

# Riesgos biológico y químico en planta de compostaje de ingenio azucarero, Valle del Cauca, Colombia

## Biological risks and chemical in composting plant of sugar mill, Valle del Cauca, Colombia

### *Risco biológico e químico em planta de compostagem da usina açucareira, Valle del Cauca, Colômbia*

Iván Darío López Villalobos<sup>1</sup>, Ana María Muñoz<sup>2</sup> & Mariana Muñoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Ambiental, Especialista en Administración Pública, Magister en Ingeniería Ambiental. <sup>2,3</sup>Estudiante de Salud Ocupacional en la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Santiago de Cali, Valle, Colombia.

<sup>1,2,3</sup>Grupo de Investigación en Salud, Ambiente y Productividad – GISAP. Institución Universitaria Antonio José Camacho. Santiago de Cali, Valle, Colombia.

<sup>1</sup>idlopezvi@unal.edu.co, <sup>2</sup>anmariamuo.19@gmail.com, <sup>3</sup>marmuo.18@gmail.com

### Resumen

El riesgo químico y biológico, son los principales riesgos a los que se exponen los colaboradores de la planta de compostaje del ingenio azucarero, es sin duda una posible causa de enfermedades de tipo respiratorio y de la piel, así como de enfermedades infecciosas, lo cual afecta directamente la productividad de la empresa. Se utilizó un estudio descriptivo cuya metodología se realizó en tres fases, una primera de diagnóstico e identificación de peligros, en seguida según los resultados de las listas de chequeo, se realizó una matriz DOFA, luego los árboles de problemas se convirtieron en arboles de objetivos reemplazando cada uno de los problemas y consecuencias por las soluciones, así se definieron los objetivos prioritarios a emprender, para alcanzar las acciones de mejora en el proceso del compostaje. De los resultados obtenidos se resalta que el riesgo biológico tiene una interpretación de riesgo III (alto, mejorable) y representa el 55,6%, mientras que el riesgo químico con una interpretación de riesgo I (muy alto, crítico) representa el 44,4%. También

debe mencionarse que la planta de compostaje presenta un déficit en las medidas de prevención y protección por el incumplimiento de la normatividad legal vigente en seguridad y salud. Es importante que la planta de compostaje empiece a gestionar el cumplimiento de lo establecido en el programa de intervención propuesto para la misma, para de esta forma disminuir la vulnerabilidad del personal expuesto a riesgos biológico y químico.

**Palabras clave:** enfermedad, medidas de prevención y protección, salud ambiental

### Abstract

The chemical and biological risk, there are the main risks to which there are exhibited the collaborators of the plant of composting of the sugar ingenuity, undoubtedly it is possible of illnesses of respiratory type and of the skin, as well as of infectious illnesses, which affects straight the productivity of the company. There was used a descriptive study

which methodology was realized in three phases, the first one of diagnosis and identification of dangers, immediately according to the results of the lists of checkup, a counterfoil DOFA was realized, then the problems trees turned into targets trees replacing each of the problems and consequences for the solutions, this way there were defined the priority targets to be tackled, to reach the actions of progress in the process of the composting. Of the obtained results it is highlighted that the biological risk has a risk interpretation III (tall, improvable) and represents 55,6 %, while the chemical risk with a risk interpretation I (very tall, critical) represents 44,4 %. Also it must be mentioned that the composting plant presents a deficit in the measurements of prevention and protection for the nonperformance of the current legal regulations in safety and health. It is important that the composting plant begins managing the fulfillment of the established in the program of intervention proposed for the same one, for thus diminish the vulnerability of the personnel exposed to biological and chemical risks.

**Key-words:** disease, prevention and protection measures, environmental health.

## Resumo

Os riscos químico e biológico, são os principais riscos aos que colaboradores de plantas de

compostagem são expostos em usinas açucareiras, isso é, sem dúvida, uma possível causa de doenças de tipo respiratório e da pele, assim como de doenças infecciosas, afetando diretamente a produtividade da empresa. Foi utilizado um estudo descritivo, onde a metodologia foi realizada em três fases, a primeira fase foi diagnóstico e identificação de perigos, posteriormente, depois dos resultados das listas de verificação, foi feita uma matriz DOFA, logo após, árvores de problemas mudaram para árvores de objetivos substituindo cada problema e suas consequências por soluções, sendo definidos assim os objetivos prioritários a cumprir para atingir as ações nas melhoras no processo da compostagem. Dos resultado obtidos destaca-se que o risco biológico tem interpretação de risco III (alto, melhorável) e representa 55,5%, enquanto o risco químico, de interpretação I (muito alto, crítico) representa 44,4%. Também deve ser mencionado que a planta de compostagem apresenta uma carência nas normativas de prevenção e proteção pelo não cumprimento das normativas legais atuais em segurança e saúde. É importante que a planta de compostagem comece com a gestão de cumprimento do estabelecido no programa de intervenção proposto para ela e assim diminuir a vulnerabilidade do pessoal exposto a riscos tanto biológicos quanto químicos.

**Palavras chave:** doença, medidas de prevenção e proteção, saúde ambiental

## Introducción

En numerosos sectores económicos, principalmente en la agroindustria, se encuentran agentes biológicos, los cuales casi nunca son visibles, debido a su tamaño microscópico, como lo son las bacterias, virus y hongos (levaduras y mohos) (Escobar *et al.*, 2012). Principalmente se percibe la exposición a los microorganismos por su presencia en los residuos y por el propio proceso de compostaje (Sánchez, s.f.). También se encuentran sustancias químicas, las cuales se presentan en diferentes estados físicos dentro del ambiente de trabajo, con efectos

irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y con probabilidad de lesionar la salud de las personas que tienen contacto con ellas (Álvarez, Conti, Jiménez, Moreno & Valderrama, 2006). Siendo su aparición una consecuencia no intencionada de la actividad laboral, como suele suceder en muchas ocasiones, la evaluación de los riesgos a los que se exponen las personas plantea mayores dificultades. Partiendo de este punto, se puede observar que existen efectos por la exposición a agentes químicos, por la generación de gases tóxicos o nocivos como el amoníaco,

ácido sulfhídrico, metano, COV, entre otros, al remover los residuos durante el proceso o al voltear las pilas (Prieto, 2008). Estos factores de riesgo, son fuentes de molestias o de posibles enfermedades para las personas debido al deficiente cuidado (Solans, Gadea & Mansilla, 2008; Gutiérrez, 2011; Parra, 2003). Los procesos agroindustriales en caña de azúcar que se realizan en varias empresas del Valle del Cauca, obtienen subproductos de cosecha, que en muchos casos, son manipulados a través de plantas de compostaje para generar abonos orgánicos, presentándose diferentes agentes de riesgo para la salud de los trabajadores, como son, el riesgo biológico y químico dependiendo de la escala del proceso, que entre más extensa se presenta mayor generación de riesgo con requerimientos de medidas de control e intervención (Ruiz, 2007; Prieto, 2010). De este tipo de abono orgánico, se deriva el riesgo de que se presenten virus y bacterias, debido a su utilización, por contacto directo al tocar la tierra tratada o por inhalación de éstas durante la aplicación y disseminación del producto (Gómez, González & Chiroles, 2004). Estos microorganismos patógenos son entre otros: *Enterococcus sp*, *Escherichia coli* y la *Salmonella sp*, los cuales pueden producir enfermedades intestinales. En cualquier caso, es importante señalar que los efectos sobre la salud parecen ser debidos a la naturaleza del propio proceso de compostaje y son independientes del tipo de residuos tratados (Solans, Alonso & Gadea, 2001; Robles, 2010; Rojas, 2014; Román, 2013; Soliva, 2008; Tabares, 2007).

Este artículo de investigación muestra la planificación de la intervención a los factores de riesgo presentes en una planta industrial de compostaje, a partir de la evaluación de las condiciones laborales (Domingo *et al.*, 2006) en materia de prevención del proceso de planta y el hallazgo del grado de riesgo a los que están expuestos los trabajadores, y de esta forma, establecer las posibles soluciones y metodologías a las problemáticas identificadas. La necesidad de desarrollar esta investigación, es prevenir y evitar la proliferación de enfermedades en los operarios. Además, servirá como ejemplo para cumplir con la nueva normatividad en gestión de aprovechamiento de residuos sólidos, especialmente orgánicos.

## Metodología

Se utilizó un estudio descriptivo que permitió recolectar datos para la descripción de la situación real. Se estableció la siguiente metodología descrita por tres fases, las cuales se interrelacionan con los objetivos específicos planteados.

### **Fase I. Diagnóstico e identificación de peligros**

Se realizó un breve diagnóstico de la situación de la planta de compostaje industrial, en cuanto al reconocimiento de la planta de compostaje, los procesos y el tipo de materiales que existen, así como el estado sanitario de las instalaciones (según la resolución 2400), cómo se elabora el compost, con qué se cumple y qué se está incumpliendo. Además de cómo se encuentran frente al riesgo los trabajadores en materia de prevención.

Se elaboraron 2 listas de chequeo para evaluar:

1. La planta, en cuanto a los procesos y locación
2. Los trabajadores, en cuanto a vacunación (esquema de vacunación), cuáles deben ser los EPP's, la formación y capacitación

Estas listas de chequeo se evaluaron empleando la escala de Likert o método de evaluaciones sumarias (criterios de 1 a 5), donde 1 es totalmente en desacuerdo, 2 es en desacuerdo, 3 es indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 4 es de acuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. La lista de chequeo para los trabajadores constaba de 25 afirmaciones y la lista de chequeo para la planta constaba de 24 afirmaciones. Además, se llevó a cabo la identificación de peligros a través de una matriz de peligros, según la GTC 45 del 2012. La metodología utilizada inició con la identificación de los peligros asociados con las actividades en el lugar de trabajo, posteriormente se realizó la valoración de los riesgos: nivel de deficiencia, nivel de exposición, nivel de consecuencia, nivel de probabilidad, de donde se obtuvo la interpretación del riesgo (Índice o nivel de riesgo) y, finalmente, se establecieron medidas de control.

### **Fase II. Matriz DOFA y árboles de problemas**

Según los resultados de las listas de chequeo y la matriz de identificación de peligros, se realizó una matriz DOFA, utilizada como una herramienta estratégica de análisis de la situación de la planta industrial de compostaje. De esta manera se identificaron tanto las oportunidades como las amenazas y las fortalezas y debilidades a través de:

1. un análisis externo, donde se identificaron los factores externos claves para la planta. En este análisis se establecieron las oportunidades y amenazas.
2. Un análisis interno, donde se identificaron los factores internos claves para la planta. En este análisis se establecieron las fortalezas y debilidades.

A partir de los parámetros de la matriz DOFA, se estableció un árbol de problemas, donde en primera instancia se identificaron los problemas más significativos, las causas de los mismos y sus consecuencias. Las causas se dividieron en principales y secundarias para así establecer una jerarquización de las mismas, determinando los efectos del problema.

### **Fase III. Análisis y diseño de estrategias**

Los árboles de problemas se convirtieron en árboles de objetivos, en el cual se remplazó cada uno de los problemas y consecuencias por las soluciones -medios y fines-, así se definieron los objetivos

prioritarios a emprender, para alcanzar las acciones de mejora en el proceso del compostaje. De acuerdo a ello, se estableció un programa de intervención.

**Población.** La planta de compostaje está compuesta por 19 trabajadores directamente relacionados con el proceso del compostaje, por lo tanto para esta investigación se tomaron los 19 trabajadores como población universal, por ser un número bajo.

#### *Crterios de inclusión*

- Operarios que laboran en la planta de compostaje.
- Supervisor del proceso de compostaje.
- Microbióloga y auxiliares de microbiología del laboratorio de la planta de compostaje.

#### *Crterios de exclusión*

- Personal administrativo no relacionado con el proceso de compostaje.
- Personal de áreas distintas a la planta de compostaje que conforman el ingenio azucarero.

### **Operacionalización de las variables**

#### *Variables sociodemográficas.*

En la Tabla 1, se muestran las diferentes variables sociodemográficas aplicadas en la lista de chequeo a los trabajadores.

**Tabla 1. Variables sociodemográficas**

Variables	Definición	Tipo de Variable	Medición
Edad	Cada uno de los períodos en que se considera dividida la vida humana	Cuantitativa discreta policotómica	20-25 30-35 35-40 40-45 45-50
Género	Estado social y legal que nos identifica como femenino o masculino.	Cualitativa nominal Dicotómica	Hombre Mujer
Número de horas trabajadas	Es el tiempo diario que dedica el trabajador en la actividad del compostaje.	Cuantitativa Discreta dicotómica	1 h - 4 h; 4 h - 8 h
Cargo	Función de la cual una persona tiene la responsabilidad en una organización, un organismo o una empresa	Cualitativa ordinal policotómica	Supervisor de área Auxiliar de compostaje Jefe de microbiología Auxiliar de microbiología Auxiliar de procesos
Antigüedad	Tiempo en años o meses en un determinado cargo.	Cuantitativa discreta policotómica	0 a 1 año 1 a 5 años 5 a 10 años

*Variables del estudio*

En las Tablas 2 y 3, se muestran las variables aplicadas en la lista de chequeo a la planta y al trabajador.

**Tabla 2. Variables del estudio (listas de chequeo planta)**

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Ubicación y cantidad de servicios sanitarios	Se refiere a la ubicación adecuada de los servicios sanitarios y al número determinado como se especifica en la norma.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Dotación de elementos de higiene personal	Se refiere a la provisión necesaria y adecuada de elementos de higiene personal (jabón desinfectante y toalla)	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Existencia de sitio adecuado para consumo de alimentos	Se refiere a si hay un sitio en condiciones óptimas para el consumo de los alimentos.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo

Continuación Tabla 2

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Publicación de normas de bioseguridad	Se refiere a la divulgación escrita de las normas de bioseguridad.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Señalización de riesgo químico y biológico	Existencia de las técnicas de estimulación específicamente visual sobre riesgo químico y biológico, que permite percibir dichos riesgos para eludirlos.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Procedimiento de lavado de manos	Se refiere a la existencia de un protocolo donde se especifique la manera de correcta del lavado de manos.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Protocolos para manejo y procesamiento de residuos	Se refiere a la existencia de un protocolo donde se especifique la manera de correcta para el manejo y procesamiento de residuos.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Generación de vapores orgánicos y gases	Se refiere a la posible emisión de vapores orgánicos y gases durante el proceso de compostaje	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Monitoreo de pH, temperatura, humedad y aireación	Acción de vigilancia y revisión de los estándares óptimos del compostaje.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Control de olores	Actividades encaminadas a disminuir o mantener nivelados los olores emitidos al ambiente por el compostaje.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Medición de gases y vapores	Se refiere a la acción llevada a cabo para establecer los niveles en que se encuentra la planta respecto a gases y vapores.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estudios de microorganismos	Se refiere al análisis de la existencia de microorganismos en el proceso de compostaje	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Existencia de drenaje	Se refiere a si hay desalojo de líquidos procedentes de la descomposición de los residuos	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Uso de elementos de protección personal	Se refiere a la existencia o no del uso de los elementos de protección personal durante una actividad laboral específica	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo

Continuación Tabla 2

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Utilización de residuos de poda o vegetales	Se refiere a la utilización de residuos de poda o vegetales.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Utilización de excretas	Se refiere al uso de deposiciones de ciertos animales.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Utilización de vinasas o melaza	Se refiere al uso de los subproductos líquidos por la fermentación del etanol o los residuos de cristalización final del azúcar, durante el proceso.	Cualitativa nominal Policotómica	Totalmente en des- acuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo

Tabla 3. Variables de estudio (lista de chequeo trabajador)

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Programa de vacunación	Se refiere a un conjunto de estrategias para llevar a cabo la vacunación pertinente para proteger contra enfermedades o infecciones de los trabajadores.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Esquema de vacunación	Se refiere a qué vacunas debe tener el trabajador y la dosis necesaria.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Carnet de vacunación	Se refiere a la existencia del documento donde está el detalle (dosis y fechas) de todas las vacunas que se han aplicado.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Programa de exámenes médico ocupacionales	Se refiere a un conjunto de estrategias para llevar a cabo los exámenes médicos ocupacionales pertinente de los trabajadores.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Realización de exámenes médicos pertinentes	Acción de llevar a cabo las evaluaciones medicas ocupacionales.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo



Continuación Tabla 3

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Uso de guantes	Se refiere a la utilización de guantes durante el proceso del compostaje.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estado de los guantes	Se refiere a las condiciones óptimas de los guantes para ser utilizados.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Uso de protección respiratoria	Se refiere a la utilización de protección respiratoria durante el proceso del compostaje.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estado de la protección respiratoria	Se refiere a las condiciones óptimas de la protección respiratoria para ser utilizada.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Limpieza y desinfección de protección respiratoria	Se refiere a las actividades de limpieza y desinfección de los respiradores	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Inspección de protección respiratoria	Se refiere a las actividades de inspección de los respiradores	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Uso de gafas	Se refiere a la utilización de gafas durante el proceso del compostaje.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estado de gafas	Se refiere a las condiciones óptimas de las gafas para ser utilizadas.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo



Continuación Tabla 3

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Características del uniforme	Se refiere a las cualidades requeridas del uniforme para la ejecución de la tarea.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estado del uniforme	Se refiere a las condiciones óptimas de los uniformes para ser utilizados.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Características del calzado	Se refiere a las cualidades requeridas del uniforme para la ejecución de la tarea.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Estado del calzado	Se refiere a las condiciones óptimas del calzado para ser utilizado.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Desinfección y lavado de uniformes	Actividad llevada a cabo para la limpieza y la eliminación de restos de compostaje adheridos al uniforme.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Desinfección de Elementos de Protección Personal	Actividad llevada a cabo para la limpieza y la eliminación de restos de compostaje adheridos a los elementos de protección personal.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Conocimiento de riesgo biológico	Se refiere a la información obtenida acerca del concepto de riesgo biológico.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Conocimiento de riesgo químico	Se refiere a la información obtenida acerca del concepto de riesgo químico.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo

Continuación Tabla 3

Variable	Definición	Tipo de Variable	Indicador
Formación en manipulación de compostaje	Conocimiento y experiencia en la manipulación de compostaje.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Programa de capacitación sobre compostaje	Se refiere al conjunto de procesos y actividades relacionadas con la educación dirigidos a prolongar la generación de conocimientos que contribuya con el desempeño eficaz del cargo.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo
Programa de educación sanitaria y bioseguridad	Se refiere al conjunto de procesos y actividades relacionadas con la educación dirigidos a prolongar la generación de conocimientos que contribuya con el desempeño eficaz del cargo.	Cualitativa nominal policotómica	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Indeciso De acuerdo Totalmente de acuerdo

### Instrumentos de recolección de información

De acuerdo a las fases establecidas en la metodología, se utilizaron diferentes instrumentos para cumplir con cada una de ellas. La Tabla 4 muestra los instrumentos utilizados.

Tabla 4. Instrumentos de recolección de datos

Fase	Instrumento
I	Lista de chequeo Matriz de peligros
II	Matriz DOFA Árboles de problemas
III	Árboles de objetivos Programa de intervención

### Resultados

Se analizan en cada fase las condiciones laborales en materia de prevención de la planta de compostaje y de los colaboradores frente al riesgo biológico y químico existente en la planta.

### Diagnóstico (Fase I)

#### Planta de compostaje

Teniendo en cuenta los resultados de la lista de chequeo que se aplicó a la planta de compostaje que se presenta en la Tabla 5, se identificó que en cuanto a instalaciones sanitarias: la planta cuenta con servicios sanitarios bien ubicados y en cantidad suficientes, aunque está pendiente la batería sanitaria para el área de operación de piscinas de lixiviados; en desacuerdo en que los servicios sanitarios están dotados con los elementos de higiene personal -jabón desinfectante y toalla-, debido a que el baño de contratistas no cuenta con la dotación de jabón desinfectante y de acuerdo en que la planta cuenta con un sitio higiénico y lejos del proceso de compostaje para el descanso y consumo de alimentos, ya que, por políticas de la empresa se debe ir al casino a consumirlos. Por lo tanto, la planta de compostaje cumple parcialmente con lo establecido en la Resolución 2400 de 1979, donde se especifica en el Título II, Capítulo II “servicios de higiene”, en el artículo 17 que todos los establecimientos de trabajo deben tener un lavamanos y dotación de todos los elementos indispensables para su servicio,

consistentes en toallas de papel, jabón y desinfectantes. Al igual que lo establecido en el artículo 25, donde se especifica que en los establecimientos de trabajo, los casinos se deberán ubicar fuera de los lugares de trabajo, y separados de otros locales, y de focos insalubres o molestos.

En normas de bioseguridad: se estuvo totalmente en desacuerdo en que las normas de bioseguridad están publicadas en un sitio visible; también, en que la planta cuenta con señalización de riesgo biológico y químico y en que la planta dispone de procedimientos escritos sobre lavado de manos, porque no se cuenta con la información divulgada de estos temas ni los medios visibles para su publicación. Así, la planta de compostaje no cumple con lo citado en el artículo 8 del decreto 1443 del 2014, donde se especifica que en prevención y promoción de riesgos laborales, el empleador debe implementar y desarrollar actividades de prevención de enfermedades laborales en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, de conformidad con la normatividad vigente. Por otro lado, se estuvo de acuerdo en que existen protocolos para manejo y procesamiento de residuos, donde la planta tiene una estandarización de éstos para que los trabajadores y las partes interesadas tengan el conocimiento oportuno del paso a paso que se lleva a cabo en los distintos procesos.

*Procesos:* se estuvo de acuerdo en que se generan vapores orgánicos y gases en el proceso de compostaje, debido a los procesos internos que se llevan a cabo durante la producción del compost y por la actividad del volteo de las pilas; también, en que se monitorean características como el pH, temperatura, humedad y aireación y en que se realiza control de olores en los procesos, porque se lleva a cabo el constante control de variables del proceso y control de olores con microorganismos. Por otra parte, se estuvo totalmente de acuerdo en que la planta cuenta con un sistema de drenaje para las aguas producidas por la descomposición de los residuos al contar con canales de recolección de lixiviados para control de derrames; totalmente en desacuerdo en que se han realizado mediciones de gases y vapores como el amoníaco, ácido sulfhídrico, metano y compuestos orgánicos volátiles generados durante el proceso y en que se han realizado

estudios de microorganismos como la salmonella, *E.Coli* y *Streptococcus* que pueden estar presentes en el compostaje, porque no se tiene información respecto al método de evaluación de estos agentes. Además, no se estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo en que los niveles de los vapores orgánicos y gases que genera la planta sobrepasan los límites permisibles, ya que no se han realizado mediciones que certifiquen estas condiciones.

*Procesos específicos:* se estuvo en desacuerdo en que durante la limpieza e intervención de las máquinas, durante la limpieza de trampas y la manipulación de muestras para el análisis microbiológico y fisicoquímico, se usan los elementos de protección personal correspondientes como gafas de seguridad y guantes, debido a que el personal no utiliza por completo los elementos de protección personal. Por otro lado, no se estuvo ni de acuerdo ni en desacuerdo en que durante la toma de muestras de vinaza, cachaza y compost y durante la manipulación de equipos ubicados en lechos de secado y piscina, se usan los elementos de protección personal correspondientes como gafas de seguridad y guantes porque algunas veces los operarios no utilizan sus elementos de protección personal para realizar la labor; totalmente en desacuerdo en que durante la supervisión del compostaje se usa la protección respiratoria con filtros para evitar la exposición a gases y vapores porque no cuenta con la dotación personal de dicho elemento de protección personal. Las razones por las cuales se presenta esta situación pueden estar arraigada a la carencia en los trabajadores de una cultura de cuidado y autoprotección de la salud. Por otro lado, se estuvo de acuerdo en que durante la remoción de las pilas y aplicación de vinaza se usa protección respiratoria con filtros para gases y vapores.

*Materiales usados para la elaboración del compostaje:* se estuvo totalmente en desacuerdo en que se utilizan excretas de animales porque no hace parte de la materia prima utilizada para la producción del compost. Y totalmente de acuerdo en que se utilizan residuos de poda o cualquier residuo vegetal y en que se utiliza vinaza o melaza, porque son las materias primas derivadas del proceso de producción del ingenio azucarero.

**Tabla 5. Resultados Lista de chequeo Planta**

<b>Instalaciones Sanitarias</b>				
	1.1	1.2	1.3	
ITEM	Servicios sanitarios bien ubicados y en cantidad suficientes	Servicios sanitarios dotados de elementos de higiene personal	Sitio higiénico y lejos del proceso de compostaje	
VALORACIÓN	4	2	4	
<b>Normas de bioseguridad</b>				
	2.1	2.2	2.3	2.4
ITEM	Normas de Bioseguridad publicadas en un sitio visible	Señalización de riesgo biológico y químico	Procedimientos escritos sobre lavado de manos	Protocolos para manejo y procesamiento de residuos
VALORACIÓN	1	1	1	4
<b>Procesos</b>				
	3.1	3.2	3.3	3.4
ITEM	Generación de vapores orgánicos y gases en el proceso de compostaje	Niveles de vapores orgánicos y gases sobrepasan los TLV	Monitoreo de pH, temperatura, humedad y aireación	Control de olores en los procesos
VALORACIÓN	4	3	4	4
<b>Procesos</b>				
	3.5	3.6	3.7	
ITEM	Mediciones de gases y vapores	Estudios de microbiológicos	Sistema de drenaje para lixiviados	
VALORACIÓN	1	1	5	
<b>Procesos Específicos</b>				
	4.1	4.2	4.3	4.4
ITEM	Uso de gafas de seguridad y guantes/Toma de muestras de vinaza, cachaza y compost	Uso de protección respiratoria/Remoción de las pilas y aplicación de vinaza	Uso de gafas de seguridad y guantes/Manipulación de equipos ubicados en lecho de secado y piscina	Uso de gafas de seguridad y guantes/ Limpieza e intervención de las máquinas
VALORACIÓN	3	4	3	2
<b>Procesos Específicos</b>				
	4.5	4.6	4.7	
ITEM	Uso de gafas de seguridad y guantes/ Limpieza de trampas	Uso de gafas de seguridad y guantes de nitrilo/ Manipulación de muestras para análisis microbiológico y físicoquímico	Uso de protección respiratoria/ Supervisión del proceso de compostaje	
VALORACIÓN	2	2	1	
<b>Materiales</b>				
	5.1	5.2	5.3	
ITEM	Residuos de poda o cualquier residuo vegetal/Elaboración compostaje	Excretas de animales/ Elaboración compostaje	Vinaza o melaza/ Elaboración compostaje	
VALORACIÓN	5	1	5	

## Trabajadores

De acuerdo a la lista de chequeo aplicada a los trabajadores, se presenta la Tabla 6, en la que se describe el resultado de cada aspecto.

**Tabla 6. Evaluación diagnóstica de higiene y seguridad a trabajadores**

Aspecto Evaluado	Resultado
Programa de vacunación	Se pudo hallar que para el aspecto evaluado de que la planta cuenta con un programa de vacunación para los operarios del proceso de compostaje, el 63,16% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque la empresa no cuenta con un programa de vacunación específico para la planta de compostaje y, además nunca se han realizado campañas de vacunación, por esta razón las vacunas que se tienen son por cuenta del mismo trabajador. El 21,05% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no tienen conocimiento acerca del programa de vacunación y no han sido informados si lo hay o no. El 10,53% de los trabajadores estuvo en desacuerdo, porque no conocen y no se han hecho programas de vacunación. Y el 5,26% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque el programa de vacunación existe, aunque no se han renovado las vacunas.
Esquema de Vacunación	Para el aspecto evaluado de que la planta cuenta con un esquema de vacunación, el 68,42% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no lo conocen o porque no existe. El 21,05% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no hay conocimiento de que si existe o no. El 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no se ha establecido un esquema de vacunación. Y el otro 5,26% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque existe un esquema en general para la empresa, aunque no aplique para la planta de compostaje.
Carnet de vacunación	El 94,74% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no se tiene el carnet de vacunación que la empresa debería adoptar de acuerdo a un esquema de vacunación específico para la planta y el 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no se han hecho los carnets de vacunación.
Programa de exámenes médico ocupacionales	Sobre la existencia de un programa de exámenes ocupacionales, el 57,89% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no lo conocen o no están informados acerca del tema. El 21,05% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no saben o no conocen respecto al programa. El 15,79% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no se han hecho programas de exámenes médico ocupacionales o no se han realizado los exámenes médico ocupacionales a los trabajadores. Y el 5,26% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque la empresa cuenta con el programa pero falta organización en la realización de los exámenes.
Realización de exámenes médico ocupacionales	Para el aspecto evaluado de que se cuenta con la realización de los exámenes médico ocupacionales pertinentes (ingreso, periódicos), el 47,37% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque se hacen los exámenes generales de entrada como la visiometría, la optometría, audiometría, exámenes de laboratorio pero no se han realizado las espirometrías. El 36,84% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque solamente se realizan los exámenes de ingreso. El 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo y otro 5,26% totalmente en desacuerdo porque solamente se hacen los de ingreso y no se hacen los exámenes rutinarios y/o periódicos. Y el 5,26% restante estuvo totalmente de acuerdo porque se realizan los exámenes completos establecidos.
Uso de guantes	En el uso de guantes impermeables tipo vaqueta para la manipulación de compostaje, el 47,37% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque es uno de los elementos de protección establecidos en la matriz de epp's estandarizada en la planta. El 31,58% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque es parte de los elementos de protección exigidos en la empresa. El 10,53% de los trabajadores estuvo en desacuerdo y el 10,53% restante estuvo totalmente en desacuerdo porque al pertenecer al área de laboratorio usan guantes de nitrilo y por otro lado, el supervisor no los utiliza.

Continuación Tabla 6

Aspecto Evaluado	Resultado
Condiciones de los guantes:	Los guantes se encuentran libres de daños como rasgaduras, agujeros o deterioro, el 63,16% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque sus guantes se encuentran en buenas condiciones para el desempeño de su trabajo. El 31,58% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque sus guantes están en buen estado o cumplen con las condiciones establecidas. Y el 5,26% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no se utiliza ningún tipo de guantes por el cargo de supervisor de procesos.
Uso de Protección respiratoria:	Para el aspecto evaluado de que existe uso de protección respiratoria (mascara con filtros 6006 3M) para vapores orgánicos y gases para la manipulación del compostaje, el 42,11% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque es uno de los elementos de protección establecidos en la matriz de epp's estandarizada en la planta. El 31,58% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque es parte de los elementos de protección exigidos en la empresa. Y el 26,32% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no se utiliza ningún tipo de protección respiratoria por el cargo de supervisor de procesos y para el área de laboratorio donde se utilizan tapabocas.
Condiciones de Protección respiratoria:	Con respecto al estado, si se encuentra limpia y libre de daños como rasgaduras, agujeros y distorsión, el 63,16% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque su protección respiratoria está en buenas condiciones. El 21,05% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque su protección respiratoria cumple con las condiciones establecidas. Y el 15,79% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no se utiliza el elemento de protección personal.
Limpieza y desinfección del respirador	Para conocer si se realiza la limpieza y desinfección del respirador después de cada uso, el 47,37% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque cumplen con las actividades de mantenimiento de sus elementos de protección personal. El 21,05% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no existe capacitación en este tipo de actividades. El 15,79% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque conocen la necesidad de mantener higiénicamente sus elementos de protección respiratoria. El 15,79% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque al no utilizar la protección respiratoria, resulta obvio que no se realizan estas acciones.
Inspección y seguridad	Para asegurarse que funcione bien el respirador antes de usarlo, el 36,84% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no hay capacitación en el manejo de la protección respiratoria y por otro lado, porque no se utiliza en el área de laboratorio. Otro 36,84% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque conocen el procedimiento para poder cumplir con el correcto uso de los elementos de protección personal. El 15,79% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque esta actividad es parte esencial del cuidado de los elementos de protección personal. El 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no conocen cómo realizar esta acción. Y el 5,26% restante de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no se utiliza este tipo de elemento de protección personal por ser parte del área de laboratorio.
Uso de gafas de seguridad	Sobre la existencia de uso de gafas de seguridad tipo Jackson Safety para la manipulación del compostaje, el 52,63% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque es uno de los elementos de protección establecidos en la matriz de epp's estandarizada en la planta. El 26,32% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque es parte de los elementos de protección exigidos en la empresa. El 15,79% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no las poseen dado que la empresa no los ha dotado de sus elementos de protección personal o porque no las usan ya que se empañan y no se ve nada y, por otro lado, porque no se utilizan en el cargo de supervisión. Y el 5,26% restante de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no las utilizan en la planta.
Condiciones de las gafas de seguridad	Las gafas de seguridad se encuentran limpias y libres de daños como rayones y distorsiones, el 31,58% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque está en buenas condiciones. El 26,32% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque las gafas no se mantienen en las condiciones óptimas a partir del primer día de uso. El 21,05% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque sus gafas de seguridad cumplen con las condiciones establecidas. El 15,79% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque al no ser utilizadas no aplica este criterio. El 5,26% restante de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque aunque se tienen, no se usan y por lo tanto, no aplica este criterio.



Continuación Tabla 6

Aspecto Evaluado	Resultado
Uso de uniforme	Para el aspecto evaluado de que el uniforme es de dos piezas (camisa manga larga de dril y pantalón manga larga tipo jean), el 78,95% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque es el uniforme establecido por la planta para el área de compostaje. Mientras que el 21,05% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque en el área de laboratorio se utiliza jean, camiseta y bata y por otro lado, el supervisor utiliza ropa "casual".
Condiciones del uniforme	El uniforme se encuentra libre de daños como rasgaduras y/o agujeros, el 57,89% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque su uniforme estaba en perfectas condiciones. El 36,84% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque su uniforme cumplía con las condiciones establecidas. Y el 5,26% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque la ropa que se utiliza es una diferente cada día al no ser el uniforme, por lo tanto no aplica este criterio.
Uso del Calzado	El calzado es cerrado, de material resistente e impermeable, el 31,58% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque el calzado que les brinda la planta no son resistentes ni impermeables. El 26,32% de los trabajadores estuvo de acuerdo y otro 26,32% estuvo totalmente de acuerdo porque su calzado cumple con las condiciones establecidas. Y el 15,79% restante de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque el calzado no es impermeable o porque no lo posee al utilizar otro tipo de calzado que no es el establecido por la empresa.
Condiciones del Calzado	El calzado se encuentra libre de daños como rasgaduras, agujero o deterioro, el 47,37% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque su calzado se encontraba en buenas condiciones para su trabajo. El 31,58% de los trabajadores estuvo de acuerdo porque su calzado cumplía con las condiciones físicas establecidas. El 21,05% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no se utiliza el calzado establecido por la empresa, por lo tanto no aplica este criterio o porque están rotos.
Manos limpias y uñas cortas	Paras las manos limpias y las uñas cortas, el 68,42% de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo y el 10,53% estuvo de acuerdo porque cumplen con las condiciones higiénicas establecidas. El 21,05% restante de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque se encontraban con las manos sucias por la manipulación del compostaje.
Lavado y desinfección de uniformes	Para el aspecto evaluado de que los uniformes son lavados y desinfectados dentro de la planta, el 89,47% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo y el 10,53% estuvo en desacuerdo porque no hay un área de lavado de uniformes y por lo tanto, éstos se lavan en la casa. El área para lavado se solicitó y fue denegada porque la empresa no considera que exista algún riesgo y solamente existe un área de lavado para el personal de fumigación.
Limpieza y desinfección de Elementos de protección personal EPP's	Para el aspecto de que se realiza limpieza y desinfección de los elementos de protección personal al terminal la labor, el 68,42% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque esta actividad se realiza muy poco o no se realiza. El 15,79% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no hay capacitación en este tipo de actividades. El 15,79% restante de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque de una u otra forma conocen cómo realizar esta acción.
Conocimiento del riesgo biológico	En el conocimiento del riesgo biológico en el proceso el compostaje, el 36,84% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque nunca les han dado información o no hay capacitación respecto al tema. El 26,32% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no conocen el riesgo biológico. El 26,32% de los trabajadores estuvo de acuerdo y el 10,53% estuvo totalmente de acuerdo, porque tenían algún conocimiento previo del concepto del riesgo biológico.
Conocimiento del riesgo químico	En el conocimiento del riesgo químico en el proceso del compostaje, el 57,89% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque nunca les han dado información o capacitación respecto del tema. El 26,32% de los trabajadores estuvo de acuerdo y el 10,53% estuvo totalmente de acuerdo, porque tenían algún conocimiento previo sobre el riesgo químico. Y el 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque no conocen sobre el riesgo químico.



Continuación Tabla 6

Aspecto Evaluado	Resultado
Formación en manipulación de compostaje	En cuanto formación pertinente en la manipulación y procesamiento de compostaje, el 57,89% de los trabajadores estuvo en totalmente en desacuerdo porque no tienen la capacitación en el tema. El 26,32% de los trabajadores estuvo de acuerdo y el 5,26% estuvo totalmente de acuerdo porque tienen un curso en el tema establecido. El 5,26% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque les han dado pocas capacitaciones en la planta. Y el otro 5,26% restante de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no saben si tienen una formación pertinente en el tema.
Programa de capacitación en compostaje	En la existencia de un programa de capacitación sobre compostaje (riesgos, medidas de protección, temas de higiene), el 68,42% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no existe actualmente un programa de capacitación de este tipo. El 10,53% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque les han dado pocas capacitaciones durante el tiempo que llevan en la planta. Otro 10,53% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no tienen conocimiento. El 5,26% de los trabajadores estuvo de acuerdo y el 5,26% restante estuvo totalmente de acuerdo porque su apreciación es de que si existe.
Programa de educación – bioseguridad	En la existencia de un programa de educación en temas de bioseguridad, el 68,42% de los trabajadores estuvo totalmente en desacuerdo porque no lo han tenido. El 10,53% de los trabajadores estuvo en desacuerdo porque les han dado pocas capacitaciones durante el tiempo que llevan en la planta. El 15,79% de los trabajadores estuvo indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo) porque no lo conocen. Y el 5,26% restante de los trabajadores estuvo totalmente de acuerdo porque tienen algún conocimiento acerca del tema relacionado.

### Grado de riesgo al cual están expuestos los colaboradores de la planta de compostaje.

#### Identificación de peligros (Fase I)

De acuerdo a la matriz de identificación de peligros, se obtuvieron los resultados de la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de identificación de peligros

Riesgo	Interpretación de Riesgo	No. De Riesgos/Interpretación De Riesgo
Biológico	III	5
Químico	I	4
TOTAL		9

Se pudo observar que el riesgo biológico con una interpretación de riesgo III (ALTO/situación que se puede mejorar) representa el 55,6%, mientras que el riesgo químico con una interpretación de riesgo I (MUY ALTO/situación muy crítica) representa el 44,4%, porque el riesgo biológico se encuentra presente en la mayoría de las tareas analizadas del proceso del compostaje, como lo muestra la Figura 1.

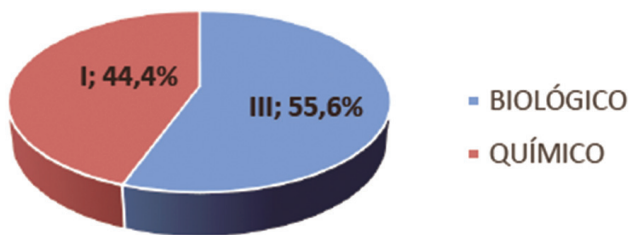


Figura 1. Interpretación del riesgo

### Estrategias de intervención para controlar el riesgo biológico y químico asociado con la manipulación de compostaje

#### Matriz DOFA y árbol de problemas (Fase II)

De acuerdo a los resultados de la matriz DOFA que se muestra en la Tabla 8 y teniendo en cuenta el

diagnóstico de las condiciones laborales en materia de prevención de la fase I, se formuló un problema general o principal identificado en la planta de compostaje, del cual, surgieron una serie de causas y sub-causas. Estas llevan a unas posibles consecuencias, vistas desde las perspectivas tanto de salud y seguridad como legales y económicas.

Tabla 8. Matriz DOFA

Planta de Compostaje Matriz de Evaluación	
Fortalezas (F)	Debilidades (D)
1. Estructura de la planta de compostaje. 2. Protocolos para manejo y procesamiento de residuos. 3. Monitoreo de las características físico-químicas y control de olores. 4. Materia prima para la elaboración del compost.	1. Inexistencia de mediciones ambientales de gases y vapores y estudios de microorganismos. 2. Programa de vacunación y de exámenes medico ocupacionales inespecífico para la planta de compostaje. 3. Inexistencia de programa de capacitación y formación. 4. Desconocimiento en aplicación de elementos de protección personal adecuados para la tarea.
Oportunidades (O)	Amenazas (A)
1. Normatividad vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo. 2. Convenios con laboratorios, universidades u otras entidades para realizar estudios ambientales. 3. Compañías profesionales en la fabricación de elementos de protección personal. 4. Administradora de Riesgos Laborales para capacitaciones al personal en riesgos.	1. Existencia de otras empresas generadoras de olores. 2. Sanciones por el incumplimiento de la normatividad legal vigente. 3. Demandas por parte operarios o comunidad cercana. 4. Tecnología que reduce más los riesgos en otras empresas competentes.

#### Análisis y diseño de estrategias (Fase III)

De acuerdo a los resultados de la fase I y fase II, se realizó un análisis interno y externo que comprendió la identificación de las debilidades y las fortalezas presentes, donde éstos componentes se relacionaron con las oportunidades establecidas y posteriormente se generaron las estrategias FO: cruce entre las fortalezas y las oportunidades y DO: cruce entre las debilidades y oportunidades. Además, las fortalezas y las debilidades identificadas se relacionaron con las amenazas establecidas, obteniendo como resultado las estrategias FA: cruce entre las fortalezas y las amenazas y DA: cruce entre las debilidades y las amenazas, cuyo fin es el de beneficiar a los colaboradores

y comunidad cercana a la planta de compostaje al diagnosticar su problemática y cómo enfrentarse a la misma a través de las estrategias formuladas. Estas estrategias se muestran en la Tablas 9 y 10.

De acuerdo a los resultados del árbol de problemas, el problema general o principal se convirtió en un objetivo general y las causas en objetivos específicos que se encaminarán en el cumplimiento de un programa de intervención integral para los riesgos especificados en la investigación, donde finalmente se pretende evitar las posibles consecuencias y alcanzar la meta de aumentar la productividad y el rendimiento laboral en la planta de compostaje.

### Programa de intervención

A partir del árbol de objetivos, se presenta el programa de intervención de la Tabla 11, a partir de un objetivo general, cuatro objetivos específicos, así

como las actividades y su respectivo cronograma, segregado por año y meses para 2016 y 2017. Al final se encuentran los indicadores de evaluación con la respectiva meta según el mes.

**Tabla 9.** Estrategias Externas a partir de la Matriz DOFA

	Planta de Compostaje Matriz de Evaluación	
	Fortalezas (F)	Debilidades (D)
	<b>D O F A</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura de la planta de compostaje.</li> <li>2. Protocolos para manejo y procesamiento de residuos.</li> <li>3. Monitoreo de las características físico-químicas y control de olores.</li> <li>4. Materia prima para la elaboración del compost.</li> </ol>
Oportunidades (O)	Estrategia F.O	Estrategia D.O
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normatividad vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo.</li> <li>2. Convenios con laboratorios, universidades u otras entidades para realizar estudios ambientales.</li> <li>3. Compañías profesionales en la fabricación de elementos de protección personal.</li> <li>4. Administradora de Riesgos Laborales para capacitaciones al personal en riesgos.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la estructura en adecuadas condiciones</li> <li>• Actualizar protocolos de manera proactiva de ser necesario</li> <li>• Mantener la investigación en pro de mejoramiento del compostaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer métodos de medición ambiental para gases y vapores y para el estudio de microorganismos.</li> <li>• Establecer un programa de vacunación y exámenes de acuerdo a la actividad y a los riesgos de la planta de compostaje.</li> <li>• Establecer un programa de capacitación y formación para compostaje.</li> <li>• Gestionar el asesoramiento con compañías profesionales en la fabricación de elementos de protección personal.</li> </ul>

**Tabla 10. Estrategias Internas a partir de la Matriz DOFA**

<b>D O F A</b>	<b>Planta de Compostaje Matriz de Evaluación</b>	
	<b>Fortalezas (F)</b>	<b>Debilidades (D)</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura de la planta de compostaje.</li> <li>2. Protocolos para manejo y procesamiento de residuos.</li> <li>3. Monitoreo de las características físico-químicas y control de olores.</li> <li>4. Materia prima para la elaboración del compost.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inexistencia de mediciones ambientales de gases y vapores y estudios de microorganismos.</li> <li>2. Programa de vacunación y de exámenes medico ocupacionales inespecífico para la planta de compostaje.</li> <li>3. Inexistencia de programa de capacitación y formación.</li> <li>4. Desconocimiento de que si los elementos de protección personal son los adecuados para la tarea.</li> </ol>
<b>Amenazas (A)</b>	<b>Estrategia F.A</b>	<b>Estrategia D.A</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existencia de otras empresas generadoras de olores.</li> <li>2. Sanciones por el incumplimiento de la normatividad legal vigente.</li> <li>3. Demandas por parte operarios o comunidad cercana.</li> <li>4. Tecnología que reduce más los riesgos en otras empresas competentes.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la estructura en adecuadas condiciones</li> <li>• Seguimiento y Evaluación de mediciones con registro de datos.</li> <li>• Integrar a la comunidad y entes oficiales en el manejo de emisión de olores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acogerse a la normatividad legal vigente para el cumplimiento de los requisitos de los programas de vacunación y de exámenes medico ocupacionales (Resolución 2346/2007, Resolución 10106/1989 y el Decreto 614/ 1984).</li> <li>• Acogerse a la normatividad legal vigente para el cumplimiento de los requisitos de programas de capacitación (Resolución 10106/1989, Decreto 614/ 1984 y el Decreto 1443/2014).</li> <li>• Gestionar estudios ambientales de gases y vapores en conjunto con otras empresas del sector.</li> <li>• Gestionar el asesoramiento con compañías profesionales en la fabricación de elementos de protección personal.</li> </ul>

**Tabla 11. Programa de Intervención**

**Objetivo General: Disminuir la vulnerabilidad del personal expuesto al riesgos biológico y químico de la planta de compostaje.**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	AÑO 2016					RESPONSABLE EJECUCIÓN	FECHAS	
		AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC		INICIO	TERMINO
Implementar los elementos de protección personal adecuados para el proceso de compostaje.	Asesorías con empresas especializadas en la fabricación de EPP's						Área de salud ocupacional	16-08-2016	31-10-2016
	Establecimiento de un programa de selección técnica y uso de EPP's						Área de salud ocupacional	1-11-2016	31-12-2016
	Actualización de la Matriz de elementos de protección personal						Área de salud ocupacional	1 -12-2016	31-12-2016
Mejorar las condiciones de trabajo inadecuadas.	Concientización de la necesidad y conveniencia de los EPP's						Área de salud ocupacional	1-08-2016	31-08-2017
	Control y supervisión del uso de EPP's						Área de salud ocupacional	16-08-2016	31-08-2017
Realizar mediciones ambientales de emisiones de gases y microorganismos en el medio ambiente interno y externo.	Actualización de la matriz legal de normatividad concerniente a riesgo químico y riesgo biológico						Área de salud ocupacional	16-08-2016	31-10-2016
	Establecimiento de métodos para mediciones ambientales y estudios de análisis microbiológicos						Área de salud ocupacional Gestión Ambiental	16-08-2016	31-10-2016
Indicadores de gestión	$\% \text{ Uso EPP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Colaboradores sin epp}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Colaboradores}} \times 100$	50	70	80	90	100	Salud Ocupacional		
	<i>Protocolo de Aire formulado Si - No</i>	NO	NO	SI			Gestión Ambiental		

Continuación Tabla 11

Objetivos Específicos	Actividades	Año 2017								Responsable Ejecución	Fechas	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		Inició	Terminó
Mejorar las condiciones de trabajo inadecuadas.	Capacitar en la necesidad y conveniencia de los EPP's									Área de salud ocupacional	1-08-2016	31-08-2017
	Control y supervisión del uso de EPP's									Área de salud ocupacional	16-08-2016	31-08-2017
Indicadores de gestión	$\% \text{ Uso EPP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Colaboradores sin epp}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Colaboradores}} \times 100$	100	100	100	100	100	100	100	100			
	Monitoreo Ambiental de emisiones (SI – No)		SI			SI			SI			

## Conclusiones

La planta de compostaje frente a los riesgos especificados, no cumple con las exigencias requeridas en la normatividad legal vigente, dado que se muestran deficiencias en la implementación de los diferentes requisitos establecidos para seguridad y salud en el trabajo.

El personal de la planta de compostaje es susceptible frente a los riesgos, debido a que las medidas de protección y prevención con las que cuentan actualmente son obsoletas o inexistentes, lo cual incrementa la probabilidad de adquirir enfermedades de diversa magnitud y severidad.

El riesgo biológico con una interpretación de riesgo III (ALTO/situación que se puede mejorar) representa el 55,6%, mientras que el riesgo químico con una interpretación de riesgo I (MUY ALTO/situación muy crítica) representa el 44,4%, ya que el riesgo biológico se encuentra presente en la mayoría de las tareas analizadas del proceso del compostaje.

Aunque el riesgo biológico en la planta de compostaje representa el mayor porcentaje, el riesgo químico es prioritario debido a que por su nivel de riesgo (I) no es aceptable, porque la situación es crítica y se debe realizar una intervención urgente. Dado que en la evaluación del nivel de deficiencia, de exposición, de probabilidad y de consecuencia, el riesgo químico tiene mayor valor en la determinación de cada uno de estos.

En la planta de compostaje, al no tener establecido un método de evaluación para gases, vapores y microorganismos, se evidencia el desconocimiento de los TLV'S (valores límites permisibles) de estos agentes, lo que conlleva al déficit de control de malos olores.

Los resultados hallados, pueden, no ser ajenos a la situación que presentan las plantas de compostaje en ingenios azucareros de la región suroccidental de Colombia, especialmente por el incremento del subproducto vinaza, en la necesidad de mitigar los impactos ambientales por obtención de etanol por biomasa, incrementando además, la generación de olores ofensivos, cuya situación debe medirse ambientalmente acorde a las Resoluciones 1541 de 2013 y 2087 de 2014.

El riesgo biológico al que actualmente están expuestos los colaboradores en este tipo de plantas, presenta varios aspectos en salud ambiental, en los cuales, no cumple. Se requiere actualizar e implementar a corto plazo, los planes de inmunización para los trabajadores sometidos a riesgo biológico ya que se presentan debilidades por incumplimiento parcial del Capítulo II, artículo 3 de la Resolución 2346 del 2007, donde se establece las evaluaciones médicas ocupacionales que debe realizar el empleador. Además, de lo establecido en el artículo 10, numeral 1 de la Resolución 1016 de 1989, donde se especifica la realización de los exámenes médicos como una de las actividades del subprograma de medicina preventiva y del trabajo.



## Literatura citada

1. Álvarez de la Puente, J.M. (2003). Manual de Compostaje para Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía.
2. Álvarez Heredia, F., Conti Parra, L., Jiménez Barbosa, I., Moreno Vargas, O. & Valderrama Montilla, F. (2006). Salud Ocupacional. Bogotá: ECOE Ediciones
3. Álvarez Heredia, F., Faizal Geagea, E. & Valderrama, F. (2010). Riesgos biológicos y bioseguridad. ECOE Ediciones.
4. Domingo, J.L., Nadal, M., Bocio, A. & Marti-Cid, R. (2006). Diseño de un programa de prevención de los riesgos para la salud de los trabajadores de plantas de compostaje de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos por exposición a contaminantes microbiológicos y químicos. Universidad Rovira i Virgili, Montcada i Reixac.
5. Escobar, N., Mora Delgado, J. & Romero Jola, N.J. (2012). Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural. 16 (1). 75-88.
6. Gómez Y., Gonzalez M. & Chiroles S. (2004). Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario. Medio Ambiente y Desarrollo. 4 (7).
7. Gutiérrez Strauss, A.M. (2011). Guía Técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional para el proceso de evaluación en la calificación de origen de enfermedad. República de Colombia: Ministerio de la Protección Social.
8. ICONTEC. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC-OH-SAS 18001. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud. Requisitos." Bogotá, Colombia, 24 de octubre de 2007.
9. Ministerio de Trabajo. Decreto No. 1443 de 2014. "Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)." Bogotá, Colombia, 31 de julio de 2014.
10. Ministerio de Trabajo. Ley No. 1562 de 2012. "Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional." Bogotá, Colombia, 11 de Julio de 2012.
11. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución No. 2400 de 1979. "Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo." Bogotá, Colombia, 22 de mayo de 1979.
12. Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio. Decreto No. 2981 de 2013. "Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo." Bogotá, Colombia, 20 de diciembre de 2013.
13. Parra, M. (2003). Conceptos básicos en Salud Laboral. Oficina Internacional del Trabajo (OIT).
14. Prieto García, F., Prieto Méndez, J., Callejas Hernández, J., Román Gutiérrez, A. & Méndez Marzo, M. (2010). Bioacumulación de arsénico en las etapas de desarrollo de la cebada maltera. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342010000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000100004)
15. Prieto Rodriguez, R. (2008). Evaluación de contaminantes químicos en plantas de recuperación y tratamiento de residuos sólidos urbanos. Conferencia llevada a cabo en el IX Congreso Andaluz de Seguridad y Salud Laboral, Sevilla, España.
16. Robles Martinez, F., Leyva Ruelas, G., Zapien Espinosa, J. & Colomer Mendoza, F. (2010). Monitoreo y análisis del proceso de compostaje en una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la ciudad de México. Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Ciudad de México.
17. Rojas Corona, J. (2014). Lombricompostas caseras, calidad y propuesta para mejorar su proceso. Universidad Veracruzana, Xalapa.
18. Román, P., Martínez, M.M & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Santiago de Chile.
19. Ruiz, L (2007). NTP 771: Agricultura: prevención de riesgos biológicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
20. Sánchez Guillen, J.L (S.f.). Microbiología y biotecnología. Recuperado de <http://www.lourdes-luengo.org/unidadesbio/microbiologia/25Microbiologia.pdf>
21. Sánchez Monedero, M.A., Roig, A., Cayuela, M.L. & Stenitford, E.I. (2006). Emisión de bioaerosoles asociada a la gestión de residuos orgánicos. *Ingeniería*. 10 (1). 39-47.
22. Solans Lampurlanés, X., Alonso Espadalé, R.M & Gadea Carrera, E (2001). NTP 597: Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: riesgos higiénicos. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España.
23. Solans Lampurlanés, X., Gadea Carrera, E. & Mansilla Ordoñez, A. (2008). NTP 806: Residuos sólidos urbanos: riesgos laborales en plantas de compostaje (II). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España.
24. Soliva Torrento, M., López Martínez, M & Huerta Pujol, O. (2008). Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje. En J. Moreno Casco (Ed.), *Compostaje*. (pp. 78-79). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
25. Tabares Restrepo, J.E. (2007). Manual para la disposición de residuos líquidos y sólidos en los laboratorios de la coordinación inspección de calidad de la gerencia complejo Barrancabermeja. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.

### Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Recibido: 30 de enero de 2016  
Aceptado: 25 de marzo de 2016