del aire in situ y en el análisis a nivel de laboratorio (**Izzeddin, Medida, & Rojas, 2011; Morgado, 2017; S. Rodríguez et al., 2005**). Los muestreos aerobiológicos, consisten en aspirar aire a través de un orificio, provocando el impacto de las partículas sobre un soporte de captación, que generalmente es un medio con agar selectivo (**INSHT, 2014**). Estudios realizados en rellenos sanitarios por **Huang et al. (2002); Miaśkiewicz & Szyłak (2015)** y **S. Rodríguez et al. (2005)** indicaron que los muestreos aerobiológicos ejecutados in situ, permitieron reportar valores de bacterias y hongos viables, por encima de  $1 \times 10^3$  UFC/m<sup>3</sup>,  $1,4 \times 10^3$  UFC/m<sup>3</sup> y hasta valores de  $6,8 \times 10^3$  UFC/m<sup>3</sup>, concluyendo que existen riesgos en los establecimientos.

Las pruebas bioquímicas (IMVIC), permite la identificación de microorganismos patógenos, mediante 4 pruebas: Vogues-Proskauer, Indol, Rojo de Metilo y Citrato, cuyos resultados se expresan mediante signos positivos (+) y negativos (-) (**NTE INEN 1529-8, 2015**). En los estudios realizados por **Andache & Castillo (2016)** identificarán bacterias según su género y especie, obteniendo información acerca de su patogenicidad y de como estas afectan en la salud de las personas.

En razón a lo expuesto, la evaluación de riesgo biológico debe realizarse cada vez que se provoque un cambio en las condiciones que pueda afectar la exposición de los trabajadores a agentes biológicos, además si los resultados de la evaluación determinaran un riesgo en la seguridad del trabajador, se podrá minimizar mediante la

aplicación de un Manual de Prevención de Riesgo Biológicos, en el cual se establezca las buenas prácticas de trabajo y las medidas de protección individual (INSHT, 2014).

### **2.1.1. Contaminación biológica del aire**

En la actualidad la contaminación del aire es uno de los problemas ambientales que se propaga a nivel mundial, está presente en todas las sociedades y afecta notablemente la salud del hombre (Manuel Romero, Olite, & Álvarez, 2006). La emisión y dispersión de contaminantes en la atmósfera, conllevan a niveles significativos de contaminación. (Marizol Romero, 2011).

Entre los contaminantes del aire se incluyen: todo tipo de partículas, moléculas de gran tamaño, o compuestos orgánicos volátiles de diámetro aerodinámico que están vivos o provienen de un organismo vivo. Su reproducción y supervivencia en el ambiente, depende de factores como: temperatura, humedad relativa, dirección del viento y fuente de alimentación (NTP 409, 1999). Las actividades propias de las zonas urbanas, ocasionan la liberación de estas partículas biológicas, que contribuyen a provocar contaminación, debido a sus altas emisiones y su capacidad de transportarse rápidamente en forma de bioaerosoles. (De la rosa, Mosso, & Ullán, 2002; Marizol Romero, 2011).

Entre las actividades que generan contaminación ambiental se encuentra, la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios, ya que introducen a la atmósfera cantidades notables de contaminantes de carácter microbiológico, (Adamowicz, Kaczanowska, & Donderski, 2007; Breza, 2016; Kiss & Encarnación, 2006). La presencia de partículas biológicas deteriora las condiciones sanitarias del aire y resultan infecciosas para el hombre, animales y plantas (Adamowicz et al., 2007).

### **2.1.2. Seguridad y salud ocupacional en rellenos sanitarios**

La industria de residuos sólidos tiene graves problemas de salud y seguridad en el trabajo a comparación con otras industrias. Los trabajadores de los rellenos sanitarios pueden sufrir lesiones ocupacionales, que se originan de la falta de protección y seguridad durante el manejo de los residuos (**Junco, Martínez, & Luna, 2003; Wilhelm, 1993**).

En el Ecuador los Municipios de cada Provincia, están en la obligación legal de crear un programa de seguridad y salud ocupacional, que a partir de la evaluación de actividades, se ejecuten medidas de prevención de accidentes de trabajo (**Ministerio de Trabajo, 2015**).

### **2.1.3. Riesgos biológicos procedentes del manejo de residuos solidos**

Se entiende como riesgo biológico a la posible exposición de microorganismos, incluyendo genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos que puedan causar algún tipo de infección, alergia o toxicidad en el ser humano (**NTP 802, 2008**).

Los trabajadores de los rellenos sanitarios pueden sufrir riesgos derivados de la exposición de contaminantes. Estos contaminantes suelen ser de origen biológico, que cuando se introducen en el cuerpo humano provocan daño inmediato o a largo plazo generando una enfermedad profesional (**S. Morales & Luna, 2010**).

Los residuos sólidos que están colonizados por una gran variedad de flora microbiana, así como los sistemas de tratamiento de residuos, son claros focos de emisiones de microorganismos. Los trabajadores que realizan tareas como: barrido en calles, carga de residuos en carros recolectores y la conducción de estos vehículos, están expuesto a riesgos biológicos (**Nielsen, Nielsen, & Breum, 1995**). Las tareas que impliquen la agitación de residuos sólidos son las más perjudiciales, debido a que los trabajadores sin utilizar la protección adecuada, están al contacto directo de partículas biológicas suspendidas en el aire, lixiviados, vapores derivados de la descomposición de basura y a temperaturas extremas (**Ballesteros, Cuadros, Botero, & López, 2005; Jurado, Arenas, Doblas, Rivero, & Torres, 2010**).

#### **2.1.4. Microorganismos como agentes patógenos**

El hombre comparte el ambiente con una variedad de agentes patógenos, los cuales son causantes de producir infecciones en diferentes niveles de gravedad. Estos agentes pueden ser, microorganismos tales como: bacterias, hongos, virus y parásitos, que causan daño evidente en un hospedero (**Gracia, Zarain, & Laguna, 2004; NTP 376, 1999**). Estos microorganismos cuando colonizan y se multiplican en el cuerpo de seres humanos, originan una infección, que generalmente causa enfermedad (**Parham, 2006**). Sin embargo, el daño generado no solo depende de la cantidad de microorganismos o del dominio patogénico, sino de la susceptibilidad del huésped (**Guillamás et al., 2017; Parham, 2006**).

##### **2.1.4.1. *Citrobacter***

Las especies de *Citrobacter*, son caracterizados por la capacidad de usar citrato como su fuente de carbono, son bacilos Gram-Negativos, facultativos; perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, su hábitat es variado, debido a que se encuentran comúnmente en el agua, suelos, los alimentos y ocasionalmente colonizan el tracto gastrointestinal y el torrente sanguíneo de humanos y animales (**Badger, Stins, & Sik Kim, 1999; García & Rodríguez, 2010; O. Gonzáles, Montes, Mayorgan, & Letelier, s.f.; Kataria & Saad, 2015**). Este género contiene 11 especies, entre los más representativos son: *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri* y *Citrobacter amalonaticus* (**Cabello, 2007; Wang & Chang, 2017**).

##### **2.1.4.1.1. *Citrobacter freundii***

*Citrobacter freundii*, se caracteriza por la formación de sulfuros de hidrógeno, producción de Indol y fermentación de Adinotol. Es el tercer patógeno más frecuente en causar infecciones en el tracto urinario, también produce infecciones superficiales de heridas, abscesos cerebrales, neumonía en ancianos y pacientes hospitalizados (**Kataria & Saad, 2015**). Se ha demostrado que la principal ruta de transmisión, es mediante la contaminación de las manos, que sirven como vehículo pasivo de este organismo (**O. Gonzáles et al., s.f.**).



#### **2.1.4.1.2. *Citrobacter koseri***

*Citrobacter koseri*, es una especie que anteriormente se conocía como *Citrobacter diversus*, este organismo se especifica por ser el agente causal de la meningitis y abscesos cerebrales neonatales (recién nacidos), con tasas altas de mortalidad, a diferencia de *Citrobacter freundii*, por lo tanto, se recomienda rápidas intervenciones quirúrgicas seguidas de un tratamiento médico (Liu, Chang, & Hsieh, 2015).

#### **2.1.4.2. *Enterobacter***

El género *Enterobacter* se encuentra distribuido en la naturaleza, son bacilos Gram-Negativos, móviles, no formadoras de esporas, que son parte de la familia de Enterobacteriaceae (Cabello, 2007). Varias cepas de esta bacteria, han sido reportadas como indicadores de higiene y patógenos oportunistas, resistentes para el hombre (Rogers, s.f.). Las infecciones generadas por estas especies pueden llegar a ser muy severas, que en ciertos casos los afectados requieren hospitalización prolongada e intervenciones quirúrgicas costosas (Fraser & Stuart, 2016).

##### **2.1.4.2.1. *Enterobacter aerogenes***

*Enterobacter aerogenes* fue conocida como *Aerobacter aerogenes*, esta especie es comparada con *Klebsiella mobilis* debido a su motilidad, a su presencia de actividad ornitina descarboxilasa y a su relación genética (Regli & Pagés, 2015). *E. aerogenes* forma parte de la microflora gastrointestinal, además reside en suelos, aguas residuales y productos lácteos. Esta bacteria es conocida como un patógeno significativo en infecciones adquiridas en el hospital (nosocomiales) (Jha et al., 2016). Las infecciones causadas por esta especie, surge de la propia flora del hombre, afectado el tracto respiratorio, urinario, sanguíneo o gastrointestinal, en ciertos casos causa choques sépticos contra el hombre, aumentando la tasa de mortalidad (Regli & Pagés, 2015).

#### **2.1.4.2.2. *Enterobacter cloacae***

*Enterobacter Cloacae*, se encuentra distribuido en ambientes terrestres y acuáticos, ha sido objeto de estudio en las tres últimas décadas, por ser el responsable de infecciones nosocomiales del torrente sanguíneo en pacientes de cuidados intensivos, cuyas alternativas terapéuticas son ineficientes; debido a la alta resistencia a antibióticos que poseen (Calderón et al., 2003; Mezzatesta, Gona, & Stefani, 2012; Regli & Pagés, 2015). Su patogenicidad está asociada a la capacidad de formar biofilms y citotoxinas (Regli & Pagés, 2015).

#### **2.1.4.3. *Escherichia coli***

*Escherichia coli* es el organismo más estudiado y mejor entendido a nivel mundial. Es un bacilo Gram-Negativo, aerobio facultativo que mide aproximadamente 1 µm de largo (Blount, 2015). Las cepas de *E. coli* constituyen la microbioma del tracto gastrointestinal de humanos y animales, sin causar ningún daño aparente, aunque existen algunas cepas que han evolucionado a través de la adquisición de factores de virulencia llegando a ser patógenos muy versátiles. En la actualidad se han identificado 6 categorías de *E coli* de carácter patógeno, que son los causantes de enfermedades diarreicas con sangre, infecciones urinarias, peritonitis, colitis, bacteriemias y mortalidad infantil (Blount, 2015; García & Rodríguez, 2010). La vía de transmisión más común es mediante el consumo de alimentos y agua contaminados, también directamente de persona a persona, este patógeno llega a matar a 2 millones de humanos anualmente (Lim, Yoon, & Hovde, 2010).

#### **2.1.4.4. *Enterococcus***

Las bacterias de este género son cocos Gram-positivos que se encuentra en el tracto gastrointestinal de varios organismos (Acosta, 2005; Salamaga et al., 2017). Son conocidos como patógenos oportunistas para los humanos, causando diversas enfermedades (Quispe & Castillo, 2014).

#### **2.1.4.4.1. *Enterococcus faecalis***

La infección ocurre cuando se *E. faecalis* se adhiere en las mucosas humanas a través de receptores proteicos, ingresando al sistema linfático o a la circulación de la sangre, lo que induce alteraciones patogénicas mediante la liberación de toxinas enterocócicas (Garza, Hernández, & Mejía, 2002).

*E. faecalis*, es el responsable del 90% de infecciones ocasionadas por el género enterococos, siendo el tercer organismo visto en infecciones nosocomiales, así mismo es responsable de infecciones en el tracto urinario, bacteriemia y endocarditis (Aspiroz, Navarro, & Aspiroz, 2000; Kau et al., 2005; Murray, 1990). Estas infecciones causan gran preocupación en diversos países del mundo, debido a su resistencia a múltiples antibióticos (Salamaga et al., 2017).

#### **2.1.4.5. *Klebsiella***

Las bacterias del género *Klebsiella*, se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, sus hábitats más comunes son: el medio ambiente (aguas superficiales, las aguas residuales y en las plantas) y en mamíferos (superficies mucosas) (Podschun & Ullmann, 1998). *Klebsiella* son bacilos Gram-Negativos y son los responsables de infecciones oportunistas ("*Etymologia: Klebsiella*," 2010). Este género está conformado por *K. oxytoca*, *K. pneumoniae* (patógeno de interés), *K. granulomatis* y *K. ozaenae* (García & Rodríguez, 2010)

##### **2.1.4.5.1. *Klebsiella pneumoniae***

*Klebsiella pneumoniae* es una especie de gran importancia clínica, está presente como saprofito en la nasofaringe y en el tracto intestinal. Este organismo es el causante de neumonía de carácter necrotizante, que afecta a individuos con enfermedades de base, además puede imitar la tuberculosis de reactivación pulmonar, siendo difícil de tratar debido a la capacidad de producir enzimas que degradan fácilmente los antibióticos (García & Rodríguez, 2010; Pinto, Ullua, & Toro, 2012)

*K. pneumoniae* representa el 3 y 7% de infecciones bacterianas nosocomiales, posicionándose entre los 8 patógenos que se encuentra comúnmente en los hospitales

(Podschun & Ullmann, 1998). Las especies de *K. pneumoniae*, han sido reportados como patógenos emergentes capaces de causar morbilidad y mortalidad (Nieves et al., 2012). Son los promotores de abscesos hepáticos piogénicos (PLA), una infección con una alta tasa de mortalidad, en el 2007 se identificó que dos de cada quince casos con PLA, fueron causados por *K. pneumoniae* (Basu, 2009).

#### 2.1.4.5.2. *Klebsiella oxytoca*

*Klebsiella oxytoca* se diferencia de *Klebsiella pneumoniae* por ser un agente poco infeccioso y por tener la capacidad de producir Indol a partir de Triptofano (García & Rodríguez, 2010; Roca, Ferrer, & Pérez, 2005). *K. oxytoca* es parte de la flora intestinal, coloniza el 9 % de individuos sanos, sin embargo se ha relacionado como un agente responsable de colitis hemorrágicas asociado a antibióticos (Cheng et al., 2012). *K. oxytoca* posee una única combinación de virulencia, resistencia a antibióticos y genes metabólicos, por lo que surge la necesidad de investigación en esta especie (Hazen, Robinson, Harris, Rasko, & Johnson, 2012).

#### 2.1.4.6. *Salmonella*

Los géneros de *Salmonella*, son bacterias flageladas gram-negativas, no formadoras de esporas, facultativamente anaeróbicas, que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. Se han identificado alrededor de 2500 serotipos, mediante diferencias somáticas y flagelar (Cianflone, 2008). Esta especie puede sobrevivir durante semanas en ambientes secos y sin agua, generalmente pueden ser aislados mediante muestras de excrementos fecales. Por lo tanto, su infección ocurre a través del consumo de agua y alimentos contaminados por heces fecales, este patógeno se propaga hacia la mucosa gástrica, dando como resultado enfermedades gastrointestinales en seres humanos y animales, como son: (Cianflone, 2008; OMS, 2016).

- La salmonelosis varía clínicamente y está relacionado con la gastroenteritis aguda, casos de bacteriemias e infecciones focales extradigestivas. Produce síntomas de diarrea, calambres abdominales, dolor de cabeza, náuseas, vómitos

y fiebre, a menudo esta enfermedad amenaza la vida, lo que se requiere una pronta terapia con antibióticos (**ELIKA, 2013; Jurado et al., 2010**).

- Fiebre tifoidea, definida como una enfermedad entérica febril aguda, es causada por *Salmonella typhi*, Se manifiesta como un cuadro clínico, producido por fiebre con intensidades variables, malestar general, dolor abdominal y escalofríos (**Jurado et al., 2010**).

La OMS (2016), ha indicado que el género *Salmonella* es considerado como una de las 4 principales causas de cuadros diarreicos a nivel mundial, indicando que anualmente 550 millones de personas, contraen este patógeno.

#### **2.1.4.7. Staphylococcus**

*Staphylococcus aureus* es un microorganismo comensal y patógeno, que coloniza la fosa nasal, la garganta, las axilas, la pared vaginal, el tracto digestivo y la piel humana (**Liu et al., 2015**). Este organismo expresa extraordinarios factores de virulencia que le permiten sobrevivir en ambientes extremos dentro del organismo humano, además posee proteínas superficiales que promueven la rápida colonización en los tejidos del huésped (**Foster, 1996**).

Aproximadamente el 50 y 60% de los humanos son colonizados por esta bacteria, en el 2005; *S. aureus* fue el microorganismo encontrado frecuentemente en 300 laboratorios clínicos en Estados Unidos, por otro lado, en el 2008 *S. aureus* ocupó el segundo lugar entre aislados bacterianos de bacteremias en Europa (**Kobayashi, Malachowa, & DeLeo, 2015**). Su prevalencia se debe a su capacidad de adquirir resistencia a los antibióticos, lo que ha producido ondas epidémicas. *S. aureus*, causa lesiones cutáneas y abscesos, además de infecciones profundas como: endocarditis, osteomielitis y furunculosis (**Liu et al., 2015**).

#### **2.1.4.8. Shigella**

Las especies de *Shigella* son bacterias Gram-Negativas perteneciente a la familia de Enterobacteriaceae, este género está compuesto por 4 especies: *Shigella sonnei*,

*Shigella flexneri*, *Shigella boydii* y *Shigella dysenteriae*, los cuales son organismos patógenos.

#### **2.1.4.8.1. *Shigella flexneri***

*Shigella Flexneri* es la causante de enfermedades gastrointestinales, como la shigelosis, responsable de infecciones endémicas (Ayala, Moreno, Araguas, Caprotta, & Pena, 2006; Shen et al., 2017). La patogénesis de esta bacteria se basa, en cruzar la barrera epitelial y evadir la respuesta inmune del huésped, ocasionado inflamación y destrucción epitelial del colon (Jennison & Verma, 2004).

La transmisión más común de este enteropatógeno es a través del contacto directo e indirecto de heces fecales infectadas, causando diarreas sanguinolentas, fiebre, cólicos y vómitos (A. Gonzáles & Alós, 2015; Molina & Urribadem, s.f.). La afección se produce en países desarrollados con problemas de hacinamiento y mala higiene (Ayala et al., 2006). Esta patología ataca a millones de seres humanos cada año, considerando que el 70% de los casos reportados son niños de 5 años (Jennison & Verma, 2004).

#### **2.1.4.9. *Pantoea***

Es un género de bacilos aerobios, Gram-Negativos, móviles de la familia Enterobacteriaceae. En la actualidad está constituido por 7 especies, que se aíslan comúnmente del suelo y de plantas (J. Morales, Espinosa, López, Noguerras, & Viñolo, 2010).

#### **2.1.4.9.1. *Pantoea agglomerans***

*Pantoea agglomerans*, fue antes conocida como *Enterobacter agglomerans* y *Erwinia agglomerans*, esta especie es caracterizado como un patógeno vegetal oportunista causante de varias enfermedades humanas. A pesar de que este organismo se encuentra en plantas (semillas, verduras y materia fecundo) y suelos, ha sido el causante de infecciones que involucran el torrente sanguíneo, tejido blando, articulaciones y huesos de seres humanos (Arenas, Ojembarrena, Lubián, & García, 2012; Cruz,

**Cazacu, & Allen, 2007; Mardaneh & Dallal, 2013**). La infección de *P. agglomerans*, se da a menudo por la perforación de la piel con espinas o astillas de las plantas, ocurriendo la inoculación de la bacteria, este modo de contagio es común en actividades agrícolas o de jardinería (**Dutkiewicz, Mackiewicz, Kinga, Golec, & Milanowski, 2016**). Otro modo de infección, es mediante la administración de líquidos intravenosos contaminados con esta bacteria, ocurre en pacientes hospitalizados (**Iriaste et al., 2015**).

#### **2.1.5. Clasificación de agentes biológicos según su peligrosidad**

Los agentes biológicos se clasifican en cuatro grupos de acuerdo a su peligrosidad (virulencia, efectos sobre la salud y existencia o no de tratamientos). De acuerdo al Real Decreto 664/97, la clasificación se provee de la siguiente manera:

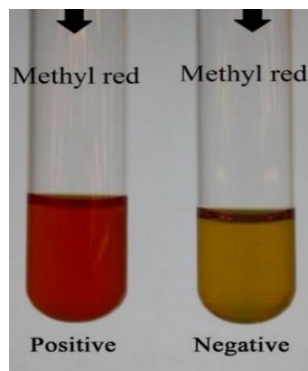
- **Grupo riesgo 1.** Incluyen microorganismos que resulten poco probables a causar enfermedades al hombre, no posee riesgo de propagación a la colectividad y a su vez no requiere de profilaxis o tratamiento.
- **Grupo riesgo 2.** Incluyen microorganismos que puedan causar enfermedades al hombre y constituyan un peligro serio para los trabajadores, presentan poca probabilidad de propagarse a la colectividad y existe profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Grupo riesgo 3.** Incluyen microorganismos que puedan provocar una enfermedad grave en el hombre, constituyen un peligro serio para los trabajadores, poseen la probabilidad de propagarse a la colectividad y existe profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Grupo riesgo 4.** Incluyen microorganismos causantes de una enfermedad grave en el hombre, constituyen un peligro serio para los trabajadores, presentan alta probabilidad de propagarse hacia la colectividad y no existe profilaxis o tratamiento eficaz.

### 2.1.6. Pruebas IMVIC

Las pruebas bioquímicas IMVIC, permiten la identificación de bacilos entéricos Gram-Negativos, que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae (**E. Rodríguez, Gamboa, Hernández, & García, 2005**). Según la **NTE INEN 1529-8 (2015)**, existen cuatro pruebas como: Indol, Rojo de metilo, Vogues-proskaues y Citrato, que en conjunto conforman las Pruebas IMVIC.

#### 2.1.6.1. Prueba de Rojo de Metilo

La prueba de Rojo de Metilo proporciona una característica útil para poder identificar bacterias que tienen la capacidad de realizar fermentación ácido-mixta, este proceso ocurre cuando ciertas bacterias fermentan glucosa y originan productos finales de ácidos estables. Durante la formación de productos ácidos (lactato, acetato, succinato y formiato), se produce una gran concentración de iones hidrógenos que permiten mantener el pH por debajo de 4,4. El cambio de pH se identifica al utilizar un indicador rojo de metilo, el cual forma un complejo rojo al detectar la presencia de ácidos en el medio (**NTE INEN 1529-8, 2015; Winn et al., 2006**).



**Figura 1:** Resultado de la prueba Rojo de Metilo

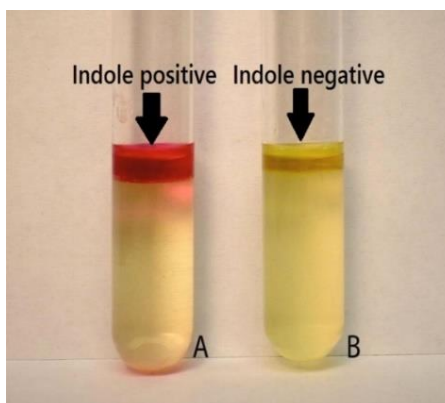
**Fuente:** Silapatro (2004)

#### 2.1.6.2. Prueba de Indol

El Indol es uno de los productos derivados de la oxidación de Triptófano, las bacterias que poseen enzimas triptófanasas, pueden hidrolizar el Triptófano y producir Indol,



Ácido pirúvico y Amoníaco. Este proceso se puede evidenciar con el reactivo de Kovac's (p-dimetillamino benzaldehído), que al condensarse con el Indol forman un anillo fucsia-rojo en la superficie del medio de cultivo, para esta prueba se utiliza peptona derivado de la caseína al 1%, cuyo contenido es rico en Triptófano (NTE INEN 1529-8, 2015; E. Rodríguez et al., 2005; Winn et al., 2006).

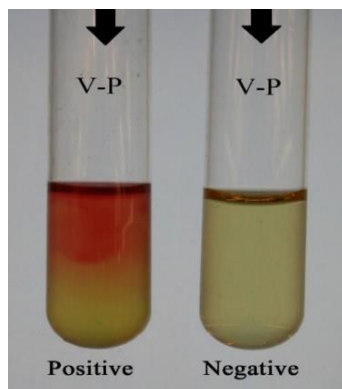


**Figura 2:** Resultado de la prueba de Indol

**Fuente:** Dhurba (2015)

### **2.1.6.3. Prueba de Voges-Proskauer**

Esta prueba identifica bacterias que son capaces de realizar fermentación butanodiólica. Las bacterias fermentan glucosa y producen butanodiol, acetilmetilcarbonil o acetoína. La prueba de Voges-Proskauer se basa en la conversión de acetoína en diacetilo, reacción que es catalizada por alfa-naftol y KOH al 40%. El diacetilo forma un producto de color rojo, cuando este se condensa con el grupo guanidino de algunos aminoácidos aportado por la peptona del medio (RM-VP) (INEN, 2015; Winn et al., 2006).

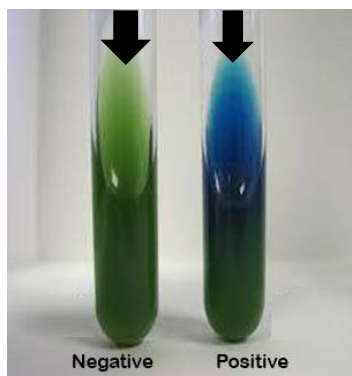


**Figura 3:** Resultado de la Prueba Vogues-Proskauer.

**Fuente:** Silapatro (2004)

#### 2.1.6.4. Prueba de Citrato

El principio de esta prueba se basa en determinar la capacidad que tiene las bacterias para utilizar citrato como su única fuente de carbono, y sales de amonio inorgánico como fuente de energía. En el interior de las bacterias, el citrato es desdoblado en acetato y oxacetato, este último es convertido en piruvato el cual proporciona materias primas para la biosíntesis. En esta prueba se utiliza un medio (Simmons) sólido con citrato sódico y un indicador ácido-base. Se detecta la alcalinización por medio del consumo de citrato, si la bacteria crece; la degradación de acetato a  $\text{CO}_2$  y agua, consume iones  $\text{H}^+$  que eleva el pH y cambia el color del medio de verde a azul (NTE INEN 1529-8, 2015; E. Rodríguez et al., 2005).



**Figura 4:** Resultado de la prueba de Citrato.

**Fuente:** Aryal (2015)

### 2.1.7. Cuantificación microbiana por el Método Turbidimétrico

El método turbidimétrico, es un método indirecto que se basa en determinar rápidamente la cantidad de microorganismos suspendidos dentro de un medio líquido (Envangelina & Alarcón, 2004). Este método de enumeración microbiana se fundamenta en la correlación entre la turbidez y la variación de células. La turbidez de un medio de cultivo, se mide por un espectrofotómetro y los resultados son comparados con una curva de calibración estándar, que asemeja cantidades celulares en suspensión (Goldman & Green, 2015; Harrigan, 1998).

La escala de McFarland, se usa como referencia para estimar la cantidad microbiana, esta técnica se elabora mezclando cantidades de cloruro de bario deshidratado y ácido sulfúrico, que forman un precipitado de color blanco (Goldman & Green, 2015). La escala está compuesta por 11 estándares, cuyas absorbancias son determinadas a una longitud de onda de 600 nm (Greaves, 2009).

**Tabla 1.** Composición de la turbidez estándar de Mcfarland

Número estándar	Cloruro de bario deshidratado (1,175%)	Ácido sulfúrico (1%)	Densidad de bacterias aproximadas (UFC/ ml)
0,5	0,05 ml	9,95 ml	$1 \times 10^8$
1	0,1 ml	9,9 ml	$3 \times 10^8$
2	0,2 ml	9,8 ml	$6 \times 10^8$
3	0,3 ml	9,7 ml	$9 \times 10^8$
4	0,4 ml	9,6 ml	$12 \times 10^8$
5	0,5 ml	9,5 ml	$15 \times 10^8$
6	0,6 ml	9,4 ml	$18 \times 10^8$
7	0,7 ml	9,3 ml	$21 \times 10^8$
8	0,8 ml	9,2 ml	$24 \times 10^8$
9	0,9 ml	9,1 ml	$27 \times 10^8$
10	1,0 ml	9,0 ml	$30 \times 10^8$

**Fuente:** Greaves (2009)

## **2.2. Hipótesis**

### **2.2.1. Hipótesis de la investigación**

La presencia de partículas biológicas aerotransportables permitirá determinar la contaminación ambiental, al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí.

### **2.2.2. Hipótesis estadística**

#### **2.2.2.1. Hipótesis nula**

“El ambiente al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí **NO** contiene partículas biológicas perjudiciales para la salud”.

#### **2.2.2.2. Hipótesis alternativa**

“El ambiente al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí **SI** contiene partículas biológicas perjudiciales para la salud”.

### **2.2.3. Señalamiento de las variables**

#### **2.2.3.1. Variable independiente**

Presencia de partículas biológicas en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí

#### **2.2.3.2. Variable dependiente**

Contaminación ambiental en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales y reactivos

En el presente estudio realizado en las instalaciones del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí, se empleó una gran variedad de materiales y reactivos, que permitieron la cuantificación e identificación de microorganismos suspendidos en el aire.

**Tabla 2.** Materiales empleados

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Cajas Mono – Petri de plástico	Paquete/10	240
Cajas Tri-Petri de plástico	Paquete/ 10	4
Tubos de centrifuga de 15 ml	Unidad	80
Jeringas de 20 mL	Unidad	20
Papel aluminio	Rollo	2
Papel plástico	Unidad	1
Masking	Unidad	3
Algodón	Unidad	2
Marcadores permanentes de cD	Unidad	2
Papel Absorbente “Teresita”	Unidad	2
Guantes de látex	Caja	2
Cooler de espuma flex	Unidad	1
Caja de plástico	Unidad	2
Mascarilla 3M	Unidad	1
Traje bacteriológico	Unidad	2
Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Unidad	12
Botella de tapa azul de 500 ml	Unidad	8
Vaso de precipitación de 1000 ml	Unidad	3
Piseta de 250 ml	Unidad	1

Chisguete de 250 ml	Unidad	1
Punta para micropipeta de 1 ml	Caja/100	1
Tubo de dilución de 15 ml	Unidad	300
Asa Digrasky	Unidad	1
Asa de punta redonda	Unidad	1
Varilla de Agitación	Unidad	1
Espátula	Unidad	1
Mechero de alcohol	Unidad	1
Micropipeta	Unidad	1
Pipeta	Unidad	1
Agua destilada	Galón	5

**Tabla 3.** Reactivos empleados

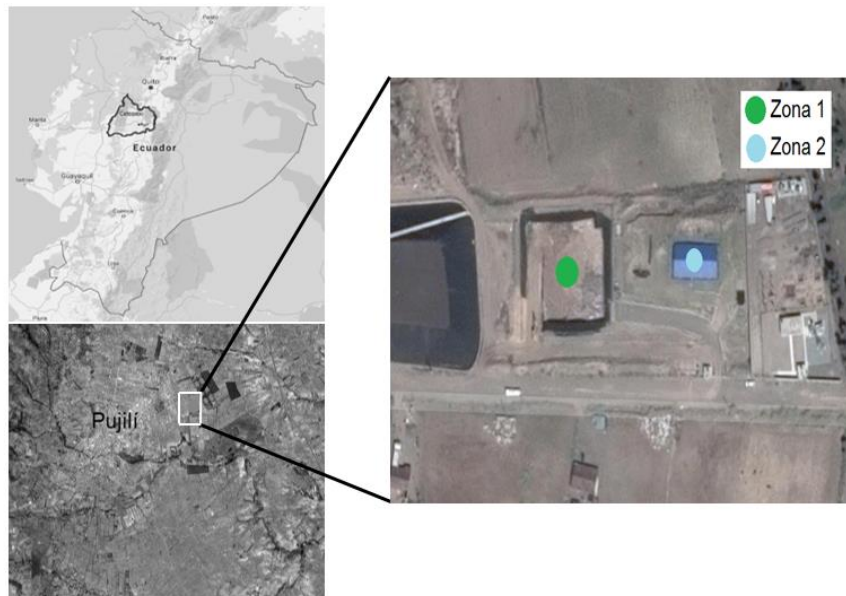
<b>Reactivos</b>	
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	p-dimetilaminobenzaldehido
Cloruro de Bario deshidratado	Ácido clorhídrico (HCL)
Agua de peptona	Hidróxido de potasio
Antibiótico Ceftriaxona	α-naftol
Polipeptona	Glucosa
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Indicador rojo del metilo
Alcohol Industrial	
Medio de cultivo Infusión cerebro corazón (BHI)	
Medio de Cultivo MacConkey Agar	
Medio de Cultivo Tripteina Soya Agar (TSA)	
Medio de cultivo Extracto de malta Agar (MAE)	
Medio de cultivo Sabouraud Glucosa 4% Agar (SUB)	
Medio de cultivo citrato de Simmons Agar	

### 3.2. Método

La metodología se basó en tres etapas: muestreos de aire in situ, análisis microbiológico a nivel de laboratorio y la elaboración de un Manual en base a riesgos biológicos existentes.

#### 3.2.1. Estudio de área y muestreo de aire

El área de estudio es el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, que se encuentra ubicado en el sector Hinchapo, Cantón Pujilí, este sitio de disposición final posee una extensión de 2 hectáreas. En este sector se seleccionaron dos puntos de muestreo (Figura 5). Las muestras de aire fueron tomadas de las celdas emergentes de desechos sólidos comunes (Zona 1) y desechos hospitalarios (Zona 2), por duplicado. Los muestreos se realizaron en dos horarios: 09h00 y 12h00, durante 10 días laborables. Para la selección de los horarios de muestreos, se tomó en cuenta los aspectos que influyen en el desarrollo de partículas, siendo que al horario de 09h00 se da la descarga de los carros recolectores de ambos Cantones, mientras que en el horario de 12h00 los trabajadores del lugar se encargan de la dispersión de residuos.



**Figura 5.** Croquis del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí. Zona 1: Celda de desechos comunes; Zona 2: Celda de desechos hospitalarios.

Para la recolección de las muestras de aire, se emplearon jeringuillas estériles de 20 mililitros por cada zona de estudio. Se ejecutaron 15 aspiraciones, el aire almacenado de cada aspiración fue depositado continuamente en un matraz que contenía medio de cultivo líquido Infusión Cerebro-Corazón (BHI), el medio fue agitado para que exista la interacción aire-medio de cultivo. In situ se registraron las condiciones meteorológicas como: temperatura y humedad relativa con un Medidor de Temperatura WBGT modelo EXHT30. Finalmente los matraces fueron trasladados bajo condiciones de refrigeración al laboratorio; donde fueron incubados a 37°C durante 48 horas, permitiendo el crecimiento microbiano, que fue evidente a través de la presencia de turbidez en el caldo de cultivo.

### **3.2.2. Análisis a nivel de laboratorio**

#### **3.2.2.1. Aislamiento bacteriano**

Al culminar el periodo de incubación de 48 horas, se prepararon diluciones seriadas en caldo peptona al 1%. En Tripteína Soya Agar (TSA) se prepararon diluciones de  $10^4$ :  $10^5$ :  $10^6$  y para MacConkey Agar se prepararon diluciones de  $10^2$ :  $10^3$ :  $10^4$ . Se tomó una alícuota de 100  $\mu$ l de cada una de ellas y se inoculó en cajas Petri con medios sólidos de TSA y MacConkey respectivamente. Esta acción se realizó de acuerdo al día, zona y hora de muestreo. Posteriormente las cajas inoculadas se incubaron a 37°C durante 48 horas.

Para el aislamiento de bacterias, se realizaron estrías simples a partir de las colonias que presentaron características morfológicas diferentes, obtenidas mediante difusión en placa. Las estrías se realizaron en cajas Tri-Petri que contenían medio de cultivo MacConkey Agar y TSA respectivamente, y fueron incubadas bajo las condiciones antes mencionadas. Posteriormente se procedió a la verificación de posible contaminación, se purificaron las estrías con contaminación y se almacenaron hasta realizar las pruebas IMVIC.



### **3.2.2.2. Aislamiento fúngico**

Una vez transcurrido el periodo de incubación de 48 horas, se prepararon diluciones seriadas  $10^1$ :  $10^2$  en caldo peptona al 1%. Se tomó una alícuota de 100  $\mu$ l de cada una de ellas y se inoculó en cajas Petri con medios sólidos de Extracto Malta Agar (MAE) y Sabouraud glucosa al 4% (SUB) suplementados con el antibiótico Ceftriaxona a una concentración de 50  $\mu$ l/ml respectivamente. Esta acción se realizó de acuerdo al día, zona y hora de muestreo. Posteriormente las cajas inoculadas se incubaron a 25°C durante 48 horas.

### **3.2.2.3. Cuantificación de microorganismos (turbiedad)**

La cuantificación microbiana, se determinó mediante un método turbidimétrico conocido como la escala de McFarland. En este procedimiento se elaboró una curva de calibración (McFarland), a partir de 11 soluciones estándares de ácido sulfúrico al 1% y cloruro de bario deshidratado al 1,175% (Ver, Tabla 1). Con una longitud de onda de 600 nm y utilizado caldo BHI estéril como blanco, se midieron las absorbancias de 40 muestras (BHI) que fueron obtenidas del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí. Mediante las absorbancias obtenidas se calculó el número de células expresadas en UFC/ml, a partir de la curva de calibración.

### **3.2.2.4. Pruebas de identificación de bacterias IMVIC**

El análisis microbiano tiene como objetivo brindar información confiable acerca de la calidad sanitaria de una muestra. Los análisis de identificación, se realizan a través de métodos que permitan asegurar la presencia/ausencia de microorganismos específicos en muestra o matriz (Camarró, Catalá, Gimeno, Martínez, & Olmos, 2013; SAE, 2015). Por ello, es necesario que estos métodos sean validados. Esto implica, que reúnan criterios técnicos y una serie de garantías, que permitan obtener resultados comparables. Los criterios utilizados en el proceso de validación, se enfocan en el tipo de método, es decir si este es normalizado o no. Los métodos normalizados, son métodos que están descritos en normas, lo que indica que han sido elaborados por expertos técnicos (SAE, 2015).

En base a lo mencionado anteriormente, en el presente trabajo las colonias aisladas por estría siempre fueron identificadas mediante métodos cualitativos. La **NTE INEN 1529-8 (2015)**, menciona que las pruebas bioquímicas IMVIC, pueden identificar bacterias Gram-Negativas de carácter patógeno. Se utilizaron cuatro pruebas: Prueba de Rojo Metilo, Indol, Voges-Proskauer y Citrato, cuyos resultados fueron expresados con el signo positivo (+) y negativo (-).

- **Prueba de Rojo de Metilo.** Se agregó 5 mililitros de medio de cultivo RM-VP estéril en tubos microbiológicos, en cada tubo se inoculó las estrías aisladas y se incubaron a 37°C durante 48 horas. Al finalizar el tiempo de incubación se colocó 3 gotas del indicador rojo de metilo al 0,2%. **Resultado:** color rojo (+), color amarillo (-).
- **Prueba de Indol.** En tubos microbiológicos se colocó 5 mililitros de caldo de peptona al 1% respectivamente, en cada tubo se inoculó las estrías aisladas y se incubaron a 37°C por 48 horas, posterior a esto se adicionó 3 gotas del reactivo de Kovac's. **Resultado:** anillo rojo fucsia (+), anillo café (-).
- **Prueba de Voges-Proskauer.** Se agregó 5 mililitros de medio de cultivo RM-VP en tubos microbiológicos, en cada tubo se inoculó las estrías aisladas y se incubaron a 37°C por 48 horas, al transcurrir el tiempo se colocó 2 gotas de hidróxido de potasio al 40% y 3 gotas de  $\alpha$ -naftol al 6%, se agitó y se dejó reposar por 5 minutos. **Resultado:** anillo rojo (+), no formación de anillo (-).
- **Prueba de Citrato de Simmons.** En tubos microbiológicos de tapa rosca se colocó medio de cultivo Simmons Citrate estéril, los tubos se dejaron solidificar en posición inclinada. Posteriormente se inocularon las estrías aisladas y finalmente fueron incubados a 37 °C por 48 horas. **Resultado:** medio azul (+), medio verde (-).

### 3.2.3. Desarrollo del Manual de Prevención de Riesgos Biológicos

Para el desarrollo de un Manual de Prevención de Riesgo Bilógicos, se basó en normas estandarizadas de seguridad e higiene en el trabajo como son: NTE INEN 2 266, 439:1984., NTPs 675, 717, 769, 781, 802, 806, 807, 833 y NIOSH 2002-149, este Manual de Prevención de Riesgos Biológicos, se realizó de acuerdo la presencia de

riesgos biológicos al que están expuestos de los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí de la provincia de Cotopaxi.

### 3.3. Diseño experimental

Se aplicó un diseño experimental basado en tres factores, para el cual se escogió el tipo AxBxC (Tabla 4). Los muestreos se realizaron por duplicado, durante dos semanas (10 días laborables), en cada uno de los muestreos se registraron condiciones meteorológicas como: temperatura y humedad relativa.

**Tabla 4.** Factores del diseño experimental AxBxC

<b>Factor</b>	<b>Valores</b>
	<b>a1:</b> 09h00
<b>A:</b> Hora de Muestreo	<b>a2:</b> 12h00
	<b>b1:</b> Zona 1
<b>B:</b> Sectores	<b>b2:</b> Zona 2
	<b>c1:</b> Lunes
	<b>c2:</b> Martes
<b>C:</b> Días de Muestreo	<b>c3:</b> Miércoles
	<b>c4:</b> Jueves
	<b>c5:</b> Viernes

**Tabla 5:** Tratamientos obtenidos en la combinación de los factores (AxBxC).

<b>Tratamientos</b>	<b>A: Hora</b>	<b>B: Sectores</b>	<b>C: Días</b>
a1b1c1	09h00	Área de desechos sólidos	Lunes
a1b1c2	09h00	Área de desechos sólidos	Martes
a1b1c3	09h00	Área de desechos sólidos	Miércoles
a1b1c4	09h00	Área de desechos sólidos	Jueves
a1b1c5	09h00	Área de desechos sólidos	Viernes
a1b2c1	09h00	Área de desechos hospitalarios	Lunes

a1b2c2	09h00	Área de desechos hospitalarios	Martes
a1b2c3	09h00	Área de desechos hospitalarios	Miércoles
a1b2c4	09h00	Área de desechos hospitalarios	Jueves
a1b2c5	09h00	Área de desechos hospitalarios	Viernes
a2b1c1	12h00	Área de desechos sólidos	Lunes
a2b1c2	12h00	Área de desechos sólidos	Martes
a2b1c3	12h00	Área de desechos sólidos	Miércoles
a2b1c4	12h00	Área de desechos sólidos	Jueves
a2b1c5	12h00	Área de desechos sólidos	Viernes
a2b2c1	12h00	Área de desechos hospitalarios	Lunes
a2b2c2	12h00	Área de desechos hospitalarios	Martes
a2b2c3	12h00	Área de desechos hospitalarios	Miércoles
a2b2c4	12h00	Área de desechos hospitalarios	Jueves
a2b2c5	12h00	Área de desechos hospitalarios	Viernes

**Tabla 6.** Análisis de la varianza (ANOVA)

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
<b>Replicaciones</b>	$(r-1)$
<b>Factor A</b>	$(a-1)$
<b>Factor B</b>	$(b-1)$
<b>Factor C</b>	$(c-1)$
<b>Factor AB</b>	$(a-1)(b-1)$
<b>Factor AC</b>	$(a-1)(c-1)$
<b>Factor BC</b>	$(b-1)(c-1)$
<b>Factor ABC</b>	$(a-1)(b-1)(c-1)$
<b>Residuo</b>	$(abc-1)-[(r-1)+(a-1)+(b-1)+(c-1)+(a-1)(b-1)+(a-1)(c-1)+(b-1)(c-1)+(a-1)(b-1)(c-1)]$
<b>Total</b>	$abc-1$

**Nota:** Las 40 muestras se analizaron con el paquete estadístico Infostat académico con un grado de confianza del 95%, el programa permitió las interacciones dobles, triples y gráficos estadísticos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis y discusión de resultados

##### 4.1.1. Crecimiento microbiano

La presencia de partículas biológicas aerotransportables en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí–Saquisilí fue notorio, esto se evidenció debido a la turbidez que se presentó en el medio de cultivo BHI al transcurrir 48 de incubación. Los matraces presentaron cambio de color en el medio cultivo e incluso algunos matraces contenían en la superficie una capa serosa, como señal de crecimiento microbiano (Ver, Anexo B-1: Figura 11).

##### 4.1.2. Aislamiento bacteriano y fúngico

Una vez realizado el proceso de difusión en placa y transcurrido 48 de incubación, se observó que en las cajas Petri que contenían medio de cultivo TSA, existió el crecimiento de bacterias con una variada diversidad (Ver, Anexo B-1:Figura 12), esto fue evidente en las 40 muestras analizadas (Ver, Anexo A-1: Tabla 8). Sin embargo el crecimiento de bacterias en medio de cultivo MacConkey, no ocurrió en todas las muestras (Ver, Anexo A-1:Tabla 9); puesto que, al tratarse de un medio de cultivo muy selectivo y diferencial, solo se dio el crecimiento de algunas bacterias que cambiaron la tonalidad del medio (Ver, Anexo B-1: Figura 13).

Por otro lado, el crecimiento mitótico en cajas Petri con medios EMA y SUB fue totalmente nulo (Ver, Anexo A-1:Tabla 10), estos resultados son similares a los reportados por **Muso y Acosta (2017)** y **Solíz y Vásquez (2017)**, quienes realizaron investigaciones en diferentes rellenos sanitarios del Ecuador, pero a diferencia de los datos reportados por **Andache y Castillo (2016)**, afirmaron de la presencia de *Trichoderma* en su estudio.

A partir de las 40 muestras de aire recolectados en los dos puntos de muestreo seleccionados. Se aisló un total de 64 bacterias (Ver, Anexo A-1: Tabla 11 y Tabla 12), que presentaron características morfológicas diferentes (Ver, Anexo B-1: Figura 14 y Figura 15).

#### **4.1.3. Cuantificación de la cantidad de microorganismos (turbiedad)**

La cuantificación de microorganismos se realizó a partir de la elaboración de la curva calibración de McFarland obtenida a partir de 11 estándares (Cloruro de bario y ácido sulfúrico) (Ver, Anexo A-5: Figura 9). Mediante la ecuación de regresión lineal con un coeficiente de correlación ( $R^2$ ) de 0,9974 y las absorbancias a una longitud de onda de 600 nm, se estimó la concentración microbiana UFC/ml de 40 muestras, la misma que fue expresada en logaritmo natural (Ver, Tabla 7).

Los resultados de la presente investigación muestran que la concentración máxima en la zona 1 (Desechos sólidos) se encontró en el tratamiento a1b1c5 (día viernes, hora 09h00) con un valor de 22,08 UFC/ml, mientras que la concentración mínima fue en el tratamiento a2b1c3 (día miércoles, hora 12h00) con un valor de 21,03 UFC/ml. La alta concentración dentro de la zona 1, parece ser una consecuencia de las grandes cantidades de desechos generados por el camal, plazas y mercados del Cantón Saquisilí, que recibe el relleno, por lo que existen suficientes sustancias minerales y orgánicas que sirven como fuente de alimento para diversos grupos de microorganismos. Por otra parte, se determinó que las concentraciones máximas y mínimas en la zona 2 (Desechos hospitalarios) fueron en los tratamientos a1b2c2 (día martes, hora 09h00) y a1b2c4 (día jueves, hora 09h00) con un valor de 22,32 UFC/ml y 21,49 UFC/ml, respectivamente. La máxima concentración microbiana detectada en esta zona puede ser causada por el recibimiento de desechos sanitarios procedentes del Hospital Claudio Benática, ubicado en la Parroquia de Sumbagua.

En general, la emisión de partículas aerotransportables fue alta y se podría llegar a la conclusión que el aire del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí está moderadamente contaminado. Pese a que los resultados del presente trabajo, no superan los límites de exposición del nivel permitido por propuestas Internacionales (Górny, Mainelis, & Dutkiewicz, 2017), la presencia de patógenos microbianos

pueden ser una causa de problemas de salud. Las propuestas Internacionales indican que existe peligro aun cuando las concentraciones estén por debajo de los límites referenciales.

**Tabla 7.** Concentración de partículas biológicas aerotransportables expresados en UFC/ml

Tratamientos	FD	Réplica 1			Réplica 2			Media
		Absorbancia 600 nm	UFC/ml	Ln (UFC/ml)	Absorbancia 600 nm	UFC/ml	Ln (UFC/ml)	
a1b1c1	1:1	0,550	3,46E+09	21,96	0,507	3,20E+09	21,89	21,93
a1b1c2	1:1	0,591	3,71E+09	22,03	0,532	3,35E+09	21,93	21,98
a1b1c3	1:1	0,568	3,57E+09	22,00	0,502	3,17E+09	21,88	21,94
a1b1c4	1:1	0,299	1,95E+09	21,39	0,268	1,77E+09	21,29	21,34
802807	1:1	0,549	3,45E+09	21,96	0,695	4,33E+09	22,19	22,08
a1b2c1	1:1	0,559	3,51E+09	21,98	0,539	3,39E+09	21,95	21,97
a1b2c2	1:1	0,847	5,24E+09	22,38	0,739	4,59E+09	22,25	22,32
a1b2c3	1:1	0,503	3,18E+09	21,88	0,516	3,26E+09	21,90	21,89
a1b2c4	1:1	0,363	2,34E+09	21,57	0,303	1,98E+09	21,41	21,49
a1b2c5	1:1	0,508	3,21E+09	21,89	0,539	3,39E+09	21,95	21,92
a2b1c1	1:1	0,525	3,31E+09	21,92	0,557	3,50E+09	21,98	21,95
a2b1c2	1:1	0,445	2,83E+09	21,76	0,378	2,43E+09	21,61	21,69
a2b1c3	1:1	0,220	1,48E+09	21,12	0,178	1,23E+09	20,93	21,03
a2b1c4	1:1	0,288	1,89E+09	21,36	0,249	1,65E+09	21,23	21,30
a2b1c5	1:1	0,254	1,68E+09	21,24	0,241	1,61E+09	21,20	21,22
a2b2c1	1:1	0,643	4,02E+09	22,11	0,728	4,53E+09	22,23	22,17
a2b2c2	1:1	0,456	2,90E+09	21,79	0,413	2,64E+09	21,69	21,74
a2b2c3	1:1	0,640	4,00E+09	22,11	0,628	3,93E+09	22,09	22,10
a2b2c4	1:1	0,519	3,27E+09	21,91	0,523	3,30E+09	21,92	21,92
a2b2c5	1:1	0,684	4,26E+09	22,17	0,639	3,99E+09	22,11	22,14

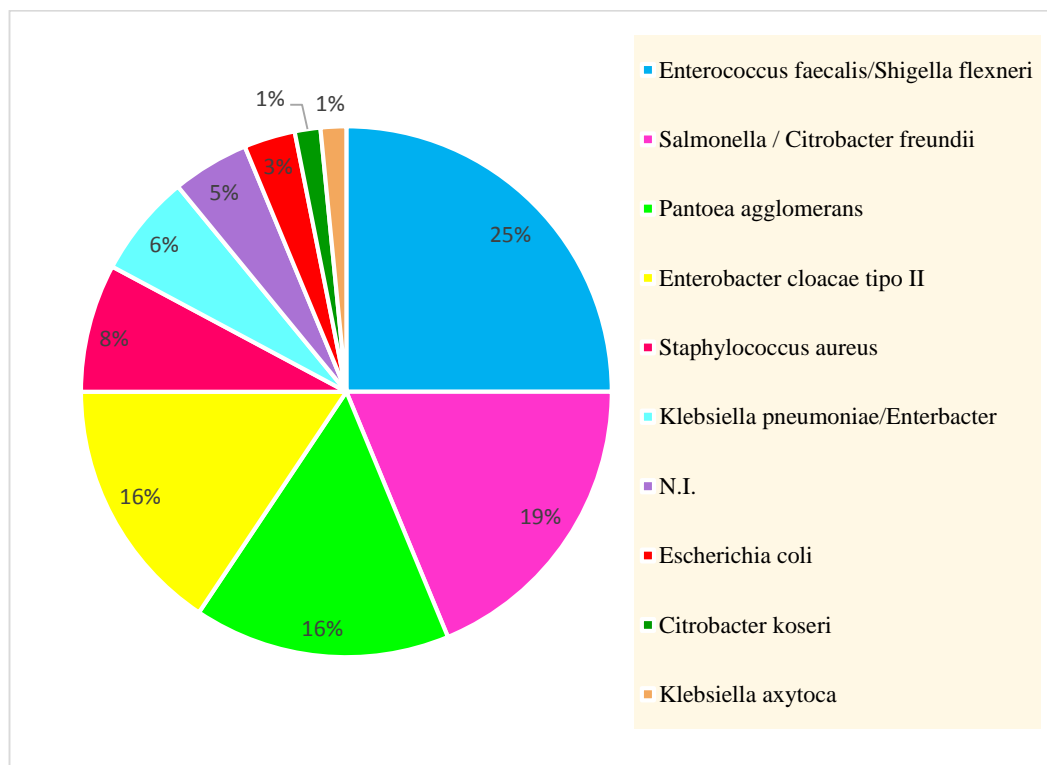


La temperatura y humedad relativa (HR) (Ver, Anexo A-2; Tabla 13) fueron registradas en cada muestreo. Algunos investigadores indicaron que el mantenimiento de la viabilidad de microorganismos presentes en el aire está relacionado con las condiciones meteorológicas (**Huang et al., 2002; S. Rodríguez et al., 2005**). En el presente trabajo, la temperatura osciló entre 15 a 23 °C, la humedad relativa entre 52 a 83%, los tratamientos con mayor concentración microbiana antes mencionados, presentaron valores de temperatura entre 17 y 18°C y valores de 56 y 52% de humedad relativa, respectivamente. Al tratarse de microorganismos mesófilas la temperatura ambiente óptima para su crecimiento oscila entre 25 y 40°C (**Montoya, 2008**), por lo tanto, todos los tratamientos que presentaron valores próximos a 25°C, son los que mostraron mayor concentración microbiana. Respecto a la humedad relativa, se identificó que a medida que la humedad decrece la concentración aumenta, así como lo señala **Malakootian, Radhakrishna, Pourshaaban, y Hossaini (2013)**, los microorganismos aerotransportables incrementan su viabilidad cuando la humedad relativa es superior al 35 %, este parámetro es de suma importancia porque las partículas absorben humedad y lo utilizan como un escudo protector contra la radiación, pero el aumento excesivo del contenido de agua representa un estrés en los microorganismos, disminuyendo su supervivencia (**Jones & Harrison, 2004**). De los datos reportados de temperatura y humedad relativa, se puede deducir que solo existe una mínima variación en la concentración microbiana con respecto a condiciones meteorológicas, esto se debe a que el estudio realizado, está dentro de un periodo de tiempo limitado que no permite espacio para un cambio estacional. A pesar de las variaciones y el número limitado de datos, las condiciones del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, contribuyen a la proliferación de microorganismos aerotransportables, **Breza (2016)**, menciona en su investigación que la mayor contaminación atmosférica por microorganismos, ocurrió a una temperatura de aire que osciló entre 17,3 a 26 °C y una humedad relativa entre 60,3 y 87%.

#### **4.1.4. Pruebas bioquímicas IMVIC**

Las 64 bacterias aisladas en base a características morfológicas, se identificaron mediante 4 pruebas: Rojo de Metilo, Indol, Voges-Proskauer y Citrato, cuyos resultados fueron expresado en positivo (+) y negativo (-) (Ver, Anexo A-3:Tabla 15).

Del total de estas bacterias se identificaron 8 especies, correspondiente la mayor parte a bacterias Gram-Negativas con características entéricas, el 25 % pertenece a bacterias *Enterococcus faecalis* o *Shigella flexneri*, 19%, a *Salmonella* o *Citrobacter freundii* 16% a *Pantoea agglomerans*, 16% a *Enterobacter cloacae* tipo II, 8% a *Staphylococcus aureus*, 6% a *Klebsiella pneumoniae* o *Enterobacter*, 3% a *Escherichia coli*, 1% a *Citrobacter Koseri* y 1% a *Klebsiella oxytoca*, existieron bacterias que no pudieron ser identificados bibliográficamente, con respecto a las pruebas IMVIC, este grupo pertenece al 5% (Ver, Figura 6). La frecuencia más alta tuvo *Enterococcus faecalis* o *Shigella flexneri*, seguida de *Salmonella* o *Citrobacter freundii*, *Pantoea agglomerans* y *Enterobacter cloacae* tipo II fueron la siguiente especie de aparición, las especies de *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* o *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Citrobacter Koseri* y *Klebsiella oxytoca* fueron de menor ocurrencia.



**Figura 6.** Frecuencia de bacterias aisladas, representado en porcentaje.

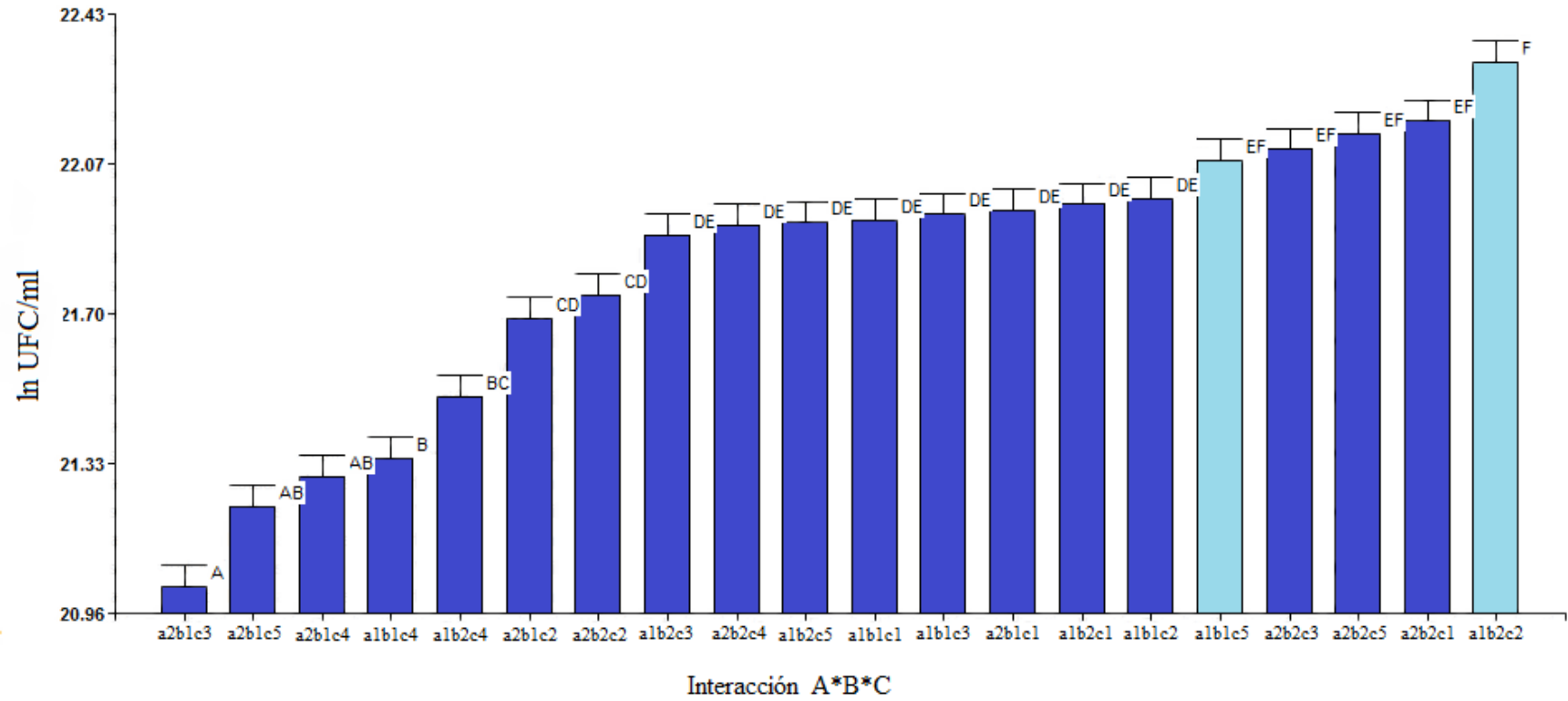
Los resultados obtenidos son similares a otros estudios relacionados en rellenos sanitarios, encontraron especies como: *Salmonella* y *Escherichia coli* en un investigación realizado en el Municipio de Zolwin-Wypaleniska, Polonia (**Breza, 2012**), *Staphylococcus* y *Escherichia coli* en Inowrocław, Polonia (**Breza, 2016**), *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella* en Machnacz, Polonia (**Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014**), *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella*, y *Staphylococcus* en Ambato, Ecuador (**Andache & Castillo, 2016**), *Salmonella*, *Citrobacter*, *Shigella*, y *Enterobacter*, en Latacunga, Ecuador (**Muso & Acosta, 2017**), y *Shigella*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Pantoea* en Salcedo, Ecuador (**Solíz & Vásquez, 2017**). En base a lo mencionado anteriormente, se deduce que el aire en los rellenos sanitarios contiene abundantes microorganismos patógenos de diferentes géneros, que constituye un peligro para el medio ambiente y riesgo para la salud humana.

#### **4.1.5. Diseño experimental**

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico Infostat académico. En el presente estudio, se analizó las concentraciones de partículas biológicas aerotransportables, aplicando un diseño de AxBxC con un nivel de confianza del 95%. Los resultados mostraron un coeficiente de regresión de 0.98 y un coeficiente de variabilidad de 0.34, indicando que existe homogeneidad entre las variables. Para evaluar los efectos de la hora (Factor A), sector (Factor B) y día (Factor C), sobre el número de diversos grupos de microorganismos en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, se llevó a cabo el análisis de la varianza ANOVA (Ver, Anexo A-4:Tabla 16). Los efectos de los tres factores y sus interacciones fueron altamente significativos, los factores A, B, C, AB, AC y ABC obtuvieron un valor de P de <0.0001 respectivamente, estos valores resultantes son menores 0.05, lo cual indica que influyen significativamente en la concentración microbiana.

La prueba de Tuckey al 5 % indicó que el factor A (Ver, Anexo A-4:Tabla 17), presentó mayor concentración microbiana en el valor a1 correspondiente a las 09h00 horas, el factor B (Ver, Anexo A-4: Tabla 18) en el valor b2 perteneciente al Área de

desechos hospitalarios y el factor C (Ver, Anexo A-4: Tabla 19) en el valor c1 correspondiente al día lunes. Las interacciones dobles y triples mostraron que la mayor concentración en cuanto AB (Ver, Anexo A-4: Tabla 20) fue en el valor a2b2 (12h00, desechos hospitalarios), en AC (Ver, Anexo A-4: Tabla 21) en el valor a1c2 (09h00, día Martes), mientras que la interacción triple ABC (Ver, Anexo A: Tabla 23 y Anexo B: Figura 7) mostró que el valor con mayor concentración fue a1b2c2 correspondiente a las 09h00 horas, día martes en el sector de desechos hospitalarios, además se identificó que el valor con mayor concentración correspondiente al sector de desechos sólidos fue a1b1c5 perteneciente a las 09h00 horas, día viernes. El diseño AxBxC mostró claramente que la hora, el día, el sector y sus interacciones influyen en la concentración microbiana, la presencia de estas partículas puede derivarse de las cantidades de basura que llegan al relleno sanitario, el MAE indicó que las celdas emergentes de la Mancomunidad reciben más de 30 toneladas diarias de basura de Pujilí y Saquisilí (**"En Cotopaxi se producen más de 350 toneladas de basura a diario," 01 de Junio del 2017**), del cual el 60% corresponde a materia orgánica (Navarro, 2017). El relleno sanitario además de ofrecer una fuente rica en materia orgánica, ofrece un ambiente adecuado que favorece la abundancia de los microorganismos, cuando existe movimiento mecánico en los desechos o por la acción del viento.

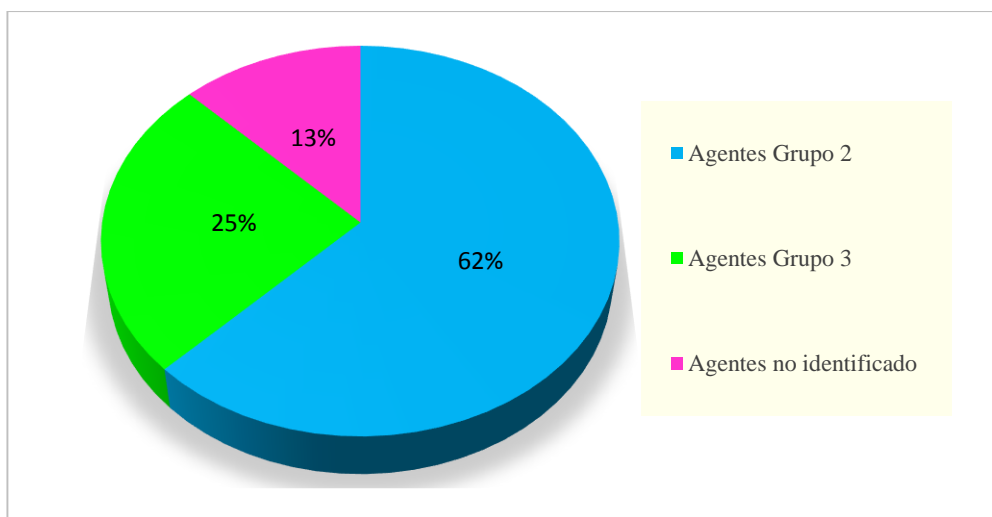


**Figura 7.** Interacción de tres factores: Hora (a); Sector (b); Día (c)

#### 4.1.6. Desarrollo de un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos

Para la evaluación de riesgos biológicos asociados al relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, se procedió a la clasificación de las 8 especies identificadas en base a los grupos de riesgos mencionado por el **Real Decreto 664/1997**, el cual manifiesta los criterios para la clasificación de agentes biológicos en cuatro grupos de acuerdo al riesgo de infección, patogenicidad, peligro para trabajadores, la propagación y la existencia de tratamiento.

En la Figura 8, se observa que del total del 8 especies analizadas el 62% pertenecen al grupo 2, estos agentes corresponden a *Enterococcus faecalis/Shigella flexneri*, *Enterobacter cloacae/aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae/ Klebsiella oxytoca* y *Staphylococcus aureus*, según lo establecido por el **Real Decreto 664/1997** estos agentes pueden causar enfermedad y peligro para los trabajadores, pero no muestra una tendencia a propagarse. El 25 % corresponden al grupo 3, estos agentes son *Escherichia coli* y *Salmonella*, que son definidos como agentes que puede causar una enfermedad grave y presenta un peligro potencial para los trabajadores, pero existe un tratamiento eficaz. El 13 % restante pertenece a agentes no identificados por el Real Decreto, esta especie es *Pantoea agglomerans*.



**Figura 8.** Clasificación de agentes biológicos obtenidos en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, en base al Real Decreto 664/1997.

Coincidimos con **Solís y Vásquez (2017)** cuando indican que mayor parte de bacterias aerotransportables presentes en el relleno sanitario de Salcedo, Ecuador, pertenecen al grupo 2 y 3, así como con **Kalwasińska, Burkowska, y Swiontek (2014)**, quienes afirman en sus estudios realizados en el Municipio de Torú, Polonia, la presencia de bacterias del grupo 2.

De acuerdo con la bibliografía, varios de los microorganismos identificados son resistentes a antibióticos, por lo que la presencia de estos es alarmante. La resistencia a varios fármacos se debe al refuerzo de factores de virulencia, el origen de esta resistencia surge de productos fecales producidos por humanos y animales, que han sido tratados por fármacos y comúnmente llegan como desecho a los rellenos sanitarios.

La presencia de microorganismos patógenos en el aire del relleno sanitario de la Mancomunidad representa un problema serio para el personal que ejercen sus labores dentro de las celdas emergentes, según lo manifestado por **Kalwasińska et al. (2014)**, las personas que manipulan los desechos están más expuestas a bioaerosoles patógenos, que las personas que trabajan en los alrededores del relleno o en la recolección de basura. La presencia de estas partículas conllevan a generar enfermedades como: infecciones severas en las vías respiratorias, inflamación en el tracto urinario y cuadros diarreicos; que pueden ir desde condiciones leves que apenas afectan la vida diaria a enfermedades crónicas severas, la gravedad de la enfermedad depende de la resistencia individual humana y el contacto con los organismos (**Kaźmierczuk & Bojanowicz, 2014**). Para la reducción de riesgos, los trabajadores están en la obligación de usar controles como: cambio de ropa, buena Higiene Personal y tareas de rotación.

Con la finalidad de mitigar riesgos en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, en la presente investigación se ha elaborado un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos que consta de 4 secciones: Evaluación de riesgos biológicos, Prevención de accidentes, Equipos de protección individual y Capacitación a los trabajadores.

## **4.2. Verificación de hipótesis**

### **4.2.1. Hipótesis de la investigación**

La presencia de partículas biológicas aerotransportables permitirá determinar la contaminación ambiental al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí.

### **4.2.2. Hipótesis estadística**

#### **4.2.2.1. Hipótesis nula**

“El ambiente al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí **NO** contiene partículas biológicas perjudiciales para la salud”.

#### **4.2.2.2. Hipótesis alternativa**

“El ambiente al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí **SI** contiene partículas biológicas perjudiciales para la salud”.

En base al análisis estadístico, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que indica, que el ambiente al que están expuestos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí, contiene altas concentraciones de partículas biológicas aerotransportables perjudiciales para la salud, que no dependen de la hora, sector y día.



## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- El aire del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí está contaminado con partículas biológicas (Ver, Tabla 7). El análisis microbiológico de dichas partículas reveló la existencia de una población patógena que puede causar infecciones en humanos y animales (Ver, Figura 6).
- A la temperatura de 18°C y humedad relativa de 52% (Ver, Anexo A-2; Tabla 13), se registró la mayor concentración de partículas biológicas aerotransportables. Varios investigadores afirman que la supervivencia microbiana se asocia con la reducción de humedad relativa y el aumento de la temperatura.
- Se determinó que la concentración de partículas biológicas aerotransportables, está por debajo del nivel permitido por propuestas Internacionales, atribuyendo mayor concentración al valor de 22, 08 UFC/ml para desechos sólidos y 22, 38 UFC/ml para desechos hospitalarios. La identificación de 64 colonias mediante pruebas IMVIC, indicó que la mayor parte son bacterias Gram-Negativas con características entéricas.
- Los trabajadores que laboran dentro de las celdas emergentes del relleno sanitario, están expuestos a sufrir riesgos derivados de la exposición de agentes biológicos. La evaluación de riesgos demostró que el 62 % de partículas biológicas pertenece a agentes biológicos del grupo 2 y el 25 % a agentes biológicos del grupo 3 (Ver, Figura 8).

- Con la elaboración de un Manual de Prevención de Riesgos Biológicos (Ver, Capítulo VI) en base a la identificación de riesgos biológicos, se pretende crear buenos procedimientos de trabajo, con el fin de precautelar la integridad de quienes conforman el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

## **5.2. Recomendaciones**

- Dada la presencia de partículas contaminantes en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, se recomienda realizar un seguimiento epidemiológico en el personal que está en contacto con los residuos sólidos.
- Realizar muestreos en zonas aledañas al relleno sanitario, con la finalidad de determinar la dispersión de contaminantes biológicos.
- Evaluar condiciones meteorológicas como: velocidad del viento, precipitación y radicación, para estudiar el comportamiento de las partículas aerotransportables.
- Ampliar el estudio de contaminación, se recomienda evaluar factores como suelo y agua, con el fin de identificar nuevos agentes patógenos.
- Aplicar el Manual de prevención de Riesgos Biológicos, durante el funcionamiento de las celdas emergentes de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí y en la construcción del nuevo relleno sanitario.


**CAPITULO VI**  
**PROPUESTA**



**MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS PARA TRABAJADORES DEL RELLENO SANITARIO DE LA MANCOMUNIDAD GIDS PUJILÍ-SAQUISILÍ**

LABOR	NOMBRES Y APELLIDOS	FECHA	FIRMA
<b>Elaborado por:</b>	Valeria Estefanía Flores Silva Tesisista FCIAL UTA		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Manolo Córdova; Mg Tutor de Proyecto de Titulación		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Javier Navarro Director de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí		

# EVALUACIÓN DE RIESGOS

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Evaluación de Riesgos	<b>Página:</b> 1 de 1

## 1. OBJETIVO

Establecer disposiciones para la mitigación de riesgos biológicos al que están expuesto los trabajadores que realizan sus labores en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí.


## 2. ALCANCE

Alcanza para todo los trabajadores que ejercen labores en las instalaciones del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí, la evaluación de riesgos permitirá precautelar la integridad física de los trabajadores.

## 3. RESPONSABLES

- **Director:** Será el encargado de mitigar riesgos derivados a la exposición a agentes biológicos, para ello; designará personal para la evaluación de riesgos y tomará las medidas preventivas.
- **Evaluador de riesgos:** Será designado por el Director. Es la persona que se encargará de evaluar los riesgos biológicos en diferentes puntos del relleno sanitario y será aquel que proporcione toda la información sobre dichos riesgos en registros.
- **Médico:** Será designado por el Director. Es la persona que evaluará frecuentemente la salud de los trabajadores, además en base a los riesgos biológicos encontrados, el medico proporcionará medidas de prevención.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Evaluación de Riesgos	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

- **Personal Operativo:** Son los trabajadores que cumplen con las medidas de prevención de riesgos biológicos, así como la asistencia en el control médico.

#### 4. TERMINOLOGÍA

##### 4.1. Agente biológico

Se incluyen a microorganismos como: bacterias, hongos, virus y parásitos, que causan daño evidente en un hospedero.


Según el Real Decreto 664/97, la clasificación de agentes patógenos se provee de la siguiente manera:

- **Grupo riesgo 1.** Incluyen microorganismos que resulten poco probable a causar enfermedad al hombre, no requiere de profilaxis o tratamiento.
- **Grupo riesgo 2.** Incluyen microorganismos que puedan causar enfermedad al hombre y constituyen un peligro serio para los trabajadores, existe profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Grupo riesgo 3.** Incluyen microorganismos que puedan provocar una enfermedad grave en el hombre, constituyen un peligro serio para los trabajadores, existe profilaxis o tratamiento eficaz.
- **Grupo riesgo 4.** Incluyen microorganismos causantes de una enfermedad grave en el hombre, constituyen un peligro serio para los trabajadores, existe profilaxis o tratamiento eficaz.

##### 4.2. Riesgo Biológico

Se entiende como riesgo biológico a la posible exposición de agentes biológicos, incluyendo genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos que puedan causar enfermedad en el ser humano.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Evaluación de Riesgos	<b>Página:</b> 1 de 1

### 4.3. Higiene Industrial.

Se define como higiene industrial, al conjunto de procedimientos que permiten la identificación, la evaluación y el control de contaminantes, que se pueden presentar en los puestos de trabajo.

## 5. ACTIVIDADES


### 5.1. Evaluación de riesgo biológico.

Se incorporará reglamentos de prevención e identificación, a aquellos riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, que no se puedan mitigar en su totalidad. Para lo cual se seguirá las siguientes disposiciones:

- Se identificará el factor a evaluar, en el cual exista riesgos derivados de la exposición a agentes biológicos. Estos factores pueden ser: agua, suelo y aire. (Ver, Reg-ER-02).
- Los riesgos se evaluarán en base a su peligrosidad y de forma frecuente o cada vez que se produzca un cambio en el entorno de los trabajadores, en el que su salud se vea afectada.
- La evaluación deberá contar la siguiente información: naturaleza del agente biológico, grupo al que pertenece, infección que produce (peligrosidad), efectos potenciales (toxinas), control y primeros auxilios. Para obtener información el evaluador deberá recurrir a la bibliografía y llenar la ficha de registro (Ver, Reg-ER-03).
- El evaluador clasificará los agentes biológicos en base a lo expuesto por el Real Decreto 664/1997.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	



	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Evaluación de Riesgos	<b>Página:</b> 1 de 1

## 5.2. Reducción de riesgo biológico

Si el evaluador establece que los agentes biológicos obtenidos del relleno sanitario, manifiestan riesgos que pueden perjudicar la salud del trabajador, Se deberán manifestar medidas para evitar dicha exposición, mediante las siguientes precauciones:


- Establecimiento de procedimientos de trabajo, prevención de accidentes y adopción de medidas higiénicas.
- Reducción del número de trabajadores que estén en contacto con los residuos sólidos.
- Utilización de un equipo de protección (Ver, Procedimientos de Equipos de Protección Individual).
- Utilización de señalética, que indiquen la presencia de contaminantes biológicos, así mismo del uso obligatorio de equipo de protección (Ver, Anexo-ER-01 y Anexo-ER-02).
- Identificar a aquellos trabajadores que requieran de medidas especiales de protección.

## 5.3. Seguimiento de la salud de trabajadores.

El director, designará a un médico que se encargará de realizar un seguimiento en la salud de trabajadores, en base a los riesgos que puedan ocasionar los agentes biológicos identificados, este seguimiento se realizará de acuerdo a lo siguiente:

- El seguimiento se realizará de manera sucesiva, considerando los siguientes factores: el agente identificado, el tipo de exposición y las pruebas de detección.
- Los trabajadores estarán en todo su derecho de solicitar los resultados, sobre el seguimiento de su salud.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Evaluación de Riesgos	<b>Página:</b> 1 de 1


- Aplicación de vacunas eficaces para la reducción de riesgos (Ver, prevención de accidentes).
- Documentación clínica, mediante el uso de un historial médico individual.

#### **5.4. Documentación: Obligación del Director**

El director del relleno sanitario, se encargará de llevar una documentación que permita conocer con los siguientes resultados:

- Documentación sobre la evaluación de riesgos y la medida preventiva aplicada (Ver, Reg-ER-04).
- Documentación sobre la lista de trabajadores, y los agentes a los que están expuestos (Ver, Reg-ER-05).
- Documentación de historiales clínicos de los trabajadores.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Evaluación de Riesgos	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 6. CONTROL DE REGISTROS

### Reg-PA-01. Control de Registros para la prevención de accidentes.

Nombre de registro	Código	Tiempo de retención	Archivo final
Registro del factor a evaluarse.	Reg-ER-02.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Registro de agentes biológicos.	Reg-ER-03.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Registro de medidas preventivas, de acuerdo a riesgos biológicos identificados.	Reg-ER-04.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Registro de trabajadores y a agentes a los que están expuestos.	Reg-ER-05.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad


<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	









	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Evaluación de Riesgos	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 8. REFERENCIAS

NTP 293. Contaminantes biológicos: evaluación en ambientes laborales.

NTP 636. Ficha de datos de seguridad para agentes biológicos.

NTP 802. Agentes Biológicos no infecciosos: enfermedades respiratorias.

NTP 807. Agentes biológicos: Glosario.

LEY 31/1995. Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 664/1997. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.

## 9. ANEXOS

**Anexo-ER-01.** Señal peligro de contaminación biológica




**Anexo-ER-02.** Señal de uso obligatorio del sistema de protección individual.



<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	<b>Ing. Manolo Córdova</b>	



# Prevención de accidentes

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
		<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

## 1. OBJETIVO

Establecer procedimientos de trabajos adecuados, con el fin de evitar accidentes relacionados a la exposición de agentes biológicos en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

## 2. ALCANCE

Aplica a todos los trabajadores, quienes están en contacto con los desechos sólidos y hospitalarios del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, la prevención de accidentes reducirá el riesgo de contraer enfermedades profesionales.

## 3. RESPONSABILIDADES


- **Director:** Proporciona las medidas preventivas sobre riesgos biológicos. Brinda información sobre: prevención de accidentes (primario y secundario) y el uso del sistema de protección individual.
- **Responsable técnico:** Verifica el cumplimiento de medidas preventivas, a través del desarrollo y control registros.
- **Personal Operativo:** Cumple con todo lo expuesto en este procedimiento, previene accidentes primarios y secundarios de origen biológico.

## 4. TERMINOLOGÍA

### 4.1. Bioaerosoles

Conjunto de agentes biológicos microscópicos suspendidos en el aire, que pueden afectar a seres humanos causando algún tipo de alergia, toxicidad o infección.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

#### **4.2. Accidentes con riesgo biológico**

Se define como accidente con riesgo biológico al suceso no deseado que produce al trabajador efectos negativos para la salud (lesiones, daños o incluso la muerte), esto como resultado de una acción realizada en el curso del trabajo. Requiere de un seguimiento serológico y/o profilaxis.

Los accidentes más comunes que pueden provocar una exposición a agentes biológicos son:

- Pinchazos, cortes y abrasiones durante la manipulación de material contaminado.
- Mordeduras o picaduras por animales que están infectados por un agente patógeno.
- Ingestión de un material contaminado.

#### **4.3. Enfermedad Ocupacional.**

Enfermedad derivada del trabajo, que causa deterioro lento y paulatino en la salud del trabajador, surge de la exposición crónica a situaciones adversas que son producidas por el ambiente en el que desarrolla sus actividades de trabajo.


#### **4.4. Prevención**

Es la forma de analizar y evaluar, mediante un conjunto de técnicas, las posibles condiciones de trabajo, que puedan ocasionar riesgo biológico a los trabajadores.

#### **4.5. Prevención Primaria**

Es la medida eficaz para prevenir riesgos biológicos, mediante el uso correcto de instrumentos y la utilización de protecciones individuales.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

#### 4.6. Prevención Secundaria

Es la medida que evita el desarrollo de enfermedades profesionales, esta prevención se basa en limpiar y desinfectar la zona contaminada, el registro y la notificación del accidente.

### 5. ACTIVIDADES

#### 5.1. Prevención Primaria: Antes del accidente

##### 5.1.1. Estrategia de Prevención.

Ante la presencia de riesgos biológicos para los trabajadores, se realizará una acción preventiva, que permita reducir dicha exposición al nivel más bajo y permitirá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, mediante las siguientes recomendaciones:


- Crear procedimientos de trabajo adecuado y medidas de seguridad, para prevenir accidentes derivados de riesgos biológicos.
- Reducir el número de trabajadores que estén en contacto con residuos sólidos.
- Establecer normas de Higiene Personal, que minimicen la dispersión de agentes biológicos fuera del lugar de trabajo.

#### 5.1.2. Actuar sobre el trabajador

##### 5.1.2.1. Evitar dispersión de Bioaerosoles.

Los operadores que realizan sus actividades en las celdas emergentes de desechos sólidos comunes y hospitalarios, deben evitar la generación y dispersión de partículas

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí	Versión: <b>01</b>
		<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

biológicas aerotransportables. Para disminuir su impacto y obtener un buen funcionamiento del relleno se recomienda lo siguiente:

- Humedecer los residuos de las celdas emergentes (sólidos y hospitalarios), con el fin de evitar el levantamiento de polvo.
- Limpiar regularmente los alrededores de las celdas emergentes (sólidos y hospitalarios) y carreteras.
- Las actividades de volteo de residuos y la construcción de chimeneas, deben ser evitados en días con fuerte viento.
- Usar sistema de protección individual EPI's (mascarilla, guantes, gafas y calzados).

#### **5.1.2.2. Vacunación**


Cuando para la exposición de riesgos derivados por la presencia de agentes biológicos, existan vacunas eficaces, el director de la empresa deberá poner a disposición de los trabajadores, indicando la siguiente información:

- Se deberá informar a los trabajadores acerca de las ventajas y desventajas sobre el proceso de vacunación.
- No generará gasto alguno para el trabajador.
- Se dispondrá de un registro nominal de vacunación (Ver, Reg-PA-02).
- Se les acreditará un certificado de vacunación a cada trabajador.
- Los operadores que rechacen la vacunación deberá dejar en constancia escrita en su ficha personal.

#### **5.1.2.3. Normas de Higiene Personal.**

Los trabajadores del relleno sanitario que realicen actividades, donde estén expuesto al contacto con agentes biológicos, deberán evitar la dispersión de esto agentes fuera del lugar de trabajo, por tal razón se recomienda adoptar las siguientes medidas:

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	


	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Prevencción de Accidentes	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

- Lavarse las manos con agua y jabón, después del contacto con residuos (Ver, Anexo-PA-01). Esta acción realizarlo antes de comer, beber, y luego de usar los servicios sanitarios.
- Evitar tocar la cara, la boca, los ojos, la nariz y cortes abiertos con residuos.
- Prohibido fumar y masticar chicles en las horas de trabajo.
- Mantener las heridas cubiertas con vendas limpias e impermeables.
- En caso del contacto de ojos-residuos, lávese con abundante agua y frótelos suavemente.
- Retirar el exceso de residuos del calzado, antes de entrar a las oficinas o vehículos.
- Usar la ropa y calzado de trabajo, únicamente en el relleno sanitario o durante el transporte de residuos.
- Comer en áreas designadas lejos de las actividades del manejo de residuos.
- Establecer los tiempos de higienes para la higiene personal del trabajador (Ver, Reg-PA-03). Los trabajadores dispondrán de 15 minutos para su aseo personal antes de la comida y otros 15 minutos antes de salir del establecimiento.

#### **5.1.2.3.1. Higiene y saneamiento**

- Disponer de cuartos de aseo, que dispongan de duchas y lavabos con agua caliente.
- Disponer con dos vestuarios exclusivamente para: ropa de trabajo y ropa de calle, los vestuarios puede ser separado por un cuarto con ducha.
- Proporcionar jabones antisépticos, alcohol y gel antibacteriano.
- Botiquín fijo que contenga: disoluciones para desinfectar la piel y los ojos, así como vendas impermeables para heridas (tiritas).

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

## 5.2. Prevención Secundaria: Después del accidente

### 5.2.1. Accidentes percutáneo.

Los trabajadores que manipulan residuos en las zonas de descarga (celdas emergentes de desechos sólidos y hospitalarios), están expuestos a sufrir heridas, en especial las heridas por cortes y pinchazos (percutáneos) con objetos contaminados. El trabajador deberá tomar en cuenta las siguientes medidas preventivas para reducir al máximo el riesgo:


- Prohibido la manipulación de residuos con las manos desnudas, utilizar trajes, guantes y calzado contra cortes y perforaciones.
- Disponer de escaleras estables para evitar caídas en las zonas de trabajo.
- Formar a los trabajadores sobre correcta manipulación de residuos, la exposición a agentes patógenas y medidas preventivas que deben aplicar.

A pesar de las recomendaciones citadas, el trabajador adquiriera algún corte y/o pinchazo se sugiere llevar a cabo las actuaciones que se comentan a continuación:

- Lavar la herida con agua y jabón, permitiendo a la sangre fluir durante 2 a 3 minutos.
- Desinfectar la herida.
- Evitar malas maniobras para no producir erosiones
- Cubrir la herida con apósitos impermeables (tiritas).

Posterior al tratamiento de la herida, el trabajador debe informar a su superior acerca del accidente, es importante su declaración para su atención inmediata, recibir tratamiento y hacer un seguimiento (evitar enfermedad Profesional). Este proceso se realizará de la siguiente manera:

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
		<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

- Llenar el registro de accidentes (Ver, Reg-PA-04) que debe contener; fecha, objeto que ocasiono el accidente, celda emergente donde ocurrió el accidente y explicación de cómo ocurrió.
- Recibir atención médica inmediata, para posteriores análisis y obtener tratamientos oportunos.

### 5.2.2. Accidentes por mordedura y/o picadura de un animal

La acción poca controlada de plagas, ocasiona que el personal del relleno sanitario este expuesto a la sufrir accidentes derivados de las mordeduras y/o picaduras de animales que estén infectados por un agente patógeno. En razón a lo expuesto, los trabajadores deben minimizar dicho riesgo tomando las siguientes precauciones:


- Emplear el sistema de protección individual, que conste de mascarilla, gafas de protección, guantes y calzado impermeables.
- Informar al superior de la presencia de roedores, para adoptar medidas oportunas.
- Para evitar la picadura por insectos, se recomienda aplicar repelente sobre la piel.
- Disponer de un botiquín adecuado con antibióticos, apósitos estériles, antídotos y repelente de insectos.

A pesar de las precauciones citadas, el trabajador sufre de la mordedura y/o picadura de un animal se recomienda lo siguiente:

- Cuando se produzca la mordedura de una animal, lavar la herida con agua y jabón durante 3 minutos.
- Cuando se produzca la picadura de un insecto, aplicar un antiséptico sobre la zona infectada.
- Llenar el registro de accidentes por mordedura y/o picadura (Ver, Reg-PA-05), que consta de hora, lugar de donde ocurrió el accidente y el animal que lo atacó.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	



	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1


- Trasladar al trabajador al centro de salud más cercano, para posteriores análisis y tratamientos oportunos.

### 5.2.3. Obligaciones del director

El director del relleno sanitario, se encargará de llevar las siguientes acciones:

- El director, proporcionará información acerca de los beneficios sobre la vacunación.
- El director, está en la obligación de asegurarse que el trabajador que sufra un accidente secundario, sea sometido a todos los análisis en el centro de salud.
- El director está en todo su derecho de aplicar un régimen disciplinario de acuerdo al reglamento LOSCCA. En caso de que el trabajador no cumpla con las medidas preventivas, la sanción se realizará conforme al artículo 72 del Capítulo V del libro LOSCCA, el artículo anteriormente citado establece las sanciones por “Amonestaciones verbales y escritas”.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Prevencción de Accidentes	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 6. CONTROL DE REGISTROS.


### Reg-PA-01. Control de Registros para la prevención de accidentes.

Nombre de registro	Código	Tiempo de retención	Archivo final
Registro nominal de vacunación.	Reg-PA-02.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Asignación de tiempos para la higiene personal de los trabajadores.	Reg-PA-03.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Registro de Accidentes percutáneos.	Reg-PA-04.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Registro de Accidentes por mordedura y/o picadura de un animal.	Reg-PA-05.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad

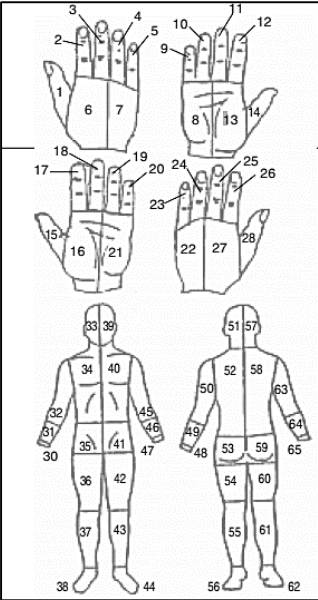
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	






	Mancomunidad GIDS Pujilí- Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Prevencción de Accidentes	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

**Reg-PA-04. Registro de Accidentes percutáneos.**

Registro de Accidentes percutáneos N° ____
<p><b>Datos generales</b></p> <p>Nombre y apellidos: _____</p> <p>Edad _____ C.I.: _____</p> <p>Rango ocupacional: _____</p>
<p><b>Informe del accidente</b></p> <p>Hora que ocurrió el accidente _____</p> <p>Celda donde ocurrió el accidente: _____</p> <p>Instrumento: Jerrí <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Chuchillo/navaja <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/></p> <p><b>Parte del cuerpo donde ocurrió el accidente</b> _____</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Tipo de lesión: Pinchazo <input type="checkbox"/> Corte <input type="checkbox"/></p> <p>Profundidad de la herida; Leve <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Profundo <input type="checkbox"/></p> <p>El estado de la piel está intacta: Si _____ No _____</p> <p>Utilizaba protección en el momento de la lesión: Si _____ No _____</p>


<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
	Prevencción de Accidentes	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

**Reg-PA-05. Registro de Accidentes por mordedura y/o picadura de un animal.**

Registro de Accidentes por mordedura y/o picadura N° ____
<p><b>Datos generales</b></p> <p>Nombre y apellidos: _____</p> <p>Edad _____ C.I.: _____</p> <p>Rango ocupacional: _____</p>
<p><b>Informe del accidente</b></p> <p>Hora que ocurrió el accidente _____</p> <p>Celda donde ocurrió el accidente: _____</p> <p>Lesión : Mordida <input type="checkbox"/> Picadura <input type="checkbox"/></p> <p>Parte del cuerpo donde ocurrió el accidente: _____</p> <p>Animal que lo atacó: _____</p> <p>Profundidad de la herida; Leve <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Profundo</p> <p>El estado de la piel está intacta: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Utilizaba protección en el momento de la lesión: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
		<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

## 8. REFERENCIAS

Environment Agency. Technical guidance on composting operations.

NTE INEN 439. Colores, señales y símbolos de seguridad.

NTE INEN 2266. Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos requisitos.

NIOSH 149. Workers exposed to class B biosolids during and after field application.

NTP 511. Señales visuales de seguridad: aplicación práctica.

NTP 616. Riesgos biológicos en la utilización, mantenimiento y reparación de instrumentos de laboratorio.

NTP 675. Riesgos laborales en empresas de gestión y tratamiento de residuos: clasificación y actividades.

NTP 717. Gestión y tratamiento de residuos urbanos. Riesgos laborales en centros de transferencia.

NTP 781. Gestión y tratamiento de residuos sólidos. Riesgos laborales en vertederos

NTP 806. Residuos sólidos urbanos: riesgos laborales en plantas de compostaje.

NTP 833. Agentes biológico. Evaluación simplificada.


NTP 812. Riesgo Biológico: prevención de accidentes por lesión cutánea.

NTP 853. Recogida, transporte y almacenamiento de residuos sólidos.

LOPCYMAT. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.

LOSCCA. Reglamento de la ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa y de Unificación y Homologación de las Remuneraciones del Sector Público.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí	Versión: <b>01</b>
		<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Prevención de Accidentes	<b>Página:</b> 1 de 1

OHSAS 18001. Sistema de Gestión en Seguridad y salud Ocupacional. Requisitos.

Real Decreto 664/1997. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.

## 9. ANEXOS


**Anexo-PA-01.** Procedimiento del lavado de manos.



<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	



# EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

## 1. OBJETIVO

Proporcionar información sobre la selección y utilización del equipo de protección individual (EPI's), a todos los trabajadores del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.


## 2. ALCANCE

Aplica para todo el personal operativo y visitantes, que ejerzan labores en las celdas emergentes del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí. El uso del equipo de protección individual evitará el contacto directo con agentes biológicos y a su vez protegerá la integridad física del trabajador.

## 3. RESPONSABLES

- **Director:** Se encargará de identificar los riesgos en cada puesto de trabajo, en base a dicha evaluación proporcionará el equipo de protección individual (EPI's) al personal, así como información respecto al uso y mantenimiento.
- **Responsable técnico:** Será designado por el director, es el delegado de llevar el control del uso de EPI's en trabajadores y de conocer las conformidades o no conformidades, este control se realizará a través de registros, en el cual debe constar del nombre y la firma del responsable.
- **Personal operativo:** Son los trabajadores que usan los EPI's y son quienes emiten las conformidades o no conformidades del mismo. Además son aquellos que están obligados a la participación en charlas acerca del uso y mantenimiento de EPI's.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

## 4. TERMINOLOGÍA

### 4.1. Equipo de protección individual (EPI's)

Se conoce como equipo de protección individual, a todo equipo destinado a ser llevado por el trabajador, que se encarga de la protección contra varios riesgos derivados de las actividades laborales, impidiendo que la salud del trabajador se vea afectada.


#### 4.1.1. Criterios para la utilización de EPI's

- Los EPI's deben ser asignados a los trabajadores, cuando los riesgos que afectan a la seguridad del trabajador, no puedan ser evitados a través de medidas de prevención, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- Los EPI's deben ser usados de manera provisional hasta que se mejoren las de medidas de prevención, métodos o procedimientos de organización del trabajo.
- Uso del EPI's se proporcionará en situaciones de emergencia.

#### 4.1.2. Criterios para la selección del EPI's.

- Los EPI's deben garantizar una protección eficaz, por lo tanto, se identificarán los riesgos como: posible vía de entrada, naturaleza y la exposición.
- Para la definición de las características del EPI's, se basará en las características del trabajo y trabajador, en tener el sello de conformidad CE, poseer el folleto informativo y contener normas técnicas de salud y seguridad.
- Establecer posibles EPI's (modelos y marcas), tomar en cuenta la participación del personal operativo.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

- Los EPI's estarán fabricados de acuerdo a la comodidad del trabajador, es decir que no ocasione molestias y a su vez brinde libertad de movimientos durante la actividad laboral.
- Los EPI's deben ser los más ligero, sin perjudicar su solidez ni efectividad.

#### **4.2. Conformidad**

Cumplimiento de requisitos en el equipo de protección individual (EPI's).

#### **4.3.No conformidad**

Incumplimiento de requisitos en el equipo de protección individual (EPI's).

#### **4.4. Requisito**

Necesidad y/o expectativa establecida, esta acción es obligatoria


### **5. ACTIVIDADES**

#### **5.1. Selección y utilización del calzado de protección.**

El calzado utilizado por el personal operativo del relleno sanitario, debe ofrecer protección contra riesgos que puedan originar accidentes, por lo tanto, debe incluir elementos de seguridad para la parte delantera y trasera de los pies, de tal modo que evite lesiones provocados por objetos cortapuzantes o lesiones por el impacto con objetos pesados.

#### **5.2.¿Cómo elegir el calzado correcto?**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

El calzado de uso profesional protegerá las extremidades inferiores de los trabajadores, por lo tanto debe ser elegido por un personal capacitado. Para la elección se pondrá a disposición las siguientes recomendaciones:

- Usar calzado de protección tipo botas (Ver, Anexo-EPI-01), este calzado ofrece mayor protección, asegura una mejor sujeción del pie, evitando riesgos laborales.
- Debe cumplir con los datos establecidos por la norma NTP 813 como: talla, identificación del fabricante, año de fabricación, fecha de caducidad, sello de conformidad CE (Ver, Anexo-EPI-05), y pictogramas (Ver, Anexo-EPI-06).
- Proporcionar resistencia a la: humedad, calor, frío, acción térmica y radiación.
- El material del calzado puede estar fabricado con cuero, caucho o polímeros, estos materiales se adoptan a la forma del pie, logrando mayor comodidad.
- Se recomienda ser probado en el lugar de trabajo, antes de su compra, para determinar la resistencia y comodidad.
- Solicitar al fabricante un número de folletos, para conocer las ventajas y desventajas del calzado


### 5.2.1. Mantenimiento

- Limpiar regularmente, con productos de limpieza que se encuentran en centros comerciales.
- Utilizar el calzado completamente seco.

### 5.3. Selección y utilización de guantes de protección.

El operador que realiza la manipulación de desechos a manos desnudas, está expuesto a sufrir agresiones como: picaduras, mordeduras, pinchazos, desgarrones o el contacto con agentes patógenos, lo que ocasiona riesgos que pueden afectar la salud del trabajador. Para evitar este tipo de accidentes se recomienda el uso de guantes adecuados, que aseguren una alta protección en las manos del trabajador.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1


### 5.3.1. ¿Cómo elegir los guantes correctos?

- Usar guantes que contengan la siguiente información: nombre del fabricante, denominación, el rango de tallas disponibles, la fecha de caducidad, el sello de conformidad CE (Ver, Anexo-EPI-05) y el ciclo de limpieza.
- El material de los guantes, debe ser de material polimérico impermeable (natural o sintético), este material permite ligereza y resistencia a múltiples agentes, además No son transpirables al aire.
- Tomar en cuenta la sensibilidad del tacto, capacidad de asir y la protección más elevada.
- Debe proporcionar resistencia a numerosos otros factores como: humedad, acción térmica, acción mecánica, calor, frío, radiaciones.
- Los guantes deben ser de la talla correcta y con forros absorbentes, para evitar producir sudor.

### 5.3.2. Mantenimiento

- Descontaminar los guantes después de cada uso, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Antes del uso de los guantes asegurarse que estén limpios y secos.
- Cambiar periódicamente los guantes, para lo cual se recomienda llevar un cronograma para su sustitución, esto con el fin de evitar la acumulación de agentes contaminantes en el material

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

#### **5.4. Selección y utilización de protectores oculares de protección.**

La presencia de partículas biológicas aerotransportables o la dispersión de polvo en rellenos sanitarios, conlleva a la importancia de usar gafas o pantallas de protección, con la finalidad de evitar lesiones en los ojos y en la cara del trabajador.


##### **5.4.1. ¿Cómo elegir los protectores oculares correctos?**

- Elegir de preferencia protectores gafas integrales (Ver, Anexo-EPI-02), que ofrecen protección contra gases y aerosoles.
- Usar gafas que tenga el sello de conformidad CE (Ver, Anexo-EPI-05) y sean de la categoría II y datos generales como: nombre del fabricante, código y años de caducidad.
- Adquirir resistencia al: calor, humedad, agua y corrosión.
- Permitir un valor de transmisión visual de los oculares que superen el 80%.
- Seleccionar gafas con un ajuste adecuado (sujeción), que aseguren la posición correcta del protector.
- El peso de las gafas deberá ser lo menor posible, el diseño no debe producir molestias al individuo.
- Asegurarse que las gafas no contengan huecos en los oculares y en el montaje.

##### **5.4.2. Mantenimiento.**

- El protector deberá ser limpiado diariamente, siguiendo las instrucciones del fabricante, con el fin de evitar el deterioro de visibilidad en los operadores.
- Debe ser desinfectado a diario.
- Evitar el uso de gafas que posean desgaste o la montadura este deformado.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

- Los operadores antes de usar los protectores, deben ser sometidos a un examen visual.
- Una vez finalizado la jornada de trabajo, los protectores deberán ser guardados limpios y secos.
- Cada protector se utilizará de manera individual.

### **5.5. Selección y utilización de protección respiratoria.**


La protección de contaminantes aerotransportados que se generan en los rellenos sanitarios, se obtiene reduciendo la concentración en la zona de inhalación. Para lo cual el personal debe utilizar protección respiratoria, que sean capaces de retener estas partículas y esterilice el aire inhalado a través de ellos, reduciendo así las amenazas en las vías respiratorias de generar infecciones o molestias que impliquen riesgos para la salud.

#### **5.5.1. Cómo elegir la protección respiratoria correcta?**

- Se elegirá la protección respiratoria con filtros P3, la cual retiene el 99,95% de aerosoles, es considerada de alta eficiencia (Ver, Anexo-EPI-03).
- La protección debe contener la siguiente información: nombre del fabricante, código, años de caducidad, sello de conformidad CE (Ver, Anexo-EPI-05) y pictogramas (Ver, Anexo-EPI-07).
- Debe ser resistente a: riesgos químicos (humos, polvos), riesgos biológicos (bacterias), humedad, calor, frío y gases radioactivos.
- La mascarilla debe adaptarse a las características personales de los operadores, se recomienda que sea de: menor peso, contenga arnés en la cabeza, este en

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	



	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

contacto con la cara, no provoquen irritaciones cutáneas., no dificulte la respiración y que contenga un olor agradable e inodoro.

- Los filtros deben ser removibles.
- Asegúrese que no presente fallas como: malformaciones y filtros en mal estado.

### 5.5.2. Mantenimiento

- Realizar la limpieza y desinfección, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- No almacenar los aparatos en lugares con altas temperaturas o en ambientes húmedos, se recomienda guarda en cajas de cartón, para evitar deterioros.
- Controlar el estado de los filtros, si existe desgaste sustituirlas por otras.


### 5.6. Selección y utilización de trajes de protección

El personal del relleno sanitario debe contar con trajes de protección que sustituya o cubra la ropa personal. Los trajes de protección deben proteger al trabajador de rozaduras, pinchazos, cortes e impactos.

#### 5.6.1. ¿Cómo elegir el traje de protección correcto?

- Usar el traje tipo 5b (Ver, Anexo-EPI-04), el mismo que cubre totalmente el cuerpo y contiene franjas de visibilidad (capa fluorescente).
- El traje debe contener información general como: nombre del fabricante, talla, código, fecha de caducidad, sello de conformidad CE (Ver, Anexo-EPI-05) y pictogramas de la categoría III (Ver, Anexo-EPI-06)
- El material del traje debe estar diseñado con costuras de buena calidad y un sistema de cierre, que permita al trabajador ponérselo y quitárselo rápidamente en situaciones de emergencia.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

- Tiene que ser un traje liviano e impermeable, que pueda ser lavado, sin que pierdan sus características.

### 5.6.2. Mantenimiento

- Asegurar que el traje de protección no sufra ninguna alteración durante toda la jornada de trabajo, caso contrario reemplazar el traje.
- Limpiar periódicamente, siguiendo las instrucciones del fabricante, asegurando que no quede partículas retenidas en el traje. (Ejemplo: Usar jabón con hipoclorito sódico diluido).
- No compartir el traje, esta acción podría favorecer la transmisión de infecciones.
- Se recomienda quitarse el traje sin tocar la superficie externa.
- Cuando note cambio de tonalidad en la capa fluorescente, reemplácelo.


### 5.7. Vida útil de los EPI's

En la entrega de los equipos de protección individuales el director indicará las instrucciones de uso y mantenimiento. La vida útil de los EPI's dependerá del uso así como las especificaciones del fabricante. En caso de que el fabricante no especifique la fecha de caducidad del equipo, se deberá revisar el folleto informativo, la revisión establecerá una fecha de caducidad razonable en base a la calidad del modelo y las condiciones del almacenamiento.

**Tabla 1.** Tiempos aproximados para la renovación de los EPI's.

Equipo de protección	Especificaciones	Vida útil
Calzado de protección	Calzado cementado	1 año

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

Guantes de protección	Material de poliuretano, anticortes.	3 meses Aproximadamente
Gafas de protección	Con montura integral, lente de policarbonato	6 meses Aproximadamente
Protectores respiratorios	Respirador doble filtro	Respirador: 3 años Cartuchos: 3 a 4 meses
Trajes protectores	Traje 5b Polipropileno laminado	6 meses Aproximadamente


**Nota:** La estimación de la vida útil de los EPI's se determinó en base a la información que otorga la marca 3M Productos de Protección Personal. La vida útil de los equipos puede diferir entre los modelos. A pesar de que el fabricante especifica que el equipo puede ser renovado en cierto tiempo, si el equipo sufre deterioros por sus constantes usos, la renovación del equipo debe realizarse de manera inmediata.

### 5.8. Obligaciones del director

El director del relleno sanitario, es el encargado de velar por la seguridad del personal operativo, por lo tanto, se encargará de realizar las siguientes acciones:

- El director determinará los puestos de trabajo que requieran protección individual, de acuerdo los posibles riesgos a los que estén expuestos, esta acción deberá ser documentada (Ver, Reg-Epi-02).
- El director proporcionará gratuitamente a los trabajadores los EPI's, se registrará la entrega del mismo (Ver, Reg-Epi-03).
- El director designará un responsable técnico, el mismo que controlará que el trabajador disponga de los EPI's en las horas de trabajo (Ver, Reg-Epi-04).
- El responsable técnico, evaluará a los trabajadores, sobre la conformidad de los EPI's (Ver, Reg-Epi-05).

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

- El director está en todo su derecho de aplicar un régimen disciplinario de acuerdo al reglamento LOSCCA. En caso de que el trabajador no cumpla con el uso de los EPI's, la sanción se realizará conforme al artículo 72 del Capítulo V del libro LOSCCA, el artículo anteriormente citado establece las sanciones por “Amonestaciones verbales y escritas”.

## 6. CONTROL DE REGISTRO


Nombre de registro	Código	Tiempo de retención	Archivo final
Designación del EPI's a cada puesto de trabajo.	Reg-EPI-02.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Entrega del equipo de protección (EPI's).	Reg-EPI-03.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Control del uso de EPI's	Reg-EPI-04.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad
Conformidad de los EPI's, por parte de los trabajadores	Reg-EPI-05.	10 años	Oficinas de la Mancomunidad

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	








	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

**Registro-EPI-05.** Conformidad de los EPI's, por parte de los trabajadores.

<b>Conformidad de EPI's N° _____</b>
<p><b>Datos generales del Responsable técnico:</b></p> <p><b>Nombres y Apellidos:</b> _____ <b>Rango Ocupacional:</b> _____</p> <p><b>Fecha de control:</b> _____ <b>Hora de control:</b> _____</p>
<p><b>Datos generales del trabajador</b></p> <p><b>Rango Ocupacional:</b> _____</p> <p><b>Señale con una (X) el EPI's que este de su agrado</b></p> <p>Protección calzado <input type="checkbox"/>    Protección manos <input type="checkbox"/>    Protección ocular <input type="checkbox"/></p> <p>Protección respiratorio <input type="checkbox"/>    Protección traje <input type="checkbox"/></p> <p><b>Comentario para el mejoramiento de EPI's.</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p><b>Datos generales del trabajador</b></p> <p><b>Rango Ocupacional:</b> _____</p> <p><b>Señale con una (X) el EPI's que este de su agrado</b></p> <p>Protección calzado <input type="checkbox"/>    Protección manos <input type="checkbox"/>    Protección ocular <input type="checkbox"/></p> <p>Protección respiratorio <input type="checkbox"/>    Protección traje <input type="checkbox"/></p> <p><b>Comentario para el mejoramiento de EPI's.</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p><b>Firma de responsable técnico:</b></p> <p style="text-align: center;">_____</p>

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	



	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

## 8. REFERENCIAS

LOSCCA. Reglamento de la ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa y de Unificación y Homologación de las Remuneraciones del Sector Público.

NTP 262. Protectores visuales contra impactos y/o salpicaduras: guías para la elección, uso y mantenimiento.

NTP 747. Guantes de protección: requisitos generales.

NTP 748. Guantes de protección contra químicos.

NTP 769. Ropa de protección: Requisitos generales.

NTP 787. Equipos de protección respiratoria: identificación de los filtros según sus tipos y clases.

NTP 772. Ropa de Protección contra agentes biológicos.

NTP 813. Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado.

NTP 938. Guantes de protección contra microorganismos.


NTP 929. Ropa de protección contra productos químicos.

Real Decreto 664/1997. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.

Real Decreto 773/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos y protección individual.

Portillo (1996). Comercialización de los Equipos de Protección Individual

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Valeria Flores</b>	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

## 9. ANEXOS

**Anexo-EPI-01.** Protección calzado: Calzado tipo bota de uso industrial.




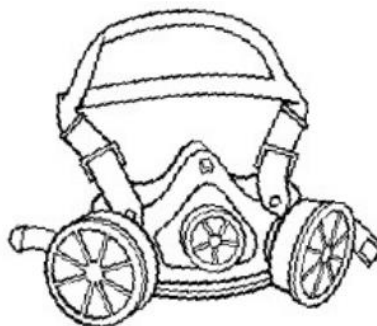
**Anexo-EPI-02.** Protección ocular: Gafas con montadura integral.



**Anexo-EPI-03.** Protección respiratoria: Mascarilla con sistema de filtros.

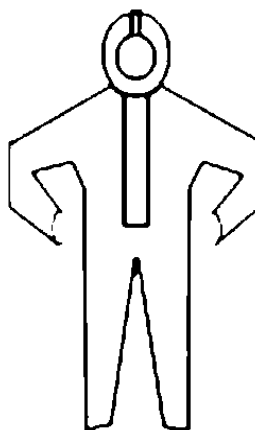
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1



Mascarilla


**Anexo-EPI-04.** Protección individual: Traje de tipo 5b.



**Anexo-EPI-05.** Marcado: Sello de conformidad establecido por el Real Decreto 1407/1992.








<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1


**Anexo-EPI-06.** Pictograma de la categoría III, indica: la protección de riesgos microbiológicos, riesgos químicos e instrucciones de uso.



**Anexo-EPI-07.** Pictograma de identificación en protecciones respiratorias, indica: instrucciones por el fabricante, humedad máxima, caducidad, intervalo de temperatura y dirección de circulación del aire


 Véase información suministrada por el fabricante	 <XX % Humedad máxima de almacenamiento	 Caducidad	 Intervalo de temperatura de almacenamiento	 Dirección de circulación del aire
---	--	--	---	--

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Equipo de Protección Individual	<b>Página:</b> 1 de 1

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

# CAPACITACIÓN DE LOS TRABAJADORES

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto 2017
	Capacitación de trabajadores	<b>Página:</b> 1 de 1

## 1. OBJETIVO

Desarrollar una personal competente, actualizando sus conocimientos sobre prevención de riesgos biológicos, para el mejoramiento las buenas prácticas de trabajo dentro del relleno sanitario de la Mancomunidad GISD Pujilí-Saquisilí.

## 2. ALCANCE

Aplica para todo el personal de diferentes cargos que realizan labores en las instalaciones del relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí, se aplica con la finalidad de obtener un personal competente y con conocimientos prácticos.


## 3. RESPONSABLES

- **Director.** Se encargará de supervisar que las capacitaciones hacia los trabajadores se realice de forma óptima. Para lo cual, elaborará en plan informativo de prevención de riesgos biológicos.
- **Responsable técnico:** Será designado por el Director, es la persona responsable de llevar a cabo las capacitaciones en base a un cronograma, además será el responsable de la participación y compromiso de los trabajadores.
- **Trabajadores:** Son aquellos que se comprometerán a la participación de las capacitaciones.

## 4. TERMINOLOGÍA

### 4.1. Capacitación

Es el conjunto de actividades didácticas que se organiza de acuerdo a un plan, para que el individuo adquiera destrezas o conocimientos teóricos, permitiendo que tenga un mejor desempeño en algún ambiente específico.

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 4.2. Formación

Proceso cuya finalidad es el aprendizaje en puestos de trabajo, se fundamenta en realizar actividades de aplicación con el fin de lograr la integración entre el trabajo y contenidos informativos.

## 4.2. Participación

Acción de involucrarse en cualquier tipo de actividad de actividad.

## 5. ACTIVIDADES

### 5.1. Capacitación

El director se encargará de que los trabajadores reciban una formación suficiente sobre cualquier medida de seguridad. El representante elegido por el Director, es el responsable de la elaboración de un cronograma, que se realizará en base: al ingreso de un nuevo trabajador, por rutinas y cuando existan cambios en el entorno (Ver, Anexo-CT-01). Con la finalidad de que los trabajadores posean conocimientos actualizados.

### 5.2. Temas a tratar

El capacitador deberá contar con material didáctico (pancartas, Proyector...etc.), de tal modo que pueda impartir buenos conocimientos al trabajador.


### 1. Evaluación de riesgos

Dirigido a: Todo el personal.

Duración: 1 hora

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	



	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

Temas a tratar:

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Alcance
- 1.3. Conceptos
- 1.4. Evaluación de riesgos biológicos
- 1.5. Reducción de riesgos biológicos
- 1.6. Seguimiento de la Salud de trabajadores
- 1.7. Obligaciones del director

Registro: Reg-CT-02

## 2. Prevención de Accidentes

Dirigido a: Todo el personal.


Duración: 1 hora

Temas a tratar:

- 2.1. Objetivo
- 2.2. Alcance
- 2.3. Conceptos
- 2.4. Riesgo de transmisión de infecciones.
- 2.5. Prevención de accidente primario: sobre la persona
- 2.6. Medidas de higiene personal.
- 2.7. Prevención de accidente Secundario: después del accidente.

Registro: Reg-CT-03

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

### 3. Equipos de Protección Individual

Dirigido a: Todo el personal.

Duración: 1 hora

Temas a tratar:

3.1. Objetivo

3.2. Alcance

3.3. Conceptos

3.4. Selección y utilización del casaca de protección

3.4. Selección y utilización de guantes de protección

3.5. Selección y utilización de protectores oculares


3.6. Selección y utilización del sistema de respiración

3.7. Selección y utilización de trajes de protección

Registro Reg-CT-04

Con la finalidad de verificar si el tema impartido hacia el personal creó conocimientos nuevos, se evaluará al personal una semana después, la evaluación se realizará en forma escrita. Una vez finalizado el proceso de evaluación se elaborará un informe que contenga los siguientes datos: fecha, datos personales, observaciones y resultados de la evaluación. En el caso que el trabajador no demuestre buenos resultados, deberá ser nuevamente capacitado, con la finalidad de velar por su seguridad. La evaluación se realizará en el personal fijo y nuevo.


<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

### 5.3. Consulta y Participación de los trabajadores

- El director deberá consultar a los trabajadores y permitir su participación, el trabajador efectuará propuestas destinados a mejorar los niveles de protección frente a riesgos biológicos.
- Las capacitaciones se realizaran dentro de la jornada de trabajo, y no tendrá costo alguno.
- Las capacitaciones serán didácticas de tal modo que la adquisición de conocimiento no sea un proceso difícil.
- El director está en todo su derecho de aplicar un régimen disciplinario de acuerdo al reglamento LOSCCA. En caso de que el trabajador no participe en las charlas de formación, la sanción se realizará conforme al artículo 72 del Capítulo V del libro LOSCCA, el artículo anteriormente citado establece las sanciones por “Amonestaciones verbales y escritas”.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	

	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 6. CONTROL DE REGISTROS

Nombre de registro	Código	Tiempo de retención	Archivo final
Registro a la capacitación sobre la evaluación de Riesgos Biológicos.	Reg-CT-02.	10 año	Oficinas de la Mancomunidad
Registro a la capacitación sobre prevención de accidente.	Reg-CT-03.	10 año	Oficinas de la Mancomunidad
Registro a la capacitación sobre los equipos de protección individual.	Reg-CT-04.	10 año	Oficinas de la Mancomunidad


## 7. REGISTROS

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	







	Mancomunidad GIDS Pujilí-	Versión: <b>01</b>
	Saquisilí	<b>Vigencia:</b> Agosto
	Capacitación de Trabajadores	2017
		<b>Página:</b> 1 de 1

## 8. REFERENCIAS

LEY 31/1995. Prevención de Riesgos Laborales.

NTP 559. Sistema de gestión preventiva: procedimiento de control de la información y formación preventiva

LOSCCA. Reglamento de la ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa y de Unificación y Homologación de las Remuneraciones del Sector Público.

## 9. ANEXOS

### ANEXO-CT-01- Cronograma para la capacitación del personal.

Formación	Año:					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Evaluación de riesgos						
Prevención de accidentes						
Equipos de protección individual						

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Valeria Flores	Ing. Manolo Córdova	



## Bibliografía

- Acosta, S. (2005). *Enterococcus* Control de Infecciones y Epidemiología CODEINEP.
- Adamowicz, M., Kaczanowska, J., & Donderski, W. (2007). The Impact of a Landfill Site in Żółwin – Wypaleniska on the Microbiological Quality of the Air. *Polish J. of Environ. Stud*, 16(1), 101-107.
- Environment Agency. (2001). Technical guidance on composting operations. Recuperado el 23 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.environment-agency.gov.uk/commondata/acrobat/compostin.pdf>.
- Andache, E., & Castillo, P. (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*. (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
- Arenas, A., Ojembarrena, A., Lubián, S., & García, A. (2012). Pantoea agglomerans: ¿un nuevo patógeno en la unidad de cuidados intensivos neonatales?. *Arch Argent Pediatr*, 110(4), 77-79.
- Aryal, S. (2015). Citrate Utilization: Test-principle, Media, Procedure and Result. Recuperado el 08 de agosto de 2017. Disponible en <https://microbiologyinfo.com/citrate-utilization-test-principle-media-procedure-and-result/>
- Aspiroz, C., Navarro, C., & Aspiroz, T. (2000). Infección urinaria causada por *Enterococcus faecalis* con fenotipo mucóide: un morfotipo inusual. *Enferm Infecc Microbiol Clin*, 18(7), 369-370.
- Ayala, S., Moreno, R., Araguas, J., Caprotta, G., & Pena, R. (2006). Shock séptico por *Shigella flexneri*. *Arch Argent Pediatr*, 14(4), 351-353.
- Badger, J., Stins, M., & Sik Kim, K. (1999). *Citrobacter freundii* Invades and Replicates in Human Brain Microvascular Endothelial Cells. *Infect Immun*, 67(8), 4208-4215.
- Ballesteros, V., Cuadros, Y., Botero, S., & López, Y. (2005). Factores de riesgo biológicos en recicladores informales de la ciudad de Medellín, 2005. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 26(2), 169.

- Basu, S. (2009). *Klebsiella pneumoniae*: An Emerging Pathogen of Pyogenic Liver Abscess. *Oman Medical Journal*, 24(2), 131-133. doi: 10.5001/omj.2009.28
- Blount, Z. (2015). The unexhausted potential of *E. coli*. *Elife*, 4, e05826. doi: 10.7554/eLife.05826
- Breza, B. (2012). Bioaerosols of the municipal waste landfill site as a source of microbiological air pollution and health hazard. *Ecological Chemistry and Engineering*, 19(8), 851-862.
- Breza, B. (2016). The assessment of airborne bacterial and fungal contamination emitted by a municipal landfill site in Northern Poland. *Atmospheric Pollution Research*, 7(6), 1043-1052. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2016.06.011>
- Cabello, R. (2007). *Microbiología y Parasitología Humana* (M. Panamericana Ed. 3 ed.). Argentina.
- Calderón, R., Sacsquispe, R., Pasterán, F., Galas, M., Soto, J., Riveros, J., . . . Montoya, Y. (2003). Caracterización molecular de *Klebsiella pneumoniae* y *Enterobacter cloacae* productoras de  $\beta$ -lactamasas de espectro extendido tipo SHV-5 en una unidad de cuidados intensivos neonatal de Lima. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 20, 121-127.
- Camarró, M., Catalá, V., Gimeno, C., Martínez, R., & Olmos, P. (2013). *Validación y verificación analítica de los métodos microbiológicos* (Seim Ed.).
- Cheng, C., Yam, W.-C., Tsang, L.-L., Yau, M., Siu, G., Wong, S., . . . Yuen, K.-Y. (2012). Epidemiology of *Klebsiella oxytoca*-Associated Diarrhea Detected by Simmons Citrate Agar Supplemented with Inositol, Tryptophan, and Bile Salts. *J Clin Microbiol*, 50(5), 1571-1579. doi: 10.1128/JCM.00163-12
- Cianflone, N. (2008). Salmonellosis and the GI Tract: More than Just Peanut Butter. *Current gastroenterology reports*, 10(4), 424-431.
- Cruz, A., Cazacu, A., & Allen, C. (2007). *Pantoea agglomerans*, a Plant Pathogen Causing Human Disease. *J Clin Microbiol*, 45(6), 1989-1992. doi: 10.1128/JCM.00632-07
- De la rosa, M., Mosso, M., & Ullán, C. (2002). El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio Medioambiental*, 5, 375-402.
- Dhurba, G. (2015). Indole Test: principle, procedure and interpretation. Recuperado el 08 de agosto de 2017. Disponible en <http://laboratoryinfo.com/indole-test/>

- Dutkiewicz, J., Mackiewicz, B., Kinga, M., Golec, M., & Milanowski, J. (2016). *Pantoea agglomerans*: a mysterious bacterium of evil and good. Part III. Deleterious effects: infections of humans, animals and plants. *Ann Agric Environ Med*, 23(2), 197-205. doi: 10.5604/12321966.1203878.
- ELIKA. (2013). Salmonella. Recuperado el 02 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento82/1.Salmonella.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento82/1.Salmonella.pdf)
- En Cotopaxi se producen más de 350 toneladas de basura a diario. (01 de Junio del 2017). *La Hora*. Recuperado 01 de septiembre de 2017. Disponible en <https://lahora.com.ec/noticia/1102062839/en-cotopaxi-se-producen-mc3a1s-de-350-toneladas-de-basura-a-diario>
- Envangelina, O., & Alarcón, L. (2004). *Manual de prácticas de microbiología básica y microbiología de alimentos* (1 Ed.): Ciudad Juárez; México.
- Escanilla, D. (s.f.). Riesgos Biológicos en el Ámbito Laboral. Uso de elementos de protección personal.
- Etymologia: Klebsiella. (2010). *Emerg Infect Dis*, 16(9), 1418-1418. doi: 10.3201/eid1609.ET1609
- Foster, T. (1996). Staphylococcus. In S. Baron (Ed.), *Medical Microbiology* (4th ed.). Universidad de Texas en Galveston Galveston.
- Frańczek, K., & Kozdrój, J. (2016). Strain differentiation of airborne opportunistic microorganisms within a municipal landfill area as assessed by PCR MP method. *Aerobiologia*, 32(3), 499-511. doi: 10.1007/s10453-016-9423-9
- Fraser, L., & Stuart, M. (2016). Enterobacter Infection. Recuperado el 03 de agosto de 2017. Disponible en <http://emedicine.medscape.com/article/216845-overview>
- García, A., & Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. *Medicine* (Baltimore), 10(41), 3426-3431.
- Garza, R., Hernández, K., & Mejía, A. (2002). Los factores de Virulencia y la actual importancia clínica de Enterococcus faecalis. *Lab-acta*, 14, 11-20.
- Goldman, E., & Green, L. (2015). *Practical Handbook of Microbiology* (3 ed.). New York, Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Gonzáles, A., & Alós, J. (2015). Shigelosis, la importancia de la higiene en la prevención. *Enferm Infecc Microbiol Clin*, 33(3), 143.

- González, E., & Campo, M. (2016). *Evaluación de bioaerosoles desde un relleno sanitario en el departamento del Atlántico*. (Tesis de pregrado), Universidad de la Costa, Colombia.
- González, O., Montes, F., Mayorgan, Á., & Letelier, M. (s.f.). Infección por *Citrobacter freundii*.
- Górny, R., Mainelis, G., & Dutkiewicz, J. (2017). *Bioaerosols in the environment - should we apply reference values?*
- Gracia, R., Zarain, P., & Laguna, Y. (2004). *Mecanismos de Patogenicidad e Interacción: Parásito-Hospedero*. Buap.
- Greaves, S. (2009). *Medicina & Laboratorio* (Edímeco Ed.). Universidad de Antioquía.
- Guillamás, C., Gutiérrez, E., Hernando, A., Méndez, J., Sánchez, G., & Tordesillas, L. (2017). *Higiene del medio hospitalario y limpieza de material* (Editex ed.).
- Hameed, A., Habeebuallah, T., Mashat, B., Elgendy, S., Elmorsy, T. H., & Elserougy, S. (2015). Airborne fungal pollution at waste application facilities. *Aerobiologia*, 31(3), 283-293. doi: 10.1007/s10453-015-9364-8
- Harrigan, W. (1998). *Laboratory Methods in food Microbiology* (3 ed.).
- Hazen, T., Robinson, G., Harris, A., Rasko, D., & Johnson, K. (2012). Genome Sequence of *Klebsiella oxytoca* 11492-1, a Nosocomial Isolate Possessing a FOX-5 AmpC  $\beta$ -Lactamase. *J Bacteriol*, 194(11), 3028-3029. doi: 10.1128/JB.00391-12
- Huang, C., Lee, C., Li, F., Ma, Y., & Su, H. (2002). The seasonal distribution of bioaerosols in municipal landfill sites: a 3-yr study. *Atmospheric Environment*, 36(27), 4385-4395. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00322-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00322-9)
- INSHT. (2014). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.
- Iriaste, M., Pijuan, M., Salmerón, A., Motorano, A., Vallejo, M., Fanjul, V., & Luciani, R. (2015). Infección de partes blandas por *Pantoea* sp: Caso Clínico. Recuperado el 02 de agosto de. Disponible en [http://www.hpc.org.ar/v2/v\\_art\\_rev.asp?gru=&npa=&id=1078&offset=11](http://www.hpc.org.ar/v2/v_art_rev.asp?gru=&npa=&id=1078&offset=11)
- Izzeddin, N., Medida, L., & Rojas, T. (2011). Evaluación de bioaerosoles en ambientes de centros de salud de la ciudad de Valencia, Venezuela. *Kasmera*, 39, 59-67.

- Jennison, A., & Verma, N. (2004). Shigella flexneri infection: pathogenesis and vaccine development. *FEMS Microbiol Rev*, 28(1), 43-58. doi: 10.1016/j.femsre.2003.07.002
- Jha, P., Kim, C., Kim, D., Chung, J., Yoon, N., Jha, B., . . . Jeon, D. (2016). Transmission of Enterobacter aerogenes septicemia in healthcare workers. *Springerplus*, 5(1), 1397. doi: 10.1186/s40064-016-3011-x
- Jones, A., & Harrison, R. (2004). The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations—a review. *Science of The Total Environment*, 326(1), 151-180. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.11.021>
- Junco, R., Martínez, G., & Luna, M. (2003). Seguridad ocupacional en el manejo de los desechos peligrosos en instituciones de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 41, 0-0.
- Jurado, R., Arenas, C., Doblaz, A., Rivero, A., & Torres, J. (2010). Fibre tifoidea y otras infecciones por salmonellas. Recuperado el 02 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Tifoidea\\_otras\\_salmonellas\\_Medicine20100.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Tifoidea_otras_salmonellas_Medicine20100.pdf)
- Kalwasińska, A., Burkowska, A., & Swiontek, M. (2014). Exposure of Workers of Municipal Landfill Site to Bacterial and Fungal Aerosol. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 42(10), 1337–1343. doi: DOI: 10.1002/clen.201300385
- Kataria, A., & Saad, E. (2015). Severe peritonitis caused by Citrobacter freundii and successful treatment with double antibiotic coverage. *Indian Journal of Nephrology*, 25(2), 117-118. doi: 10.4103/0971-4065.138702
- Kau, A., Martin, S., Lyon, W., Hayes, E., Caparon, M., & Hultgren, S. (2005). Enterococcus faecalis Tropism for the Kidneys in the Urinary Tract of C57BL/6J Mice. *Infect Immun*, 73(4), 2461-2468. doi: 10.1128/IAI.73.4.2461-2468.2005
- Kaźmierczuk, M., & Bojanowicz, A. (2014). Bioaerosol concentration in the air surrounding municipal solid waste landfill. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych - Environmental Protection and Natural Resources*, 25(2), 17. doi: 10.2478/oszn-2014-0015

- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta ecológica*, 79.
- Kobayashi, S., Malachowa, N., & DeLeo, F. (2015). Pathogenesis of *Staphylococcus aureus* Abscesses. *Am J Pathol*, 185(6), 1518-1527. doi: 10.1016/j.ajpath.2014.11.030
- LEY 31/1995. (1995). Prevención de Riesgos Laborales. Recuperado el 26 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/LeyPrevencion/PDFs/leydeprevencionderiesgoslaborales.pdf>
- Lim, J., Yoon, J., & Hovde, C. (2010). A Brief Overview of *Escherichia coli* O157:H7 and Its Plasmid O157. *J Microbiol Biotechnol*, 20(1), 5-14.
- Liu, H.-W., Chang, C.-J., & Hsieh, C.-T. (2015). Brain abscess caused by *Citrobacter koseri* infection in an adult. *Neurosciences*, 20(2), 170-172. doi: 10.17712/nsj.2015.2.20140749
- LOPCYMAT. (2005). Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Recuperado el 20 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_news/lopcymat.html](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_news/lopcymat.html)
- LOSCCA. (2008). Reglamento de la ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa y de Unificación y Homologación de las Remuneraciones del Sector Público. Recuperado el 18 de septiembre de 2017. Disponible en <https://www.uta.edu.ec/v3.2/uta/reglamentosexternos/losca2.pdf>
- Malakootian, M., Radhakrishna, N., Pourshaaban, M., & Hossaini, H. (2013). Bacterial-aerosol emission from wastewater treatment plant. *Desalination and Water Treatment*, 51, 4478–4488. doi: 10.1080/19443994.2013.769668
- Mardaneh, J., & Dallal, M. M. S. (2013). Isolation, identification and antimicrobial susceptibility of *Pantoea* (Enterobacter) agglomerans isolated from consumed powdered infant formula milk (PIF) in NICU ward: First report from Iran. *Iran J Microbiol*, 5(3), 263-267.
- Mezzatesta, M., Gona, F., & Stefani, S. (2012). Enterobacter cloacae complex: clinical impact and emerging antibiotic resistance. *Future Microbiol*, 7(7), 887-902. doi: 10.2217/fmb.12.61

- Miaśkiewicz, E., & Szyłak, M. (2015). Air pollution in landfill of wastes other than hazardous or inert / Zanieczyszczenia powietrza na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne. *Archives of Environmental Protection*, 41(2), 41-46. doi: 10.1515/aep-2015-0017
- Ministerio del Trabajo. (2015). Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado el 18 de septiembre de 2017. Disponible en <http://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Molina, J., & Urribadem, T. (s.f.). *Departamento de Microbiología y Parasitología*. Recuperado el 31 de julio de 2017. Disponible en <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/bacteriologia/shigella.html>
- Montoya, H. (2008). *Microbiología básica para el área de salud y afines* (U. d. Antioquia Ed. 2 ed.).
- Morales, J., Espinosa, M., López, M., Nogueras, F., & Viñolo, C. (2010). Bacteriemia por *Pantoea agglomerans* en paciente trasplantado hepático. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 102, 61-62.
- Morales, S., & Luna, I. (2010). *Comparación epidemiológica de los riesgos biológicos laborales que existen en el personal expuesto a residuos sólidos en el relleno sanitario de Quito con dos empresas de diferente actividad laboral*. (Tesis de Maestría), Universidad Internacional SEK, Ecuador
- Morgado, W. (2017). *Evaluación de bioaerosoles fúngicos asociados a un Relleno sanitario ubicado en el Municipio de Tubara, Departamento del Atlántico*. (Tesis de Maestría), Universidad de Manizales, Colombia
- Murray, B. (1990). The life and times of the Enterococcus. *Clin Microbiol Rev*, 3(1), 46-65.
- Muso, E., & Acosta, C. (2017). *Evaluación de bioaerosoles asociados en el sitio de disposición final de residuos sólidos en la Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del Cantón Latacunga (EPAGAL)*. (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
- Navarro, J. (2017). [Relleno Sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí].
- Nielsen, E., Nielsen, B., & Breum, N. (1995). Occupational bioaerosol exposure during collection of household waste. *Ann Agric Environ Med*, 2, 53-59.

- Nieves, B., Gonzáles, A., Solorzáno, M., Cruz, J., Puig, J., & Moreno, M. (2012). Caracterización de cepas de *Klebsiella pneumoniae* productora de b-lactamasa de espectro extendido aisladas en dos unidades de cuidados intensivos. *Revista Chilena Infectol*, 30(4), 374-380.
- NIOSH 149. (2002). Workers exposed to class B biosolids during and after field application. Recuperado el 20 de agosto de 2017. Disponible en <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-149/default.html>
- NTE INEN 439. (1984). Colores, señales y símbolos de seguridad. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.guaypro.com/new2/wp-content/uploads/2016/10/12-Se%C3%B1alizacion-de-seguridad-norma-tecnica-ecuatoriana-ENEN-439.pdf>
- NTE INEN 1529-8. (2015). Control microbiológico de los alimentos. Detección y recuento de *Escherichia coli* presuntiva por la técnica del número más probable. Recuperado el 12 de marzo de 2017. Disponible en <http://www.guaypro.com/new2/wp-content/uploads/2016/10/12-Se%C3%B1alizacion-de-seguridad-norma-tecnica-ecuatoriana-ENEN-439.pdf>
- NTE INEN 2266. (2010). Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.usfq.edu.ec/sobre\\_la\\_usfq/servicios/autoclub/Documents/descargas/INEN-TransporteAlmacenamientoManejoMaterialesPeligrosos.pdf](http://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/servicios/autoclub/Documents/descargas/INEN-TransporteAlmacenamientoManejoMaterialesPeligrosos.pdf)
- NTP 262. Protectores visuales contra impactos y/o salpicaduras: guías para la elección, uso y mantenimiento. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_262.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_262.pdf)
- NTP 293. (1989). Contaminantes biológicos: evaluación en ambientes laborales. Recuperado el 26 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_203.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_203.pdf)
- NTP 376. (1999). Exposición a agentes biológicos: seguridad y buenas prácticas de laboratorio. Recuperado el 31 de julio de 2017. Disponible en



- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_376.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_376.pdf)
- NTP 409. (1999). Contaminantes biológicos: criterios de valoración. Recuperado el 26 de julio de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_409.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_409.pdf)
- NTP 511. (1999). Señales visuales de seguridad: aplicación práctica. Recuperado el 23 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_511.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_511.pdf)
- NTP 559. (2000). Sistema de gestión preventiva: procedimiento de control de la información y formación preventiva. Recuperado el 18 de septiembre de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_559.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_559.pdf)
- NTP 616. (2000). Riesgos biológicos en la utilización, mantenimiento y reparación de instrumentos de laboratorio. Recuperado el 21 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_616.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_616.pdf)
- NTP 636. (2003). Ficha de datos de seguridad para agentes biológicos. Recuperado el 26 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_636.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_636.pdf)
- NTP 675. (2004). Riesgos laborales en empresas de gestión y tratamiento de residuos: clasificación y actividades. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_675.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_675.pdf)
- NTP 717. (2000). Gestión y tratamiento de residuos urbanos. Riesgos laborales en centros de transferencia. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp\\_717.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_717.pdf)

- NTP 747. (2000). Guantes de protección: requisitos generales. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp\\_747.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_747.pdf)
- NTP 748. (2000). Guantes de protección contra productos químicos. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp\\_748.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_748.pdf)
- NTP 769. (2000). Ropa de protección: Requisitos Generales. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/769%20.pdf>
- NTP 772. (2007). Ropa de protección contra agentes biológicos. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20772.pdf>
- NTP 781. (2007). Gestión y tratamiento de residuos sólidos. Riesgos laborales en vertederos. Recuperado el 29 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/786a820/787a.pdf>
- NTP 787. (2008). Equipos de protección respiratoria: identificación de los filtros según sus tipos y clases. Recuperado el 29 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/786a820/787a.pdf>
- NTP 802. (2008). Agentes Biológicos no infecciosos: enfermedades respiratorias. Recuperado el 08 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/802%20web.pdf>
- NTP 806. (2008). Residuos sólidos urbanos: riesgos laborales en plantas de compostaje. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/806%20web.pdf>

- NTP 807. (2008). Agentes biológicos glosario. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/807%20web.pdf>
- NTP 812. (2008). Riesgo Biológico: prevención de accidentes por lesión cutánea. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <https://www.sprl.upv.es/pdf/812%20riesgo%20biol%C3%B3gico%20prevenci%C3%B3n%20accidentes%20por%20lesi%C3%B3n%20cut%C3%A1nea.pdf>
- NTP 813. (2008). Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/>
- NTP 833. (2009). Agentes biológicos; Evaluación simplificada. Recuperado el 23 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/833%20web.pdf>
- NTP 853. (2009). Recogida, transporte y almacenamiento de residuos sanitarios. Recuperado el 24 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/853%20web.pdf>
- NTP 929. (2012). Ropa de protección contra productos químicos. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/929w.pdf>
- NTP 938. (2012). Guantes de protección contra microorganismos. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/ntp%20938%20w.pdf>
- OHSAS 18001. (2007). Sistema de Gestión en Seguridad y salud Ocupacional. Requisitos.
- OMS. (2016). Salmonella (no tifoidea). Recuperado el 01 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>
- Parham, P. (2006). *Inmunología* (Médica Panamerica ed.).

- Pinto, M., Ullua, M., & Toro, C. (2012). La prevención es clave frente a *Klebsiella pneumoniae* productora de KPC. Recuperado el 07 de agosto de 2017. Disponible en <http://noticias.med.uchile.cl/2012/julio/7553-la-prevencion-es-clave-frente-a-klebsiella-pneumoniae-productora-de-kpc.html>
- Podschun, R., & Ullmann, U. (1998). *Klebsiella* spp. as Nosocomial Pathogens: Epidemiology, Taxonomy, Typing Methods, and Pathogenicity Factors. *Clin Microbiol Rev*, 11(4), 589-603.
- Portillo, J. (1996). Comercialización de los Equipos de Protección Individual.
- Quispe, G., & Castillo, H. (2014). Cocos Gram positivos *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 49.
- Real Decreto 664/1997. (1997). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Recuperado el 20 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Folleto/Medicina/Ficheros/Vacunacion.pdf>
- Real Decreto 773/1997. (1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos y protección individual. Recuperado el 25 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-12735>
- Regli, A., & Pagés, M. (2015). *Enterobacter aerogenes* and *Enterobacter cloacae*; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. *Front Microbiol*, 6, (392). doi: 10.3389/fmicb.2015.00392
- Roca, B., Ferrer, D., & Pérez, A. (2005). Absceso hepático por *Klebsiella oxytoca*. *Anales de Medicina Interna*, 22, 355-355.
- Rodríguez, E., Gamboa, M. d. M., Hernández, F., & García, J. (2005). *Bacteriología general: Principios y prácticas de laboratorio*. (U. d. C. Rica Ed.). Costa Rica
- Rodríguez, S., Sauri, M., Peniche, I., Pacheco, J., & Ramírez, J. (2005). Aerotransportables viables en el área de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de Mérida, Yucatán. *Ingeniería*, 9(1), 19-29.
- Rogers, K. (s.f.). *Enterobacter*: Bacteria genus. Recuperado el 03 de agosto de 2017. Disponible en <https://www.britannica.com/science/Enterobacter>

- Romero, M. (2011). *Recuperación de la Fracción Fúngica Asociada a la Fracción Respirable del Material Particulado en dos Sectores de la Región Metropolitana*. (Tesis de Pregrado), Universidad de Chile, Chile
- Romero, M., Olite, F., & Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44, 0-0.
- Salamaga, B., Prajsnar, T. K., Jareno-Martinez, A., Willemsse, J., Bewley, M. A., Chau, F., . . . Mesnage, S. (2017). Bacterial size matters: Multiple mechanisms controlling septum cleavage and diplococcus formation are critical for the virulence of the opportunistic pathogen *Enterococcus faecalis*. *PLoS Pathog*, 13(7), e1006526. doi: 10.1371/journal.ppat.1006526
- SAE. (2015). Criterios específicos de acreditación de Laboratorios que realizan ensayos microbiológicos.
- Sánchez, M., Roing, A., Cayuela, M., & Stentiford, E. (2006). Emisión de bioaerosoles asociada a la gestión de residuos orgánicos. *Ingeniería*, 10(1), 39-47.
- Shen, P., Fan, J., Guo, L., Li, J., Li, A., Zhang, J., . . . Xiao, Y. (2017). Genome sequence of *Shigella flexneri* strain SP1, a diarrheal isolate that encodes an extended-spectrum beta-lactamase (ESBL). *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 16(1), 37. doi: 10.1186/s12941-017-0212-2
- Silapatro, S. (2004). Voges-Proskauer and Methyl Red. Recuperado el 09 de agosto de 2017. Disponible en <http://w3.marietta.edu/~spilatr/biol202/labresults/mrvp.html>
- Solíz, D., & Vásconez, N. (2017). *Desarrollo de instructivos de Seguridad e Higiene Industrial a partir del análisis aerobiológico del Relleno Sanitario de la Empresa Pública Municipal Gestión Integral de Desechos Sólidos del Cantón Salcedo*. (Tesis de Pregrado ), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
- Vasconcelos, M. (2012). *Percepción y riesgo de exposición laboral a agentes biológicos en centros de clasificación de residuos y vertederos*. (Tesis Doctoral), Universidad de León, España.
- Vélez, A., & Camargo, Y. (2009). Evaluación de la concentración de bioaerosoles fúngicos asociados al relleno sanitario Palanga, Santa Marta-Colombia.
- Wang, J., & Chang, S. (2017). *Citrobacter species*. Recuperado el 01 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.antimicrobe.org/b93.asp>

- Wilhelm, V. (1993). Occupational Safety at Landfill Sites - Hazards and Pollution Due to Landfill Gas. In F. Arendt, G. J. Annokké, R. Bosman & W. J. Van Den Brink (Eds.), *Contaminated Soil'93: Fourth International KfK/TNO Conference on Contaminated Soil 3–7 May 1993, Berlin, Germany* (pp. 449-458). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Winn, W., Allen, S., Janda, W., Koneman, E., Procop, G., Schreckenberger, P., & Woods, G. (2006). *Koneman Diagnóstico microbiológico* (E. M. Panamericana Ed. 6th ed.). Madrid, España.
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK. (2007). Expert forecast on Emerging Biological Risks related to Occupational Safety and Health. *Sperimetales*, 145. Recuperado el 01 de abril de 2017. Disponible en <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/reports/7606488>

# **ANEXOS**

## ANEXOS A. DATOS OBTENIDOS EN LA FASE EXPERIMENTAL

### Anexo A-1. Tabla de resultados

**Tabla 8.** Crecimiento de bacterias en medio de cultivo Tripteína Soya Agar, representado en código binario.

Tratamiento	Replica 1			Replica 2		
	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
a1b1c1	1	1	1	1	1	1
a1b1c2	1	1	1	1	1	1
a1b1c3	1	1	1	1	1	1
a1b1c4	1	1	1	1	1	1
a1b1c5	1	1	1	1	1	1
a1b2c1	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	1	1	1	1	1	1
a1b2c3	1	1	1	1	1	1
a1b2c4	1	1	1	1	1	1
a1b2c5	1	1	1	1	1	1
a1b1c1	1	1	1	1	1	1
a1b1c2	1	1	1	1	1	1
a1b1c3	1	1	1	1	1	1
a1b1c4	1	1	1	1	1	1
a1b1c5	1	1	1	1	1	1
a1b2c1	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	1	1	1	1	1	1
a1b2c3	1	1	1	1	1	1
a1b2c4	1	1	1	1	1	1
a1b2c5	1	1	1	1	1	1

**Nota:** El crecimiento de bacterias se representa como 1; caso contrario como 0.



**Tabla 9.** Crecimiento de bacterias en medio de cultivo MacConkey Agar, representado en código binario.

Tratamiento	Replica 1			Replica 2		
	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^2$	$10^3$	$10^4$
a1b1c1	1	0	0	1	0	0
a1b1c2	0	0	0	0	0	0
a1b1c3	1	1	1	1	1	1
a1b1c4	0	0	0	0	0	0
a1b1c5	0	0	0	0	0	0
a1b2c1	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	1	0	0	1	1	0
a1b2c3	0	0	0	0	0	0
a1b2c4	0	0	0	0	0	0
a1b2c5	0	0	0	0	0	0
a1b1c1	1	1	0	1	1	1
a1b1c2	1	1	0	1	1	1
a1b1c3	1	1	1	1	1	0
a1b1c4	1	1	1	1	1	1
a1b1c5	0	0	0	0	0	0
a1b2c1	1	1	1	1	1	1
a1b2c2	1	0	0	1	0	0
a1b2c3	0	0	0	0	0	0
a1b2c4	0	0	0	1	0	0
a1b2c5	0	0	0	0	0	0

**Nota:** El crecimiento de bacterias es representado como 1; caso contrario como 0.

**Tabla 10.** Crecimiento de hongos en medio Extracto Malta Agar y medio Sabouraud glucosa al 4%, representado por código binario.

Tratamiento	Extracto Malta Agar				Sabouraud glucosa al 4%			
	Réplica 1		Réplica 2		Réplica 1		Réplica 2	
	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>
a1b1c1	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b1c2	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b1c3	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b1c4	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b1c5	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b2c1	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b2c2	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b2c3	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b2c4	0	0	0	0	0	0	0	0
a1b2c5	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b1c1	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b1c2	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b1c3	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b1c4	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b1c5	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b2c1	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b2c2	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b2c3	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b2c4	0	0	0	0	0	0	0	0
a2b2c5	0	0	0	0	0	0	0	0

**Nota:** El crecimiento mitótico es representado como 1; caso contrario como 0.

**Tabla 11.** Enumeración de bacterias aisladas de la Réplica 1

<b>Tratamiento</b>	<b>Medio de cultivo</b>	<b>Número de estría</b>
a1b1c1	TSA	1
a1b1c2	TSA	10
a1b1c2	TSA	11
a1b1c4	TSA	20
a1b1c5	TSA	26
a1b2c1	TSA	4
a1b2c1	TSA	5
a1b2c1	TSA	6
a1b2c1	TSA	7
a1b2c1	TSA	8
a1b2c3	TSA	18
a1b2c5	TSA	28
a2b1c1	TSA	38
a2b1c3	TSA	43
a2b2c1	TSA	31
a2b2c1	TSA	32
a2b2c1	TSA	33
a2b2c2	TSA	40
a2b2c3	TSA	47
a2b2c4	TSA	58
a2b2c5	TSA	63
a2b2c5	TSA	64
a1b1c1	MacConkey	2
a1b1c1	MacConkey	3
a1b1c4	MacConkey	17,19,24
a1b2c3	MacConkey	15
a2b1c2	MacConkey	50
a2b1c2	MacConkey	51

a2b1c4	MacConkey	60
a2b2c1	MacConkey	36
a2b2c2	MacConkey	52
a2b2c4	MacConkey	62

**Tabla 12.** Enumeración de bacterias aisladas de la Réplica 2

<b>Tratamiento</b>	<b>Medio de cultivo</b>	<b>Número de estría</b>
a1b1c2	TSA	9
a1b1c3	TSA	16
a1b1c4	TSA	21
a1b1c4	TSA	22
a1b1c4	TSA	23
a1b2c2	TSA	13
a1b2c2	TSA	14
a1b2c4	TSA	25
a1b2c5	TSA	27
a1b2c5	TSA	29
a1b2c5	TSA	30
a2b1c1	TSA	39
a2b1c3	TSA	44
a2b1c3	TSA	45
a2b1c3	TSA	46
a2b1c4	TSA	56
a2b1c4	TSA	57
a2b2c1	TSA	34
a2b2c1	TSA	35
a2b2c2	TSA	41
a2b2c2	TSA	42
a2b2c3	TSA	48
a2b2c3	TSA	49
a2b2c4	TSA	59

---

a1b1c2	MacConkey	12
a2b1c4	MacConkey	61
a2b2c1	MacConkey	37
a2b2c2	MacConkey	53
a2b2c2	MacConkey	54
a2b2c2	MacConkey	55

---

## Anexo A-2. Cuantificación por el método Turbidimétrico

**Tabla 13.** Condiciones meteorológicas reportados en el muestreo aerobiológico, realizado en el relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí.

Tratamiento	Temperatura ambiente °C	Humedad relativa %
a1b1c1	19	65
a1b1c2	18	66
a1b1c3	15	83
a1b1c4	15	76
a1b1c5	17	56
a1b2c1	19	64
a1b2c2	18	52
a1b2c3	15	75
a1b2c4	15	75
a1b2c5	15	70
a2b1c1	18	57
a2b1c2	18	57
a2b1c3	18	60
a2b1c4	18	60
a2b1c5	20	68
a2b2c1	19	67
a2b2c2	18	62
a2b2c3	18	57
a2b2c4	24	68
a2b2c5	23	60

### Anexo A-3. Pruebas bioquímicas IMVIC

**Tabla 14.** Resultados bibliográficos de microorganismo identificados a partir de las pruebas bioquímicas IMVIC

<b>Microorganismos</b>	<b>Rojo de Metilo</b>	<b>Indol</b>	<b>Voges Proskauer</b>	<b>Citrato</b>
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+	-	+
<i>Citrobacter Koseri</i>	+	+	-	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	+	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	+	+
<i>Enterobacter cloacae Tipo II</i>	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	+		-
<i>Escherichia coli</i>	+	+		-
<i>Hafnia alvei</i>		(+/-)	+	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	+	+
<i>Klebsiella oxytoca</i>	+	-	+	+
<i>Pantoea agglomerans</i>	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)
<i>Salmonella</i>	-	+	-	+
<i>Shigella flexneri</i>	-	+	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	+	+	-

**Fuente:**

**Tabla 15.** Resultados de las pruebas bioquímicas IMVIC de bacterias aisladas

<b>N°</b>	<b>Prueba Bioquímica IMVIC</b>				<b>Microorganismo Identificado</b>
	<b>Rojo de Estría metilo</b>	<b>Indol</b>	<b>Voges Proskauer</b>	<b>- Citrato</b>	
1	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
2	-	-	+	+	<i>Klebsiella pneumoniae/Enterbacter</i>
3	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>

4	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
5	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
6	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
7	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
8	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
9	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
10	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
11	+	+	-	+	<i>Citrobacter koseri</i>
12	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
13	+	+	-	-	<i>Escherichia coli</i>
14	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
15	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
16	+	-	+	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
17	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
18	-	+	-	-	<i>N.I.</i>
19	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
20	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
21	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
22	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
23	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
24	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
25	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
26	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
27	+	-	+	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
28	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
29	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
30	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
31	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
32	+	-	+	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
33	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
34	-	-	+	+	<i>Klebsiella pneumoniae/Enterbacter</i>
35	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>



36	-	+	-	-	<i>N.I.</i>
37	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
38	-	-	+	+	<i>Klebsiella pneumoniae/Enterobacter</i>
39	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
40	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
41	-	+	-	-	<i>N.I.</i>
42	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
43	+	-	+	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
44	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
45	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
46	+	-	+	-	<i>Staphylococcus aureus</i>
47	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
48	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
49	+	-	-	-	<i>Enterococcus faecalis/Shigella flexneri</i>
50	+	+	-	-	<i>Escherichia coli</i>
51	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
52	-	+	+	+	<i>Klebsiella axytoca</i>
53	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
54	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
55	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
56	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
57	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
58	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
59	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>
60	+	-	-	+	<i>Salmonella / Citrobacter freundii</i>
61	-	-	+	+	<i>Klebsiella pneumoniae/Enterobacter</i>
62	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
63	-	-	-	+	<i>Pantoea agglomerans</i>
64	-	-	-	-	<i>Enterobacter cloacae tipo II</i>

## Anexo A-4. Diseño experimental

**Tabla 16.** Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
UFC/ml	40	0.98	0.96	0.34

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	4.73	20	0.24	43.10	<0.0001
<b>Réplicas</b>	0.02	1	0.02	3.69	0.0697
<b>Factor A</b>	0.26	1	0.26	46.70	<0.0001
<b>Factor B</b>	1.03	1	1.03	187.98	<0.0001
<b>Factor C</b>	1.18	4	0.29	53.70	<0.0001
<b>Interacción AxB</b>	0.66	1	0.66	120.49	<0.0001
<b>Interacción AxC</b>	0.67	4	0.17	30.61	<0.0001
<b>Interacción BxC</b>	0.19	4	0.05	8.84	0.0003
<b>Interacción AxBxC</b>	0.72	4	0.18	32.65	<0.0001
<b>Error</b>	0.10	19	0.01		
<b>Total</b>	4.83	39			

**Tabla 17.** Test de Tuckey en el Factor A (hora)

Factor A	Medias	n	E.E.	
<b>12h00 (a2)</b>	21.72	20	0.02	A
<b>09h00 (a1)</b>	21.88	20	0.02	B

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 18.** Test de Tuckey en el Factor B (Sector)

Factor B	Medias	n	E.E.	
<b>Área de desechos sól (b1)</b>	21.64	20	0.02	A
<b>Área de desechos Hosp (b2)</b>	21.96	20	0.02	B

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 19.** Test de Tuckey en el Factor C (días)

<b>Factor C</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>				
<b>Jueves (c4)</b>	21.51	8	0.03	A			
<b>Miércoles (c3)</b>	21.74	8	0.03		B		
<b>Viernes (c5)</b>	21.84	8	0.03		B	C	
<b>Martes (c2)</b>	21.93	8	0.03			C	D
<b>Lunes (c1)</b>	22.00	8	0.03				D

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 20.** Test de Tuckey de la interacción del Factor AxB (Hora\*Sector)

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
<b>a2</b>	<b>b1</b>	21.44	10	0.02	A		
<b>a1</b>	<b>b1</b>	21.85	10	0.02		B	
<b>a1</b>	<b>b2</b>	21.92	10	0.02		B	
<b>a2</b>	<b>b2</b>	22.01	10	0.02			C

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 21.** Test de Tuckey de la interacción del Factor AxC (Hora\*Día)

<b>Factor A</b>	<b>Factor C</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>				
<b>a1</b>	<b>c4</b>	21.42	4	0.04	A			
<b>a2</b>	<b>c3</b>	21.56	4	0.04	A	B		
<b>a2</b>	<b>c4</b>	21.61	4	0.04		B		
<b>a2</b>	<b>c5</b>	21.68	4	0.04		B		
<b>a2</b>	<b>c2</b>	21.71	4	0.04		B		
<b>a1</b>	<b>c3</b>	21.92	4	0.04			C	
<b>a1</b>	<b>c1</b>	21.95	4	0.04			C	
<b>a1</b>	<b>c5</b>	22.00	4	0.04			C	D
<b>a2</b>	<b>c1</b>	22.06	4	0.04			C	D
<b>a1</b>	<b>c2</b>	22.15	4	0.04				D

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 22.** Test de Tuckey de la interacción del Factor BxC (Hora\*Día)

Factor B	Factor C	Medias	n	E.E.					
b1	c4	21.32	4	0.04	A				
b1	c3	21.48	4	0.04	A	B			
b1	c5	21.65	4	0.04		B	C		
b2	c4	21.70	4	0.04			C		
b1	c2	21.83	4	0.04			C	D	
b1	c1	21.94	4	0.04				D	E
b2	c3	22.00	4	0.04				D	E
b2	c2	22.03	4	0.04					E
b2	c5	22.03	4	0.04					E
b2	c1	22.07	4	0.04					E

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

**Tabla 23.** Test de Tuckey de la interacción del Factor AxBxC (Hora\*Sector\*Día)

Factor A	Factor B	Factor C	Medias	n	E.E.					
a2	b1	c3	21.03	2	0.05	A				
a2	b1	c5	21.22	2	0.05	A	B			
a2	b1	c4	21.30	2	0.05	A	B			
a1	b1	c4	21.34	2	0.05		B			
a1	b2	c4	21.49	2	0.05		B	C		
a2	b1	c2	21.69	2	0.05			C	D	
a2	b2	c2	21.74	2	0.05			C	D	
a1	b2	c3	21.89	2	0.05				D	E
a2	b2	c4	21.92	2	0.05				D	E
a1	b2	c5	21.92	2	0.05				D	E
a1	b1	c1	21.93	2	0.05				D	E
a1	b1	c3	21.94	2	0.05				D	E
a2	b1	c1	21.95	2	0.05				D	E
a1	b2	c1	21.97	2	0.05				D	E
a1	b1	c2	21.98	2	0.05				D	E
a1	b1	c5	22.08	2	0.05					E F
a2	b2	c3	22.10	2	0.05					E F
a2	b2	c5	22.14	2	0.05					E F
a2	b2	c1	22.17	2	0.05					E F
a1	b2	c2	22.32	2	0.05					F

**Nota:** Medidas con una letra común no son respectivamente diferentes ( $p>0.05$ )

## Anexo A-5. Gráficos

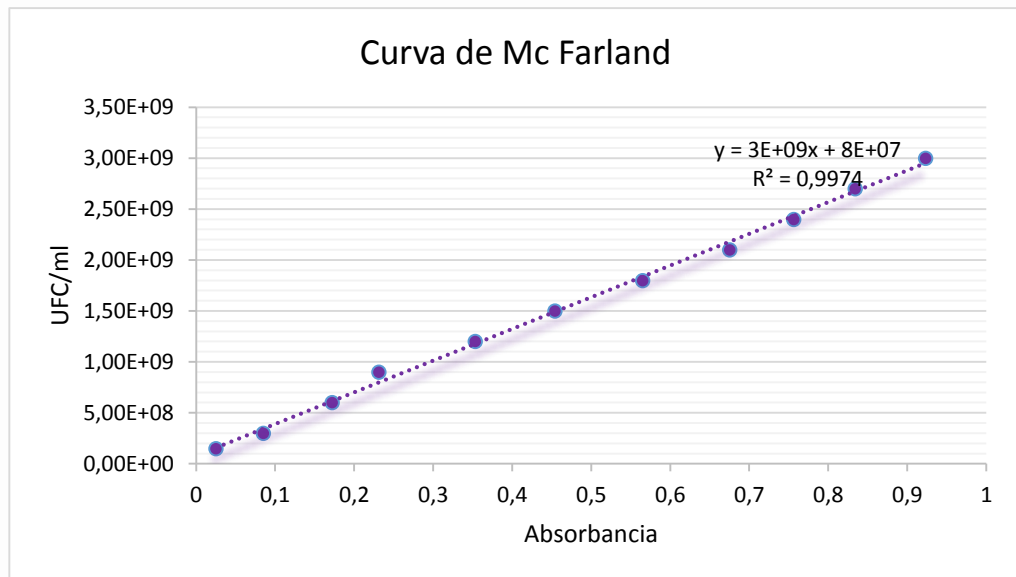


Figura 9. Curva de calibración McFarland

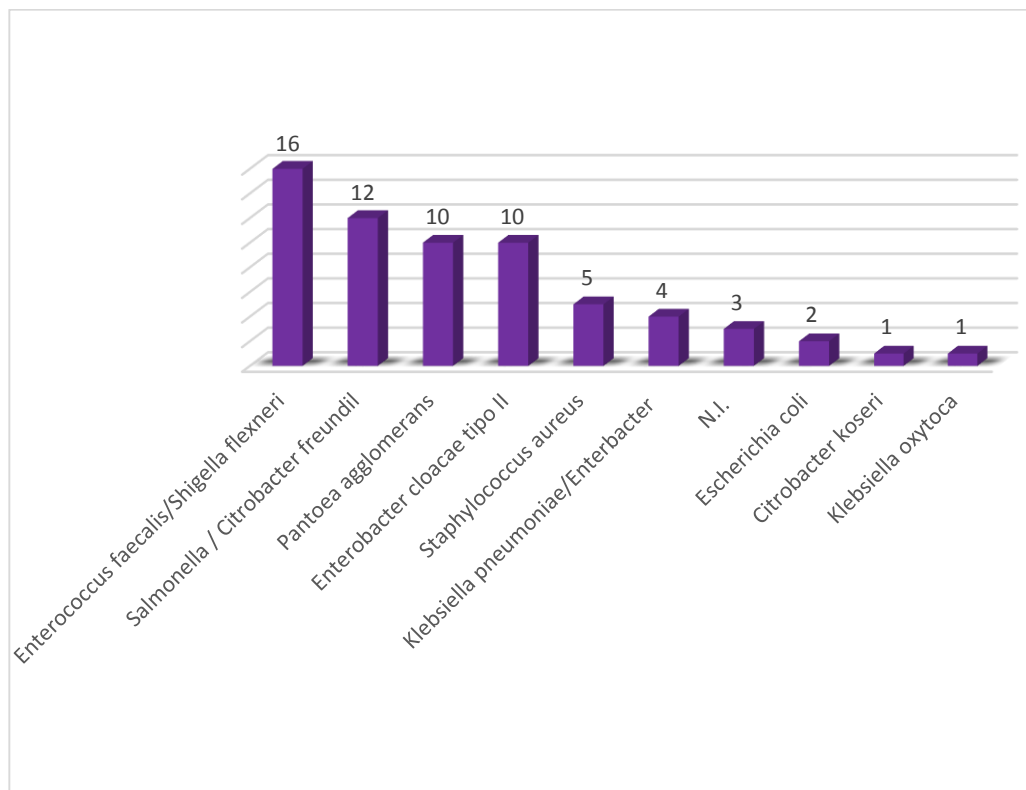
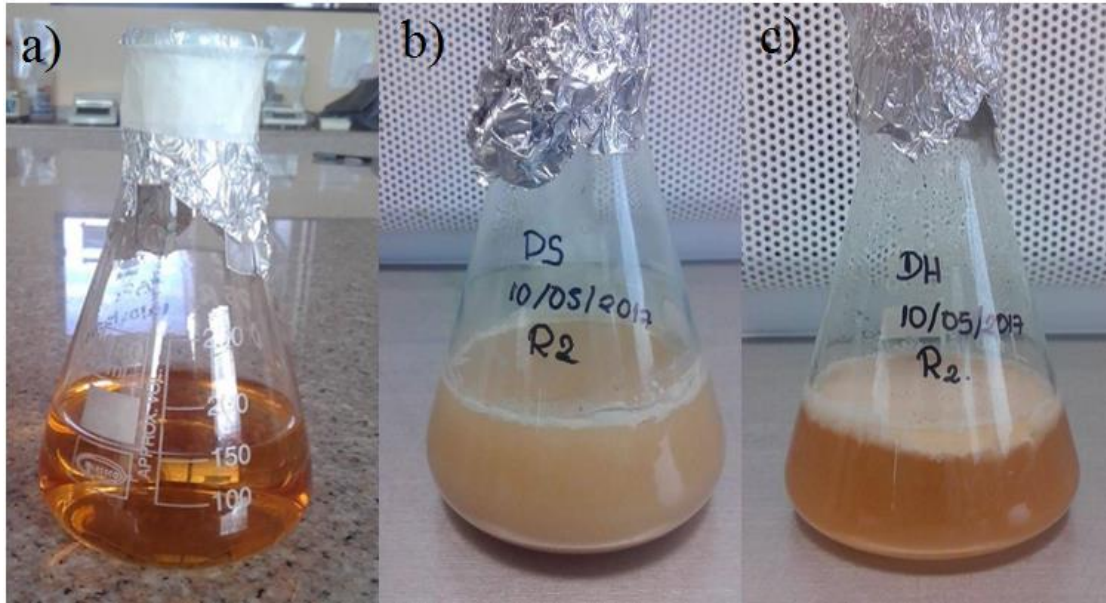


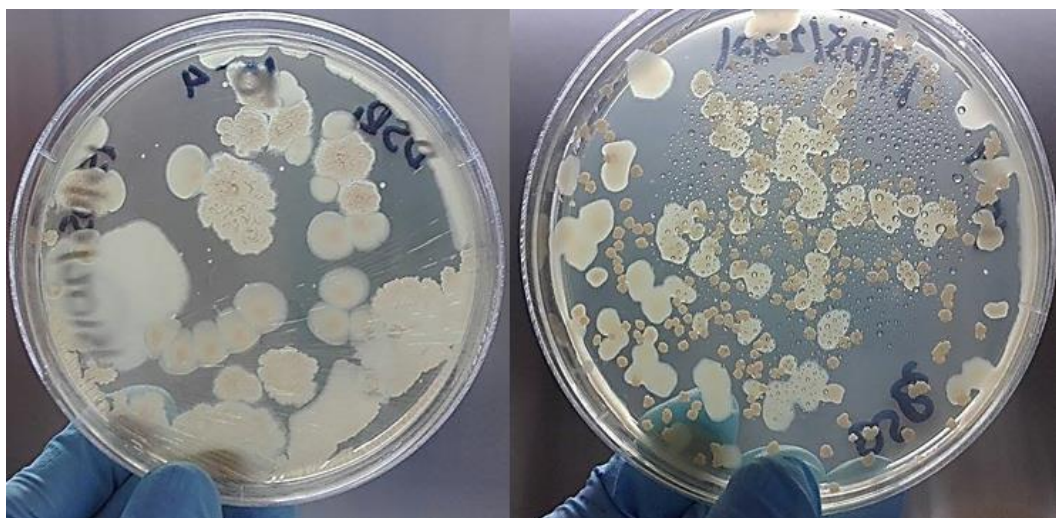
Figura 10. Frecuencia de microorganismos aislados

## ANEXOS B. FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL

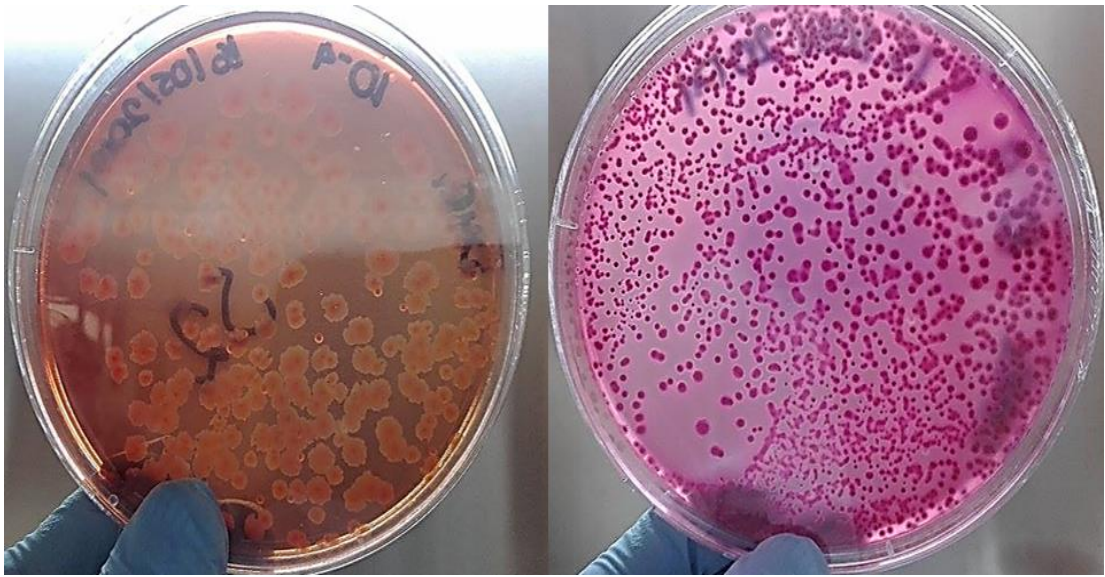
### Anexo B-1. Crecimiento microbiano



**Figura 11.** Evidencia de crecimiento microbiano en caldo BHI: a) matraz sin inocuo; b) matraz zona 1 (DS) tras 48 hrs de incubación; c) matraz zona 2 (DH) tras 48 hrs de incubación



**Figura 12.** Morfología macroscópica de bacterias en medio de cultivo Tripteína Soya Agar



**Figura 13.** Morfología macroscópica de bacterias en medio de cultivo MacConkey Agar



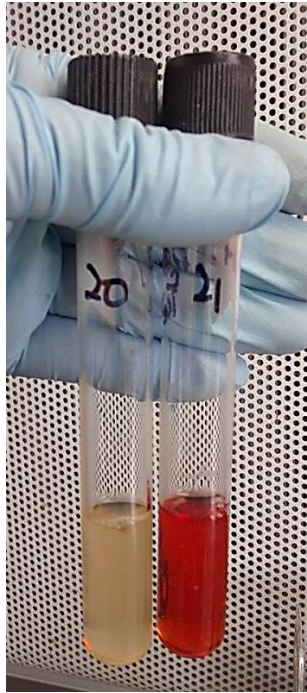
**Figura 14.** Colonias aisladas por estría simple en medio cultivo Tripteína Soya Agar



**Figura 15.** Colonias aisladas por estría simple en medio cultivo MacConkey Agar



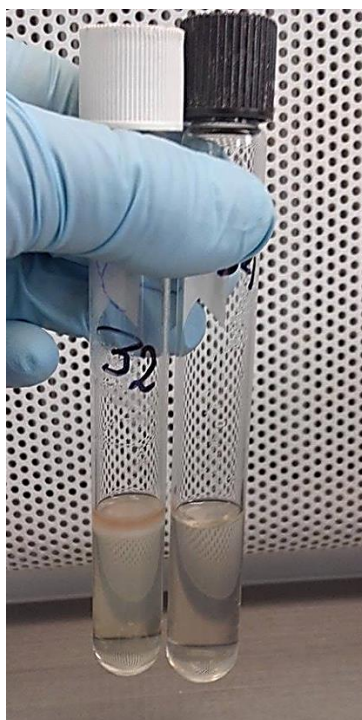
## Anexo B-2. Pruebas bioquímicas IMVIC.



**Figura 16.** Prueba Rojo de Metilo: prueba negativa (-) tubo izquierdo; prueba positiva (+) tubo derecho



**Figura 17.** Prueba de Indol: prueba negativa (-) tubo izquierdo; prueba positiva (+) tubo derecho



**Figura 18.** Prueba de Voges-Proskauer: prueba positiva (+) tubo izquierdo; prueba negativa (-) tubo derecho



**Figura 19.** Prueba de Citrato: prueba positiva (+) tubo izquierdo; prueba negativa (-) tubo derecho

### Anexo B-3. Relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí



**Figura 20.** Relleno sanitario de la Mancomunidad GIDS Pujilí-Saquisilí; Celda emergente de desecho comunes (izquierda); Celda emergente de desechos hospitalarios (derecha).



**Figura 21.** Protección utilizada durante los muestreos aerobiológicos