

## IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PLAGUICIDAS EN UNA PEQUEÑA EMPRESA DEDICADA AL CONTROL DE PLAGAS

### IMPLEMENTATION OF PESTICIDE MANAGEMENT SYSTEMS IN A SMALL COMPANY DEDICATED TO PEST CONTROL

Belky Patricia Castaño Osorio<sup>1</sup>  
Ricardo Montero Martínez<sup>2</sup>  
Jackeline María Herrera Blanco<sup>3</sup>  
Elías Alberto Bedoya Marrugo<sup>4</sup>

#### Resumen

Las organizaciones dedicadas al control de plagas, se caracterizan por ser en su mayoría pequeñas empresas clasificadas con riesgo laboral alto debido al empleo de plaguicidas durante su actividad económica, por esta razón deben gestionar adecuadamente los riesgos en la salud de los trabajadores.

El presente estudio es una investigación de intervención; cuyo objetivo fue implementar el proceso de gestión de plaguicidas en una empresa dedicada al control de plagas en Cartagena de Indias, en aras de reducir el riesgo a la salud del personal expuesto a estas sustancias.

Se logró el 100% en la estructuración del sistema de gestión de plaguicida. En la implementación del sistema se alcanzó entre 84 a 100%. Sin embargo en la evaluación final se obtuvo entre 95 y 100% de cumplimiento. Con relación a los resultados obtenidos en la salud de los trabajadores, se observó una disminución del porcentaje de inhibición de enzima colinesterasas, pasando de 30 a 13 y finalmente 1,2 % durante los años 2016, 2017 y 2018, respectivamente. Se concluye que con la implementación del sistema de gestión de plaguicidas se promovió la mejora continua de la organización y el autocuidado por parte de todos los colaboradores de la organización.

**Palabras claves:** Plaguicida, Sistema de Gestión, Control, Plagas, Trabajadores, Exposición

Fecha de recepción: Septiembre de 2019 / Fecha de aceptación en forma revisada: Enero de 2020

---

<sup>1</sup>Magister en Higiene y Seguridad industrial. Grupo de Investigación CIPTEC. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco – Cartagena. Cr 44 D N 30A, 91, Cartagena Bolívar, Colombia. [bcastano@tecnocomfenalco.edu.co](mailto:bcastano@tecnocomfenalco.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0003-3700-7532>

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Técnicas. Facultad de Ingeniería - Departamento de Operaciones y Sistemas Universidad Autónoma de Occidente, Cali –[rcmontero@uao.edu.co](mailto:rcmontero@uao.edu.co) <https://orcid.org/0000-0002-8632-2005>

<sup>3</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación CIPTEC. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco-Cartagena. Cr 44 D N 30A, 91, Cartagena Bolívar, Colombia., [jherrera2896@tecnocomfenalco.edu.co](mailto:jherrera2896@tecnocomfenalco.edu.co)  
<https://orcid.org/0000-0001-6837-8999>

<sup>4</sup>Doctor en Investigación y Docencia. Coordinador de investigación en el programa de Seguridad e Higiene Ocupacional. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Grupo CIPTEC, Cartagena, Colombia. [eabedoya8@gmail.com](mailto:eabedoya8@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-2931-9600>

### **Abstract**

Organizations dedicated to pest control, are characterized by being mostly small companies classified with high occupational risk due to the use of pesticides during their economic activity, for this reason they must adequately manage the health risks of workers.

The present study is an intervention research; whose objective was to establish the process of pesticide management in a company dedicated to pest control in Cartagena de Indias, in order to reduce the health risk of personnel exposed to these substances.

100% was achieved in structuring the pesticide management system. In the implementation of the system it was reached between 84 to 100%. However, in the final evaluation, between 95 and 100% compliance was obtained. In relation to the results obtained in the health of workers, a decrease in the percentage of cholinesterase enzyme inhibition was observed, going from 30 to 13 and finally to 1.2% during the years 2016, 2017 and 2018, respectively. It concludes that with the implementation of the pesticide management system, continuous improvement of the organization and self-care by all the employees of the organization were promoted.

**Key words:** Pesticide, Management System, Control, Pests, Workers, exposition

### **Introducción**

En Cartagena, Colombia, las empresas dedicadas al control de plagas se caracterizan por ser en su mayoría pequeñas empresas, las que para su funcionamiento deben contar con una licencia sanitaria y cumplir con los requisitos estipulados en el capítulo 9 del decreto 1843 de 1991 (Ministerio de Salud, 1991), además deben cumplir todos los requerimientos legales de seguridad y salud en el trabajo, dichas empresas se clasifican con riesgo laboral muy alto (4 de 5) de acuerdo con el decreto 1607 de 2002 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2002), debido al uso de sustancias peligrosas como plaguicidas durante el ejercicio de su actividad económica.

Actualmente estas empresas son inspeccionadas por la seccional del ministerio de salud existente en la ciudad donde funcionan y sus visitas se enfocan en verificar aspectos de infraestructura, existencia de la licencia ambiental y la certificación de haber realizado el curso anual teórico-práctico exigido en dicho decreto; dejando de lado aspectos de seguridad y salud en el trabajo, por no ser de su competencia. Esto funciona de esta forma a pesar que desde 1998 se ha reportado afectación de la salud de los trabajadores dedicados a la aplicación urbana de plaguicidas en Colombia (Varona, Morales, Ortiz, Sánchez, Cárdenas y De la Hoz, 1998; Cárdenas, Silva, Morales y Ortiz, 2005).

También y no obstante que estas organizaciones están catalogadas por la legislación colombiana como empresas con trabajo de alto riesgo y de la amplia existencia de legislaciones a cumplir por parte de ellas, no son inspeccionadas de forma frecuente por el ministerio de trabajo, lo cual según Torao y Alberoda (2014), genera en dichas empresas una evidente y general laxitud en la toma en consideración de los riesgos implícitos en la actividad. Lo anterior, sumado al hecho de contar con escasos recursos financieros, humanos y tecnológicos destinados a actividades de prevención y al desconocimiento de normativas y consecuencias que puede ocasionar la no gestión del riesgo, podría generar efectos negativos sobre la salud de los colaboradores y el medio ambiente. Por lo cual se hace necesario la implementación de asesorías específicas y programas gubernamentales que permitan no solo el desarrollo de las pequeñas empresas sino también la

protección del medio ambiente, colaboradores y empresas usuarias; que permitan asegurar resultados duraderos a largo plazo.

Los plaguicidas más empleados para el control de plagas de tipo piretroides son Permethrin, Cypermethrin, Cyfluthrin, Deltamethrin, Cyhalothrin, Esfenvalerate; así como productos organofosforados como chlorpyrifos, diazinon, acephate, propetamphos, and malathion y de otras clasificaciones entre los que se encuentran Avermectin piperonyl butoxide, Hydramethylnon y Fipronil de acuerdo a lo reportado por Horton y colaboradores, (Horton, Jacobsonb, Mckelveyb, Holmesa, Fincherc, Quantanoc A., et al., 2011); lo cual concuerda con los empleados por la empresa estudiada y los piretroides reportados por J. Ueyama en su estudio (Ueyama., Saito y Kamijima, 2010).

Por otro lado, de acuerdo a cifras del ministerio de salud y el instituto nacional de salud de Colombia, en se presentaron 8423 casos de intoxicaciones por plaguicidas (Muñoz, Díaz y Martínez, 2017); al comparar con datos del 2013 se observa un aumento de casos (Grupo de Factores de Riesgo Ambiental. Subdirección de Prevención Vigilancia y Control en Salud Pública, 2014), lo cual pone de manifiesto la necesidad de aumentar esfuerzos para disminuirlas. A lo anterior se suma el hecho de que la mayoría de las intoxicaciones reportadas son de tipo aguda, esto sugiere que existe un subregistro de las de tipo crónica, debido principalmente a la dificultad para establecer las relaciones de causa y efecto y a presentar sintomatología común con otras enfermedades. A nivel mundial, se estudian efectos por exposiciones a dosis muy bajas en población tanto expuesta como no expuesta laboralmente a plaguicidas organofosforados Sato (Sato, Ito, Ueyama, Kano Arakawa, Gotoh, et al., 2016). Incluso algunos autores han referenciado efectos crónicos sobre sistema inmunitario, sistema endocrino, sistema nervioso central, sistema respiratorio, sistema hematopoyético, hígado, así como cáncer y malformaciones congénitas (Ogut, Gultekin, Kisioglu y Kucukoner, 2011; Araoud, Neffeti, Douki, Hfaiedh, Akrouit., Hassine M., et a, 2012; Fareed, Pathak, Bihari, Kamal, Srivastava, y Kesavachandran, 2013; Sutuluk, Kekec, Daglioglu, y Hant, 2011).

Aún más preocupante es el hecho de que a pesar de haberse estudiado efectos de estas sustancias desde la década de los 80', la norma colombiana no exija con precisión exámenes que evalúen la salud de los trabajadores expuestos en esta actividad económica. A continuación, se mencionan estudios existentes que justifican la inclusión de nuevos exámenes y estudios en la normativa actual.

En 1989, Sunaga et al., recomiendan medir urinary alkylphosphates como monitoreo biológico en esta población por el uso de organofosforados (Sunaga, Yoshida, Ueda, Kosaka y Hara, 1989), resaltan la importancia de estimar la inhibición de niveles colinesterasas plasmática en temporada de mayor aplicación (Asakawa, Jitsunari, Suna, Shiraishi, Manabe, Gotoh, et al., 1989). Por otro lado, se recomienda el uso de ácido 3 fenoxi benzoico (3-PBA) para población expuesta (Wang, Kamijima, Imai, Suzuki, Kameda, Asai., et al., 2007). Otros autores como Meeker, Barr & Hauser en 2008 y Kimata et al en 2009, resaltan la necesidad de emplear biomarcadores para estimar las exposiciones individuales en estudios epidemiológicos, debido a que con dichas mediciones se tienen en cuenta todas la fuentes y rutas de exposición; la asociación con el número de horas de trabajo, el hecho de que aplican diferentes plaguicidas con vidas medias y cantidades diferentes y además emplean métodos de aplicación, trabajo y protección distintos. Además se encontró que los niveles de colinesterasas eritrocitaria no tienen relación significativa

con exposición a plaguicidas organofosforados, no así para los niveles de dicha enzima a nivel plasmático (Kimata, Kondo, Ueyama, Yamamoto, Mochizuki, Asai, et al., 2009).

En estudios realizados desde el 2001, existen reportes de afección a la salud en esta población; se encontró relación entre sintomatología presentada por trabajadores como disminución de la velocidad de conducción nerviosa, y notable desaparición de electro retinografía electroretinography ERG y niveles bajos de enzima colinesterasas sérica; así mismo encontró asociación con síntomas como irritación de los ojos, tos y estornudos durante la fumigación, y fatiga severa al finalizar su labor; por lo cual resalta la necesidad de realizar chequeos médicos para proteger la salud de estos trabajadores de acuerdo a los efectos ocasionados (Gotoh, Saito, Huang, Fukaya, Matsumoto, Hisanaga, et al., 2001).

Otro efecto a considerar es la afectación de la fertilidad en esta población; se ha reportado asociación entre niveles urinarios de 3-PBA e incremento de la hormona luteinizante y disminución de estradiol en hombres chinos (Han, Xia, Han, Zhou, Wang, Zhu, et al., 2008). Además Meeker, Barr y Hauser (2008), encontraron evidencia de una reducción en la calidad del semen, concentración de espermatozoides y motilidad de los mismos, así como daño al ADN del esperma. Estos datos coinciden con los resultados de Xia Y quien encontró asociación entre niveles de 3PBA y la calidad del semen de los individuos estudiados, además de los autores citados a continuación, tales como Ambroise, Moulin, Squinazi, Protois, Fontana y Wild, 2005; Wang Kamijima, Imai, Suzuki, Kameda, Asai, et al., 2007; Kimata, Kondo, Ueyama, Yamamoto, Mochizuki, Asai, et al., 2009; Han, Xia., Han, Zhou, Wang, Zhu, et al., 2008; Xia, Han, Wu, Wang Gu, Lu, et al., 2008) y disminución motilidad de espermatozoides por Kamijima M., Hibi H., Gotoh M., Taki K., Saito I., Wang H., et al., 2004). Asimismo, Meeker, Barr y Hauser en su estudio de 2009, reportaron asociación entre niveles séricos de hormonas reproductivas en hombres y metabolitos urinarios del piretroide, comprobando la afectación de estos plaguicidas sobre el sistema endocrino y proporcionando una explicación para hallazgos de otros autores relacionados con disminución de la calidad de semen. Posteriormente, se describen algunos efectos de piretroides como alteración de la función inmune, estrés oxidativo, y toxicidad reproductiva masculina; dichos resultados explicarían hallazgos observados en humanos relacionados con reducción en la calidad del semen y mayor daño al ADN en esperma (Ueyama, Saito y Kamijima, 2010).

También se ha encontrado asociación entre mortalidad por cáncer en trabajadores municipales de control de plagas (Ambroise, Moulin, Squinazi, Protois, Fontana y Wild, 2005). Y de acuerdo a hallazgos de Hossain y Richardson (2011), relacionados con la producción de apoptosis por la deltametrina recomiendan realizar estudios para establecer relación con aparición de enfermedades neurodegenerativas.

Con relación a la acumulación en medio ambiente, se ha reportado para los plaguicidas piretroides en ambientes residenciales, organismos acuáticos y organismos terrestres; también se encuentran metabolitos de estos plaguicidas en personas no expuestas por lo cual se debe aunar esfuerzos para minimizar al máximo la acumulación en medio ambiente y en organismos vivos incluyendo el hombre (Tang, Wang, Wang, Wu, Li, Huang, et al., 2018). Además, se han identificado fuentes de exposición a plaguicidas piretroides como son alimentarias, medio ambientales y por uso de plaguicidas a nivel domiciliario incluso al evitar consumo de alimentos contaminados con residuos de plaguicidas (Lu, Barr, Pearson, Bartell y Bravo, 2006); lo cual

resalta la necesidad de que durante los procesos de control de plagas se capacite a los trabajadores para un uso razonable y dosificado de los plaguicidas y reforzar el cuidado del medio ambiente.

Teniendo en cuenta todos los efectos generados por los plaguicidas empleados durante el control de plagas es importante que las empresas dedicadas a esta actividad comercial realicen actividades de prevención en las etapas de almacenamiento y manipulación, responsabilidad que recae principalmente sobre el empleador. Sin dejar de lado el papel fundamental de los trabajadores expuestos a dichas sustancias en la prevención; por lo cual es importante que estos últimos conozcan con detalle tanto los efectos que estas sustancias pueden llegar a ocasionar en su salud como también los procedimientos o estándares de trabajo seguro para el almacenamiento y manipulación de las mismas; y así evitar que se presenten afecciones en su salud. Además es necesario que las intervenciones además de conocimientos sobre riesgo y protección, logren llevar a un cambio de comportamientos en la cultura de la organización, lo cual conlleva a su vez a realizar intervenciones más específicas y que se mantengan en el tiempo (Ospina, Manrique y Ariza, 2009).

### **Metodología**

El presente estudio corresponde a una investigación de intervención; cuyo objetivo fue implementar el proceso de gestión de plaguicidas en una empresa dedicada al control de plagas en Cartagena de Indias, en aras de reducir el riesgo a la salud del personal expuesto a estas sustancias.

La muestra en este estudio fue una pyme dedicada al control de plagas, dispuesta a participar en el estudio y a implementar el sistema de gestión de plaguicidas en su organización.

La investigación se desarrolló en tres etapas, en la primera etapa el riesgo de exposición a pesticidas se caracterizó al relacionar las condiciones iniciales de almacenamiento, manipulación y disposición final de residuos; empleando la lista de verificación del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia y el Consejo de Seguridad de Colombia (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial) y la lista de verificación de la Australian Environment and Pest Control Association and the Government of Australia (Asociación Australiana de Control de Plagas y Medio Ambiente y el Gobierno de Australia) (Federal office of road safety of the commonwealth department of transport and communications, 2016); Lo anterior permitió establecer el diagnóstico de las condiciones iniciales del proceso de gestión de plaguicidas, así como determinar los aspectos que podrían mejorarse, como los que debían implementarse por completo. Durante la segunda etapa, se diseñaron e implementaron los controles necesarios para mejorar el manejo, almacenamiento, manejo y disposición final de plaguicidas. Finalmente, la tercera etapa correspondió a la evaluación de SG-P, la cual se llevó a cabo a través de auditorías e indicadores del proceso de implementación de controles en la empresa.

### **Consideraciones éticas**

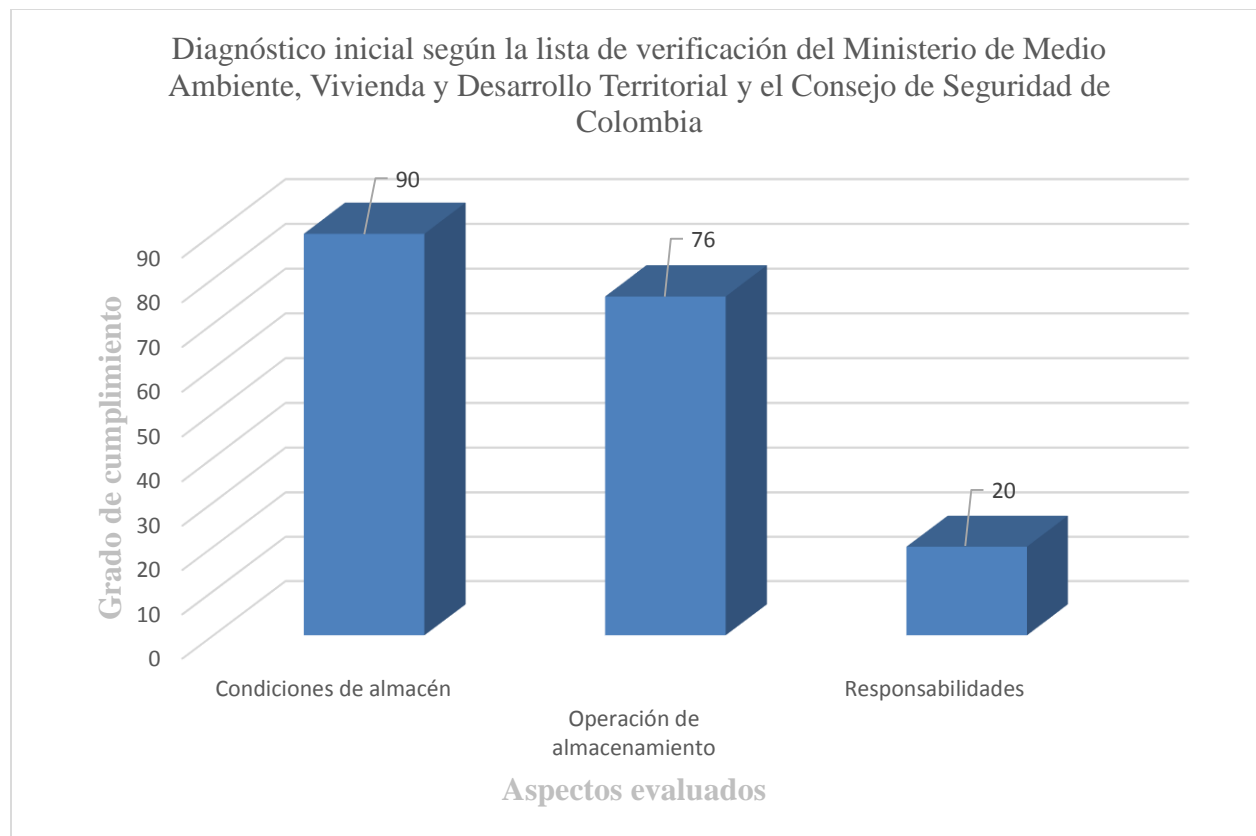
Tanto la participación de la empresa como los datos fueron proporcionados por la empresa fue de forma libre y voluntaria. Los investigadores no realizaron encuestas ni muestras a los trabajadores. Por esa razón, el estudio no presenta ninguna implicación ética para los humanos. Este proyecto fue catalogado por el comité de ética de la Fundación Universitaria Tecnológica Comfenalco, como una investigación libre de riesgos según la resolución N°008430 de 1993 emanada por el Ministerio de Salud de Colombia.

## Resultados

### *Caracterización del riesgo de exposición a pesticidas.*

Con la lista de verificación de Colombia, se verificó el porcentaje de cumplimiento de la empresa relacionado con las condiciones del almacén, la operación de almacenamiento y las responsabilidades, como se muestra en la figura.

*Figura 1.* Diagnóstico inicial según la lista de verificación del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Consejo de Seguridad de Colombia. Fuente



Fuente: Elaboración propia.

La empresa no había identificado, ni documentado las tareas relacionadas con el uso de pesticidas, no tenía un registro detallado de las cantidades y la ubicación de todos los productos, no tenía hojas de datos de seguridad de los mismos, ni tenía un procedimiento para el manejo de los visitantes, no tenían un plan de atención de emergencia, así como tampoco sistemas de atención para ellos y fuente de lavado de ojos, no tenían sistemas de gestión ambiental o de salud y seguridad en el trabajo, ni habían establecido procedimientos e instrucciones para todos los trabajos, así como definidos y documentó las responsabilidades de cada actor asociado con la operación de almacenamiento.

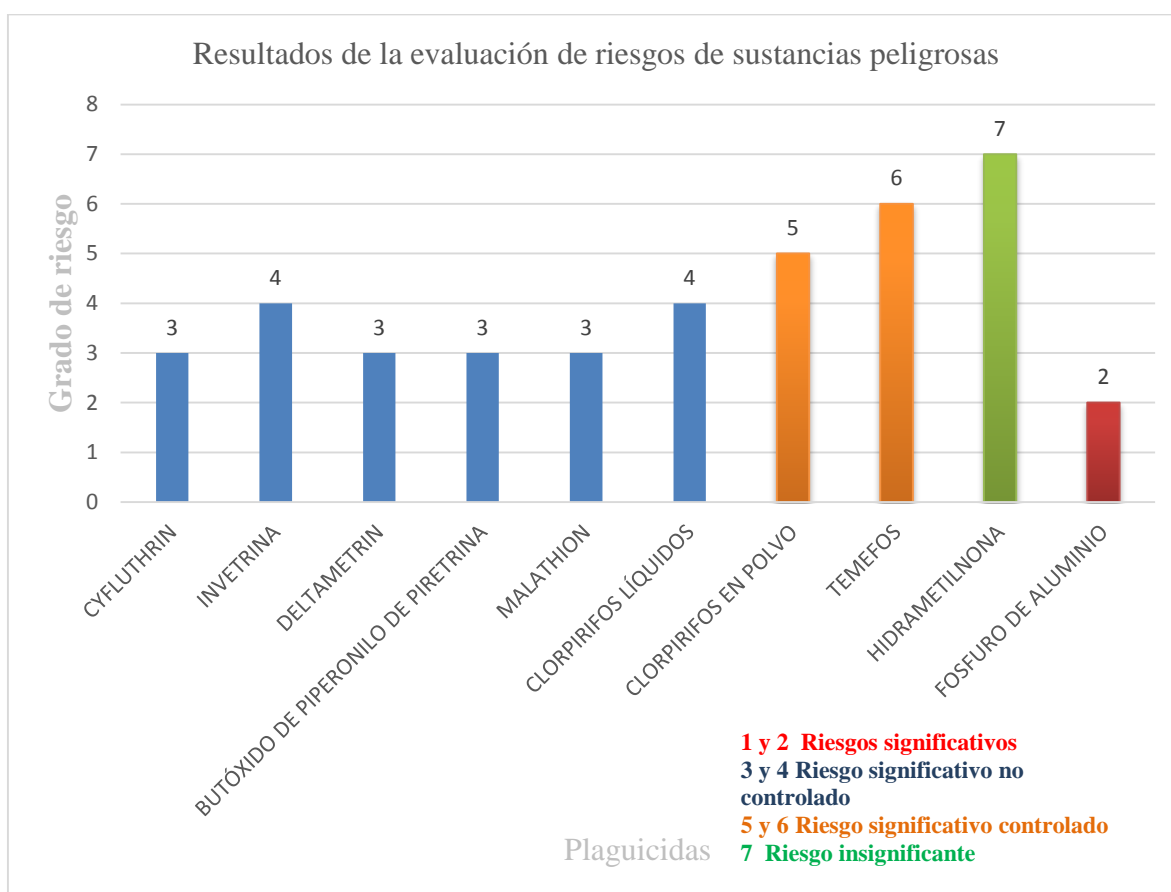
La evaluación del riesgo de exposición a los pesticidas, se realizó utilizando el apéndice D de las Directrices para el uso seguro de pesticidas en lugares de trabajo no agrícolas de la AGLALA ISSN 2215-7360

2020; 11 (1): 302-319

Asociación Australiana de Control de Plagas y Medio Ambiente y el Gobierno de Australia, los resultados confirmaron la necesidad de realizar la evaluación de cada una de las sustancias utilizadas. Sin embargo, debido a que la empresa no había dividido el trabajo en unidades e hizo una lista de las tareas asociadas con el uso de pesticidas, se realizó la caracterización del proceso y se completó la identificación del riesgo.

Posteriormente, se aplicó el Apéndice 5 de las directrices australianas, "Evaluación de riesgos de sustancias peligrosas"; durante la evaluación, se identificó el ingrediente o ingredientes de cada producto y se revisó la información sobre los peligros y efectos para la salud en la hoja de seguridad; También se identificaron las posibles rutas de exposición, así como los controles existentes para cada tarea realizada.

Figura 2. Resultados de la evaluación de riesgos de sustancias peligrosas



Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de los resultados es la siguiente: los números 1 y 2 significan riesgos significativos que modifican los controles; 3 y 4 Riesgo significativo no controlado de manera efectiva; 5 y 6 Riesgo significativo controlado efectivamente; 7 Riesgo insignificante.

Debido a que la compañía usa dos o más productos en cada servicio provisto, y los tiempos máximos de aplicación no exceden las tres horas por servicio, además de un día pueden realizar hasta cuatro servicios; La realización de mediciones ambientales y la posterior comparación con el respectivo TLV establecido para cada producto, es complejo y costoso. Además, teniendo en cuenta que la evaluación ambiental no considera la absorción dérmica, los investigadores recomendaron a la organización realizar un monitoreo biológico de la exposición a los trabajadores.

#### *Diseño y Establecimiento del SG-P*

Se diseñó el sistema de gestión ambiental, el plan de emergencias y se brindó formación y entrenamiento a los trabajadores en la atención de emergencias que involucran estas sustancias, a través de capacitaciones, cursos y simulacros.

La empresa identificó todas las tareas asociadas al almacenamiento y manipulación de plaguicidas y documentó los procedimientos de trabajo para cada una de ellas.

Además dispuso de las fichas de datos de seguridad de los productos empleados se capacitó a los colaboradores, en el uso de información de etiquetas y MSDS.

También se diseñó el Programa de Elementos de Protección Personal (PPE) para ello fue necesario la recolección de datos a través de la revisión de la matriz de identificación de peligros, observación de los trabajadores en sus puestos de trabajo, verificación de las funciones desempeñadas, así como la comprobación de resultados de mediciones o evaluaciones de los peligros, equipos y herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo y tiempo de exposición al riesgo.

Antes de establecer el programa de PPE, se estableció el compromiso por parte de la gerencia no solo con la asignación de los recursos necesarios para la compra sino también con el análisis de su necesidad, la elección de elementos adecuados en relación a su eficacia, comodidad y calidad para brindar la mejor protección a los trabajadores.

Así mismo se diseñó el Programa de Exámenes Médicos Ocupacionales (OMEP) para la empresa, con relación a este la empresa solo había implementado el examen anual de la enzima acetilcolinesterasa para evaluar la exposición a plaguicidas inhibidores de dicha enzima y el examen de función pulmonar o espirometría. Sin embargo, al analizar el tipo de sustancias empleadas para el control de plagas por la empresa, se encontró el uso mayoritario de plaguicidas tipo piretrinas y piretroides, por lo cual se incluyó en el OMEP la determinación de los niveles de metabolitos de estos plaguicidas en orina o de los trabajadores. Además teniendo en cuenta que autores como Araoud M., Ogut S., Fareed M., Sutuluk Z. y sus colaboradores han documentado el efecto de plaguicidas a nivel de los sistemas respiratorio, hepático, hematopoyético, dermatológico incluso a niveles muy bajos de exposición, se incluyeron exámenes diagnósticos orientados a identificar de manera temprana efectos sobre esos sistemas u órganos en los trabajadores en el OMEP.

#### *Evaluación del SGP*

Para la construcción de los indicadores, fue necesario verificar los requerimientos que exigía cada uno de los controles, programas o sistemas de gestión diseñados; teniendo en cuenta aspectos relacionados con el cumplimiento en documentación, gestión y grado de implementación por lo

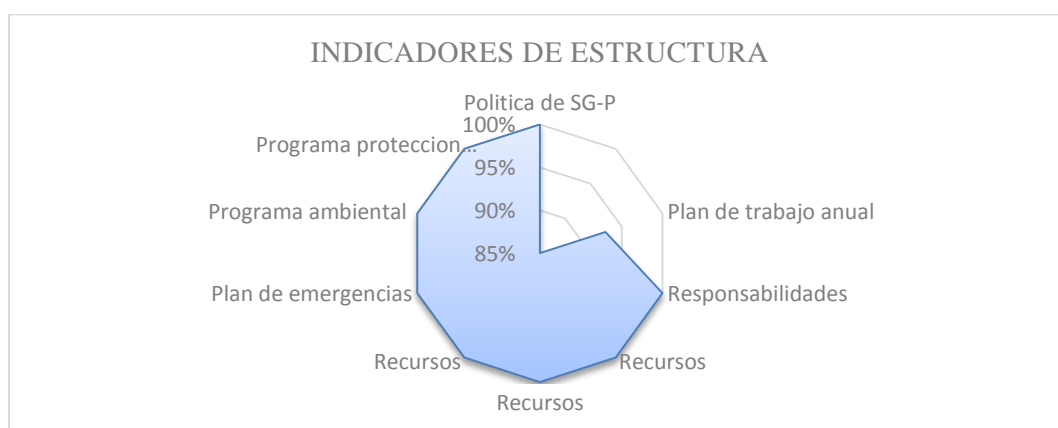


cual se definieron finalmente indicadores de estructura, proceso y resultado respectivamente; con el fin de evaluar de manera integral el grado de cumplimiento del PMS.

También se aplicó nuevamente la lista de chequeo colombiana empleada para el diagnóstico inicial, en aras de verificar el cumplimiento de requisitos de almacenamiento. Es importante resaltar que la lista australiana no se empleó nuevamente debido a que las recomendaciones que surgieron a partir del diagnóstico inicial con base en dicha lista, fueron tenidas en cuenta en los indicadores del PMS.

Los resultados de la evaluación del PMS se observan en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 relacionadas a continuación:

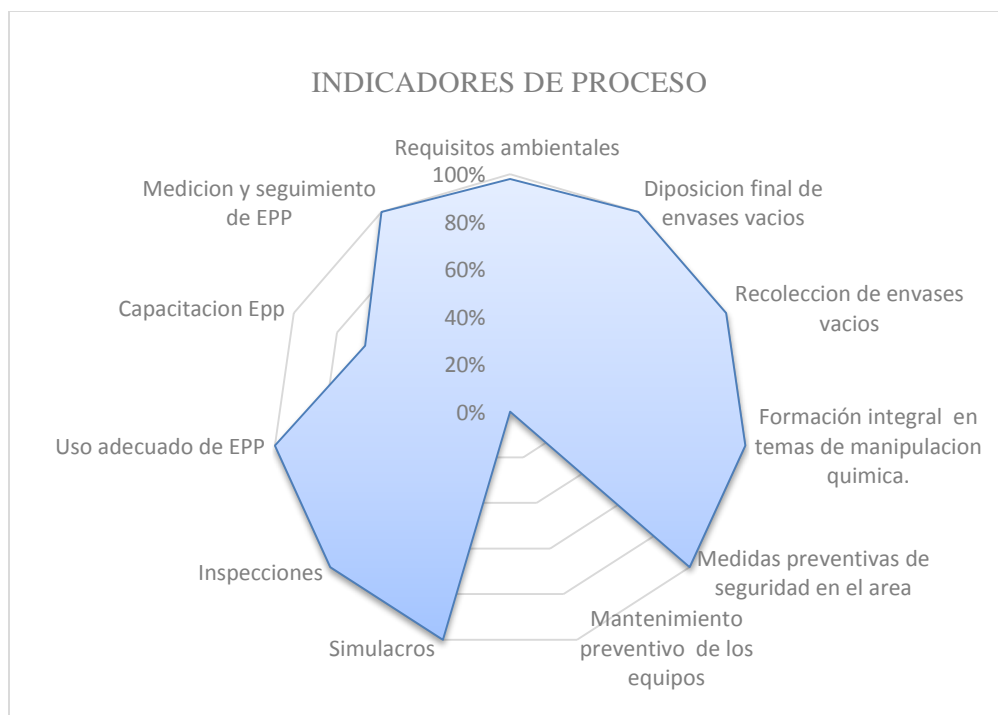
*Figura 3. Resultados de los indicadores de estructura*



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar un cumplimiento del 100% en la estructuración del SGP, lo cual demuestra el alto compromiso de la alta gerencia con la implementación del mismo.

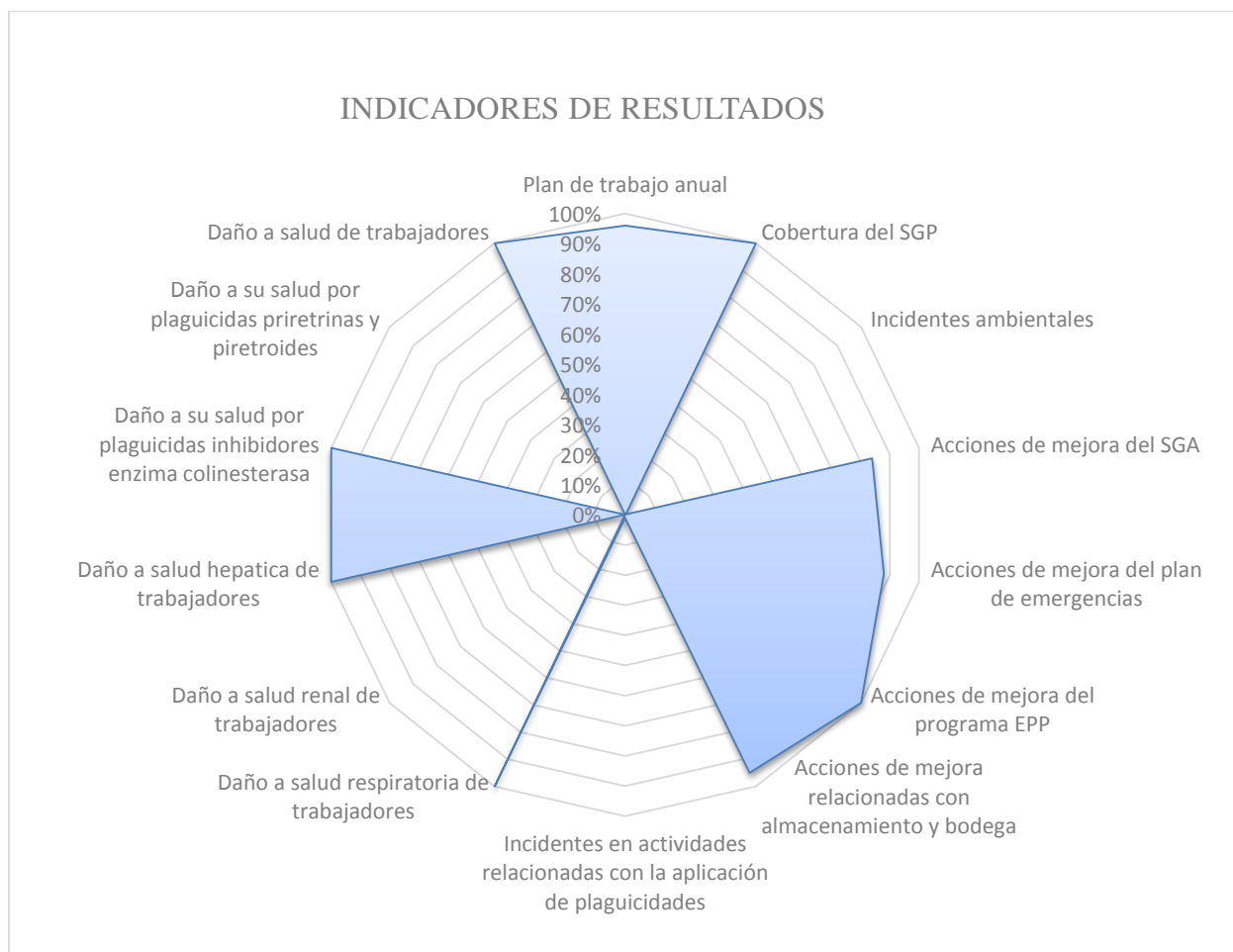
*Figura 4. Resultados de los indicadores de proceso.*



Fuente: Elaboración propia

Se observa un cumplimiento del 100% en casi todos los ítems considerados para implementación a excepción del programa de entrenamiento de EPP y el mantenimiento preventivo de equipos de aplicación empleados por la compañía, este último no se había desarrollado principalmente por falta de recursos económicos, y solo se realiza mantenimiento correctivo a los equipos empleados para la aplicación de plaguicidas.

*Figura 5.* Resultados de los indicadores de resultado.

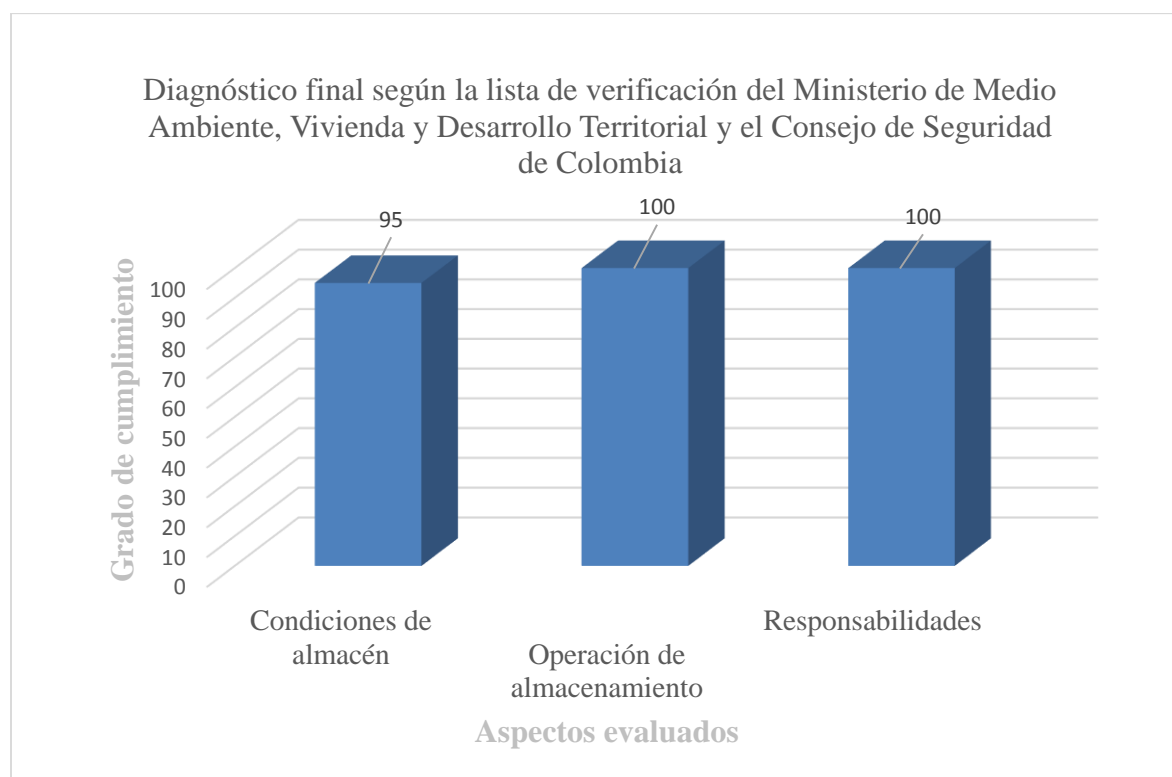


Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento de los diferentes ítems considerados para la evaluación final del SG-P se encuentran entre 84 a 100% de cumplimiento, a excepción de la evaluación de la afectación de la salud renal de los trabajadores y la evaluación de niveles de metabolitos de plaguicidas piretrinas y piretroides, esta última no se llevó a cabo por no contar en el país con un laboratorio debidamente acreditado que realizara dicha determinación.

Por último, en relación a la evaluación final de acuerdo con la lista de chequeo colombiana se observa un cumplimiento entre 95 a 100% en los ítems, lo cual demuestra el alto grado de compromiso de la gerencia y los colaboradores con la implementación del SG-P.

*Figura 6.* Diagnóstico final según la lista de verificación del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Consejo de Seguridad de Colombia



Fuente: Elaboración propia

### Discusión

Con relación a los resultados obtenidos en la etapa de caracterización del riesgo de exposición a plaguicidas encontramos coincidencia con los resultados reportados por Torao y Alberola (2014), en relación a falta de control ejercida por entes gubernamentales encargados de verificar el cumplimiento de la normativa laboral aplicable a este tipo de empresas. Además en ambos estudios se encontró que no contaban con fichas de datos de seguridad de los productos empleados, falta de formación a los trabajadores sobre los riesgos generados por los plaguicidas, inexistencia de procedimientos de trabajo seguro, no uso de elementos de protección personal para tareas de re envase y re empaque, tampoco realizaban la evaluación completa de riesgos inherentes al trabajo a realizar en la empresa usuaria, no contaban con plan de atención de emergencias, así como con todos los elementos para la atención de las mismas tales como kit de derrames portátil, fuentes lava ojos y botiquín; no realizaban simulacros de emergencia. Esto pone de manifiesto que estas empresas deben ser intervenidas para mejorar las condiciones de trabajo y para el cumplimiento de la legislación laboral aplicable de acuerdo a su actividad económica. Con relación a la metodología de evaluación del riesgo en las tareas asociadas a almacenamiento, manipulación y disposición final de plaguicidas, podemos encontrar similitudes en la matriz de peligros; sin embargo nuestro estudio empleo metodología de evaluación cualitativa del riesgo, específica para

esta población, como lo es la Guías Australiano para el Uso Seguro de Plaguicidas en Lugares de Trabajo No Agrícolas.

Luego de establecer las brechas de cumplimiento en cuanto a condiciones de almacenamiento y manipulación de plaguicidas, con relación a la normatividad y la legislación vigente y con base en los resultados se hicieron las recomendaciones pertinentes y específicas para la empresa pero a diferencia del estudio de Torao y Alberola (2014), el grupo investigador elaboró un cronograma de trabajo, donde se describieron las medidas de intervención y control, se brindó asesoría en el diseño y acompañamiento a la empresa durante la implementación.

Además, se diseñaron e implementaron objetivos y metas ambientales, con el fin de disminuir los impactos significativos generados en el proceso productivo de la empresa estudiada como parte de la prevención de aspectos ambientales, teniendo en cuenta que se ha reportado la presencia de plaguicidas piretroides en ambientes residenciales, organismos acuáticos y organismos terrestres; así como metabolitos de dichas sustancias en personas no expuestas; lo cual reafirma la necesidad de aunar esfuerzos para minimizar la acumulación de plaguicidas en el medio ambiente y en organismos vivos incluyendo el hombre (Tang, Wang, Wang, Wu, Li, Huang, et al., 2018). Incluso se ha reportado presencia de plaguicidas piretroides en población a la cual se le limitó la ingesta de alimentos contaminados con dicha sustancia, lo cual confirma la exposición por su uso a nivel domiciliario (Lu, Barr, Pearson, Bartell y Bravo, 2006). Lo anterior, ratifica la necesidad de que durante los procesos de control de plagas se capacite a los trabajadores para un uso razonable y dosificado de los plaguicidas y reforzar el cuidado del medio ambiente.

Así mismo, se abordó la revisión de resultados de monitoreo biológico en los trabajadores, específicamente niveles de colinesterasa sérica exigidos por la normativa colombiana, también recomendados por Meeker, Barr & Hauser (2008), como un buen biomarcador de exposición a plaguicidas organofosforados y como el método preferido para estimar exposiciones individuales en ambientes epidemiológicos; más no se solicitó determinar los niveles de colinesterasas eritrocitaria debido a no tener relación significativa con exposición a plaguicidas organofosforados para esta población (Kimata, Kondo, Ueyama, Yamamoto, Mochizuki, Asai, et al., 2009).

Al igual que Torao y Alberola (2014), en el presente estudio, se reafirma la importancia de la vigilancia de la salud de los trabajadores mediante reconocimientos médicos previos a la contratación y periódicos para verificar la aptitud del colaborador, el presente estudio especifica algunos exámenes médicos ocupacionales específicos a la labor tales como colinesterasa sérica, Espirometría, Bilirrubinas, Fosfatasa alcalina Metabolitos de Piretroides en Orina, Transaminasas y Calcio en sangre. Lo anterior, teniendo en cuenta que se han reportado efectos a nivel de sistema respiratorio, hepático, hematopoyético, dermatológico; incluso a niveles muy bajos de exposición (Ogut, Gultekin, Kisioglu y Kucukoner, 2011; Araoud, Neffeti, Douki, Ben, Akrou, Hassine, et al., 2012; Fareed, Pathak, Bihari, Kamal, Srivastava y Kesavachandran, 2013; Sutuluk, Kekec, Daglioglu y Hant, 2011); mortalidad por cáncer (Ambroise, Moulin, Squinazi, Protois, Fontana y Wild, 2005). Así mismo, la exposición a plaguicidas se ha relacionado con aparición de enfermedades neurodegenerativas (Hossain y Richardson, 2011). Los hallazgos mencionados confirman la necesidad de incluir exámenes diagnósticos orientados a identificar de manera temprana efectos sobre esos sistemas u órganos en los trabajadores.

Por otro lado, Torao y Alberola (2014), consideran que el puesto de trabajo en el que existen mayores riesgos es el del técnico de aplicación ya que manipula, traslada y almacena los productos

químicos necesarios para los diferentes tratamientos de desinfección, desinsectación y desratización y recalca la importancia de que el trabajador sea capacitado en manejo de extintores y en actuación frente a la emergencia. La misma situación se presentó en el presente estudio, por lo cual fue necesario diseñar e implementar un plan de emergencias que permitiera la prevención y control de las mismas durante las distintas operaciones asociadas a la manipulación de plaguicidas.

Por último en la etapa de resultados del proceso de implementación del PMS se logró un 96% de implementación del mismo, lo cual implicó el compromiso activo de los empleados de la compañía a todos los niveles de la organización, alcanzándose no solo las metas propuestas sino que también se favoreció una verdadera cultura de seguridad que aseguró los resultados obtenidos; dichos alcances no fueron contemplados en los estudios de (Torao S. & Alberola C., 2014) y López X. (López X., 2016). Sin embargo, no se alcanza aun el compromiso gubernamental para el mejoramiento tanto de las condiciones de trabajo como de salud de los trabajadores, como el caso de estudios realizados en Japón (Wang, Kamijima, Imai, Suzuki, Kameda, Asai, et al., 2007), Alemania (Hardt y Angerer, 2003) y Reino Unido (Llewellyn, Brazier, Brown, Cocker, Evans, Hampton, et al., 1996), donde el apoyo de instituciones gubernamentales y científicas fue fundamental para el logro de todos los objetivos propuestos sobre todo teniendo en cuenta que estas compañías pertenecen al gremio de pequeñas empresas las cuales cuentan con pocos recursos financieros y humanos.

### **Conclusión**

El diagnóstico de condiciones iniciales del SG-P, develó el incumplimiento de varios aspectos legales contemplados en el decreto 1843 de 1991 requisito propio de la actividad laboral. También se identificó incumplimiento de aspectos legales de seguridad y salud en el trabajo enmarcados en el Decreto 1072 de 2015 (Ministerio de Trabajo, 2015), y con los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). Además de incumplimientos de aspectos legales de tipo ambiental. Al implementar el SG-P se logró cumplir con el 99% de los requisitos legales y con ello no solo se evitó sanciones y multas económicas sino que la empresa por medio de la mejora continua y logrando un 96% de implementación del SG-P consiguió posicionarse como empresa líder de su sector, y obtener mayor competitividad durante la licitación para prestación de servicios.

Con relación a la evaluación del riesgo de exposición incluida en esta primera fase, que se llevó a cabo a través del instrumento Australiano Guías para el Uso Seguro de Plaguicidas en Lugares de Trabajo No Agrícolas, se concluyó que el riesgo no es simple y obvio, ya que no se habían identificado acciones específicas resultantes de una anterior evaluación y que era necesario implementar acciones de mejora. También se ratificó la necesidad de realizar la evaluación para cada una de las sustancias empleadas, así como el monitoreo biológico de cada una de ellas.

Partiendo de la premisa expresada de que “la mayoría de las intoxicaciones por plaguicidas reportadas son agudas, lo cual sugiere que existe un sub registro de las de tipo crónica, lo cual se debe principalmente a la dificultad para establecer las relaciones de causa y efecto y también a presentar sintomatología que puede ser común o relacionarse con otros diagnósticos de enfermedades”, podemos afirmar que con la implementación del SG-P se logró el control de incidentes de origen laboral y por ende minimizar lesiones o enfermedades laborales asociadas a plaguicidas en los trabajadores.

Así mismo, al establecer el programa de exámenes médicos ocupacionales, no solo se llevó un mejor control sino que también permitirá determinar en forma oportuna sintomatología de tipo crónica. Además al analizar los resultados obtenidos en salud de los trabajadores se observa que la empresa alcanzó un porcentaje de inhibición de enzima colinesterasa plasmáticas de 1,2% en relación con la inhibición presentada al comenzar la investigación que era de un 30% en 2016 y de 13% en 2017; lográndose un restablecimiento casi a su valor de referencia a final de 2018.

El diseño y la implementación de controles tales como condiciones de almacenamiento, señalización y demarcación de bodega y estanterías, programa de gestión ambiental, programa de elementos de protección personal, programa de exámenes médicos ocupacionales, plan de emergencias, procedimientos de trabajo estandarizados para tareas asociadas al almacenamiento y manipulación de plaguicidas, capacitación sobre uso información etiquetas y hojas de seguridad; entre otros enmarcados dentro del SG-P, permitió la mejora continua de la organización, generó cultura de seguridad y salud en el trabajo, autocuidado y pertenencia por parte de todos los colaboradores de la organización y mejoró sustancialmente la imagen de la organización a nivel local destacándose dentro de su agremiación. Estos resultado son pruebas fehacientes del compromiso de la alta gerencia para con el SG-P.

### Referencias Bibliográficas

- Ambroise D. , Moulin J., Squinazi F., Protois J., Fontana J. & Wild P. (2005) Cancer mortality among municipal pest-control workers *Int Arch Occup Environ Health. International Archives of Occupational and Environmental Health.* 78: 387–393. <https://doi.org/10.1007/s00420-004-0599-x>.
- Araoud M., Neffeti F., Douki W., Ben Hfaiedh H., Akrouf M., Hassine M. ... Fadhel M. (2012) A. Adverse effects of pesticides on biochemical and haematological parameters in Tunisian agricultural workers. *Journal de Exposure Science and Environmental Epidemiology.* 22, 243-247. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/jes201211>
- Asakawa F., Jitsunari F., Suna S., Shiraishi H., Manabe Y, Gotoh A. et al. (1989) The actual state of occupational exposure to chlorpyrifos of termite control workers. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene).* 44(4), 921-928. Recuperado de <https://doi.org/10.11403/jset.9.31>
- C. Lu, D. B. Barr, M. Pearson, S. Bartell & R. Bravo.(2006) A Longitudinal Approach to Assessing Urban and Suburban Children’s Exposure to Pyrethroid Pesticides. *Environmental Health Perspectives.* 114(9): 1419–1423. Recuperado de <https://doi.org/10.1289/ehp.9043>.
- Cárdenas O., Silva E., Morales L. & Ortiz J.(2005) Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001 *Biomédica: Instituto Nacional de Salud.*; 25(2):170-80. Recuperado de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v25i2.1339>.
- Fareed M., Pathak M. K., Bihari, V., Kamal, R., Srivastava, A. K. & Kesavachandran, C. N. (2013). Adverse respiratory health and hematological alterations among agricultural workers occupationally exposed to organophosphate pesticides: a cross-sectional study in North India. *PloS One*, 8(7). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/annotation/b7bc0625-6200-4433-9971-f4e571203432>
- Federal office of road safety of the commonwealth department of transport and communications (2016). Guidelines for the safe use of pesticides in non-agricultural workplaces. 1-77.

- Recuperado de [https://ww2.health.wa.gov.au/~media/Files/Corporate/general%20documents/pesticides%20and%20chemicals/PDF/Guidelines\\_safe\\_use\\_pesticides\\_non-ag.pdf](https://ww2.health.wa.gov.au/~media/Files/Corporate/general%20documents/pesticides%20and%20chemicals/PDF/Guidelines_safe_use_pesticides_non-ag.pdf)
- Gotoh M., Saito I., Huang J., Fukaya Y., Matsumoto T., Hisanaga N., et al. (2001) Changes in Cholinesterase Activity, Nerve Conduction Velocity, and Clinical Signs and Symptoms in Termite Control Operators Exposed to Chlorpyrifos. *J. Occup Health*; 43: 157-164. Recuperado de <https://doi.org/10.1539/joh.43.157>
- Grupo de Factores de Riesgo Ambiental. (2014) Subdirección de Prevención Vigilancia y Control en Salud Pública. Instituto Nacional de Salud Colombia Protocolo de Vigilancia en Salud Pública: Intoxicaciones por Sustancias Químicas. 2014, pág. 1-72. Bogotá: Ministerio de Salud. Recuperado de <http://www.cali.gov.co/salud/publicaciones/descargar.php?id=42036>.
- Han Y., Xia Y., Han J., Zhou J., Wang S., Zhu P., et al. (2008). The relationship of 3-PBA pyrethroids metabolite and male reproductive hormones among non-occupational exposure males. *Chemosphere*. 72 (5); 785-790. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.03.058>
- Hardt, J. & Angerer, J.(2003) Biological monitoring of workers after the application of insecticidal pyrethroids. *Int Arch Occup Environ Health*. 2003; 76(7); 492-498. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00420-003-0451-8>.
- Horton M., Jacobson B., Mckelvey W., Holmes D., Fincher B., Quantanoc A. Paez B. (2011); Characterization of residential pest control products used in inner city communities in New York City. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 21, 291–301. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/jes201018>
- Hossain M. & Richardson J., (2011) Mechanism of Pyrethroid Pesticide–Induced Apoptosis: Role of Calpain and the ER Stress Pathway. *Toxicological Sciences*. 122(2), 512–525 (2011). Recuperado de <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr111>.
- John D. Meeker, Dana B. Barr & Russ Hauser(2009). Pyrethroid insecticide metabolites are associated with serum hormone levels in adult men. *Reprod Toxicol*. 27(2): 155–160. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2008.12.012>.
- Kamijima M., Hibi H., Gotoh M., Taki K., Saito I., Wang H., et al.(2004) .A survey of semen indices in insecticide sprayers. *J Occup Health*. 46(2):109-18. Recuperado de <https://doi.org/10.1539/joh.46.109>.
- Kimata A., Kondo T., Ueyama J., Yamamoto K., Mochizuki A., Asai K., et al. (2009). Relationship between urinary pesticide metabolites and pest control operation among occupational pesticide sprayers. *J Occup Health*. 51 (1):100-5. Recuperado de <https://doi.org/10.1539/joh.M7005>.
- Llewellyn DM., Brazier A., Brown R., Cocker J., Evans ML., Hampton J., et al.(1996) Occupational exposure to permethrin during its use as a public hygiene insecticide. *Ann Occup Hyg*. 40 (5): 499-509. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8888633>.
- López X., (2016). Plan de prevención del uso de insecticidas para evitar enfermedades Ocupacionales. (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21487>.



- Meeker J., Barr D., & Hauser R., (2008). Human semen quality and sperm DNA damage in relation to urinary metabolites of pyrethroid insecticides. *Human Reproduction*. 23(8); 1932-1940, Recuperado de <https://doi.org/10.1093/humrep/den242>.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; Consejo Colombiano de Seguridad (s,f.). Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. Recuperado de [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/guias\\_ambientales\\_almacenam\\_transp\\_x\\_carretera\\_sust\\_quim\\_res\\_pelig.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf).
- Ministerio de Salud, 22 de julio de 1991. Decreto 1843 de 1991. Santa fe de Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperada en [https://www.dadiscartagena.gov.co/images/docs/normatividad/decretos/decreto\\_1843\\_22\\_07\\_1991.pdf](https://www.dadiscartagena.gov.co/images/docs/normatividad/decretos/decreto_1843_22_07_1991.pdf)
- Ministerio de Trabajo Y Seguridad Social, 31 de julio de 2002. Decreto 1607 de 2002. Diario Oficial No. 44.892, de 06 de agosto de 2002. Recuperada de [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/DECRETO%201607%20DE%202002.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%201607%20DE%202002.pdf)
- Ministerio de Trabajo, 26 de mayo de 2015. Decreto 1072 de 2015. Libro 2, Parte 2, Titulo 4 y Capitulo 6. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>
- Muñoz M., Díaz S. & Martínez Mancel. (2017) Perfil epidemiológico de las intoxicaciones por sustancias químicas en Colombia, 2008-2015. Informe quincenal epidemiológico nacional.; 22, 26-48. Recuperado de <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2022%202017%20num%202.pdf>
- Ogut S., Gultekin F., Kisioglu N., & Kucukoner, E. (2011) Oxidative stress in the blood of farm workers following intensive pesticide exposure. *Toxicology and Industrial Health*. 27(20) 820-825. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0748233711399311>
- Ospina J. M., Manrique F. y Ariza N. (2009). Intervención educativa sobre los conocimientos y prácticas referidas a los riesgos laborales en cultivadores de papa en Boyacá, Colombia. *Revista de Salud Pública*. 11(2). 182-190. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42217861003>
- Sato H., Ito Y., Ueyama J., Kano Y., Arakawa T., Gotoh M., et al. (2016) Effects of Paraoxonase 1 gene polymorphisms on organophosphate insecticide metabolism in Japanese pest control workers. *J Occup Health*; 58: 56–65. Recuperado de <https://doi.org/10.1539/joh.15-0175-OA>
- Sunaga M., Yoshida M., Ueda T., Kosaka M. & Hara I.(1989) Relationship between exposure to chlorpyrifos and concentration of urinary alkylphosphates in termite control workers. *Sangyo Igaku*. May;31(3) 142-149. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2477574/>
- Sutulok Z., Kecek Z., Daglioglu N., & Hant I., (2011) Association of chronic pesticide exposure with serum cholinesterase levels and pulmonary functions. *Archives of environmental & occupational health*.66(2), 95-99. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/19338244.2010.506496>.

- Tang W., Wang D., Wang J., Wu Z., Li L., Huang M., et al.(2018) Pyrethroid pesticide residues in the global environment: An overview. *Chemosphere*. 191. 990-1007. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.115>.
- Torao S. & Alberola C. (2014). Evaluación de Riesgos de una Empresa de Control de Plagas Urbanas (Tesis de maestría). Universitat Politècnica de València. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/39883>.
- Ueyama J., Saito I. & Kamijima M.(2010). Analysis and evaluation of pyrethroid exposure in human population based on biological monitoring of urinary pyrethroid metabolites. *J. Pestic. Sci.*, 2010; 35(2), 87–98. Recuperado de <https://doi.org/10.1584/jpestics.R10-01>.
- Ueyama J., Saito I., & Kamijima M. (2010) Analysis and evaluation of pyrethroid exposure in human population based on biological monitoring of urinary pyrethroid metabolites. *Journal of Pesticide Science*. *Sci.* 35(2), 87–98. Recuperado de <https://doi.org/10.1584/jpestics.R10-01>.
- Varona M., Morales L., Ortiz J. Sánchez J., Cárdenas O., & De la Hoz F. (1998), Panorama epidemiológico de exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en 17 departamentos del país, *Biomédica: Instituto Nacional de Salud.*; 18(1):22-29. Recuperado de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v18i1.967>
- Wang D., Kamijima M., Imai R., Suzuki T., Kameda Y., Asai K., et al.(2007) Biological monitoring of pyrethroid exposure of pest control workers in Japan. *J Occup Health.*; 49 (6):509-514. Recuperado de <https://doi.org/10.1539/joh.49.509>.
- Xia Y., Han Y., Wu B., Wang S., Gu A., Lu N., et al.(2008) The relation between urinary metabolite of pyrethroid insecticides and semen quality in humans. *Fertility and Sterility*; 89(6):1743-50. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.05.049>.