



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL
TRABAJO**

**DETERMINANTE DE RIESGO Y EXPOSICIÓN AL ÁCIDO
CÍTRICO EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Grado
de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo**

Autora

Daniela Andrea Ruiz Escobar

Director

Ing. Manuel Santiago Torres Bastidas MSc.

Quito – Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Daniela Andrea Ruiz Escobar, declaro que el presente trabajo de investigación es de mi autoría y que los resultados de esta investigación son auténticos y originales. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de grado.

Quito, 7 de diciembre del 2015.



Daniela Andrea Ruiz Escobar

C.I. 1721650537

INFORME DEL COMITÉ DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Para: Rodrigo Albuja Chaves, Ph.D.
Director General de Posgrados

Este trabajo de titulación, escrito por Daniela Andrea Ruiz Escobar, y titulado Determinante de riesgo y exposición al ácido cítrico en una industria alimenticia, ha sido aprobado en cuanto a estilo y contenido académico, y se refiere a usted para ser juzgado.

El Comité de aprobación de este Trabajo de Titulación, una vez que se ha revisado y evaluado, y con la base de su mérito intelectual, recomienda sea APROBADO.

Manuel Santiago Torres Bastidas, MSc.
Director del Trabajo de Grado

Medardo Ángel Ulloa Enríquez, MSc.
Evaluador

Mauricio Hernán Rojas Dávalos, MSc.
Evaluador

DEDICATORIA

Mahatma Gandhi: *“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado, un esfuerzo total es una victoria completa.”*

Todo lo que soy se lo debo a extraordinarias personas cuyas vidas han sido lecciones de superación y perseverancia, por lo que dedico este nuevo éxito en mi vida a la memoria de Delia María, “Mami Grande”, de quien aprendí a realizar cada cosa con mucho amor y disfrutar de los éxitos con humildad, a la memoria de Luis Alfonso, “Papi Lucho”, constante ejemplo de incansable esfuerzo y fortaleza, se lo dedico a Blanca Ernestina quien ante cualquier persona o circunstancia demuestra nobleza y es sinónimo de sacrificio, a Marilú y Rodrigo mis amados padres, pilares fundamentales en mi vida y principales protagonistas de todos mis logros, a Marilú y Nathaly mis hermanas y amigas cuyas ocurrencias y genialidades enriquecen mi vida día a día, a mis amigos y compañeros de la Maestría con quienes compartí innumerables vivencias en las instalaciones de nuestra querida Universidad Tecnológica Equinoccial.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Nuestra Señora del Quinche por todas las bendiciones otorgadas a lo largo de mi vida, por las enseñanzas enviadas a través de personas y situaciones de las que aprendí a levantarme y crecer, a mis padres Marilú y Rodrigo por su amor, dedicación, esfuerzo y por hacer de mí una persona de bien, responsable y profesional, a mis hermanas Marilú y Nathaly por su apoyo incondicional y cariño. A mi director de tesis, Ing. Manuel Torres Bastidas educador y amigo por asesorarme y cuyo apoyo ha sido fundamental para culminar esta Maestría con éxito, de igual manera a todos los profesionales que fueron mis profesores en Posgrado de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

Daniela A. Ruiz Escobar.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721650537
APELLIDO Y NOMBRES:	Ruiz Escobar Daniela Andrea
DIRECCIÓN:	N 73 y Av. Eloy Alfaro
EMAIL:	dannyruize@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2805284
TELÉFONO MOVIL:	0998104658

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Determinante de riesgo y exposición al ácido cítrico en una industria alimenticia.
AUTOR O AUTORES:	Daniela Andrea Ruiz Escobar
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	7 de diciembre de 2015
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Manuel Santiago Torres Bastidas, MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO <input checked="" type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>La presente investigación se realizó en una empresa dedicada a la producción y comercialización de aditivos alimentarios, que utiliza de materia prima varios químicos orgánicos como el ácido cítrico en la elaboración de sus productos. Este estudio se enfoca en la línea de producción para saborizantes en polvo, ya que se determinó que la exposición a estos productos, durante algunas etapas del proceso causa diversas afecciones a la salud de los empleados a nivel operativo.</p> <p>Específicamente la manipulación del ácido cítrico durante el proceso de molienda y</p>

	<p>tamizado origina irritaciones en la piel, ojos, fosas nasales, garganta y problemas respiratorios en los trabajadores. Se evaluó diversas causas que desencadenan estas afecciones y se determinó como factores contribuyentes algunas variables como: la cantidad de ácido cítrico procesado, el pH bajo o gran acidez del producto, la modificación del tamaño de partículas al moler los gránulos y convertirlos en un polvillo volátil y sobre todo el tiempo de exposición durante estas dos actividades. Adicionalmente se realizó un análisis del equipo de protección personal (EPP) y se conoció su poca efectividad, considerando las características y recomendaciones de uso se comprobó que no son adecuados para garantizar la integridad física del trabajador.</p> <p>Mediante la aplicación del Método NIOSH 0600 (Polvo respirable), se realizaron mediciones bajo condiciones normales de la molienda y tamizado del ácido cítrico, los resultados obtenidos de ambos procesos superan la concentración de 3 mg/m³ sugerida por ACGIH, sin embargo ninguna de las mediciones supera la concentración de 5 mg/m³ de OSHA.</p> <p>Este estudio permite desarrollar un plan de acción que reduzca significativamente los riesgos durante los procesos de fabricación, además se considera como un compromiso de mejoramiento continuo y es sinónimo de confianza para los empleados, de responsabilidad con la sociedad y las autoridades.</p>
PALABRAS CLAVES:	Ácido cítrico, molienda, tamizado, polvo respirable.

ABSTRACT:

This research was conducted in a company dedicated to the production and marketing of food additives, raw material using various organic chemicals such as citric acid in the manufacture of its products.

This study focuses on the production line for flavoring powder, as it was determined that exposure to these products, during some stages of the process causes various diseases to the health of employees at the operational level.

Specifically citric acid manipulation during grinding and sifting causes skin irritation, eyes, nostrils, throat and respiratory problems in workers. various causes that trigger these conditions was evaluated and determined as contributing factors some variables such as the amount of processed citric acid, low or high acidity of the product pH, changing the particle size by grinding the granules and convert them into a volatile powder and especially the exposure time for these two activities.

Additionally, an analysis of personal protective equipment (PPE) was performed and ineffectively met, considering the characteristics and recommendations were found to use are not adequate to ensure the physical integrity of the worker.

By applying the NIOSH method 0600 (respirable dust), measurements were performed under normal milling and sieving of citric acid, the results of both processes exceed the concentration of 3 mg / m³ suggested by ACGIH, however none of the

	<p>measurements exceeds the concentration of 5 mg / m³ OSHA.</p> <p>This study allows to develop an action plan to significantly reduce the risks during manufacturing processes, it is also considered as a commitment to continuous improvement and is synonymous with confidence for employees, responsibility to society and the authorities.</p>
KEYWORDS	Citric acid, milling, screening, respirable dust.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

RUIZ ESCOBAR DANIELA ANDREA

1721650537

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **RUIZ ESCOBAR DANIELA ANDREA**, CI 1721650537 autor/a del proyecto titulado: **"DETERMINANTE DE RIESGO Y EXPOSICIÓN AL ÁCIDO CÍTRICO EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA"**, previo a la obtención del título de **MAGISTER EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DEL TRABAJO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 21 de julio de 2016.



f: _____

RUIZ ESCOBAR DANIELA ANDREA

1721650537

Quito, 21 de julio de 2016.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **EDNA MARÍA NORTH** con cédula de identidad N.- 1720156668 en calidad de Gerente General de MAGIC FLAVORS S.A. autorizo a **DANIELA ANDREA RUIZ ESCOBAR**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "DETERMINANTE DE RIESGO Y EXPOSICIÓN AL ÁCIDO CÍTRICO EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA", basada en la información proporcionada por la compañía.

Edna North.

f: _____

NORTH EDNA MARÍA

C.I. 1720156668

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	ii
INFORME DEL COMITÉ DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CARTA DE AUTORIZACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	1
CAPITULO I	3
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 EL PROBLEMA	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
CAPITULO II	8
2 MARCO DE REFERENCIA	8
2.1 MARCO TEÓRICO	8
2.1.1 Los riesgos del trabajo en la industria alimentaria	8
2.1.2 Riesgos químicos.....	9
2.1.3 Ácido cítrico	12
2.1.4 La salud de los trabajadores expuestos a riesgos químicos	13
2.1.5 Evaluación de los riesgos químicos	14
2.1.6 Medidas preventivas para los riesgos químicos.....	16

2.2	MARCO ESPACIAL.....	17
2.3	MARCO LEGAL.....	17
2.3.1	Constitución de la República del Ecuador.....	17
2.3.2	Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. 18	
2.3.3	Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo	19
2.4	HIPÓTESIS	20
CAPITULO III		21
3	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	21
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.1.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.1.2	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	23
3.2.1	POBLACIÓN	23
3.2.2	MUESTRA	23
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	23
Tabla No. 1 Causa-Efecto.		23
Tabla No. 2 Variable Independiente-Dependiente.....		23
Tabla No. 3 Operacionalización de Variable – Sintomatología.....		24
Tabla No. 4 Operacionalización de Variable – Actividad Laboral.....		24
Tabla No. 5 Operacionalización de Variable – Seguridad Industrial.....		24
3.4	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
3.5	MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE CONTAMINANTES	25
Tabla No. 6 - Métodos de medición y análisis de contaminantes del aire.		26
3.5.1	Equipos para medición de material particulado	26
3.5.2	Expresión de la concentración de los contaminantes	27
3.6	PROTOCOLO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES	28
<i>Método NIOSH 0600 - Polvo respirable.....</i>		28
Referencia: Método gravimétrico MTA/MA-014/A88. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).		28
3.7	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS	34
3.8	CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE INSTRUMENTOS.....	35

CAPITULO IV.....	36
4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	36
4.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	36
Tabla No. 7 Rangos de tiempos.....	41
Tabla No. 8 Equipo de protección personal (EPP) utilizado.....	43
4.2 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES.....	46
Tabla No. 9 Mediciones durante el proceso de molienda del ácido cítrico.....	48
Tabla No. 10 Resumen - Concentración en la molienda.....	48
Tabla No. 11 Mediciones durante el proceso de tamizado del ácido cítrico.....	48
Tabla No. 12 Resumen - Concentración en el tamizado.....	48
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.4 CONCLUSIONES.....	49
4.5 RECOMENDACIONES Y PROPUESTA DE MEJORA.....	51
4.5.1 RECOMENDACIONES.....	51
4.5.2 PROPUESTA DE MEJORA.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Causa-Efecto.....	23
Tabla No. 2 Variable Independiente-Dependiente.....	23
Tabla No. 3 Operacionalización de Variable – Sintomatología.....	24
Tabla No. 4 Operacionalización de Variable – Actividad Laboral.....	24
Tabla No. 5 Operacionalización de Variable – Seguridad Industrial.....	24
Tabla No. 6 - Métodos de medición y análisis de contaminantes del aire.	26
Tabla No. 7 Rangos de tiempos.....	41
Tabla No. 8 Equipo de protección personal (EPP) utilizado.....	43
Tabla No. 9 Mediciones durante el proceso de molienda del ácido cítrico.....	48
Tabla No. 10 Resumen - Concentración en la molienda.....	48
Tabla No. 11 Mediciones durante el proceso de tamizado del ácido cítrico.....	48
Tabla No. 12 Resumen - Concentración en el tamizado.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Edad de los trabajadores _____	36
Figura No. 2 Escolaridad _____	37
Figura No. 3 Estado civil _____	37
Figura No. 4 Antigüedad de trabajo _____	37
Figura No. 5 Pregunta A _____	38
Figura No. 6 Pregunta B _____	38
Figura No. 7 Pregunta C _____	39
Figura No. 8 Pregunta D _____	40
Figura No. 9 Pregunta G _____	43
Figura No. 10 Pregunta H _____	44
Figura No. 11 Pregunta I _____	46
Figura No. 12 Capuchón – Overol / Enterizo _____	52
Figura No. 13 Gafas – Respirador + Filtros / Full face _____	53
Figura No. 14 Molino A - B _____	54
Figura No. 15 Tamizador A - B _____	54
Figura No. 16 Campana _____	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1 Certificados de calibración de los equipos_____	60
Anexo No. 2 Encuesta _____	63
Anexo No. 3 Hoja de Seguridad de Ácido Cítrico_____	67

RESUMEN

La presente investigación se realizó en una empresa dedicada a la producción y comercialización de aditivos alimentarios, que utiliza de materia prima varios químicos orgánicos como el ácido cítrico en la elaboración de sus productos. Este estudio se enfoca en la línea de producción para saborizantes en polvo, ya que se determinó que la exposición a estos productos, durante algunas etapas del proceso causa diversas afecciones a la salud de los empleados a nivel operativo.

Específicamente la manipulación del ácido cítrico durante el proceso de molienda y tamizado origina irritaciones en la piel, ojos, fosas nasales, garganta y problemas respiratorios en los trabajadores. Se evaluó diversas causas que desencadenan estas afecciones y se determinó como factores contribuyentes algunas variables como: la cantidad de ácido cítrico procesado, el pH bajo o gran acidez del producto, la modificación del tamaño de partículas al moler los gránulos y convertirlos en un polvillo volátil y sobre todo el tiempo de exposición durante estas dos actividades. Adicionalmente se realizó un análisis del equipo de protección personal (EPP) y se conoció su poca efectividad, considerando las características y recomendaciones de uso se comprobó que no son adecuados para garantizar la integridad física del trabajador.

Mediante la aplicación del Método NIOSH 0600 (Polvo respirable), se realizaron mediciones bajo condiciones normales de la molienda y tamizado del ácido cítrico, los resultados obtenidos de ambos procesos superan la concentración de 3 mg/m^3 sugerida por ACGIH, sin embargo ninguna de las mediciones supera la concentración de 5 mg/m^3 de OSHA.

Este estudio permite desarrollar un plan de acción que reduzca significativamente los riesgos durante los procesos de fabricación, además se considera como un compromiso de mejoramiento continuo y es sinónimo de confianza para los empleados, de responsabilidad con la sociedad y las autoridades.

Palabras claves: Ácido cítrico, molienda, tamizado, polvo respirable.

SUMMARY

This research was conducted in a company dedicated to the production and marketing of food additives, raw material using various organic chemicals such as citric acid in the manufacture of its products. This study focuses on the production line for flavoring powder, as it was determined that exposure to these products, during some stages of the process causes various diseases to the health of employees at the operational level.

Specifically citric acid manipulation during grinding and sifting causes skin irritation, eyes, nostrils, throat and respiratory problems in workers. various causes that trigger these conditions was evaluated and determined as contributing factors some variables such as the amount of processed citric acid, low or high acidity of the product pH, changing the particle size by grinding the granules and convert them into a volatile powder and especially the exposure time for these two activities. Additionally, an analysis of personal protective equipment (PPE) was performed and ineffectively met, considering the characteristics and recommendations were found to use are not adequate to ensure the physical integrity of the worker.

By applying the NIOSH method 0600 (respirable dust), measurements were performed under normal milling and sieving of citric acid, the results of both processes exceed the concentration of 3 mg / m³ suggested by ACGIH, however none of the measurements exceeds the concentration of 5 mg / m³ OSHA.

This study allows to develop an action plan to significantly reduce the risks during manufacturing processes, it is also considered as a commitment to continuous improvement and is synonymous with confidence for employees, responsibility to society and the authorities.

Keywords: Citric acid, milling, screening, respirable dust.

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

Una empresa dedicada a la comercialización de insumos alimenticios, elabora saborizantes, colorantes y estabilizantes, que son catalogados como productos primarios, es decir, estos productos van a servir como materia prima para industrias de panificación, confitería, heladería, repostería, lácteos, cárnicos y pesqueros, etc., el área de saborizantes cuenta con dos líneas de producción una para líquidos y otra en polvos. Para elaborar saborizantes se utiliza una gran variedad de químicos orgánicos, además de solventes y material de relleno, que mediante la creación de una fórmula balanceada se mezclan todos estos elementos en cantidades exactas para obtener el perfil del producto deseado, el material de relleno comprende los anti aglomerantes como la sílica; también se utiliza ácidos orgánicos como el ascórbico, cítrico y málico, adicionalmente se manipula varios colorantes (ejemplo la luteína) y estabilizantes como la glicerina.

En el caso de sabores en polvo se utiliza una carga aromática, conocida como “base”, esta base es líquida y se le añadirá material de relleno que en su mayoría son anti aglutinantes y estabilizantes, toda esta materia prima se homogeniza y se encapsula mediante Spray Drying (secado por pulverización) y así se obtiene el producto final. Por tratarse de desarrollos exclusivos conforme a las necesidades de cada cliente, en ocasiones es necesario realizar modificaciones en las materias primas, como es el caso específico del ácido cítrico que debido a su granulometría (tamaño de las partículas) es necesario molerlo.

La manipulación de químicos requiere de mucha precaución debido a lo riesgosa que se considera la exposición a los mismos y en este caso particular, este proceso de molienda representa un factor de riesgo adicional en la elaboración de saborizantes en polvo debido a lo fino y volátil que se vuelve esta materia prima, motivo por el cual la exposición al ácido cítrico es de interés para este trabajo investigativo.

1.1 EL PROBLEMA

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una empresa de insumos alimenticios elabora colorantes, saborizantes y estabilizantes con una gran variedad de químicos orgánicos. En la manufactura de saborizantes existe dos líneas de producción: una para sabores líquidos y otra para sabores en polvo.

La presente investigación se enfoca en la producción de sabores en polvo, este proceso consiste en realizar una pre-mezcla de la carga aromática a la que llamamos “base” y es líquida. Esta base se mezcla con los anti apelmazantes y colorantes, estos cumplirán el papel de vehículos del sabor. Todos los elementos se incorporan a una máquina mezcladora (tipo Spray Drying) durante unos minutos, finalmente se descarga el producto a través de un tamizador para posteriormente envasarlo y distribuirlo.

En la elaboración de saborizantes en polvo se utilizan ácidos orgánicos como el ácido cítrico, para determinados productos es necesario reducir el tamaño de las partículas mediante la molienda. Este proceso vuelve al ácido cítrico más fino y más volátil, por lo que la exposición durante el proceso de molienda causa afecciones al personal. Adicionalmente existe un proceso de tamizado, donde la mayoría de productos se vuelven volátiles, algunos son más concentrados que otros, es decir se consideran más perjudiciales, independientemente de las cantidades procesadas o la variedad (dulce o salado), por lo tanto la presencia de partículas de polvo suspendidas en el ambiente es un hecho irrefutable.

Tomando en cuenta que la mejor manera de evitar enfermedades profesionales es la prevención, la empresa dota al personal operativo con equipo de protección personal (EPP), sin embargo se debe considerar que la protección no es adecuada para algunos casos particulares.

Es necesario investigar el ambiente en el lugar de trabajo y buscar posibles riesgos para la salud de los trabajadores. Considerando lo expuesto, se deberá evaluar la fuente de las partículas de polvo, disminuir la emisión de dichas partículas ya sea adecuando las maquinas o implementando sistemas de ventilación.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la relación entre la exposición al ácido cítrico con diversas afecciones en el personal operativo de una industria de insumos alimenticios durante los procesos de producción?

1.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cuáles son los riesgos de la exposición al ácido cítrico en el personal operativo de una industria de insumos alimenticios y sus efectos en la salud?
- ¿Qué causas determinan posibles efectos nocivos por la exposición a partículas de ácido cítrico durante su manipulación?
- ¿Cuánto tiempo de la jornada laboral el personal operativo está expuesto al ácido cítrico durante los diversos procesos de producción?
- ¿Cuáles son las estrategias que la empresa debería considerar para minimizar los efectos nocivos por la exposición al ácido cítrico durante la producción de saborizantes?

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar cómo se relaciona la exposición al ácido cítrico con diversas afecciones en el personal operativo de una industria de insumos alimenticios durante los procesos de producción.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los riesgos de la exposición al ácido cítrico en el personal operativo de una industria de insumos alimenticios y sus efectos en la salud.
2. Evaluar las causas que determinan posibles efectos nocivos por la exposición a partículas de ácido cítrico durante su manipulación.
3. Identificar el tiempo de exposición al ácido cítrico durante la jornada laboral en los diversos procesos de producción.
4. Establecer las estrategias que la empresa debería considerar para minimizar los efectos nocivos por la exposición al ácido cítrico durante la producción de saborizantes.

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La manufactura de aditivos alimenticios como: saborizantes, colorantes, conservantes, antioxidantes y demás es una actividad inusual en el Ecuador. La mayoría de industrias en este campo utilizan aditivos importados de Estados Unidos, Asia y Europa, además son pocas las empresas ecuatorianas que en los últimos 15 años han incursionado en la creación y elaboración de estos insumos, específicamente de saborizantes.

Por lo tanto no existe suficiente investigación sobre los diversos procesos de fabricación, las materias primas utilizadas y por ende de los riesgos a los que se exponen los trabajadores y las enfermedades relacionadas con la manipulación de esta amplia variedad de químicos.

Esta investigación tiene como finalidad ayudar a la industria alimenticia a obtener información concerniente a la manufactura de saborizantes en polvo, especialmente cuando se utiliza ácido cítrico como materia prima principal, así se podrá establecer una mejora continua de los procesos de producción.

Se busca principalmente evitar la desmedida exposición a estos químicos, disminuir a futuro la presencia de enfermedades en el personal operativo, implementar procedimientos seguros que cumplan con las necesidades requeridas en seguridad y salud ocupacional.

Este estudio permitirá desarrollar un plan de acción que reduzca significativamente los riesgos durante los distintos procesos de fabricación, además se puede considerar como un compromiso con la sociedad y es sinónimo de confianza para los empleados y de responsabilidad con las autoridades, servirá como carta de presentación por brindar un ambiente de trabajo adecuado a todo el personal y garantizar a los cliente inocuidad y calidad de los productos.

1.7 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Básicamente esta investigación abarca el área de producción de la empresa en investigación, la población identificada para realizar las mediciones es de nivel operativo, estos trabajadores diariamente se exponen durante la producción de saborizantes en polvo. El estudio está dirigido a la Gerencia y a la jefatura responsable de los operarios en la línea de elaboración de saborizantes.

CAPITULO II

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Los riesgos del trabajo en la industria alimentaria

En la industria alimenticia existen varios riesgos a los que se exponen los manipuladores de alimentos. A continuación se enumera los riesgos más frecuentes en este medio:

Sustancias peligrosas.-

En este grupo encontramos los productos para limpieza y desinfectantes (sosa caustica, ácido nítrico), productos para trabajos de mantenimiento de maquinaria de producción (lubricantes, grasas, aceites). Pueden causar reacciones alérgicas como dermatitis o problemas respiratorios, así como lesiones oculares en caso de contacto.

Agentes biológicos.-

Los manipuladores de alimentos pueden estar expuestos a bacterias, virus y parásitos debido a infecciones o enfermedades infecciosas o parasitarias propagadas por animales, la exposición se produce mediante la manipulación de carne, pescado y mariscos, también en procesos de sacrificio de animales, en la producción de lácteos, en la manipulación de verduras que han sido cultivadas utilizando fertilizantes orgánicos. Ciertos frutos secos están plagados de ácaros responsables de infecciones a la piel.

Material particulado.-

El polvo producido por algunos alimentos como harina, granos, café soluble, azúcar, leche en polvo, aditivos alimentarios, etc., son considerados como polvos orgánicos y pueden causar las dermatitis de contacto y alergias de la piel o del sistema respiratorio.

En la industria alimentaria se consideran los materiales utilizados como ingredientes y no como productos químicos que pueden afectar a la salud cuando los trabajadores se exponen en cantidades industriales. (Recuerda G., Miguel A., 2006).

2.1.2 Riesgos químicos

El riesgo químico se produce por la exposición no controlada a agentes químicos, cuyos efectos pueden ser agudos o crónicos y son responsables de la aparición de varias enfermedades.

Una ***sustancia química peligrosa***, es todo material nocivo o perjudicial, que durante su fabricación, almacenamiento, transporte o uso, puede generar o desprender humos, gases, vapores, polvos o fibras de naturaleza peligrosa, ya sea explosiva, inflamable, tóxica, infecciosa, radiactiva, corrosiva o irritante en cantidades que tengan probabilidad de causar lesiones químicas y daño a personas, instalaciones o medio ambiente. (Portal de riesgo químico – INSHT, 2013).

Las sustancias químicas se clasifican de la siguiente manera:

- *Explosivos* – Pueden explotar bajo efecto de flamas o fuentes de calor o son sensibles a los choques o fricciones.

- *Inflamables* – Pueden calentarse e inflamarse en contacto con aire a temperatura normal sin empleo de energía o en contacto con agua o aire húmedo, producen gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.
- *Extremadamente inflamable* – Estas sustancias líquidas tienen un punto de inflamación entre los 21 ° C y los 55 ° C y se debe evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).
- *Comburentes* – Tienen la capacidad de incendiar otras sustancias, facilitando la combustión e impidiendo el combate del fuego y se debe evitar su contacto con materiales combustibles.
- *Corrosivos* – Causan destrucción de tejidos vivos y/o materiales inertes. Se debe evitar inhalar y el contacto con la piel, ojos y ropa.
- *Irritante* – Sustancias no corrosivas que al contacto inmediato, prolongado o repetido con piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.
- *Nocivos* – Sustancias que implican riesgos a la salud de forma temporal o alérgica por inhalación, ingestión o penetración cutánea. Se debe evitar el contacto con el cuerpo humano y la inhalación de los vapores.
- *Tóxicos* – Sustancias que implican riesgos graves, agudos o crónicos a la salud por inhalación, ingestión o penetración cutánea. Evitar todo el contacto con el cuerpo humano, en caso de contacto lavar con abundante agua y sal.
- *Muy tóxicos* - Por inhalación, ingesta o absorción a través de la piel, provoca graves problemas de salud e inclusive la muerte. Evitar totalmente el contacto con el cuerpo humano.
- *Radiactivos* - Sustancias que emiten radiaciones nocivas para la salud.

- *Peligroso para el medio ambiente* - El contacto de esa sustancia con el medio ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo. (Portal de riesgo químico – INSHT, 2013).

2.1.2.1 Tipos de productos químicos peligrosos

El estado del producto químico peligroso puede influir en cómo penetra en el organismo y de alguna manera el daño que provoca. Los estados de los productos químicos peligrosos son sólidos, polvos, líquidos, vapores y gases, se describe de la siguiente manera:

Sólidos:

Los productos químicos sólidos pueden ocasionar envenenamiento químico si tocan la piel, pueden ser corrosivos para la piel o si se ingieren mediante alimentos contaminados. Los productos químicos peligrosos en forma sólida pueden desprender vapores tóxicos que se pueden inhalar, pero en estado sólido pueden ser inflamables y explosivos.

Polvos:

Son pequeñas partículas de sólidos que se pueden respirar y penetrar en los pulmones, las partículas más pequeñas son las más peligrosas ya que tienen efectos dañinos, son absorbidos en el torrente sanguíneo y contaminan partes del organismo, o pueden causar lesiones a los ojos. En determinadas condiciones los polvos pueden explotar, por ejemplo en silos de cereales o en harineras.

Líquidos:

Los productos químicos peligrosos líquidos desprenden vapores que se pueden inhalar y son sumamente tóxicos. Se pueden absorber cutáneamente, algunos productos pueden dañar inmediatamente la piel y otros pasan al torrente sanguíneo por lo que pueden trasladarse a distintas partes del organismo. Las humedades y los vapores son a menudo invisibles.

Vapores:

Pueden ser inflamables o explosivos y se generan de las sustancias químicas líquidas que se evaporan a temperatura ambiente, forman vapor que permanecerá en el aire, algunos vapores de los productos químicos pueden irritar los ojos, la piel y su inhalación tiene consecuencias graves.

Gases:

Algunos gases son de fácil detección por su olor, pero otros son imperceptibles y solo se pueden detectar con un equipo especial. Producen efectos irritantes inmediatamente y otros pueden advertirse únicamente cuando la salud está gravemente dañada. Los gases pueden ser inflamables o explosivos. (Portal de riesgo químico – INSHT, 2013).

2.1.3 Ácido cítrico

Es un químico orgánico que se obtiene de frutas cítricas como naranjas y limones en grandes cantidades y adecuadamente seleccionadas, es uno de los tipos más comunes de ácidos naturales en el mundo.

Frutas cítricas como limas, pomelos y mandarinas aparte de las naranjas y limones, contienen los más altos niveles de ácido cítrico en comparación con otros alimentos. Otras frutas como las frambuesas, moras y tomates también contienen ácido cítrico pero en menor cantidad.

También se pueden encontrar pequeñas cantidades de ácido cítrico en diferentes tipos de frutas y las plantas utilizan el ácido para disuadir a las plagas hambrientas que atacan las frutas.

El ácido cítrico tiene muchas aplicaciones en el sector industrial, específicamente se experimenta a nivel químico y farmacéutico, por ejemplo se añade a productos de limpieza, en shampoo, mascarillas faciales y exfoliantes.

Otro sector que hace uso del ácido cítrico es la industria alimenticia, debido a que se encuentra naturalmente en casi todos los sistemas digestivos y es parte vital del metabolismo, ayuda a los seres humanos y animales a digerir los alimentos, por este motivo se puede añadir en ciertas cantidades a los alimentos, que por lo general actúa como conservante y antioxidante, además sus propiedades ácidas pueden eliminar algunos contaminantes del entorno cercano.

2.1.4 La salud de los trabajadores expuestos a riesgos químicos

Los posibles efectos originados por la exposición a sustancias químicas peligrosas dependen de factores como la vía de entrada al organismo (vía dérmica, respiratoria o digestiva), del tiempo y número de exposiciones y de factores tales como el estado de salud, la susceptibilidad individual, la edad, etc.

Los más frecuentes son:

- a) Irritaciones dérmicas y oculares.
- b) Quemaduras.
- c) Somnolencia.
- d) Contaminación de alimentos y agua potable.

Y a largo plazo:

- a) Enfermedades crónicas.
- b) Sensibilización a determinadas sustancias.
- c) Dermatitis química.
- d) Posibles efectos sobre la fertilidad.
- e) Malformaciones congénitas para el feto en desarrollo. (Salud Laboral - Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2011).

Ácido cítrico y la salud

El ácido cítrico utilizado con moderación se considera como un suplemento dietético saludable, pero en exceso puede causar varios problemas.

- **Beneficios:**

Al ser la fuente más común de vitamina C y considerando que esta estimula el sistema inmunológico e incluso es útil para combatir el resfriado común, muchas personas ingieren vitamina C oralmente o consumen frutas con alto contenido de ácido cítrico de manera preventiva, sin embargo es importante recalcar que su consumo en grandes cantidades puede ser más perjudicial que útil.

- **Perjuicios:**

Demasiado ácido cítrico puede ocasionar pérdida del esmalte en los dientes o en algunos casos pérdida de piezas dentales. Puede provocar úlceras en la boca, garganta, esófago y estómago además de provocar vómitos, el mismo ácido cítrico impide la curación de las llagas.

También puede causar daños en los riñones, debido a que el estómago no tolera grandes cantidades de ácido cítrico, desvía el exceso hacia los riñones, estos son incapaces de descomponerlo. El contacto con la piel y ojos puede provocar irritación y picor. (Salud Laboral - Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2011).

2.1.5 Evaluación de los riesgos químicos

La evaluación de los riesgos originados por los agentes químicos en los lugares de trabajo es compleja, no solo porque los agentes químicos tienen propiedades peligrosas muy diversas, que conllevan distintos tipos de riesgos, sino también porque estos agentes están presentes en una amplia variedad de actividades laborales ya sea por un uso intencionado o no. El hecho de que algunos agentes puedan producir efectos sobre la salud a largo plazo complica aún más su evaluación y control. (Aguilar F. J., Bernaola A. M., Gálvez P. V., 2010).

Cuando la normativa no establece los métodos que deben emplearse, o cuando los criterios de evaluación contemplados en dicha normativa deban ser interpretados o precisados a la luz de otros criterios de carácter técnico, se escogerán los siguientes métodos en el orden expuesto:

- Normas UNE: Métodos analíticos para la determinación de contaminantes en aire en los lugares de trabajo.

- Métodos analíticos del INSHT: Métodos de Toma de Muestras y Análisis validados y publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. La elección del método analítico para un determinado contaminante, grupo de contaminantes o analítico, se establecerá, en los casos que existan varias posibilidades de elección, con el siguiente orden decreciente de preferencias: (Veciana Antonio Martí, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo – INSHT NTP 548, 2000).
 - **Método recomendado:** Método evaluado por el INSHT según determinados criterios de valoración y que ha sido suficientemente probado mediante ensayos de colaboración entre distintos laboratorios del INSHT.

 - **Método aceptado:** Método utilizado en el INSHT y que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones oficiales competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien ha sido adoptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos; así como aquellos métodos recomendados o basados en métodos ampliamente conocidos y evaluados por especialistas en este tipo de análisis.

 - **Método propuesto:** Método puesto a punto por el INSHT y ensayado satisfactoriamente, pero que hasta la fecha no ha sido sometido a ningún protocolo de validación. (Veciana Antonio Martí, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo – INSHT NTP 548, 2000).

2.1.6 Medidas preventivas para los riesgos químicos

Al hablar de prevención con riesgos químicos se debe considerar que la mejor opción es evitar usar estas sustancias o buscar un reemplazo para sustituirlas. Sin embargo muchos productos son indispensables y es imposible optar por esta medida. Entonces es primordial considerar las siguientes medidas de prevención:

- Suministrar equipos adecuados a todo el personal involucrado o también llamados manipuladores de sustancias químicas.
- Se debe optar por reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos o que puedan estar expuestos.
- Se puede reducir al mínimo la duración e intensidad de la exposición.
- Se puede reducir al mínimo las cantidades de agentes químicos presentes en el lugar de trabajo y solo manipular las cantidades necesarias acorde al tipo de trabajo que se esté efectuando.
- Deben existir medidas de higiene adecuadas para cada área del trabajo.
- Los procedimientos de trabajo deberán ser adecuados e incluir las medidas para manipular, almacenar y trasladar en el lugar de trabajo, en condiciones seguras todos los agentes químicos peligrosos, además del correcto manejo de los residuos de los productos.
- Los procedimientos de mantenimiento deberán garantizar la salud y la seguridad de los mismos.
- Entre otras medidas de prevención para riesgos químicos se recomienda como última instancia realizar modificaciones o adecuaciones directamente en la fuente mediante ventilación general por dilución, extracción localizada

o encerramiento parcial y encerramiento total del proceso. (Consejería de Sanidad - D. G. de Salud Pública de España, 2010).

2.2 MARCO ESPACIAL

La presente investigación se desarrolló en una planta alimenticia que elabora saborizantes en polvo. El área de estudio es el departamento de producción, donde el personal operativo manipula y están expuestos directamente al ácido cítrico durante los procesos de pesaje, molienda y tamizado.

Durante los meses de junio a diciembre del año 2014 se procedió a recopilar información bibliográfica, se realizó la investigación de campo en la empresa de estudio, también las mediciones y evaluación de los resultados, posteriormente se propuso recomendaciones a la Gerencia, aplicando mejoras en los distintos procesos.

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

El punto de partida de la legislación aplicable a la seguridad y salud de los trabajadores y trabajadoras del país, es la carta magna de la República del Ecuador del 2008, estableciendo en el artículo 326, numeral 5 que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”, como uno de los principios del derecho al trabajo.

2.3.2 Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Artículo 7.-

Con el fin de armonizar los principios contenidos en sus legislaciones nacionales, los Países Miembros de la Comunidad Andina adoptarán las medidas legislativas y reglamentarias necesarias, teniendo como base los principios de eficacia, coordinación y participación de los actores involucrados, para que sus respectivas legislaciones sobre seguridad y salud en el trabajo contengan disposiciones que regulen, por lo menos, los aspectos que se enuncian a continuación:

- a) Niveles mínimos de seguridad y salud que deben reunir las condiciones de trabajo;

- e) Establecimiento de normas o procedimientos de evaluación de los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional u otros procedimientos similares;

- h) Procedimientos de inspección, de vigilancia y control de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo;

Artículo 9.-

Los Países Miembros desarrollarán las tecnologías de información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales.

Artículo 11.-

En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial. Para tal fin, las empresas

elaborarán planes integrales de prevención de riesgos que comprenderán al menos las siguientes acciones:

b) Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos;

c) Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados;

Artículo 12.-

Los empleadores deberán adoptar y garantizar el cumplimiento de las medidas necesarias para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores, entre otros, a través de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

2.3.3 Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Art. 11.- Obligaciones de los empleadores.-

Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.

5. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.

2.4 HIPÓTESIS

La constante exposición a las partículas volátiles de químicos aromáticos, específicamente de ácido cítrico durante los procesos molienda y tamizado en la producción, genera afecciones a la salud en el personal operativo que trabaja en el área de saborizantes en polvo de una empresa que elabora aditivos alimenticios.

CAPITULO III

3 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Para el presente trabajo investigativo, de manera general se utilizará la siguiente metodología:

- Mediante investigación bibliográfica se realizará una argumentación con nociones propuestas por diversos autores, las fuentes serán varios libros, se complementará con artículos de revistas científicas y en internet se buscará información diversa y actual.
- Se utilizará el paradigma cualitativo aplicando técnicas estadísticas, sobre todo la encuesta, para resolver los problemas enmarcados en el proyecto de estudio.
- Mediante la observación de los procesos de fabricación, se establecerá las diversas falencias. Se buscará soluciones con la investigación experimental, donde el personal de estudio será sometido a determinadas condiciones para observar los efectos.
- Se recolectará datos directamente en las áreas de proceso, sin manipular o controlar las variables, mediante investigación de campo y se aplicará una encuesta al personal de la empresa, para recoger toda la información y establecer un diagnóstico, reconocer necesidades, etc.
- La difusión del estudio será mediante un documento escrito completo y corregido como Trabajo Final para publicar todos los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio.

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El objetivo de este trabajo investigativo es identificar, medir y evaluar los determinantes de riesgo y exposición al ácido cítrico en una industria de insumos alimenticios, se utilizará como tipo de investigación la descriptiva y la recopilación de información se la realizará con técnicas de campo, lo que permitirá realizar una evaluación mediante la aplicación de métodos de evaluación de riesgos químicos para cada uno de los puestos de trabajo.

3.1.2 MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo de investigación se utilizará el método inductivo para obtener conclusiones generales a partir de deducciones específicas, las cuales se sustentarán en la observación y en el registro de todos los hechos a estudiar.

El método analítico sintético se utilizará para desarrollar el marco teórico, se iniciará desde el análisis de la base documental científica para sintetizar conceptos y validar criterios.

La investigación bibliográfica documental que se utilizó en el marco teórico del presente trabajo, permitiendo recopilar diferente información de diversos autores sobre los conceptos que mantienen concordancia con las variables en estudio. Por lo que se consiguió ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones, procedimientos estandarizados y criterios de normativas internacionales en temas de seguridad y salud en el trabajo. Las herramientas e instrumentos serán diseñados en base a la necesidad.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

El estudio se realizará en las instalaciones de una planta procesadora de aditivos alimentarios que entre sus productos elabora saborizantes en polvo para alimentos. Se considera como población a la totalidad del personal, sea que estén expuestos o no al ácido cítrico, durante los diferentes procesos de producción, entre las áreas de Gerencia, Administración, Finanzas, Mercadotecnia, Control de Calidad, Producción y Seguridad hay un total de 23 empleados.

3.2.2 MUESTRA

Considerando que el personal total de esta empresa es reducido, se tomará como muestra a todo empleado que se considere como vulnerable, es decir, la muestra para el estudio será el personal operativo que tiene constante contacto directo con el ácido cítrico durante los procesos de producción, en total 6 trabajadores.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla No. 1 Causa-Efecto.

#	CAUSA	EFEECTO
1	Exposición al ácido cítrico durante los procesos de producción.	Afecciones en el personal operativo de una industria alimenticia.

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

VARIABLES:

Tabla No. 2 Variable Independiente-Dependiente.

Independiente	Dependiente
Las partículas volátiles de ácido cítrico molido	Generan problemas respiratorios en los operarios de una empresa alimenticia
El tiempo de exposición a las partículas del ácido cítrico durante la jornada laboral	Origina diversas afecciones en el personal operativo de la una planta de alimentos
Equipo de Protección Personal (EPP) inadecuado	Influye en la presencia de afecciones en el personal operativo de una industria de alimentos

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

1. Las partículas volátiles de ácido cítrico molido generan problemas respiratorios en los operarios de una empresa alimenticia.

Tabla No. 3 Operacionalización de Variable – Sintomatología.

Categorías	Variable Conceptual	Variable real dimensional	Indicadores	Escala
Sintomatología	Problemas Respiratorios	Son las infecciones que van desde la nariz hasta los pulmones. Son ocasionadas generalmente por microorganismos, sustancias tóxicas que se encuentran en el ambiente o bien por alergias	Presencia Ausencia	Si No

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

2. El tiempo de exposición a las partículas del ácido cítrico durante la jornada laboral origina diversas afecciones en el personal operativo de la una planta de alimentos.

Tabla No. 4 Operacionalización de Variable – Actividad Laboral.

Categorías	Variable conceptual	Variable real dimensional	Indicadores	Escala
Actividad Laboral	Tiempo diario de exposición al ácido cítrico durante los procesos de producción	Tiempo total de la exposición al ácido cítrico	Horas	1 a 2 3 a 4 5 a 6 7 a 8

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

3. El Equipo de Protección Personal (EPP) inadecuado influye en la presencia de enfermedades respiratorias en el personal operativo

Tabla No. 5 Operacionalización de Variable – Seguridad Industrial.

Categorías	Variable conceptual	Variable real dimensional	Indicadores	Escala
Seguridad Industrial	Equipo de Protección Personal (EPP)	Dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.	1.Respiradores: <ul style="list-style-type: none"> • Con fibra de carbono • Con filtros 2.Equipo de respiración Autónomo	Si No

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

3.4 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recopilación de información y poder demostrar el segundo objetivo se utilizará el método inductivo, se realizará el levantamiento de los riesgos a los que están expuestos los operarios por la manipulación del ácido cítrico en las áreas específicas de producción de una industria alimenticia, logrando así una perspectiva de valorización sobre los resultados que se alcance.

Las técnicas que se utilizarán para la recopilación de información serán de campo como visitas a las áreas de producción, una encuesta (Anexo No 2) para la obtención de datos y formatos de aplicación de los métodos de evaluación de los riesgos químicos. El diseño de las herramientas e instrumentos estarán de acuerdo a las necesidades de la investigación.

Para la demostración del tercer objetivo del trabajo investigativo, una vez obtenida la información de campo se usará el método analítico-sintético que permitirá demostrar los resultados alcanzados.

3.5 MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE CONTAMINANTES

Existen varios métodos que servirán para medir y analizar las emisiones de contaminantes, se debe elegir el método adecuado que dependerá de las características físico químicas del contaminante.

A continuación se resume los métodos existentes, en el siguiente cuadro:

Tabla No. 6 - Métodos de medición y análisis de contaminantes del aire.

Método	Principio	Contaminante
Ionización de llama	Responde en proporción al número de átomos de carbono en la muestra de gas.	COV
Absorción Infrarroja	La muestra absorbe la radiación en la región infrarroja del espectro; se mide la diferencia en la absorción. Se usa otras regiones del espectro, por ejemplo, UV.	Monóxido de carbono
Absorción Atómica	La muestra absorbe la radiación; la radiación emitida depende de los átomos presentes.	Plomo
Espectroscopia de fluorescencia	La muestra estimulada puede reemitir el exceso de energía estimulada.	Ozono NO ₂
Gravimetría	Gravimetría; la masa de material particulado es determinado por el peso.	PM ₁₀
Espectrofotometría	Se forma soluciones coloreada mediante la mezcla de los reactivos con los contaminantes.	SO ₂

Fuente: Inche, Jorge L. Gestión de Calidad del Aire: Causas, Efectos y Soluciones. Cap. 8 Medición y análisis de contaminantes del aire. Pág. 67.

El método para la medición del material particulado es emplear principios gravimétricos. La gravimetría se refiere a la medición del peso, donde las partículas se atrapan o recogen en filtros y se pesan, el peso del filtro con el contaminante recolectado menos el peso de un filtro limpio da la cantidad del material particulado en un determinado volumen de aire. (Inche, Jorge L., 2004).

3.5.1 Equipos para medición de material particulado

Los equipos utilizados para la medición de material particulado, succionan una cantidad medible de aire en el ambiente hacia una caja de muestreo a través de un filtro, durante un periodo de tiempo conocido, generalmente 24 horas.

El filtro es pesado antes y después para determinar el peso neto ganado. El volumen total de aire muestreado se determina a partir de la velocidad promedio de flujo y el tiempo de muestreo.

La concentración total de partículas en el aire ambiente se calcula como la masa recolectada dividida por el volumen de aire muestreado, ajustado a las condiciones de referencia. (Arciniégas Suárez César A., 2011).

Existen dos muestreadores de este tipo que se diferencian en su controlador de flujo, pueden ser de sistema MFC (controlador de flujo de tipo másico) o VFC (controlador de flujo de tipo volumétrico) (MAVDT, 2010).

Otros equipos son instalados directamente sobre las personas, llamados también bombas de muestreo personal. La bomba personal permite realizar mediciones directas de partículas PM_{10} , tomando muestras de aire para medir la concentración de partículas en suspensión (líquido o sólido), proporcionando una continua y directa lectura, así como el registro electrónico de la información. (Arciniégas Suárez César A., 2011).

3.5.2 Expresión de la concentración de los contaminantes

La concentración de contaminantes atmosféricos, con las mediciones y análisis, se pueden expresar en tres tipos de unidades:

- **Primera unidad de concentración:** Se expresa en partes por millón en volumen y cuyo símbolo es ppm. Se usa para contaminantes gaseosos. También se pueden expresar las concentraciones en partes por mil millones (ppb).
- **Segunda unidad de concentración:** Su uso es más frecuente y se basa en el peso por unidad de volumen de aire, se expresa en microgramos por metro cubico, cuyo símbolo es $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta unidad de medida se utiliza tanto para las partículas, como para los gases.
- **Tercera unidad de concentración:** Es poco usada y se expresa en miligramos por metro cubico y el símbolo es mg/m^3 .

Para esta investigación, los resultados que se obtengan de las mediciones serán expresados en mg/m^3 . (Inche, Jorge L., 2004).

3.6 PROTOCOLO PARA REALIZAR LAS MEDICIONES

El éxito de toda investigación es escoger un método adecuado, cuyos procedimientos garanticen que el muestreo se realizará correctamente, que se calibren los instrumentos de medición, que se calcule las emisiones, etc., por lo tanto el siguiente protocolo acorde al método gravimétrico establece los pasos que se van a seguir antes, durante y después del muestreo.

Método NIOSH 0600 - Polvo respirable

Referencia: Método gravimétrico MTA/MA-014/A88. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

El fundamento del método es obtener la muestra haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de cloruro de polivinilo (PVC). La diferencia de peso entre ambas pesadas, expresada en miligramos, corresponde a la cantidad de polvo o materia particulada retenida en el filtro, a partir de la cual se obtiene la concentración de polvo o materia particulada en miligramos por metro cúbico de aire. (MTA/MA-014/A88 – INSHT, 2008).

En el siguiente cuadro se detalla los insumos necesarios para lograr un muestreo exitoso, incluyendo cualquier material adicional que sea útil para el momento de realizar el análisis.

Equipos y material a muestrear	
Molino de martillos	

	<p>Tamizador vibratorio</p>
<p>Ácido cítrico</p>	
<p>Equipos e insumos para obtener las muestras</p>	
	<p>Bomba para muestreo personal de baterías recargables</p>
<p>Filtro de membrana de PVC (Cloruro de polivinilo 37 mm)</p>	
	<p>Ciclón de nylon (10 mm)</p>

Soporte de filtro
Soporte de celulosa
Porta filtro o cassette



Calibrador de caudal

Balanza analítica
(Sensibilidad Mín. 0,01 mg)



Higrómetro y termómetro
(T a 20 °C y HR %50 aprox.)

Pinzas antiestáticas



	<p>Cámara o recinto de humedad controlada</p>
<p>Equipo ionizante</p>	
<p>Reactivos</p>	
	<p>Agua destilada</p>
<p>Disolución sobresaturada de carbonato potásico</p>	
	<p>Etanol del 96%</p>

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

a. Condiciones para la toma de muestra:

- Los filtros de PVC serán pesados antes y después de realizar el muestreo.
- Caudal ideal para muestrear fracción de polvo respirable = 1,7 l/min.
- Volumen de aire para fracción de polvo respirable = 20 a 400 litros.
- Cantidad de polvo recogida en el filtro no deberá exceder los 5 mg.
- Calibración de la bomba, consiste básicamente en un ajuste y medición del caudal antes y después de la toma de muestra.

b. Procedimiento de calibración:

- La calibración se realiza conectando en serie un calibrador (medidor de volumen o de caudal), el conjunto para retención (filtro, cassette, porta cassette, ciclón) y la bomba de muestreo.
- Se pone en marcha la bomba y se esperan aproximadamente 5 minutos para su estabilización.
- Se ajusta el caudal de la bomba a un valor lo más próximo posible al caudal para muestrear fracción de polvo respirable 1,7 l/min y se mide el caudal. Se repite el proceso hasta alcanzar el valor requerido.
- Se realizan, al menos, tres mediciones del caudal y se toma como caudal inicial de muestreo la media aritmética de las mediciones.

c. Medición del caudal posterior a la toma de muestra:

- Se conecta de nuevo el conjunto para retención y la bomba al calibrador.
- Se realizan, al menos, tres mediciones del caudal.
- Se toma como caudal final la media aritmética.

d. Procedimiento de muestreo

- Colocar la bomba en la parte posterior del operario asegurándola al nivel de la cintura.
- Acoplar la bomba al tubo de goma y acomodarlo por la espalda y hombro del operario, el extremo libre del tubo debe quedar a la altura de la clavícula

- Fijar con una pinza el tubo de goma a la vestimenta del operario.
- Retirar los tapones del conjunto cassette-ciclón y conectar el tubo de goma.
- Comprobar que el ciclón-cassette este correctamente alineado.
- Se inicia el muestreo poniendo a funcionar la bomba.
- Se apaga la bomba una vez transcurrido el tiempo de muestreo.
- Registrar el tiempo de muestreo y el caudal.
- Retirar el cassette y colocar los tapones ajustándolos muy bien
- Etiquetar el cassette para identificar la muestra tomada.
- Se transportan las muestras bien protegidas, para evitar cualquier tipo de daño, alteración o pérdida de su contenido hasta el momento de su análisis.

e. Procedimiento de análisis

El área de trabajo al igual que la balanza, pinzas y demás, debe estar libres de polvo y con la ayuda de Etanol al 96% se debe desinfectar todo.

- Pesada de filtros previa a la toma de muestra.
 - Sacar los filtros de su paquete original y distribuir sobre los cuerpos inferiores de los cassette.
 - Sellar el cassette con las bandas de celulosa para prevenir el ingreso de humedad al mismo.
 - Introducir los cassette destapados en la cámara de humedad controlada 53% e introducir la disolución sobresaturada de carbonato potásico.
 - Dejar en reposo mínimo 24 horas, de esta manera la humedad de los filtros se equilibrará con la HR existente en el interior de la cámara de humedad.
 - Retirar uno por uno los cassette de la cámara de humedad controlada en el mismo instante en que se va a proceder a la pesada del filtro
 - Retira cuidadosamente el filtro del cassette con ayuda de la pinza o espátula y depositar cuidadosamente sobre el vidrio de reloj que

- debe estar ubicado sobre el plato de la balanza y que se ha tarado previamente.
- Registrar los datos de cada pesaje.
 - Los filtros ya pesados se introducen de nuevo en los cassette y se sellan adecuadamente para la toma de muestras.
- Pesada de los filtros después de la toma de muestras.
 - Realizar la pesada en el menor tiempo posible, sin perder el material depositado en el filtro.
 - Retirar las tapas de los porta filtros e introducir los cuerpos inferiores con los filtros muestra en el recinto de humedad controlada, dejándolos un mínimo de 24 horas en reposo.
 - Retirar uno por uno los cassette de la cámara de humedad controlada en el mismo instante en que se va a proceder a la pesada del filtro.
 - Retira cuidadosamente el filtro del cassette con ayuda de la pinza o espátula y depositar cuidadosamente sobre el vidrio de reloj que debe estar ubicado sobre el plato de la balanza y que se ha tarado previamente.
 - Registrar los datos de cada pesaje.
 - Con los resultados obtenidos, reste el peso obtenido con el filtro seco del peso del filtro post muestreo y obtenga el valor en peso del material particulado.
 - Compare los resultados con el valor establecido en la norma. (MTA/MA-014/A88 – INSHT, 2008).

3.7 TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos primarios obtenidos in situ, fueron procesados y registrados en computadora, codificados y clasificados para cada uno de los trabajadores y áreas evaluadas.

Los datos secundarios provenientes de investigación documental fueron procesados, codificados y registrados de manera similar en computadora, clasificándolos por contenido y fecha de obtención.

Luego estos datos fueron clasificados en datos cuantitativos y datos cualitativos. Los datos cuantitativos o numéricos se procesaron de acuerdo a criterios estadísticos, utilizando el Microsoft Excel, fueron tabulados y expresados en cuadros y gráficas.

De las mediciones personales, los valores obtenidos de las mediciones de material particulado respirable fueron comparados con los Valores Umbrales Límites (TLV: Threshold Limit Values) e Índices Biológicos de Exposición (BEIs: Biological Exposure Indices) para Sustancias Químicas y Agentes físicos de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) – Vigente.

3.8 CONFIABILIDAD Y VALIDEZ DE INSTRUMENTOS

- **Encuesta:** Validada mediante la realización de pruebas previas por parte de la investigadora, luego una prueba piloto con los trabajadores de una planta alimenticia y se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach (0,8158 es decir Confiabilidad Aceptable) para medir la fiabilidad del instrumento.
- **Mediciones:** Método NIOSH 0600 - Polvo respirable, para la determinación de materia particulada total y fracción respirable en aire, para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La aplicación de la encuesta, cuyo formato se encuentra en el Anexo N° 2, sirvió para conocer detalles de la población de estudio, se consideró solo al personal que manipula ácido cítrico, es decir se aplicó a los empleados de nivel operativo, al ser un grupo reducido, la muestra fueron los seis operarios o el grupo considerado vulnerable.

De manera general, la población evaluada tiene las siguientes características:

- El 100% de la población es de sexo masculino y tienen un contrato fijo con la empresa.
- La edad de los operarios oscila entre los 39 años como edad máxima y 21 años como edad mínima.

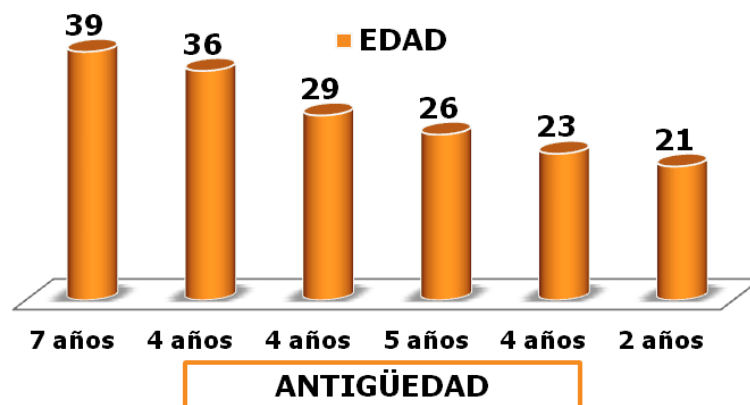


Figura No. 1 Edad de los trabajadores

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- En cuanto a la escolaridad, ya sea que hayan culminado la etapa o se encuentren en proceso:

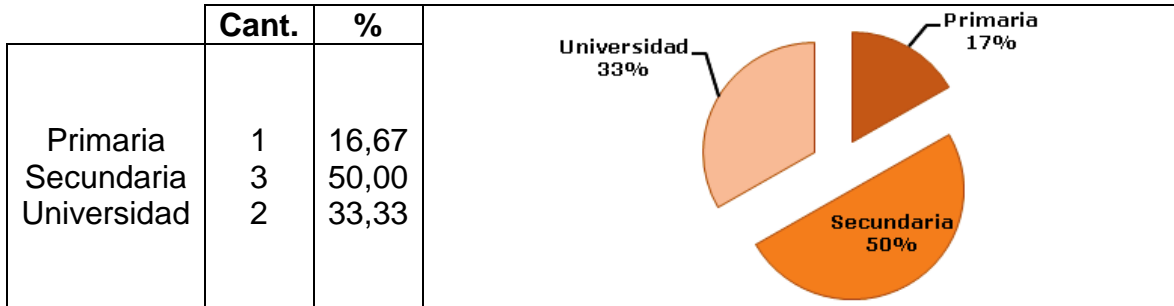


Figura No. 2 Escolaridad

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- El estado civil de los operarios es:

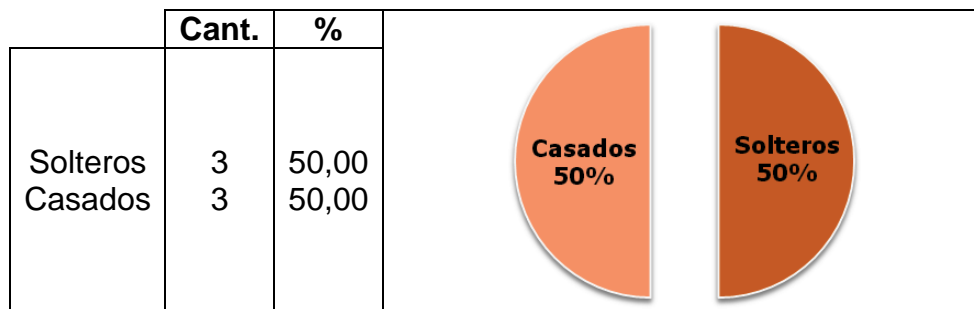


Figura No. 3 Estado civil

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- La antigüedad de los operarios en la empresa es:

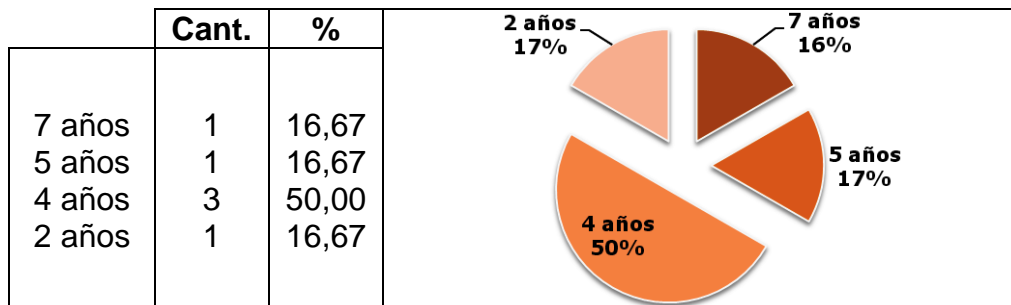


Figura No. 4 Antigüedad de trabajo

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- La primera pregunta habla sobre actividades remuneradas en horario extra laboral para otras empresas y revela que solo dos operarios realizan trabajos adicionales.

Pregunta A: Realiza actividades remuneradas en horario extra laboral para otras empresas. (Si la respuesta es **NO** pase a la pregunta D).

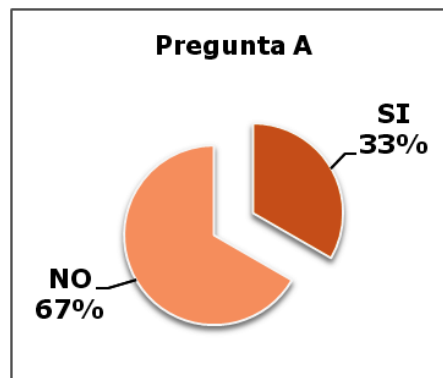


Figura No. 5 Pregunta A
Elaborado por: Daniela Ruiz E

- De los operarios que contestaron positivamente a la pregunta A, debían responder la pregunta B, sobre si en estas actividades extra laborales están expuesto a partículas de polvo y solo uno de ellos lo está.

Pregunta B: Durante las actividades extra laborales que realiza, está expuesto a partículas de polvo.

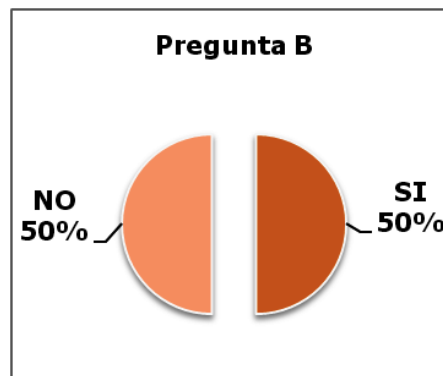


Figura No. 6 Pregunta B
Elaborado por: Daniela Ruiz E

- La siguiente pregunta habla sobre el uso de equipos de protección personal al realizar actividades extra laborales y ambos operarios respondieron que si utilizan.

Pregunta C: Utiliza algún tipo de equipo de protección personal (EPP) para realizar estas actividades extra laborales.

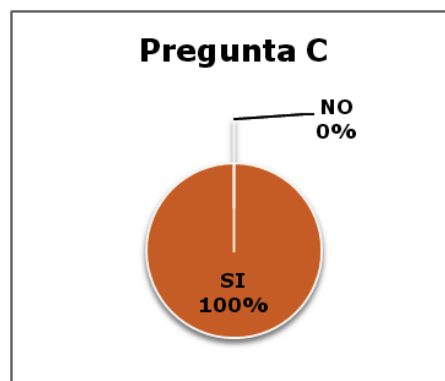


Figura No. 7 Pregunta C
Elaborado por: Daniela Ruiz E

- Dependiendo de la planificación de la producción ya sea semanal o mensualmente, a cada operario se le asigna distintas funciones como pesar, moler, mezclar o tamizar materia prima, también tamizar o envasar producto terminado y realizar la correspondiente limpieza y desinfección de toda el área una vez concluida la producción.

Para conocer las actividades que desempeñan, se pidió a cada operario que escoja de un listado aquellas labores que realiza durante la jornada laboral cuando manipulan ácido cítrico específicamente.

Pregunta D: Del siguiente listado, indique que actividades realiza durante la jornada laboral cuando se debe manipular ácido cítrico.

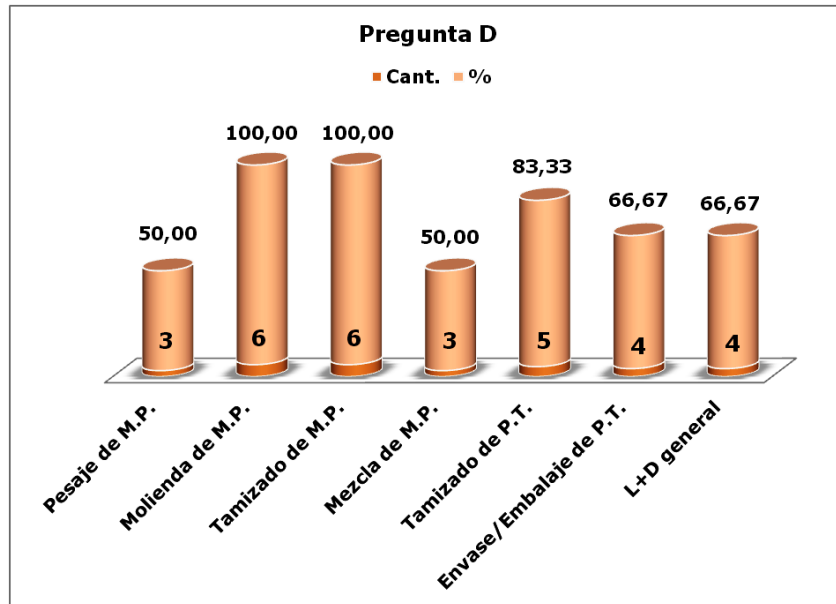


Figura No. 8 Pregunta D

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- Es necesario definir los rangos de tiempos que se requieren para realizar las actividades detalladas en la pregunta D, por lo tanto en esta pregunta se solicitó a los operarios que indiquen el tiempo que les toma cumplir con las labores que escogieron en la anterior pregunta.

Cabe indicar que las respuestas fueron unánimes y se consideran confiables, tomando en cuenta que la diferencia del desempeño entre operarios tiene una variación de 5 a 10 minutos, acorde a los estudios de tiempo que se han realizado en varias ocasiones en la empresa.

Por lo tanto el pesaje y mezcla de materia prima se demora menos de una hora, el tamizado y envasado de producto terminado tarda entre una y dos horas dependiendo de la cantidad que se haya procesado, finalmente la

molienda y tamizado del ácido cítrico y realizar la limpieza de toda el área de producción incluyendo equipos e insumos, tarda más de dos horas.

Pregunta E: Escoja entre los rangos de tiempos, cuánto tarda en realizar las siguientes actividades, cuando la materia prima que manipula es ácido cítrico.

Tabla No. 7 Rangos de tiempos

Actividad	Tiempo en horas		
	Menor a 1	De 1 a 2	Mayor a 2
Pesaje de M.P.	√		
Molienda de M.P.			√
Tamizado de M.P.			√
Mezcla de M.P.	√		
Tamizado de P.T.		√	
Envase/Embalaje de P.T.		√	
L+D general			√

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- La empresa dota a todos sus empleados con equipos de protección personal y varios uniformes para que puedan cumplir con las actividades diarias, sin embargo era necesario conocer qué equipo de protección personal (EPP) utilizan los operarios cuando manipulan ácido cítrico, por lo tanto la pregunta F solicita al encuestado que relacione los equipos de protección personal (EPP) del listado con aquellas operaciones que se le asignan generalmente durante la jornada de trabajo.

Una vez analizadas las respuestas se identificaron las situaciones en las que se debe tomar más precauciones y estas son: la molienda y tamizado del ácido cítrico. Como el material se vuelve volátil este se adhiere fácilmente a los uniformes y equipos de protección. Generalmente el personal operativo utiliza la misma protección durante estas dos actividades, sin embargo se detectó una singularidad al momento de elegir el calzado. Dos de los trabajadores usan las botas de caucho que están destinadas para realizar la limpieza y realmente todos los operarios deberían utilizar zapatos punta de acero debido al continuo movimiento de cargas y al manejo de equipos mecánicos.

Durante la investigación se detectó que la estatura de estos empleados (mayor a 1.75 metros), es un factor influyente para reemplazar el calzado de seguridad por botas. Las tallas de los overoles no son lo suficientemente largas y los zapatos solo cubren hasta los talones, por lo tanto queda piel expuesta en la zona cercana a los tobillos, especialmente cuando los operarios se colocan en cuclillas. Como los overoles se repliegan con el movimiento todo el ácido cítrico se adhiere a la piel causando irritación, motivo por el cual estos trabajadores optaron por usar las botas de caucho que les cubre hasta las rodillas.

Otra peculiaridad que resaltó en esta investigación fue el uso adicional de buzos cuello de tortuga debajo de los overoles. Los operarios afirman que el capuchón permite el paso de partículas de ácido cítrico durante la molienda, el ácido se adhiere a la piel expuesta de cuello y cara. Incluso uno de los trabajadores se anuda un camisa vieja en el rostro y encima coloca el respirador de filtros, él asegura que el respirador se ajusta más a la cara y expresó que antes de aplicar esta técnica, en varias ocasiones al retirarse el respirador observaba partículas de ácido cítrico adheridas a las comisuras de la nariz.

En las actividades de: pesaje y mezcla de materia prima, tamizado y envasado de producto terminado y la limpieza general, no se presentan inconvenientes con los equipos de protección personal (EPP). Cabe recalcar que además de ser necesarios para salvaguardar la integridad de los trabajadores, son obligatorios para mantener la inocuidad de los productos que son para el consumo humano. Por lo tanto el uso de cofias, guantes y respiradores son necesarios para evitar que los empleados se conviertan en fuente de contaminación para los productos y viceversa.

Pregunta F: En el siguiente cuadro, marque con una X los equipos de protección personal (EPP) que utiliza, dependiendo de la actividad que realiza cuando manipula ácido cítrico.

Tabla No. 8 Equipo de protección personal (EPP) utilizado

# Total OP EPP	Actividades						
	Pesaje de M.P.	Molienda de M.P.	Tamizado de M.P.	Mezcla de M.P.	Tamizado de P.T.	Env./Embj. de P.T.	L+D General
	N° Op. (3)	N° Op. (6)	N° Op. (6)	N° Op. (3)	N° Op. (5)	N° Op. (4)	N° Op. (4)
Cofia	3	6	6	3	3	4	4
Capuchón	0	6	0	0	2	0	0
Gafas	0	6	6	0	5	4	0
Tapones auditivos	0	0	2	1	1	4	0
Orejas	0	6	4	2	4	0	0
Respirador N95	3	0	6	3	0	4	2
Respirador Con filtros	0	6	0	0	5	0	0
Guantes Látex	3	0	0	3	0	2	4
Guantes Caucho	0	6	6	0	5	2	0
Mandil	3	0	0	3	2	3	0
Overol	0	6	6	0	3	1	0
Zapatos Punta acero	3	4	4	3	4	3	0
Botas de Caucho	0	2	2	0	1	1	4

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- La siguiente pregunta busca conocer cómo califican los operarios al equipo de protección personal (EPP) que se les provee. De manera general consideran que son útiles aunque no los califican como excelentes. Es comprensible tomando en cuenta las singularidades que surgieron en la pregunta anterior.

Pregunta G: De manera general, califique los equipos de protección personal (EPP) que le provee la empresa.

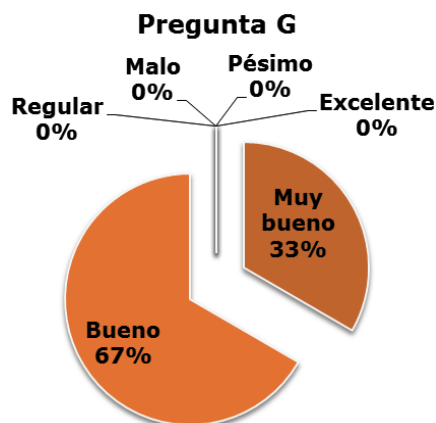


Figura No. 9 Pregunta G

Elaborado por: Daniela Ruiz E

- Es importante conocer qué tipo de molestias padecen los operarios al manipular ácido cítrico, por lo tanto la pregunta H detalla un listado de posibles inconvenientes que se podrían presentar durante o después de la producción, para que los trabajadores escojan entre varias opciones.

Los ítems seleccionados por la mayoría de los operarios son:

- “Quemaduras / Ampollas”
- “Irritación / Comezón”

Seguido por sensaciones de:

- “Asfixia / Sofocación”
- “Sudoración excesiva”

Estas dos elecciones se deben al uso de los equipos de protección. Y finalmente, algunos señalaron que sienten “Mareos / Nauseas” después de manipular el ácido, aunque sea de manera minoritaria es importante recabar información para detectar problemas a futuro.

Pregunta H: Señale si ha padecido alguno de los siguientes ítems durante o después de realizar cualquier actividad durante la jornada laboral, al manipular ácido cítrico.

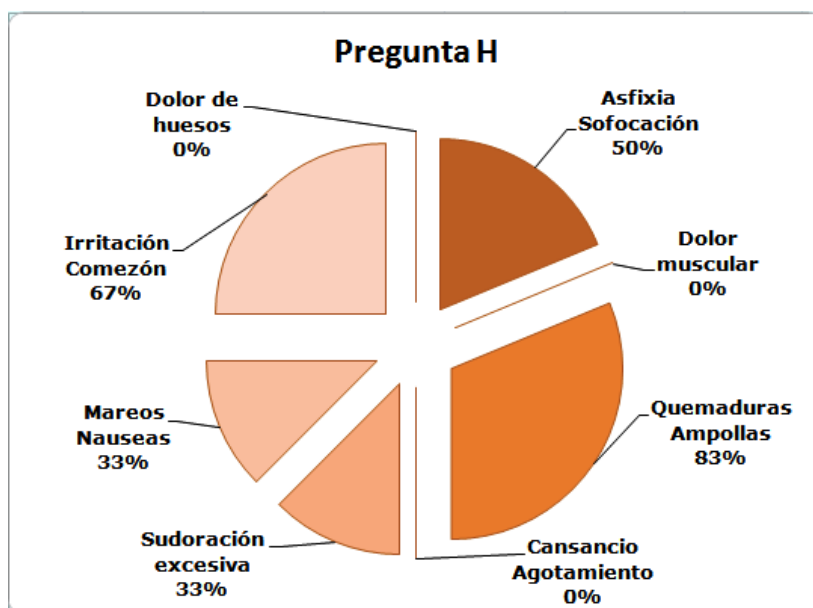


Figura No. 10 Pregunta H
Elaborado por: Daniela Ruiz E

- Para culminar con la encuesta, la última pregunta pretende averiguar qué zonas del cuerpo resultan afectadas durante o después de la manipulación del ácido cítrico, así como la anterior pregunta detallaba un listado de afecciones, en esta pregunta se enlista varias partes del cuerpo para que los operarios identifiquen las zonas que sufren estas molestias.

Se dividió en tres grupos para facilitar la identificación y estos son:

- Cabeza: cara, ojos, nariz, boca, orejas y cuello.
- Cuerpo: tórax, abdomen y espalda
- Extremidades: manos, brazos, pies y piernas.

La mayor cantidad de afecciones se registra en la cabeza, las áreas más afectadas por quemaduras o ampollas son la cara y el cuello específicamente la piel que queda expuesta, adicionalmente padecen de irritación o comezón en los ojos, nariz y boca debido al polvillo de ácido cítrico que se cuela por los equipos de protección personal (EPP).

Otra afección detectada en el cuerpo es irritación del área abdominal, dos de los operarios identificaron molestias como náuseas o agrieras estomacales, considerando que el pH del ácido cítrico es extremadamente bajo y obviamente ácido, al ingresar partículas por la boca se mezclan con la saliva e inevitablemente se ingiere el producto que a la larga acidifica el estómago causando molestias.

A nivel de extremidades se registró molestias en las piernas debido a que los dos operarios más altos comentaron que al momento de colocarse en cuclillas los overoles dejan descubierta parte de las piernas y el ácido cítrico se pega a la piel causándoles quemaduras o ampollas.

Pregunta 1: Indique en el siguiente cuadro, que zona de su cuerpo es afectada cuando manipula ácido cítrico durante la jornada laboral.

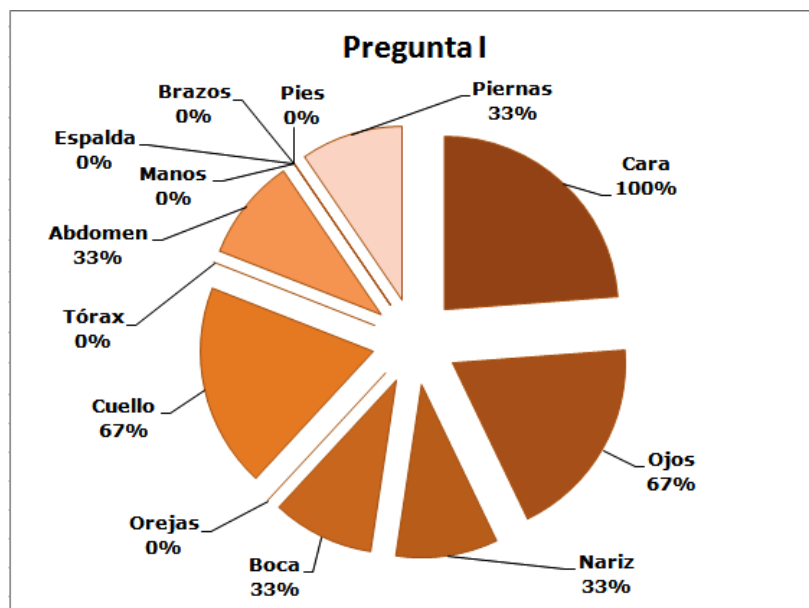


Figura No. 11 Pregunta I
Elaborado por: Daniela Ruiz E

4.2 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Para realizar las mediciones de fracción de polvo respirable, se solicitó a cada operario que lleve consigo una bomba personal de muestreo de aire y una unidad de ciclón para polvo respirable. Todo el equipo fue colocado de manera que no interfiera con las actividades usuales del empleado y todas las mediciones se realizaron bajo las condiciones normales de trabajo.

Se realizaron dos mediciones por cada operario. Una medición mientras realizaba la molienda y la otra durante el tamizado de ácido cítrico. En total se ejecutaron doce mediciones y los resultados se expresan en dos tablas por separado.

En la tabla N°9 constan las seis mediciones en la molienda y la tabla N°11 detalla las seis mediciones en el tamizado. Cada tabla detalla los valores del peso de los filtros (antes y después las mediciones), el tiempo de exposición, el caudal y el volumen. Finalmente con estos datos se obtuvo la concentración obtenida en mg/m^3 , con los siguientes cálculos:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen (litros)}}{\text{Tiempo (min)}}$$

Tiempo expresado en minutos

$$\text{Volumen} = \text{Caudal} \times \text{Tiempo}$$
$$\text{Volumen} = \frac{\text{litros}}{\text{min}} \times \text{min} = \text{litros}$$

Volumen = Litros convertir a m³

Peso en miligramos
P1 filtros = Pre medición
P2 filtros = Post medición

$$\text{Concentración} = \frac{(\text{P2} - \text{P1}) \text{ mg}}{\text{Vol. litros}}$$

Todas las mediciones se llevaron a cabo con una bomba Gillian 5000, este equipo utiliza batería NiHM que dura un tiempo de operación para 8 horas, se bloquea para que no sea manipulada durante la operación y se reinicia cuando existen fallas en la succión de la bomba.

La bomba fue calibrada con un equipo BIOS 520M, se realizaron tres calibraciones antes y tres después de cada medición, se toma como valor la media aritmética de las calibraciones. Para la selección de las partículas respirables se empleó un ciclón de nylon que retiene partículas con tamaño superior a 10 µm y únicamente las partículas de menor tamaño pasan a un filtro pre pesado de PVC de 5 µm de tres piezas y 37 mm de diámetro.

A continuación se detallan los valores obtenidos de los caudales, tiempo por operario y peso de los filtros durante las mediciones de la molienda y tamizado del ácido cítrico. Adicionalmente constan las tablas No. 10 y No. 12 como resumen de los datos promedio y los cálculos realizados para obtener la concentración en ambos procesos de producción.

Tabla No. 9 Mediciones durante el proceso de molienda del ácido cítrico

N° Muestras	Peso Filtros (mg)		Caudal litros/min	Tiempo Min	Volumen		Concentración mg/m ³	TLV	
	Pre Medición	Post medición			litros	m ³		OSHA	ACGIH
1	0,1503	1,2011	1,7001	154	261,82	0,2618	4,01	5 mg/m ³	3 mg/m ³
2	0,1507	1,2038	1,6918	158	267,30	0,2673	3,94		
3	0,1508	1,2021	1,6923	155	262,31	0,2623	4,01		
4	0,1501	1,2029	1,6975	157	266,51	0,2665	3,95		
5	0,1505	1,2006	1,7000	156	265,20	0,2652	3,96		
6	0,1506	1,2017	1,6909	153	258,71	0,2587	4,06		

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

Tabla No. 10 Resumen - Concentración en la molienda

Peso Filtros		Caudal	1,70 l/min
Pre medición	Post medición	Tiempo	156 min
0,1505 mg	0,2020 mg	TOTAL	3,99 mg/m ³
Volumen			
263,64 litros	0,2636 m ³		

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

Tabla No. 11 Mediciones durante el proceso de tamizado del ácido cítrico

N° Muestras	Peso Filtros (mg)		Caudal litros/min	Tiempo Min	Volumen		Concentración mg/m ³	TLV	
	Pre Medición	Post medición			litros	m ³		OSHA	ACGIH
1	0,1503	0,9814	1,6982	143	242,84	0,2428	3,42	5 mg/m ³	3 mg/m ³
2	0,1502	0,9716	1,6978	142	241,09	0,2411	3,41		
3	0,1507	0,9910	1,7107	140	239,50	0,2395	3,51		
4	0,1504	0,9614	1,6945	145	245,70	0,2457	3,30		
5	0,1509	0,9816	1,7006	140	238,08	0,2381	3,49		
6	0,1500	0,9718	1,6877	141	237,97	0,2380	3,45		

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

Tabla No. 12 Resumen - Concentración en el tamizado

Peso Filtros		Caudal	1,70 l/min
Pre medición	Post medición	Tiempo	142 min
0,1504 mg	0,9765 mg	TOTAL	3,43 mg/m ³
Volumen			
240,87 litros	0,2409 m ³		

Elaborado por: Daniela Ruiz E.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las mediciones durante la molienda nos indican que la concentración en el ambiente supera el límite máximo de 3 mg/m^3 propuesto por la ACGIH, sin embargo ninguno de los resultados indica que la concentración sobrepasa el límite de 5 mg/m^3 acorde a OSHA.

En cuanto a las mediciones realizadas durante el proceso de tamizado, podemos observar que el fenómeno se repite, todos los resultados exceden la concentración máxima de la ACGIH de 3 mg/m^3 , pero no superan el límite de OSHA (concentración de 5 mg/m^3).

La concentración durante la etapa del tamizado es menor a la detectada en la etapa de molienda y aunque ambos procesos se encuentran dentro del rango de OSHA, no se debe ignorar el hecho de que acorde a ACGIH ambos procesos superan el límite permisible, un aspecto importante es que el ácido cítrico es un material altamente corrosivo por su acidez e incluso por la naturaleza del producto se debería considerar que la concentración máxima para este tipo de material particulado debería ser menor de 3 mg/m^3 .

4.4 CONCLUSIONES

- Mediante este estudio se determinó que las diversas afecciones que padece el personal operativo de una industria de insumos alimenticios, están directamente relacionadas con la exposición durante los procesos de producción, específicamente durante la molienda y el tamizado del ácido cítrico, ya que al transformar esta materia prima en un polvo fino se vuelve volátil y se adhiere fácilmente a los operarios y sus equipos de protección personal (EPP), incluso se evidenció que en algunos casos particulares los traspasa. Por lo tanto se concluye que la hipótesis planteada en esta investigación si se cumple.

- Durante la investigación se identificó los riesgos de la exposición al ácido cítrico en el personal operativo. Algunos de sus efectos en la salud de este grupo de empleados, se pueden resumir en quemaduras y presencia de ampollas en la piel, irritación en ojos, fosas nasales y garganta, incluso comezón. Además algunos operarios experimentan síntomas de asfixia o dificultad para respirar debido a que el polvillo se traslada al interior del respirador, como consecuencia hay ingesta del producto lo que también causa náuseas, además debido al uso de varios equipos de protección personal (EPP) padecen de sudoración excesiva.
- Al evaluar las posibles causas del problema, se identificó principalmente a la granulometría final del producto una vez molido. Los gránulos se convierten en un polvo fino, con esta textura se adhiere fácilmente a las máquinas y al entorno en general, incluso los operarios lo inhalan o ingieren. De manera natural y en cantidades adecuadas el ácido cítrico estimula al sistema inmunológico, pero demasiada acidez con el tiempo origina efectos dañinos como el deterioro en los dientes, irritación o presencia de ampollas en vías respiratorias e incluso el ácido llega al estómago. El exceso de acidez en el sistema digestivo provocara que el excedente se desvíe a los riñones, los cuales no están diseñados para descomponer el ácido cítrico, entonces el pH bajo de este producto también es otra causa para que sus efectos se vuelvan altamente nocivos.
- Algunas de las estrategias que se propuso a la empresa de estudio, para minimizar los efectos nocivos por la exposición al ácido cítrico son :
 - Buscar mejores alternativas para reemplazar los actuales equipos de protección personal (EPP), tomando en cuenta las características anatómicas de cada operario.
 - Implementar un sistema de captación de polvo con aspiración de partículas localizadas durante los procesos de molienda y tamizado.
 - Renovar el aire del ambiente de trabajo con ventilación adecuada.

- El estudio de material particulado en el ambiente de trabajo, tiene por objeto identificar los riesgos e impactos a los que el personal se expone, en este caso particular, la presencia de partículas de ácido cítrico en el medio permite desarrollar medidas de control para mejorar la calidad del aire y buscar alternativas para reducir su impacto en los trabajadores.
- Las consecuencias relacionadas con el material particulado de ácido cítrico en el ambiente, están relacionadas con el deterioro de: los equipos de protección personal (EPP) y de la maquinaria o equipos. Una de las principales características de esta materia prima es su pH bajo, es decir es ácido, por lo que se vuelve extremadamente corrosivo en superficies de contacto.
- El método aplicado en el estudio de la exposición al ácido cítrico en una industria alimenticia y las herramientas tecnológicas o equipos de diagnóstico, son útiles para desarrollar programas orientados para prevenir enfermedades en los operarios de la planta.
- La información recopilada de este y otros estudios relacionados con la calidad del aire en el ambiente de trabajo, buscan principalmente el compromiso del sector industrial enmarcado en procesos de mejora continua, ya sea eliminando totalmente el material nocivo, innovando los equipos de protección personal o implementando tecnología en maquinaria que minimice las partículas emitidas a la atmósfera.

4.5 RECOMENDACIONES Y PROPUESTA DE MEJORA

4.5.1 RECOMENDACIONES

- La sustitución del ácido cítrico en las nuevas formulaciones sería ideal para eliminar el riesgo, existen varias alternativas de químicos aromáticos que pueden aportar el perfil ácido a los sabores. Sin embargo, se debe considerar

que varios saborizantes contienen ácido cítrico y no puede ser reemplazado porque son perfiles ya establecidos en el mercado. Una excelente opción es planificar las producciones para que se realicen una sola vez al mes y así reducir significativamente el tiempo de exposición. Progresivamente se podría elaborar este producto de manera bimensual e incluso trimestral, siempre y cuando el cliente maneje una planificación anual basada en el historial de consumo.

- Tomando en cuenta el futuro inmediato de la empresa en estudio, se considerará para el desarrollo de nuevos productos que necesariamente deban contener ácido cítrico en sus perfiles, evitar la modificación del tamaño de las partículas. Se podría ofrecer productos con la textura normal de esta materia prima para evitar la molienda y posterior tamizado.
- Para controlar el material particulado de ácido cítrico y mejorar el entorno laboral, es importante el orden y la limpieza en: el puesto de trabajo, en las máquinas, en los utensilios y demás superficies en contacto. Si se acumula polvo tarde o temprano retornará al ambiente e inevitablemente se mezclará con el aire, siempre habrá presencia de corrientes de aire y estas contribuirán con el traslado de polvillo a otras áreas de la planta.
- Considerando las características de los actuales equipos de protección personal (EPP) y los detalles expuestos durante la investigación, se recomienda buscar mejores opciones que cubran las necesidades de los operarios. A continuación se detallan varias alternativas.



Figura No. 12 Capuchón – Overol / Enterizo

El overol y capuchón son dos piezas individuales que permiten el paso de partículas como se evidenció durante el estudio, pero al adquirir overoles de trabajo con capucha de una sola pieza se evitará que el polvo traspase ya que no existirán separaciones entre atuendos.



Figura No. 13 Gafas – Respirador + Filtros / Full face

Las gafas de seguridad y los respiradores de filtros brindan protección, sin embargo el ácido cítrico molido se cuele por las hendiduras de los equipos de protección personal (EPP) causando molestias.

El respirador Full Face por sus características protegería toda la cara sin dejar piel expuesta y el borde exterior del equipo encajaría con la capucha del overol enterizo, protegiendo adecuadamente a los operarios.

4.5.2 PROPUESTA DE MEJORA

- A pesar de que la molienda se realiza en un área específica de la planta, se debe evitar la difusión de partículas de ácido cítrico a las demás áreas, por lo que se propone aislar el proceso mediante un cerramiento sanitario, la adecuación del espacio con una barrera física minimizará la presencia del contaminante, una buena opción es confinar el proceso.

- Al intervenir el medio de transmisión, es decir el molino y el tamiz, se eliminará el riesgo. Se podría modificar el proceso para realizar la molienda y posterior tamizado del ácido cítrico sin que se altere la granulometría final, se puede variar las condiciones de trabajo con las siguientes opciones:

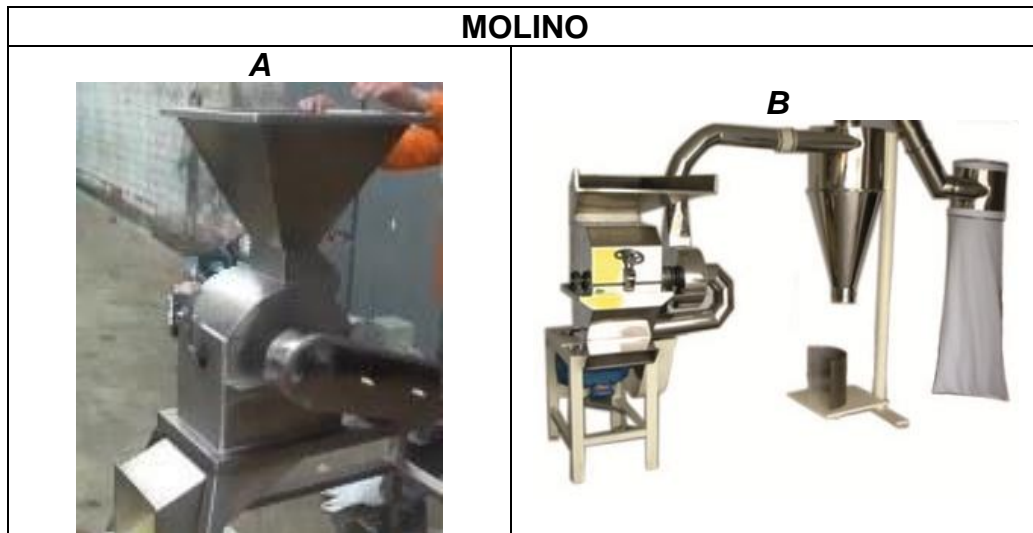


Figura No. 14 Molino A - B

El actual diseño del molino (Figura A), permite que el operario tenga demasiada proximidad con la válvula de salida de la materia prima pulverizada, por lo que fácilmente el material particulado se adhiere a los equipos de protección personal (EPP) y el empleado recibe todo el impacto cuando el producto sale. Si el equipo es acondicionado con una válvula de expulsión que brinde hermetismo y a una distancia considerable de los martillos del equipo, como se aprecia en la Figura B, se logrará variar las condiciones de trabajo a favor del manipulador del ácido cítrico.

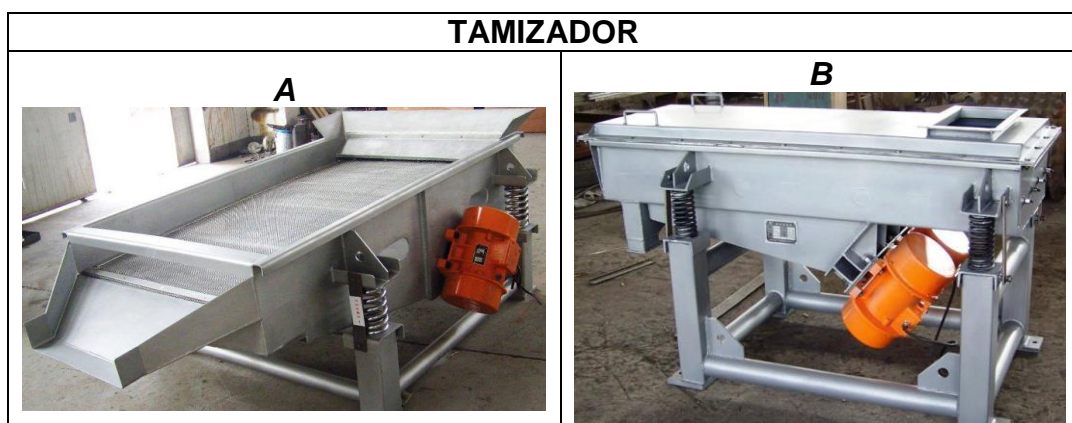


Figura No. 15 Tamizador A - B

El diseño del actual tamizador es descubierto (Figura A) y se considera como un transmisor de material particulado en el entorno de trabajo. El movimiento vibratorio constante de este equipo forma una nube de polvillo cuando el ácido cítrico molido pasa por la malla. Si se hermetiza el equipo con un recubrimiento del mismo material (Figura B) y con una compuerta de acceso para el producto, se evitará la difusión de polvillo y se disminuiría el impacto del ácido cítrico al salir de la máquina.

- Finalmente se puede implementar un sistema de extracción localizada para captar el material particulado en el mismo lugar de origen y así evitar que contamine el ambiente de trabajo. Es necesario utilizar campanas, conductos, filtros de aire y ventiladores, la mayor ventaja de este método es que el contaminante no se esparcirá en la atmosfera como sucedería con una ventilación general que solo introduce aire al ambiente.

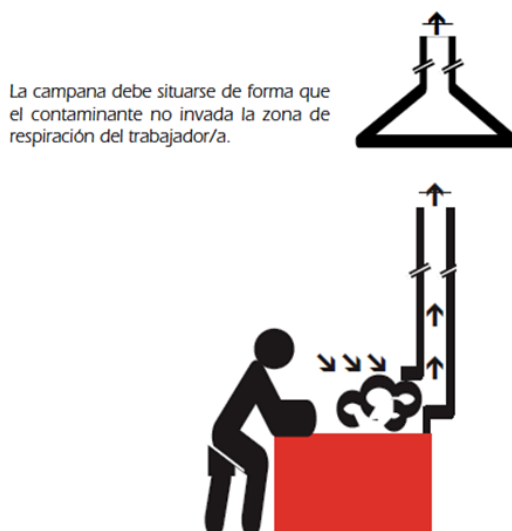


Figura No. 16Campana

Fuente: La prevención de riesgos en los lugares de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Franco Josefa, Bernaola Alonso Manuel, Gálvez Pérez Virginia, Rams Sánchez-Escribano Pilar, Sánchez Cabo M^a Teresa, Sousa Rodríguez M^a Encarnación, Tanarro Gozalo Celia, Tejedor Traspaderne Jose N., (2010). Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INSHT. RIESGO QUÍMICO: SISTEMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN HIGIÉNICA. Edita: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. Madrid NIPO: 792-10-035-1 ISBN: 978-84-7425-786-1 Depósito legal: M-48242-2010
2. Alley Roberts y Associates, Inc. (2000). Manual de control de la calidad del aire. Tomo 1. Mc Graw Hill. México, D. F. cap. 19.
3. Arciniégas Suárez César A. (2011). Diagnóstico y control de material particulado: Partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. Aspectos técnicos - Equipos para medición de material particulado, Universidad de Caldas, Manizales, 2011-08-12 (Rev. 011-11-30), página 201.
4. Birch, G. G. y Lindley, M. G. (2006). Developments in food flavours (3^a ed.). Londres y Nueva York: Elsevier Applied Science.
5. California Environmental Protection Agency. (2011). Air Resources Board: Particulate Matter Program. Septiembre 2011.
6. Codex Alimentarios, (2003). "Código Internacional de prácticas recomendadas en materia de higiene y los principios generales de higiene alimentaria", 4^a revisión. (Online) Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es
7. Consejería de Sanidad - D. G. de Salud Pública. (2010). Sanidad Ambiental: Uso seguro de los productos químicos. Servicio de Sanidad Ambiental. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Epidemiología. Libro en papel. Madrid, 2010.
8. Decisión 584 (2005). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
9. Decreto Ejecutivo 2393 (1986). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
10. Determinación de materia particulada (total y fracción respirable) en aire - Método gravimétrico MTA/MA-014/A88. (2008). Instituto Nacional de

- Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Adaptación de la NORMA-HA-244 "Determinación de materia particulada ambiental con filtros de PVC" (INSHT, 1981), basada en los métodos 0500 y 0600 de NIOSH.
11. European Agency for Safety and Health at Work. (2011). Publicación sobre riesgos laborales asociados a la industria alimentaria. Titular: Higiene Ambiental Consulting S.L. Barcelona - España. (Mar, 11/Ene/2011). <http://www.higieneambiental.com/higiene-alimentaria/publicacion-sobre-riesgos-laborales-asociados-a-la-industria-alimentaria>
 12. F. Casas Maldonado. (2014). Enfermedades pulmonares ocupacionales. Libro digital. Publicado por: Kenia Rodelo. (16 Abril 2014).
 13. Forsythe, S. J., Hayes, P.R. (2005). Higiene de los alimentos, microbiología y Haccp, editorial Acribia, 1ª edición, Madrid.
 14. Furia, T. E. y Bellanca, N. (2005). Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients vol. I y II (5ª ed.). Cleveland, Ohio: CRC Press, INC.
 15. Heath, H. B. (2009). Source book of flavors (4ª ed.). Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, INC.
 16. Inche, Jorge L. (2004). Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones. Lima: Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM.
 17. Juran, J. (2003). Manual de Control de Calidad volumen I, editorial Mac Graw-Hill, 6ª edición, Madrid.
 18. Losada, E. y Aragonés, S. (1995). Asma Ocupacional: Concepto, mecanismos patogénicos y métodos diagnósticos. Barcelona: SEA e IC. Prous Editores.
 19. Manley, C. H. (2003). Flavor measurement, editorial Marcel Dekker, 4º edición, Nueva York.
 20. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). Partículas en suspensión. 3 de agosto de 2012.
 21. Ministerio de Sanidad y Consumo: Salud Laboral. (2011). (Online) Disponible en: http://www.msc.es/Diseno/medioAmbient/ambiente_salud_laboral.htm.
 22. Muñoz, X. y Cruz, M. J. (2009). Medición de contaminantes ambientales. Archivos de Bronconeumología, 39 (4), 6-8.
 23. Núria Cavallé Oller. Ingeniera Química. (2010). CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. Agentes químicos: aplicación de medidas

- preventivas al efectuar la evaluación simplificada por exposición inhalatoria.
Nota técnica de prevención - NTP 872 INSHT 2010
24. Organización Mundial de la Salud. (2011). Calidad del aire y salud. Nota descriptiva N°313. Septiembre de 2011.
 25. Polledo J. (2002). Gestión de la Seguridad Alimentaria: Análisis de su aplicación efectiva, editorial AMV Ediciones, 1ª edición, Madrid.
 26. Portal de riesgo químico. (2013). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (Marzo 2013) (Online) Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/RiesgosQuimicos/;VAPCOOKIE=Z5vLTZ6D7cQBCLH2Lh7prwSTy1nd3Djrp60Sgk2P3VPyJlvYg!-241716290!687352888>
 27. Quirce, S. (2003). Etiopatogenia del asma ocupacional. Archivos de Bronconeumología, 39 (4), 18-21.
 28. Recuerda G., Miguel A. (2006). Seguridad Alimentaria y nuevos alimentos, editorial Aranzadi, 1ª edición, Cizur Menor.
 29. Riesgos laborales en la industria alimentaria. (Febrero 2011). (Online) Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Riesgos-Laborales-En-La-Industria-Alimentaria/1625508.html>
 30. Riesgos Químicos. (Diciembre 2006). (Online) Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_qu%C3%Admico.
 31. Spiro, Thomas G.; Stigliani, William M. (1996). Química Medioambiental. 2a. edición. Pearson Prentice Hall. Madrid. pág. 225.
 32. Thomas P. Brunshidle, Brian Konowalchuk, Ismail Nabeel, James E. Sullivan. (2008). A review of the measurement, emission, particle characteristics and potential human health impacts of ultrafine particles.
 33. Veciana Antonio Martí, Ldo. en Ciencias Químicas y Farmacia, (2000). CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. NTP 548: Evaluación de riesgos por agentes químicos: Guía para la selección y utilización del método analítico.
 34. Weill, H. y Jones, R. N. (1991). Enfermedades Pulmonares Laborales. Tratado de Neumología (2ª ed.). Barcelona: Ediciones Doyma.

35. World Health Organization Regional Office for Europe. (2000). Air quality guidelines for Europe. 2^o edi. Copenhagen, (WHO Regional Publications, European Series, No. 91).
36. Wright, J. (2010). Flavor Creation (2^a ed.). Estados Unidos: Alluredbooks.

Anexo No. 1 Certificados de calibración de los equipos



Bios
Driving a Higher Standard
in Flow Measurement™

Calibration Certificate

Certificate No. 510975
Product Defender 520 Medium Flow
Serial No. 123330
Cal. Date 8/8/2014
Sales Date 9/6/2014 *Calibration interval commences on sale date.*

All calibrations are performed in accordance with ISO 17025 at Bios International Corporation, 10 Park Place, Butler, NJ, 07405, 800-663-4977, an ISO 17025:2005 – accredited laboratory through NVLAP. This report shall not be reproduced except in full without the written approval of the laboratory. Results only relate to the items calibrated. This report must not be used to claim product certification, approval, or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the Federal Government.

All units tested in accordance with Bios International Corporation test number PR17-13 using high-purity bottled nitrogen or dry filtered laboratory air.

Calibration Data

Technician Zenaída Ortiz
Lab. Pressure 760 mmHg
Lab. Temperature 22.5 °C

Instrument Reading	Lab Standard Reading	Deviation	Allowable Deviation	As Shipped
100.55 ccm	100.665 ccm	-0.11 %	1.00%	In Tolerance
1,006.0 ccm	1007.05 ccm	-0.1 %	1.00%	In Tolerance
4,999.4 ccm	5003.45 ccm	-0.08 %	1.00%	In Tolerance
22.3 °C	22.3 °C	-	±0.8°C	In Tolerance
741 mmHg	741 mmHg	-	±3.5 mHg	In Tolerance

Bios International Standards Used

Description	Standard Serial Number	Calibration Date	Calibration Due Date
ML 500-24	113775	4/21/2014	4/20/2015
Precision Thermometer	300907	4/20/2014	4/19/2015
Precision Barometer	431/98-07	4/25/2014	4/24/2015

Calibration Notes

Bios is an ISO 17025-accredited metrology laboratory. Each Bios primary gas flow standard is dynamically verified by comparing it to one of our laboratory standards, which is a Proven DryCal® Technology volumetric piston prover of much higher accuracy but of similar operating principles. For this purpose, a flow generator of ±0.03% stability is used. Our laboratory standards are qualified by direct measurement of their dimensions (diameter, length and time) using NIST-traceable precision gauges and instruments, such as depth micrometers and laser micrometers. NIST numbers for these gauges and instruments are available upon request. Rigorous analyses of our laboratory standards' uncertainties have been performed, in accordance with The Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (the GUM), assuring their traceable accuracy.

Harvey Padden, President and Chief Metrologist

Bios International • 10 Park Place Butler, NJ 07405 • 800.663.4977 • www.biosint.com



INFORME DE MANTENIMIENTO Y AJUSTES DE CALIBRACIÓN

EQUIPO: BALANZA DE PRECISIÓN CODIGO: BALANZA ANALITICA BA

Compañía:	METREXLAB CIA LTDA	Balanza Marca:	OHAUS
Cliente:		Modelo:	AR2140
Dirección:		Serie:	11261225232852.
Contacto:	Ing. Daniela Ruiz	Max:	210 <small>g</small>
		d=	0,0001 <small>g</small>
		e=	0,001 <small>g</small>

Informe Número: MAGIC-0614-BA-2406

Fecha de emisión del informe: 14 Julio del 2014

Ubicación:

Temperatura Ambiente: 23 +/- 2 °C HR: 47 +/- 5 %

PRUEBAS METROLOGICAS

Excentricidad

Carga Ensayo	Posición	Lectura	Desviación Centro
(g)	(g)	(g)	(g)
50,0000	Centro	50,0003	
50,0000	Fondo Izquierdo	50,0003	0,0000
50,0000	Fondo Derecha	50,0002	0,0001
50,0000	Frente Derecha	50,0003	0,0000
50,0000	Frente Izquierda	50,0004	0,0001
50,0000	Centro	50,0003	0,0000

Cumple Tolerancias **Error Excentricidad** 0,0001 (g)
SI -X- NO -- **Error Máximo Permitido +/-** 0,0004 (g)

Linealidad

-X- Absoluto

Valor Nominal	Lectura	Desviación
---------------	---------	------------

-- Diferencial

Tara	Tara+Referencia	Desv. Referencia
------	-----------------	------------------

Unidades

	(g)	(g)	(g)
1	1,0000	1,0000	0,0000
2	5,0000	5,0000	0,0000
3	10,0000	10,0001	0,0001
4	20,0000	20,0001	0,0001
5	50,0000	50,0001	0,0001
6	100,0000	100,0001	0,0001
7	200,0000	200,0000	0,0000

Cumple Tolerancias **Error Linealidad** 0,00005 (g)
SI -X- NO -- **Error Máximo Permitido +/-** 0,0002 (g)

Desviación Standard 0,00005 (g)

Repetibilidad

Nº	Vacío	Carga	Carga - Vacío
----	-------	-------	---------------

Unidades

	(g)	(g)	(g)
1	0,0000	100,0000	100,0000
2	0,0000	100,0000	100,0000
3	0,0000	100,0000	100,0000
4	0,0000	100,0000	100,0000
5	0,0000	100,0000	100,0000

Cumple Tolerancias **Desviación Standard** 0,0000 (g)

SI -X- NO -- **Error Máximo Permitido +/-** 0,0001 (g)



Sensibilidad

Carga de Ensayo	Lectura	Desviación
1 200,0000	200,0000	0,0000
Cumple Tolerancias SI -X- NO --	Error Máximo Permitido +/-	0,0003 (g)

ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE COMBINADA DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN

$$\mu_{cal} = 0,00016 (g)$$

La incertidumbre combinada ha sido estimada evaluando todos los factores que influyen sobre el resultado medido. Los factores a considerarse son repetibilidad, sensibilidad, no linealidad, carga descentrada, incertidumbre de las pesas patrón y resolución de la balanza.

μ_{cal} = Incertidumbre típica de calibración

k = Factor de cobertura (probabilidad de cobertura de 95,45%)

U = Incertidumbre expandida de la medición $U = \mu_{cal} \cdot k (k=2)$

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

De acuerdo a los resultados obtenidos y tolerancias estimadas el equipo se encuentra trabajando:

CORRECTAMENTE: USO CONDICIONADO: EN TOLERANCIAS: FUERA DE TOLERANCIAS:

PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO REALIZADO

Se realiza revisión y verificación previa para determinar el estado inicial de la balanza.

Se realiza mantenimiento preventivo, limpieza y revisión de las partes mecánicas y/o electrónicas de la balanza

Si fuera necesario se realizan ajustes de calibración siguiendo el procedimiento dado por los fabricantes o por experiencia adquirida.

Se realiza la verificación para obtener los datos suficientes para llenar el Informe Técnico de Mantenimiento y Calibración.

La verificación consiste en pruebas de carga excéntrica, linealidad, repetibilidad, sensibilidad, cálculos de la desviación estándar de linealidad y repetibilidad, estimación de la incertidumbre combinada de calibración. El procedimiento seguido esta acorde a las directrices dadas en la publicación "BALANZAS EN LA GESTIÓN DE LA CALIDAD" de METTLER TOLEDO de Suiza.

IDENTIFICACIÓN DE LAS PESAS PATRÓN UTILIZADAS

Juego de Pesas: B149512904

Certificado No.: LPC-M-3013-392

Clase: F1

Juego de Pesas: B132196801

Certificado No.: LPC-M-E-2013-048

Clase: E2

El presente Reporte Técnico fue realizado utilizando pesas con trazabilidad al SI a través de patrones nacionales del INEN.

TIPO DE TRABAJO REALIZADO

AJUSTES MANTENIMIENTO REPARACIÓN INSTALACIÓN VERIFICACIÓN

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Funcionalmente la balanza se encuentra trabajando correctamente y dentro de tolerancias.

Se adjunta el certificado de calibración de las masas utilizadas para las pruebas de verificación.

FECHA DE REVISIÓN : 24-Junio-2014

PRÓXIMA REVISIÓN: Diciembre-2014


RESPONSABLE: Ing. Andrés Méndez B.

FIRMA:

RUC 1791941217001

Página Número: 2 de 2

Anexo No. 2 Encuesta

	Cuestionario de Seguridad Ocupacional	AGO – 2014
	Determinante de riesgo y exposición al ácido cítrico en una industria alimenticia	Encuesta No. ____

<p>Nombre: _____ (Opcional)</p> <p>Instrucción: _____ (Escolaridad)</p> <p>Edad: _____</p> <p>Estado civil: _____</p>	<p>Cargo: _____</p> <p>Sexo: _____</p> <p>Antigüedad: _____</p> <p>Tipo de contrato: _____</p>
---	--

- Primaria
- Secundaria
- Universidad

- Masculino
- Femenino

La finalidad de las siguientes preguntas es conocer los inconvenientes que experimentan los trabajadores cuando manipulan Ácido Cítrico en cualquier etapa de producción, tome en cuenta esta información para contestar cada pregunta.

Abreviaturas:	
M.P. = Materia Prima	EPP = Equipos de Protección Personal
P.T. = Producto Terminado	L+D = Limpieza y Desinfección






<p>A. Realiza actividades remuneradas en horario extra laboral para otras empresas. (Si la respuesta es NO pase a la pregunta D).</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>B. Durante las actividades extra laborales que realiza, está expuesto a partículas de polvo.</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>C. Utiliza algún tipo de EPP para realizar estas actividades extra laborales.</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>D. Del siguiente listado, indique que actividades realiza durante la jornada laboral cuando se debe manipular ácido cítrico.</p> <p><input type="checkbox"/> Pesaje de M.P.</p> <p><input type="checkbox"/> Molienda de M.P.</p> <p><input type="checkbox"/> Tamizado de M.P.</p> <p><input type="checkbox"/> Mezcla de M.P.</p>


- Tamizado de P.T.
- Envase/Embalaje de P.T.
- L+D general (Equipos, insumos y área de producción)

E. Escoja entre los rangos de tiempos, cuánto tarda en realizar las siguientes actividades, cuando la materia prima que manipula es ácido cítrico.

Actividad	Tiempo en horas		
	Menor a 1	De a 2	Mayor a 2
Pesaje de M.P.			
Molienda de M.P.			
Tamizado de M.P.			
Mezcla de M.P.			
Tamizado de P.T.			
Envase/Embalaje de P.T.			
L+D general			

F. En el siguiente cuadro, marque con una X los EPP que utiliza, dependiendo de la actividad que realiza cuando manipula ácido cítrico.

EPP	Actividades						
	Pesaje de M.P.	Molienda de M.P.	Tamizado de M.P.	Mezcla de M.P.	Tamizado de P.T.	Env./Embj. de P.T.	L+D General
Cofia 							
Capuchón 							
Gafas 							
Tapones auditivos 							
Orejeras 							

<p>Respirador N95</p> 							
<p>Respirador Con filtros</p> 							
<p>Guantes Látex</p> 							
<p>Guantes Caucho</p> 							
<p>Mandil</p> 							
<p>Overol</p> 							
<p>Zapatos Punta acero</p> 							
<p>Botas de Caucho</p> 							

G. De manera general, califique los EPP que le provee la empresa.

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Pésimo

H. Señale si ha padecido alguno de los siguientes ítems durante o después de realizar cualquier actividad durante la jornada laboral, al manipular ácido cítrico.

- Dolor de huesos
- Asfixia / Sofocación
- Dolor muscular
- Quemaduras / Ampollas
- Cansancio / Agotamiento
- Sudoración excesiva
- Mareos / Nauseas
- Irritación / Comezón

I. Indique en el siguiente cuadro, qué zona de su cuerpo es afectada cuando manipula ácido cítrico durante la jornada laboral.



Cabeza	Cara	<input type="checkbox"/>
	Ojos	<input type="checkbox"/>
	Nariz	<input type="checkbox"/>
	Boca	<input type="checkbox"/>
	Orejas	<input type="checkbox"/>
	Cuello	<input type="checkbox"/>
Cuerpo	Tórax	<input type="checkbox"/>
	Abdomen	<input type="checkbox"/>
	Espalda	<input type="checkbox"/>
Extremidades	Manos	<input type="checkbox"/>
	Brazos	<input type="checkbox"/>
	Pies	<input type="checkbox"/>
	Piernas	<input type="checkbox"/>

Anexo No. 3 Hoja de Seguridad de Ácido Cítrico

HOJA DE SEGURIDAD	FECHA 2014/03
NOMBRE DEL PRODUCTO: ÁCIDO CÍTRICO ANHIDRO	PÁGINA 1 DE 4

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / PREPARADO Y DE LA SOCIEDAD / EMPRESA	
NOMBRE DEL PRODUCTO: PROVEEDOR: DIRECCIÓN: TEL: FAX :	ÁCIDO CÍTRICO ANHIDRO TTCACO.,LTD. WEST,WENHE BRIDGE NORTH,LANQIU,SHANDONG,CHINA +86-536-4222799 +86-536-4221500
2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES	
NOMBRE QUÍMICO DE LA SUSTANCIA: NOMBRE QUÍMICO : PALABRA POR PALABRA : CAS N °:	C6H8O7 2-HIDROXI-1 ,2,3-PROPANOTRICARBOXÍLICO ACIDO CITRICO 77-92-9
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	
RIESGOS MÁS IMPORTANTES	<p>INHALACIÓN:</p> <p>INHALACIÓN DE GRANDES CANTIDADES DE POLVO PUEDE CAUSAR IRRITACIÓN EN EL TRACTO RESPIRATORIO.</p> <p>INGESTIÓN:</p> <p>LAS DOSIS ORALES EXTREMADAMENTE GRANDES PUEDEN PRODUCIR TRASTORNOS GASTROINTESTINALES.</p> <p>CONTACTO CON LA PIEL :</p> <p>POSIBLE IRRITACIÓN POR CONTACTO PROLONGADO CON ÁREAS HÚMEDAS O SENSIBLES DE LA PIEL.</p> <p>CONTACTO CON LOS OJOS :</p> <p>NO SE ESPERAN EFECTOS ADVERSOS PERO EL POLVO PUEDE CAUSAR IRRITACIÓN MECÁNICA. CRÓNICA</p> <p>EXPOSICIÓN:</p> <p>NO SE ENCONTRÓ INFORMACIÓN . EMPEORAMIENTO DE LAS CONDICIONES EXISTENTES:</p> <p>NO SE ENCONTRÓ INFORMACIÓN .</p>
4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS	
EFFECTOS GENERALES CONSEJOS IMPORTANTES DE LA EXPOSICIÓN INHALACIÓN: CONTACTO CON LA PIEL CONTACTO CON LOS OJOS	<p>CONSULTE A UN MEDICO, IRRITA LOS OJOS Y LA PIEL</p> <p>QUITE AL AIRE FRESCO. BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA PARA CUALQUIER DIFICULTAD RESPIRATORIA.</p> <p>LÁVESE INMEDIATAMENTE CON JABÓN Y ABUNDANTE AGUA. SI LA IRRITACIÓN DE PIEL , LLAMAR AL MÉDICO . ENJUAGUE INMEDIATAMENTE CON ABUNDANTE AGUA, TAMBIÉN DEBAJO DE LOS PÁRPADOS, POR LO MENOS 10</p>

INGESTION	MINUTOS. SI LA IRRITACIÓN PERSISTE , LLAME A UN ESPECIALISTA .
SÍNTOMA MÁS IMPORTANTE	BEBA MUCHA AGUA O LECHE CUANDO LÚCIDO , NO INGERIR ANYTING CUANDO NO LÚCIDO , LLAME A UN MÉDICO SI ES NECESARIO.
PROTECCIÓN PERSONAL DE PRIMEROS AUXILIOS	----
CLAVE PARA EL MÉDICO	NINGUNA INFORMACIÓN ESPECIAL ENCONTRADO. ----
5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS	
MEDIOS DE EXTINCIÓN ADECUADOS	AGUA , POLVO SECO, ESPUMA QUÍMICA , DIÓXIDO DE CARBONO.
RIESGO ESPECIAL	POLVO FINO DISPERSO EN EL AIRE EN CONCENTRACIONES SUFICIENTES, Y EN PRESENCIA DE UNA FUENTE DE IGNICIÓN ES UN RIESGO DE EXPLOSIÓN DE POLVO .
PROCEDIMIENTO ESPECIAL EXTINGUISHINGN	NINGUNO
EQUIPO DE PROTECCIÓN ESPECIAL PARA LOS BOMBEROS	EN CASO DE INCENDIO, UTILICE ROPA DE PROTECCION COMPLETO Y NIOSH - APROBADO POR EL APARATO RESPIRATORIO CON CARETA COMPLETA OPERADO EN DEMANDA DE PRESIÓN U OTRO MODO DE PRESIÓN POSITIVO.
6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO	
PRECAUCIONES PERSONALES	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL .
PRECAUCIONES AMBIENTALES REQUERIDOS	EVITAR LA FORMACION DE POLVO Y MANTENER BREEZY
MÉTODOS DE LIMPIEZA	ELIMINAR LAS TRAZAS CON AGUA, BARRER Y RECOGER DESPUÉS DE LIMPIAR, O NEUTRALIZAR CON CALCAREOUSNESS .
7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO	
MANEJO: MEDIDAS TÉCNICAS / PRECAUCIONES CONSEJOS DE MANEJO SEGURO	MANTENGA VENTILADO PARA EVITAR EL POLVO . PARA EVITAR EL CONTACTO CON LOS OJOS Y LA PIEL , EVITE LA INHALACIÓN E INGESTIÓN
ALMACENAMIENTO: MEDIDAS TÉCNICAS / CONDICIONES ALMACENAMIENTO	MANTENGA EL ENVASE BIEN CERRADO EN UN LUGAR SECO, FRESCO Y VENTILADO ALMACENAR PROTEGIDO DE SUSTANCIAS INCOMPATIBLES
8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL	
MEDIDAS DE INGENIERÍA	SET EYEWASHER O DUCHA, ASEGURAR VENTILACIÓN ADECUADA PARA MANTENER LA COHERENCIA BAJA EN EL AIRE.
LÍMITE DE EXPOSICIÓN	NO REQUIERE PRECAUCIONES ESPECIALES
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:	
PROTECCIÓN RESPIRATORIA	MÁSCARA DE POLVO DE VIGENCIA
PROTECCIÓN DE LAS MANOS	GUANTES
PROTECCIÓN DE LOS OJOS	GAFAS DE SEGURIDAD
PIEL Y CUERPO DE PROTECCIÓN	ROPA PROTECTORA LIGERA
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE HIGIENE	MANIPULAR CON BUENA HIGIENE INDUSTRIAL Y PRACTICAS DE SEGURIDAD
9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
ESTADO FORMULARIO COLOR OLOR PH DE LA SOLUCION (5%, 25 ° C)	SOLID CRYSTAL BLANCO / INCOLORO INODORO 2,2 (0,1 EN AGUA)

FUSION / RANGO TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION PUNTO DE EBULLICIÓN DENSIDAD RELATIVA TEMPERATURA DE AUTOENCENDIDO SOLUBILIDAD (25 ° C)	153 ° C > 170 ° C ---- 1,665 1010 ° C 60G/100ML.OF AGUA
10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
ESTABILIDAD HAZARD EN CONDICIONES ESPECIALES CONDICIONES A EVITAR SUSTANCIAS A EVITAR PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICION	ESTABLE EN CONDICIONES NORMALES NINGUNO CALOR, LLAMA, FUENTES DE IGNICIÓN, POLVO E INCOMPATIBLES. COMPUESTOS DE METALES NITROSO, COMPONER CON COBRE, ZINC, ALUMINIO. DÍOXIDO Y MONÓXIDO DE CARBONO PUEDE FORMARSE CUANDO SE CALIENTA HASTA LA DESCOMPOSICIÓN.
11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
TOXICIDAD AGUDA TOXICIDAD SUBAGUDA O TOXICIDAD EXTENDIDO EFECTO PARCIAL CAUSA DE LA ALERGIA EFECTOS ESPECIALES	----- LD50 3G/KG ----- ----- -----
12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA	
EFECTO POTENCIAL DE MEDIO AMBIENTE	-----
13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN	
DESECHOS DE RESIDUOS / PRODUCTO NO UTILIZADO	RECICLAJE SE PREFIERE LA DEPOSICIÓN O INCINERACIÓN PUEDE VERTIDO O INCINERACIÓN ACUERDO CON LOCAL RECICLAJE O ELIMINACIÓN RESIDUOS.
14. INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE	
NO PELIGROSO SEGUN LOS CRITERIOS DE LA REGLAMENTACION DEL TRANSPORTE. MANTENER LA BOLSA BIEN CERRADOS , Y PONER EN UN LUGAR DE LA LUZ A PRUEBA , SECO Y FRESCO , MANTENGA LEJOS DE LA FUENTE DE CALOR.	
15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA	
EL PRODUCTO ESTÁ CLASIFICADO Y ETIQUETADO DE ACUERDO CON LA DIRECTIVAS EUROPEAS (88/379/EC) O LEYES RESPECTIVAS :	
SÍMBOLO (S): FRASES R: FRASES S: WGK:	 <p align="right"> 山东柠檬生化有限公司 * TTGA Co.,Ltd. *  </p> <p align="center"> XI:-IRRITANT R- 36 IRRITA LOS OJOS S-26 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS , LAVAR IMMEDIATLEY CON ABUNDANTE AGUA Y BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA 0 </p>
16. OTRAS INFORMACIONES	
EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD: SHANDONG TTCA BIOQUÍMICA CO. , LTD PROPORCIONA LA INFORMACIÓN CONTENIDA AQUÍ DE BUENA FE Y NO SE HACE RESPONSABLE POR SU COMPRESIÓN O PRECISIÓN. ESTE DOCUMENTO ESTÁ DESTINADO ÚNICAMENTE COMO GUÍA PARA EL MANEJO ADECUADO PRECAUTORIO DEL MATERIAL POR UNA PERSONA ADECUADAMENTE CAPACITADA EN EL USO ESTE PRODUCTO. LOS INDIVIDUOS QUE RECIBAN LA INFORMACIÓN DEBEN EJERCER SU JUICIO INDEPENDIENTE AL DETERMINAR LA CONVENIENCIA PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR . SHANDONG TTCA BIOQUÍMICA CO. , LTD NO HACE NINGUNA REPRESENTACIÓN O GARANTÍA, YA SEA EXPRESA O IMPLÍCITAS , INCLUYENDO SIN LIMITACIÓN CUALQUIER GARANTÍA DE COMERCIALIZACIÓN, APTITUD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR , CON RESPECTO A LA INFORMACIÓN EXPUESTA EN EL PRESENTE DOCUMENTO O DEL PRODUCTO .	