

UNIVERSIDAD NACIONAL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
POSGRADO EN SALUD OCUPACIONAL CON ÉNFASIS  
EN HIGIENE AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y EL USO DE EQUIPOS DE  
PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) EN TRABAJADORES AGROPECUARIOS Y  
JARDINEROS DEL CAMPUS OMAR DENGO Y BENJAMÍN NÚÑEZ DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL

NATALIA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

HEREDIA, COSTA RICA, MAYO 2019


TESIS SOMETIDA A CONSIDERACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR DE  
POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL, PARA OPTAR POR EL GRADO  
DE MAGÍSTER SCIENTIAE EN SALUD OCUPACIONAL CON ÉNFASIS EN  
HIGIENE AMBIENTAL

Evaluación de la exposición a plaguicidas y el uso de equipos de protección personal (EPP) en trabajadores agropecuarios y jardineros del campus Omar Dengo y Benjamín Núñez de la Universidad Nacional

Natalia Rodríguez González


Tesis presentada para optar por el grado de Magíster Scientiae en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental, cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2019

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR**




---

Dr. Luis A. Miranda Calderón  
Representante del Consejo Central de Posgrado



---

Ph.D. Marianela Rojas Garbanzo  
Coordinadora del posgrado



---

Ph.D. Berna van Wendel de Joode  
Tutora de tesis



---

M.Sc. Karla Solano Díaz  
Miembro del Comité Asesor



---

Ph.D. Fernando Ramírez Muñoz  
Miembro del Comité Asesor



---

Natalia Rodríguez González  
Sustentante

## RESUMEN

Las sustancias utilizadas para combatir plagas, como insecticidas, herbicidas y fungicidas, de uso común por los trabajadores agropecuarios y jardineros que se desempeñan en la Universidad Nacional, pueden exponerlos a riesgos y afectar su salud, sin embargo, esta exposición nunca ha sido evaluada. Por lo tanto, en este estudio se evaluó la exposición a plaguicidas y el uso de equipos de protección personal (EPP) en 36 trabajadores agropecuarios y jardineros del Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez utilizando un enfoque participativo. Específicamente, el estudio buscó: (1) Identificar cuál es la percepción del riesgo por exposición a plaguicidas y del uso de EPP tanto de los trabajadores agropecuarios y jardineros como de sus jefes; (2) Evaluar las rutas y niveles de exposición a plaguicidas en los trabajadores que los aplican; (3) Evaluar la efectividad del EPP utilizado por los trabajadores; (4) Analizar, de forma participativa, medidas para prevenir la exposición a plaguicidas incluyendo alternativas al uso de estos productos.

Después de aplicar el proceso del consentimiento informado, trabajadores agropecuarios y sus jefes contestaron un cuestionario sobre la percepción de riesgo a plaguicidas, el uso de los EPP, así como conocimientos, actitudes y prácticas al realizar el proceso de aplicación de plaguicidas. Mediante observaciones en los lugares de trabajo (n=25), se realizó una caracterización básica de las formas de aplicación de los plaguicidas, el entorno y prácticas laborales. Además, en el transcurso del estudio, se organizaron dos talleres participativos incluyendo temas como el conocimiento acerca de los plaguicidas utilizados, las razones de su uso, rutas de exposición, efectos a la salud, los EPP utilizados, y estrategias para reducir la exposición a plaguicidas. Adicionalmente, para evaluar las rutas y niveles de exposición dérmica, se aplicaron dos métodos semi-cuantitativos (DREAM (van Wendel de Joode et al., 2003) y, un método que utiliza un trazador fluorescente (Aragón et al., 2004) en 12 trabajadores quienes se desempeñan en diferentes centros de trabajo para un total de 25 observaciones. Ocho de ellos fueron observados en múltiples ocasiones. Finalmente, para cuantificar la exposición dérmica e inhalatoria, para aquellos plaguicidas que pudieron ser analizados en el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP), se aplicaron dos métodos cuantitativos (lavado de manos y medición personal de aire) (van Wendel de Joodey otros (2012), NIOSH, 1984 y OSHA, s.f).

Los resultados del cuestionario de percepción, con puntajes medianos de distintas preguntas entre 4-6 (escala de 1 a 7) y un puntaje global de 75 y 70 (escala 0-100) para trabajadores agropecuarios y jefes, respectivamente, indicaron que estos reconocen que el uso de plaguicidas implica un riesgo, conocen acerca del mismo, le temen e indican que pueden controlarlo. Sin embargo, al observar las aplicaciones de plaguicidas se evidenció que existe desconocimiento respecto a la toxicidad de los productos utilizados, a la interpretación de las etiquetas y al uso correcto del equipo de protección personal.

Por otra parte, los resultados del método del trazador fluorescente demostraron que la parte del cuerpo con mayor exposición fue la espalda ( $p50=5,2$ ) de un puntaje máximo de 65, debido al paso del plaguicida a través del traje de protección y la ropa, seguido de la cabeza ( $p50=2,6$ ) de un puntaje máximo de 45, por deposición de niebla y las manos ( $p50=0,7$ ) de un puntaje máximo de 25, por contacto con superficies contaminadas. En cambio, el DREAM mostró que la parte del cuerpo más expuesta fueron las manos. La ruta de la transferencia fue la principal ruta de exposición dérmica; al medirse por ambos métodos, los puntajes totales correlacionaron moderadamente ( $r=0,4$   $p=0,04$ ). Los puntajes potenciales y reales del DREAM entre diferentes trabajadores fueron mayores que las diferencias entre distintos días de observación (ICC's > 60%). Mientras que para el método del trazador fluorescente, las diferencias fueron mayores entre días (ICC's < 40%).

Todas las muestras de la técnica del lavado de manos analizadas por el LAREP mostraron la presencia del plaguicida tanto en los guantes como en las manos. Esto se presentó también en uno de los casos en el cuál no se observó trazador fluorescente. La mayoría de las muestras de aire también indicaron la presencia del plaguicida y se evidenció la utilización de plaguicidas no reportados.

Este estudio demostró que la percepción del riesgo al hacer uso de plaguicidas no concordó totalmente con las prácticas observadas en el campo, en donde los trabajadores realizaron acciones inapropiadas tanto en el manejo de los plaguicidas como en el uso del EPP. Se comprueba mediante las herramientas y técnicas utilizadas, que sí existe una exposición a los plaguicidas por parte de los trabajadores y mediante la técnica de observación se puede concluir que hay una posible exposición de los visitantes, estudiantes y niños, quienes se encuentran cerca de los lugares donde se realizan las aplicaciones de plaguicidas. Las técnicas de lavado de manos, así como el trazador fluorescente confirman que, para la población de estudio, el equipo de protección personal (traje de protección, protección respiratoria y guantes de nitrilo) no fue completamente efectivo, siendo este un motivo importante para que la búsqueda de alternativas sea una realidad, de modo que se elimine el riesgo de exposición a estos productos y como consecuencia el uso del EPP no sea considerado el control principal.

## ABSTRACT

The substances used to combat pests, such as insecticides, herbicides and fungicides, commonly used by agricultural workers and gardeners who work at the National University, can expose them to risks and affect their health, however, this exposure has never been evaluated. Therefore, in this study the exposure to pesticides and the use of personal protective equipment (PPE) in 36 agricultural workers and gardeners of Campus Omar Dengo and Benjamín Núñez were evaluated using a participatory approach. Specifically, the study sought to: (1) Identify the perception of risk from exposure to pesticides and the use of PPE by both agricultural workers and gardeners and their bosses; (2) Evaluate the routes and exposure levels to pesticides in the workers who apply them; (3) Evaluate the effectiveness of the PPE used by workers; (4) Analyze, in a participatory manner, measures to prevent exposure to pesticides, including alternatives to the use of these products.

After applying the informed consent process, agricultural workers and their bosses answered a questionnaire about the perception of risk to pesticides, the use of PPE, as well as knowledge, attitudes and practices when carrying out the pesticide application process. Through observations in the workplace (n=25), a basic characterization of the pesticide application forms, the environment and work practices was carried out. In addition, during the course of the study, two participatory workshops were organized, including topics such as knowledge about the pesticides used, the reasons for their use, routes of exposure, health effects, the PPE used, and strategies to reduce exposure to pesticides. Additionally, to evaluate the routes and levels of dermal exposure, two semi-quantitative methods were applied (DREAM (van Wendel de Joode et al., 2003) and, a method that uses a fluorescent tracer (Aragón et al., 2004) in 12 workers who work in different work centers for a total of 25 observations. Eight of them were observed on multiple occasions. Finally, to quantify the dermal and inhalation exposure, for those pesticides that could be analyzed in the Waste Analysis Laboratory of Pesticides (LAREP), two quantitative methods (hand washing and personal air measurement) were applied (van Wendel de Joode and others (2012), NIOSH, 1984 and OSHA, nd).

The results of the perception questionnaire, with average scores of different questions between 4-6 (scale of 1 to 7) and a global score of 75 and 70 (scale 0-100) for agricultural workers and bosses, respectively, indicated that they recognize that the use of pesticides implies a risk, they know about it, they fear it and they indicate that they can control it. However, when observing pesticide applications it was evident that there is ignorance regarding the toxicity of the products used, the interpretation of the labels and the correct use of personal protective equipment.

By contrast, the results of the fluorescent tracer method showed that the part of the body with greater exposure was the back (p50 = 5.2) of a maximum score of 65, due to the passage of the pesticide through the protective suit and the clothing, followed by the head (p50 = 2.6) of a maximum score of 45, by fog and hand deposition (p50 =

0.7) of a maximum score of 25, on contact with contaminated surfaces. In contrast, the DREAM showed that the part of the body most exposed was the hands. The route of the transfer was the main route of dermal exposure; when measured by both methods, the total scores correlated moderately ( $r = 0.4$   $p = 0.04$ ). The potential and real scores of DREAM among different workers were greater than the differences between different observation days (ICC's > 60%). While for the fluorescent tracer method, the differences were greater between days (ICC's < 40%).

All samples of the hand washing technique analyzed by LAREP showed the presence of the pesticide both in the gloves and in the hands. This also occurred in one of the cases in which no fluorescent tracer was observed. The majority of air samples also indicated the presence of the pesticide and the use of unpublished pesticides was evidenced.

This study demonstrated that the perception of risk when making use of pesticides did not fully agree with the practices observed in the field, where workers performed inappropriate actions both in the handling of pesticides and in the use of PPE. It is verified through the tools and techniques used, that there is an exposure to pesticides by workers and through the observation technique it can be concluded that there is a possible exposure of visitors, students and children, who are close to the places where pesticide applications are made. The hand washing techniques, as well as the fluorescent tracer confirm that, for the study population, the personal protection equipment (protective suit, respiratory protection and nitrile gloves) was not completely effective, this being an important reason for the search for alternatives is a reality, so that the risk of exposure to these products is eliminated and as a consequence the use of PPE is not considered the main control.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme acompañado en este proceso a través de personas que me guiaron y apoyaron para concluirlo con éxito.

Gracias por su paciencia, esfuerzo y dedicación.



## **DEDICATORIA**

Dedicado a quien me motiva a ser una mejor persona.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>14</b>
<b>DESCRIPTORES .....</b>	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>17</b>
2. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO .....	19
2.1. <i>¿Qué son los plaguicidas?</i> .....	19
2.2. <i>Uso de plaguicidas en la Universidad Nacional</i> .....	20
2.3. <i>Efectos sobre la salud por exposición a plaguicidas</i> .....	22
2.3.1. <i>Efectos por uso de plaguicidas en general</i> .....	22
2.3.2. <i>Toxicidad aguda según la OMS y efectos agudos de plaguicidas utilizados en la Universidad Nacional</i> .....	22
2.3.3. <i>Efectos crónicos de plaguicidas utilizados en la Universidad Nacional</i> .....	25
2.4. <i>Exposición laboral a plaguicidas</i> .....	26
2.5. <i>EPP para prevenir la exposición laboral a plaguicidas</i> .....	27
2.6. <i>Investigación – acción y metodologías participativas</i> .....	28
2.7. <i>Percepción del riesgo</i> .....	29
2.8. <i>Métodos para evaluar la exposición a plaguicidas</i> .....	31
2.9. <i>Alternativas al uso de plaguicidas</i> .....	33
3. OBJETIVOS.....	34
3.1. <i>Objetivo general</i> .....	34
3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	34
4. MÉTODOS .....	34
4.1. <i>Diseño y población de estudio</i> .....	34
4.2. <i>Métodos, estrategias, técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	35
4.2.1. <i>Conocimiento, actitudes, prácticas y percepción del riesgo (CAP)</i> .....	35
4.2.2. <i>Estrategia de medición de métodos (semi)cuantitativos</i> .....	36
4.2.3. <i>Métodos semi cuantitativos para evaluar la exposición a plaguicidas</i> .....	37
4.2.3.1. <i>Método DREAM: Método de evaluación de la exposición dérmica</i> .....	37
4.2.3.2. <i>Trazador fluorescente</i> .....	39
4.2.3.2.1. <i>Materiales de la técnica de trazador fluorescente</i> .....	40
4.2.3.2.2. <i>Procedimiento (Aragón et al., 2004)</i> .....	41
4.2.4. <i>Métodos cuantitativos para evaluar la exposición a plaguicidas</i> .....	41
4.2.4.1. <i>Lavado de manos</i> .....	41
4.2.4.1.1. <i>Materiales para el lavado de manos</i> .....	42
4.2.4.1.2. <i>Procedimiento para el lavado de manos (adaptado de van Wendel de Joodeet al., 2012)</i> .....	42
4.2.4.1.3. <i>Preparación de las muestras y análisis químico</i> .....	43
4.2.4.2.1. <i>Materiales</i> .....	43
4.2.4.2.2. <i>Procedimiento</i> .....	44
4.2.4.2.3. <i>Preparación de muestras y análisis químico tubos XAD (muestras de epoxiconazol, propiconazol, 2,4-D, picloram, coumafós y cipermetrina)</i> .....	45
4.3. <i>Componentes de investigación acción</i> .....	47
4.4. <i>Análisis estadístico de los datos</i> .....	47
5. RESULTADOS.....	49
5.1. <i>Percepción del riesgo</i> .....	49

5.1.1. Conocimientos, actitudes, prácticas y percepción de riesgo (CAP) .....	49
5.1.1.1. Conocimientos .....	50
5.1.1.2. Actitudes .....	50
5.1.1.3. Prácticas .....	51
5.1.2. Percepción del riesgo según NTP 578 .....	53
5.2. <i>Caracterización básica</i> .....	58
5.2.1. Proceso .....	60
5.2.2. Entorno laboral.....	62
5.2.3. Producto .....	63
5.2.4. Prácticas laborales.....	65
5.2.4.1. Equipo de protección personal (EPP).....	66
5.2.4.2. Higiene personal .....	68
5.3. <i>Rutas y niveles de exposición</i> .....	68
5.3.1. DREAM.....	68
5.3.2. Trazador Fluorescente.....	82
5.3.3. Técnica de lavado de manos .....	93
5.3.4. Muestreo de aire.....	94
5.4. Acciones realizadas y propuestas para prevenir la exposición a plaguicidas .....	97
6. DISCUSIÓN.....	100
6.1. <i>Conocimientos, actitudes, prácticas (CAP) y percepción del riesgo</i> .....	100
6.2. <i>Método del trazador fluorescente y DREAM</i> .....	104
6.3. <i>Técnica del lavado de manos</i> .....	107
6.5. <i>Monitoreo en aire</i> .....	108
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>111</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>114</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>117</b>
ANEXO 1 .....	118
ANEXO 2 .....	123
ANEXO 3 .....	129
ANEXO 4 .....	130
ANEXO 5 .....	134
ANEXO 6 .....	146
ANEXO 7 .....	148
<b>FUENTES DE CONSULTA</b> .....	<b>150</b>

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN GRUPO QUÍMICO Y ACCIÓN BIOCIDA.....	21
CUADRO 2. TOXICIDAD AGUDA SEGÚN LA OMS Y EFECTOS AGUDOS DE PLAGUICIDAS REPORTADOS EN LA UNA.	23
CUADRO 3. TOXICIDAD CRÓNICA SEGÚN INGREDIENTE ACTIVO .....	25
CUADRO 4. CLASIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SEGÚN EL DREAM .....	38
CUADRO 5. PUNTAJE DE EXTENSIÓN DE FENSKE (1988).....	39
CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS Y LABORALES DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO (N=36) .....	49
CUADRO 7. CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES RELACIONADAS CON EL USO DE PLAGUICIDAS, HEREDIA, 2018 .....	51
CUADRO 8. PRÁCTICAS RELACIONADAS CON EL USO DE PLAGUICIDAS, HEREDIA, 2018 .....	52
CUADRO 9. DISTRIBUCIÓN DE PUNTAJES DEL CUESTIONARIO PERCEPCIÓN DEL RIESGO SEGÚN NTP 578 PARA TRABAJADORES Y JEFES.....	55
CUADRO 10. MATRIZ DE CORRELACIÓN- SPEARMAN .....	58
CUADRO 11. APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS POR PARTE DE TRABAJADORES AGROPECUARIOS Y JARDINEROS SEGÚN CENTRO DE TRABAJO, HEREDIA, 2018 .....	59
CUADRO 12. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO POR LOS TRABAJADORES AGROPECUARIOS Y JARDINEROS, HEREDIA, 2018 .....	60
CUADRO 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTAJES DREAM DE 25 OBSERVACIONES DE APLICACIONES DE PLAGUICIDAS EN 12 TRABAJADORES, HEREDIA, 2018 .....	70
CUADRO 14. CORRELACIÓN DE PUNTAJES DREAM PARA LAS PARTES DEL CUERPO CON LA MEDIANA MAYOR A CERO, HEREDIA, 2018 .....	72
CUADRO 15. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTAJES DREAM SEGÚN LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN, PUNTAJE TOTAL POTENCIAL Y REAL, Y TOTAL REAL PONDERADO .....	74
CUADRO 16. DREAM- MEDIA GEOMÉTRICA E INTERVALOS DE CONFIANZA SEGÚN TRABAJADOR .....	78
CUADRO 17. DREAM- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE Y DE MODELOS DE REGRESIÓN MIXTA (INCLUYENDO 'TRABAJADOR' COMO FACTOR ALEATORIO).....	81
CUADRO 18. PARTES DEL CUERPO OBSERVADAS .....	82
CUADRO 19. CORRELACIÓN DE PUNTAJES DEL TRAZADOR FLUORESCENTE PARA LAS PARTES DEL CUERPO CON LA MEDIANA MAYOR A CERO.....	83
CUADRO 20. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTAJES DEL TRAZADOR FLUORESCENTE SEGÚN PARTES DEL CUERPO (N=25, 12 TRABAJADORES) HEREDIA, 2018.....	85
CUADRO 21. VARIABLES CONSIDERADAS, MEDIA GEOMÉTRICA E INTERVALO DE CONFIANZA DEL PUNTAJE TOTAL DEL TRAZADOR FLUORESCENTE SEGÚN TRABAJADOR .....	88
CUADRO 22. INFLUENCIA DE DIFERENTES VARIABLES SOBRE EL PUNTAJE TOTAL DEL TRAZADOR FLUORESCENTE	91
CUADRO 23. CONCENTRACIÓN DE PLAGUICIDAS MEDIDOS EN AIRE (MG/M3) Y TÉCNICA DE LAVADO DE MANOS, PUNTAJES DREAM Y TRAZADOR FLUORESCENTE EN MANOS .....	95
CUADRO 24. RUTAS DE EXPOSICIÓN DEL MÉTODO TRAZADOR FLUORESCENTE Y DREAM .....	105
CUADRO 25. VALORES LÍMITE INTERNACIONALES .....	109

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. BOMBA DE BAJO CAUDAL.....	44
FIGURA 2. TUBO CON XAD.....	44
FIGURA 3. CASETE DE FILTRO.....	44
FIGURA 4. TENDENCIA DEL PUNTAJE DEL CONOCIMIENTO SEGÚN EDAD.....	57
FIGURA 5. TENDENCIA DEL PUNTAJE DEL CONTROL SEGÚN EDAD.....	57
FIGURA 6. APLICACIÓN DE FUNGICIDA .....	61
FIGURA 7. APLICACIÓN DE PLAGUICIDA PARA EL CONTROL DE ÁCAROS .....	62
FIGURA 8. APLICACIÓN DE PLAGUICIDA PARA EL CONTROL DE ÁCAROS .....	64
FIGURA 9. COLOR DE LA ETIQUETA SEGÚN SU TOXICIDAD.....	64
FIGURA 10. ADICIÓN DE PLAGUICIDA .....	65
FIGURA 11. ESTADO EMPOLVADO DEL PROTECTOR RESPIRATORIO .....	67
FIGURA 12. MANOS .....	75
FIGURA 13. OTRAS PARTES DEL CUERPO.....	75
FIGURA 14. TODO EL CUERPO .....	75
FIGURA 15. TRAZADOR FLUORESCENTE EN ESPALDA.....	84
FIGURA 16. TRAZADOR FLUORESCENTE EN MANOS .....	86
FIGURA 17. TRAZADOR FLUORESCENTE EN CUELLO.....	86
FIGURA 18. VISUALIZACIÓN DEL TRAZADOR FLUORESCENTE EN ESPALDA.....	92
FIGURA 19. VISUALIZACIÓN DE LA PARTE ANTERIOR DEL CUERPO.....	92
FIGURA 20. VISUALIZACIÓN DEL TRAZADOR FLUORESCENTE EN EL TRAJE DE PROTECCIÓN.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS

ASTM	American Society for Testing and Materials- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
ATSDR	Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
BS	Segmento del cuerpo
CAP	Conocimiento, Actitudes y Prácticas
CDC	Centers for Disease Control and Prevention- Centros para el Control y Prevención de Enfermedades
CECUNA	Comité de Ética de la Universidad Nacional
CPF	Clorpirifós
CINPE	Centro Internacional de Política Económica de la Universidad Nacional
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DREAM	Dermal Exposure Assesment Method- Método de evaluación de la exposición dérmica
EPA	Enviromental Protection Agency- Agencia de Protección Ambiental
EPP	Equipo de protección personal
ES <sub>F</sub>	Puntaje de extensión de Fenske
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IARC	International Agency for Research on Cancer- Agencia Internacional de Investigación del Cáncer
ICC	Intraclass correlation coefficient- Coeficiente de correlación intraclase
INISEFOR	Instituto de Investigación y Servicios Forestales
IRET	Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional
LAREP	Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas
MG	Media geométrica
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health- Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional

NTP	Nota Técnica de Prevención
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSHA	Occupational Safety and Health Administration- Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional
PAN	Red de Acción en Plaguicidas
POA	Plan Operativo Anual Institucional
PVC	Policloruro de vinilo
RPM	Revoluciones por minuto
SGA	Sistema Globalmente Armonizado
UE	Unión Europea
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UV	Ultravioleta
WES	Puntaje de extensión ponderado

## **Descriptores**

Exposición, plaguicidas, DREAM, Trazador fluorescente, percepción del riesgo

**Key words:** Exposure, pesticides, DREAM, fluorescent tracer, risk perception



---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En Costa Rica, el uso de plaguicidas por hectárea de cultivo es el más alto reportado a nivel mundial (Salas, 2014); según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), en el 2016 en promedio se usaron 25,6 kilogramos de ingrediente activo por hectárea agrícola (kg i.a./ha) cantidad superior a la de Estados Unidos, donde durante el mismo año se utilizaron alrededor de 3,9 kg i.a./ha agrícola (Araya, 2015).

En los campus y fincas experimentales y de docencia de la Universidad Nacional (UNA), se utilizan plaguicidas para el control de diversas plagas agrícolas y pecuarias. Por ejemplo, tanto en la Estación Experimental Finca Santa Lucía como en la Escuela de Medicina Veterinaria, se aplican plaguicidas para el control de ácaros en rumiantes. También con el fin de mantener libre de malezas los potreros, jardines y cultivos en diversos centros de trabajo del Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez. Entre los plaguicidas utilizados están los ingredientes activos: glifosato, picloram, 2,4-D, epoxiconazol, propiconazol, cipermetrina, amitraz, diquat y coumafos, los cuales pueden causar efectos tópicos tanto oculares como dérmicos y efectos crónicos de neurotoxicidad, genotoxicidad y disrupción endocrina (OMS 2010, Samsel y Seneff, 2013 y Wani et al., 2014). Adicionalmente, el glifosato fue clasificado como probable cancerígeno en humanos por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) (IARC, 2015).

Aunque la aplicación de plaguicidas en la UNA no es intensiva, su uso siempre representa un riesgo para la salud de los trabajadores que manipulan estos productos, pero la exposición de los usuarios a estas sustancias no ha sido evaluada. Desde hace más de 20 años, de acuerdo con la legislación nacional (Constitución Política, 1949, Código de Trabajo 1995), el Área de

---

Salud Laboral de la UNA ha suministrado, de forma continua, equipos de protección personal para los trabajadores que aplican estos plaguicidas.

Sin embargo, la selección de los EPP ha sido de forma general, con base en fichas técnicas de proveedores, que describían la mayor protección, sin tomar en cuenta las particularidades del plaguicida aplicado o la evaluación de su efectividad en el campo.

Es de conocimiento general, que el uso de EPP es incómodo y que por ende muchos trabajadores pueden optar por no utilizarlo (López et al., 2015). Además, la sudoración podría aumentar la absorción de los plaguicidas por la piel (Guimaraens, 2004), factor a considerar al momento de elegir el material de la protección del cuerpo. Es importante mencionar que, según las estrategias higiénicas para la priorización de medidas tendientes a reducir niveles de exposición (i.e. Heederik et al. 2012), primero se debe intentar eliminar la fuente de exposición, por ejemplo, haciendo cambios en el proceso productivo, o reemplazar el agente por un producto menos tóxico.

Si esto no fuera posible, la siguiente opción es reducir la intensidad de la fuente, por ejemplo, cambiando los métodos de aplicación de plaguicidas para aplicar menos producto, posteriormente siguen medidas organizativas en el lugar de trabajo y el uso de EPP. Sin embargo, con excepción de la Finca Santa Lucía, hasta donde se conoce no se han evaluado otras alternativas al uso de plaguicidas para el control de plagas en la UNA. Finalmente, estudios han demostrado que para encontrar medidas de intervención que sean efectivas y además aceptadas por los usuarios (en este caso los trabajadores y sus jefes) es importante llevar a cabo un proceso participativo, ya que pueden aportar con sus conocimientos y apropiarse de la problemática. Todo lo anterior, fundamenta la importancia de este estudio.

---

## 2. Estado actual del conocimiento

### 2.1. ¿Qué son los plaguicidas?

Plaguicida es el nombre genérico que recibe cualquier sustancia o mezcla de sustancias, usado para controlar las plagas que atacan los cultivos o los insectos que son vectores de enfermedades (Karam et al., 2003). De acuerdo con su acción específica, se agrupan en insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, acaricidas, defoliantes, rodenticidas, entre otros. Estos, se pueden clasificar según sus características principales, como toxicidad, vida media y estructura química (Ramírez y Lacasaña, 2001). La Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2010) establece una guía para la clasificación de los plaguicidas de acuerdo con su toxicidad aguda; extremadamente peligroso (Ia), altamente peligroso (Ib), moderadamente peligroso (II), ligeramente peligroso (III), normalmente no ofrece peligro bajo uso normal (U, no es probable que presente efectos agudos). Sin embargo, esta clasificación no considera los efectos crónicos o a largo plazo. Adicionalmente, la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) en conjunto con la OMS y la Red de Acción en Plaguicidas (PAN), elaboraron los criterios técnicos para clasificar a los Plaguicidas Altamente Peligrosos, los cuales se definen como: “Plaguicidas reconocidos por presentar en particular altos niveles de riesgos agudos o crónicos para la salud o el medio ambiente; de acuerdo a los sistemas de clasificación de aspectos aceptados internacionalmente como la OMS o el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) o su lista en los acuerdos internacionales vinculantes pertinentes o convenciones. Además, se incluyen los plaguicidas que parecen causar daño grave o irreversible para la salud o el medio ambiente bajo condiciones de uso en un país” (PAN, 2018). Los criterios que se consideran para esta clasificación son:

- Toxicidad aguda alta: Clase Ia o Ib según OMS, Mortal si se ingiere según SGA.
- Efecto tóxico a largo plazo:

- 
- Carcinógeno (IARC, Agencia de Protección Ambiental (EPA) o “carcinógeno o supuesto carcinógeno humano” (SGA)
  - Probable o posible carcinógeno en humanos (IARC, EPA)
  - Inducen mutaciones hereditarias en las células germinales de seres humanos (Categoría 1, SGA)
  - Tóxicas para la reproducción humana (Categoría 1, SGA)
  - Disrupción endocrina: se sospecha que es tóxica para la reproducción humana (Categoría 2, SGA) o Potencial de alteración endocrina (Categoría 1, Unión Europea (EU))
  - De alta preocupación ambiental: incluidos en el Convenio de Estocolmo o el Protocolo de Montreal. O que cumplan dos de los siguientes tres criterios:
    - Vida media muy persistente
    - Muy bioacumulable
    - Muy tóxico para los organismos acuáticos
  - Peligroso para los servicios de los ecosistemas: altamente tóxico para las abejas (EPA)
  - Conocido por causar una alta incidencia de efectos adversos graves o irreversible: plaguicidas incluidos en la lista del Anexo III del Convenio de Rotterdam

## **2.2. Uso de plaguicidas en la Universidad Nacional**

Los grupos químicos a los que pertenecen los plaguicidas que reportan usar en la UNA, así como su acción biocida son (Cuadro 1):

Cuadro 1. Clasificación de los plaguicidas según grupo químico y acción biocida

<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Grupo Químico</b>	<b>Acción Biocida</b>
Glifosato	Ácido fosforoso	Herbicida
Amitraz	Formamidina	Insecticida, Acaricida
Malation	Organofosforado	Insecticida, Acaricida
Epoxiconazol	Conazol	Fungicida
Propiconazol	Conazol	Fungicida
2,4-D	Clorado	Herbicida
Picloram	Piridina, clorado	Herbicida
Clorpirifos	Organofosforado, clorado	Insecticida
Coumafos	Organofosforado, clorado	Insecticida, Acaricida
Cipermetrina	Piretroide, clorado	Insecticida, Acaricida

Fuente: Trabajadores agropecuarios y jardineros que se desempeñan en la UNA, Manual de Plaguicidas de Centroamérica, IRET-UNA, 2019

Durante el periodo del estudio actual, se evaluó la exposición a glifosato, picloram, 2,4-D, propiconazol, epoxiconazol, amitraz, diquat, cipermetrina y coumafos (véase sección 2.3.2 y 2.3.3).

El Área de Salud Laboral de la UNA ha suministrado a los trabajadores equipo de protección personal para la realización de esta labor, específicamente anteojos de seguridad, pieza facial de media cara con filtros contra vapores orgánicos, guantes de nitrilo y capa de PVC. A su vez, ha dado la inducción sobre su uso y su mantenimiento.

---

## **2.3. Efectos sobre la salud por exposición a plaguicidas**

### *2.3.1. Efectos por uso de plaguicidas en general*

A nivel mundial, los plaguicidas se utilizan en la agricultura, ganadería y en salud pública para combatir plagas. Sin embargo, el uso de estas sustancias también conlleva diversos riesgos para el ambiente, así como para la salud, tanto de los trabajadores expuestos como de la población en general (Karam et al., 2003). En un análisis de estudios realizados entre los años 1990 y 2003 por Sanborn et al. (2004) se indica que entre los efectos de los plaguicidas en la salud humana se pueden citar: efectos sobre el sistema nervioso (impactos emocionales y mentales, impactos funcionales en el sistema nervioso e impactos neurodegenerativos). Entre los impactos emocionales y mentales están estrés y depresión. Además, pueden causar efectos en la salud neurológica como la pérdida de memoria, pérdida de coordinación, reducción de la velocidad de respuesta a los estímulos, disminución de la capacidad visual y alteración del humor (Karam, 2004; Sarwar y Zambinino, 2015). Se ha encontrado asociación entre intoxicaciones agudas por plaguicidas organofosforados y carbamatos e ideaciones suicidas y otros trastornos psicológicos (Wesseling et al., 2010). También enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer y el mal de Parkinson han sido asociadas a la presencia de plaguicidas (Badii et al., 2007). Otros efectos a la salud relacionados con la exposición a plaguicidas son: dermatitis, problemas oculares, cáncer, enfermedades respiratorias, efectos genotóxicos, leucemia (Wesseling et al., 2000 y 2001; Badii et al., 2007; Penagos et al., 2007; Salas, 2014; Bernelo y Román, 2015; Santamaría, 2009).

### *2.3.2. Toxicidad aguda según la OMS y efectos agudos de plaguicidas utilizados en la Universidad Nacional*

La clasificación de los plaguicidas según la OMS y algunos efectos agudos se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Toxicidad aguda según la OMS y efectos agudos de plaguicidas reportados en la UNA

Ingrediente activo	Clasificación OMS	Efectos agudos
Glifosato	Ligeramente peligroso (III)	El glifosato puro es bajo en toxicidad aguda, sin embargo, los ingredientes que ayudan al glifosato a entrar en las plantas pueden hacer el producto más tóxico. Los plaguicidas que contienen glifosato pueden causar irritación ocular o cutánea. (National Pesticide Information Center, 2010; Campuzano et al., 2017).
Amitraz	Moderadamente peligroso (II)	Edema pulmonar, hemorragia glomerular, inflamación y gastritis en los grupos de estudio (ratas), con relación al grupo control (Arce et al., 2015)
Malatión	Ligeramente peligroso (III)	Dolor de cabeza, mareos, bradicardia, debilidad, ansiedad, sudoración excesiva, fasciculaciones, vómitos, diarrea, calambres abdominales, disnea,
Clorpirifos	Moderadamente peligroso (II)	miosis, parálisis, salivación, lagrimeo, ataxia, edema pulmonar, confusión, inhibición de acetilcolinesterasa (Thundiyil et al., 2008)
Epoxiconazol	Ligeramente peligroso (III)	Irritación ocular leve (de la Cruz et al., 2019)

Ingrediente activo	Clasificación OMS	Efectos agudos
Propiconazol	Moderadamente peligroso (II)	Irritación ocular moderada; irritación dérmica moderada y capacidad alergénica positiva (de la Cruz et al., 2019)
Diquat	Moderadamente peligroso (II)	Irritación de los ojos, la piel y el sistema respiratorio. Efectos sistémicos en los riñones y el Sistema Nervioso Central, daños en el tracto gastrointestinal, náuseas, vómitos, diarrea. (GESTIS Substance Database, 2019; CDC, 2018)
2,4-D	Moderadamente peligroso (II)	Irritación de las membranas mucosas y de la piel, trastornos gastrointestinales, efectos en el sistema nervioso central y periférico (GESTIS Substance Database, 2019)
Picloram	No es probable que presente efectos agudos (U)	Irritación de los ojos, piel, sistema respiratorio y náuseas (CDC, 2018)
Coumafos	Altamente peligroso (Ib)	Irritación ocular y dérmica leve (de la Cruz et al., 2019)
Cipermetrina	Moderadamente peligroso (II)	Irritación ocular y dérmica leve (de la Cruz et al., 2019)

Fuentes: Descritas en el cuadro.

Estudios han asociado la exposición laboral a plaguicidas con enfermedades respiratorias (Mamane et al., 2015). Se encuentran incluidos en la lista internacional de Plaguicidas Altamente Peligrosos el glifosato,



clorpirifos, diquat, epoxiconazol, cipermetrina, picloram y el thiram en formulaciones con benomyl y carbofuram.

### 2.3.3. Efectos crónicos de plaguicidas utilizados en la Universidad Nacional

Algunos efectos crónicos de los plaguicidas que fueron reportados se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Toxicidad crónica según ingrediente activo

Ingrediente activo	Toxicidad crónica
Glifosato	<p>Probable cancerígeno (2A)</p> <p>“Hay pruebas convincentes de que el glifosato puede causar cáncer (linfoma no Hodgkin) en animales de laboratorio y hay pruebas limitadas de carcinogenicidad en humanos. También causa daño en el ADN y en los cromosomas de las células humanas” (IARC, 2015)</p>
Amitraz	<p>En un estudio de toxicidad subcrónica con ratones, el amitraz causó una reducción del aumento de peso corporal y toxicidad hepática en las dosis más altas. Otro estudio con perros Beagle produjo efectos en el hígado, riñón y sistema nervioso central. La exposición crónica en perros generó depresión del sistema nervioso central, aumento de los niveles de glucosa en la sangre e hipotermia (EPA, 1996).</p>
Malation	<p>Probable cancerígeno (2A)</p> <p>Existe evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos para los linfomas no Hodgkin y cáncer de próstata. (IARC, 2015)</p>
Epoxiconazol	<p>Cambios en el microbioma intestinal y una posible toxicidad hepática, de acuerdo con un estudio realizado en ratas (Xu et al., 2014)</p>
Epoxiconazol	<p>La bioacumulación de epoxiconazol en el pez cebra adulto de forma enantioselectiva, alteró la energía, el metabolismo de aminoácidos y lípidos. Adicionalmente, afectó la expresión de los genes del metabolismo energético. (Wang et al., 2017)</p>
Propiconazol	<p>El propiconazol puede iniciar el estrés oxidativo mediado por especies</p>

Ingrediente activo	Toxicidad crónica
	reactivas de oxígeno (ROS) e inducir tumorigénesis hepática asociada con vías mediadas por la enzima CYP1A y / o proteína p53 con el uso de mutantes de tipo salvaje y p53 (- / -) de peces medaka (Tu et al., 2016). Hepatomegalia, hipertrofia hepatocelular, disminución del colesterol sérico, disminución de los niveles hepáticos de ácido transretinoico todo trans y aumento de la proliferación de las células hepáticas, de acuerdo con un estudio realizado con ratones (Hester et al., 2012)
Diquat	Puede causar daño temporal de uñas e irritación crónica ocular con formación de cataratas (de la Cruz et al., 2019).
2,4-D	Sibilancias alérgicas y no alérgicas (Hoppin et al., 2017). Estrés oxidativo medido en orina mediante tres marcadores (Lerro et al., 2017). Posible disrupción endocrina datos no concluyentes (Neumeister, 2014)
2,4-D y Picloram	Atrofia testicular en ratas: daño a los túbulos seminíferos de los testículos, lo que resulta en una menor producción de testosterona y degeneración testicular secundaria (Oakes et al., 2002)
Clorpirifos	Efectos adversos cognitivos y emocionales e inhibición de la acetilcolinesterasa (Gallego et al., 2003; Wesseling et al., 2006; Wesseling, 2010). Síntomas neuropsiquiátricos incluyendo ideas suicidas (Wesseling et al., 2006). Neurodesarrollo infantil (Potera, 2012)

Fuentes: Descritas en el cuadro.

#### 2.4. Exposición laboral a plaguicidas

Existen numerosos estudios sobre la exposición laboral a plaguicidas, principalmente se han evaluado trabajadores agrícolas jóvenes y adultos (Lekei et al., 2014; Aragón et al., 2004; Blanco et al., 2005), la mayoría de bajo ingreso económico. También se han estudiado trabajadores de industria de formulación de plaguicidas (Salame et al., 2005; Zuskin et al., 2008). Los estudios han sido realizados con mayor frecuencia en países de altos ingresos (Blanco et al.,

---

2005; Bonner et al., 2017), y con menor frecuencia en países de ingreso bajo y medio (Wesseling et al., 2006; Wesseling, 2010; Negatu et al., 2017; Atabila et al., 2017). A nivel laboral, las principales vías de exposición son dérmicas, orales y por inhalación. En el caso de los plaguicidas, la mayoría presenta baja o moderada presión de vapor, lo cual favorece la entrada de la sustancia por la vía dérmica (International Programme on Chemical Safety, 2014). Sin embargo, hay que considerar también la vía inhalatoria y la ingesta (Villalobos, 2014).

Beranková et al. (2017), llegaron a la conclusión de que existe preocupación por el riesgo de los trabajadores jardineros que hacen uso de plaguicidas sin protección dérmica, lo anterior, basado en pruebas de penetración de tres ingredientes activos (acetamiprid, pirimicarb y clorpirifosmetilo) en piel de oreja porcina. Otros estudios han evaluado la exposición a plaguicidas en trabajadores con condiciones diferentes a los de la UNA, por ejemplo, un estudio realizado en trabajadores de campos de maíz en China (Gao et al., 2013) en el cual se evaluó la exposición al clorpirifos (CPF) según pericia, vía de exposición, presentación del producto y tipo de trabajador (aplicador – mezclador), se encontró que los aplicadores inexpertos tenían mayor exposición.

## **2.5. EPP para prevenir la exposición laboral a plaguicidas**

Entre los controles para disminuir la exposición a plaguicidas, se encuentra el uso de EPP. Según la legislación nacional, todo patrono tiene el deber de dotar a su personal con el EPP requerido, supervisar su uso y funcionamiento (artículo 284, Código de Trabajo). Por su parte, los trabajadores deben utilizar, conservar y cuidar el EPP (artículo 285, Código de Trabajo). Sin embargo, los trabajadores no necesariamente están conscientes de la importancia de utilizar un EPP particular. Un estudio de Branson y Sweeney (1991) realizado en Estados Unidos y Canadá, demostró que la mayoría de los agricultores participantes creía que su ropa de trabajo habitual era una barrera suficiente y pocos usaban EPP para fines especiales.

---

Una revisión de literatura realizada por Keifer (2000) analizó estudios en los que evaluaron la exposición a plaguicidas mientras los trabajadores utilizaban diferentes EPP durante las tareas de mezclado o manipulación, estos estudios indicaron que el EPP fue eficaz en la reducción de dicha exposición. Sin embargo, aunque el uso de EPP reduce la exposición a plaguicidas, el cumplimiento referente a su utilización es deficiente (MacFarlane et al., 2013) o la mayoría no lo utiliza (Oliveira et al., 2012). Jagt et al. (2010) evaluaron un programa personalizado de EPP, y el resultado sugiere que existe un aumento en la protección al implementar dicho programa. Contrario a lo anterior, Varma et al. (2016), mediante un estudio experimental, concluyeron que el equipo de protección personal adaptado localmente no brinda protección adicional durante las prácticas habituales de trabajo.

Para que el uso de EPP sea efectivo, la capacitación, sensibilización y participación de los trabajadores en la selección del EPP son esenciales (Macfarlane et al., 2008), pues eso ayuda a conocer de qué se están protegiendo, la forma correcta de usarlo y su mantenimiento, lo que motiva su uso (Damalas et al., 2016).

## **2.6. Investigación – acción y metodologías participativas**

La investigación acción está conformada por cinco elementos (Valkenburg et al., 2009), el primero de ellos es el esfuerzo por lograr un cambio social y emancipación, en el cual, el investigador trata de encontrar la realidad mediante la participación de las partes involucradas. El segundo elemento se refiere a conocer a las personas estudiadas, no solamente lo que ellas dicen, sino también sus características. Se trata del desarrollo, en conjunto, de alternativas para el cambio y la mejora de la situación. Toda investigación necesita tener un impacto.

Las relaciones recíprocas entre las personas investigadas e investigadores conformar el tercer elemento. Los investigadores argumentan que un buen análisis de la información solo es posible si las personas investigadas contribuyen al mismo. El cuarto elemento complementa al anterior,

---

la situación bajo estudio es abordada en toda su complejidad, por lo cual, la perspectiva con que se afronta la situación es interdisciplinaria. Por último, hace referencia a la importancia de la reflexión del investigador.

La metodología participativa parte del enfoque cualitativo, utilizado en estudios de investigación-acción, que busca obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas, basando la investigación en la participación de los propios colectivos a investigar (Alberich, 2006). La participación y el aporte de los trabajadores involucrados constituyen un eje fundamental al momento de analizar alternativas para reducir la exposición a plaguicidas. El éxito de este proceso se logra a través de la convergencia de los diferentes conocimientos, experiencias y capacidades sobre una misma actividad lo cual genera unidad en la diversidad (Campos, 2012). Este enfoque puede considerarse como un proceso sistemático, realizado por un grupo, con el propósito de ahondar en el conocimiento de sus problemas y generar opciones para solucionarlos. Los protagonistas son los trabajadores, quienes por medio del diálogo aprenden a trabajar en equipo, con el reto de la acción y generación de soluciones viables (Velasco et al., 2013), posibilita el empoderamiento de los grupos desde la práctica, es una manera intencional de dar poder a las personas para que puedan asumir acciones eficaces hacia el mejoramiento de sus condiciones de vida (Durstun & Miranda, 2002). Para poder aplicar de forma exitosa métodos de investigación-acción, es esencial, entre otros, conocer la percepción de la población del estudio.

## **2.7. Percepción del riesgo**

La percepción del riesgo es un factor importante para prevenir accidentes, por tanto, es trascendental el estudio de ésta (Carbonel, 2010). Para estudiarla, aparte de cuestionarios, como el que se describe en la Nota Técnica de Prevención 578, utilizado en estudios como el de Rodríguez et al., (2014); Gallego et al., (2014); Pérez et al., (2015); existen técnicas cualitativas como los grupos focales, entrevistas y observaciones. Barraza et al. (2011) utilizó estas técnicas para analizar la percepción de riesgo por uso de plaguicidas en

---

productores indígenas de plátano y padres y madres de familia quienes vivieron cerca de una plantación de banano a gran escala y observó que la preocupación de tipo económico se encuentra por encima de la preocupación acerca del riesgo para la salud que conlleva el uso de plaguicidas.

Adicionalmente, un estudio realizado en Guanacaste demostró que los trabajadores asumen las alteraciones a la salud por intoxicación, como una situación común de la labor agrícola y como una manifestación de debilidad masculina (Vargas, 2015). Esa percepción se modifica posterior a vivir experiencias de intoxicación, principalmente entre los agricultores más adultos, quienes padecen hoy dolencias crónicas que asocian con la exposición prolongada a dichas sustancias. A pesar de que clasificaron a los plaguicidas como veneno por sus impactos negativos en el ser humano y el ambiente, ningún agricultor expresó preocupación por residir con su familia de manera permanente en la zona agrícola y verse habitualmente expuestos a actividades de fumigación y fertilización (Vargas, 2015). Por otro lado, un estudio realizado en Colombia encontró que a pesar de que los trabajadores conocen acerca de la importancia del uso del EPP, no lo utilizan como barreras para atenuar e impedir la materialización de los peligros (Jiménez et al., 2016).

Algunas razones que podrán explicar el comportamiento anterior son: no haber experimentado ningún daño visible a su salud, la necesidad económica de producir y trabajar (Silva et al., 2016, Barraza, 2011), frente a la cual, el manejo de plaguicidas, aun cuando conlleve riesgos, figura como un 'mal necesario'. Para minimizar los malestares, como cefaleas, náuseas, entre otros, los trabajadores manifestaron que descansan un rato y que luego se les pasa, estos malestares son percibidos como parte del trabajo, cuyos efectos no son considerados relevantes (Vargas, 2015).

---

## 2.8. Métodos para evaluar la exposición a plaguicidas

Para evaluar la exposición laboral a plaguicidas se han utilizado cuestionarios (Muñoz et al., 2017), para entrevistar a los trabajadores, quienes aportan la información sustancial sobre prácticas laborales, capacitaciones recibidas, equipo y técnicas de aplicación utilizado, entre otros. Sin embargo, las técnicas de observación y puntuación visual pueden proporcionar información valiosa sobre los determinantes de la exposición a los plaguicidas (Blanco et al., 2005). Un ejemplo de estas técnicas es el método Dermal Exposure Assessment Method (DREAM), un método semi-cuantitativo frecuentemente utilizado en estudios para evaluar la exposición dérmica en trabajadores (Geer et al., 2007; Tielemans et al., 2007; Van Duren et al., 2010; Agustini et al., 2011; Baharuddin et al., 2011; Hanchenlaksh et al., 2011; Lesmes, 2015). La ventaja de éste es que es un método de observación basado en el modelo conceptual de exposición dérmica de Schneider et al. (1999) que puede ser utilizado para evaluar cualquier situación laboral, su precisión y su validez del método han sido estudiadas (van Wendel de Joode et al., 2005a, 2005b). El DREAM particularmente ayuda a comprender las posibles vías de exposición dérmica y ordenar tareas según su nivel de exposición dérmica. Una limitante de este método es que no puede detectar diferencias relativamente pequeñas.

Otro método semi cuantitativo para evaluar la exposición dérmica a sustancias líquidas es el de Aragón et al. (2004), quienes realizaron una modificación al método de Fenske et al. (1997) o sistema de puntuación visual de trazador depositado en la piel. El trazador es mezclado con el plaguicida líquido a aplicarse al inicio de la labor, y al final de la labor se observa la cantidad de trazador presente en la piel utilizando una lámpara ultra-violeta. La ventaja del método es que rápidamente se pueden identificar las partes del cuerpo impregnadas con el trazador, sin embargo, como limitantes, se pueden mencionar los diferentes insumos que son requeridos, como el trazador, lámpara fluorescente, cuarto oscuro, protección ocular y cámara fotográfica.

---

Algunos de los cuales, de un costo económico elevado y en caso de no contar con el cuarto oscuro, la técnica no se podría realizar.

Dentro de los métodos cuantitativos para evaluar la exposición dérmica, se encuentra la técnica de dosimetría de cuerpo entero, este método fue utilizado por Atabila et al., (2017) para evaluar la exposición al clorpirifos en los aplicadores en las granjas de arroz en Ghana. Una desventaja de este método es que tiende sobreestimar la exposición dérmica ya que los dosímetros generalmente absorben más plaguicida que la piel, y además el método es muy costoso por la gran cantidad de muestras que se toman. Un método alternativo fue utilizado por van Wendel de Joode et al., (2012) y Villalobos, (2014), el cual consiste en identificar la cantidad de plaguicida en las manos, utilizando para ello el lavado de manos, ya que generalmente, las manos tienen mayor exposición dérmica en comparación con otras partes del cuerpo.

Para estimar el ingreso de plaguicidas mediante la vía inhalatoria, existen dos tipos de técnicas: la medición de la concentración por medio de instrumentos de lectura directa como tubos colorimétricos o detectores de gas y el análisis indirecto en el laboratorio del contaminante en el aire recogido en el lugar de trabajo (Cherrie et al., 2010). Para el segundo, se deben utilizar métodos estandarizados de acuerdo con el tipo de agente químico a medir, por ejemplo, Villalobos (2014) utilizó la técnica de muestreo de aire con bomba de bajo caudal y el método 5600 de análisis de plaguicidas de NIOSH (Reynolds et al., 1994). La ventaja de este último es que es más preciso que los métodos de lectura directa.

Una última opción es medir la exposición a nivel interno, mediante la determinación de biomarcadores de plaguicidas en orina. Generalmente es considerado la medición idónea por reflejar las distintas rutas de exposición de forma integral (Arango, 2012). Sin embargo, ningún laboratorio en Costa Rica ofrece este tipo de análisis y, además, no existen métodos desarrollados para



---

todos los metabolitos de manera que se posibilite cuantificar sus concentraciones en orina.

## **2.9. Alternativas al uso de plaguicidas**

A pesar del riesgo de sufrir efectos adversos a la salud por parte de las personas que utilizan plaguicidas, hoy en día se continúa el uso debido a los “beneficios” que ha traído la aplicación de estos para el área agrícola, sanitaria y veterinaria (Gutiérrez et al., 2015). Aunque principalmente son usados en sistemas de producción agrícola intensiva e industrializada, como es la producción de monocultivos, también son utilizados en jardines (Cole et al., 2011) y fincas de pequeños y medianos productores (i.e. van Wendel de Joode et al., 2012).de

Generalmente, es posible manejar las producciones no intensivas, sin utilizar agroquímicos, de forma agroecológica o biológica (Moreno, 2006). Por lo tanto, para reducir los riesgos asociados al uso de plaguicidas, se debe primero evaluar la posibilidad de efectuar medidas enfocadas a la eliminación o sustitución de los plaguicidas, entre las principales alternativas se encuentran el manejo ecológico de plagas, el cual se ha aplicado a cultivos que se siembran en fincas de pequeños agricultores (Moreno, 2006).

Algunas experiencias han evidenciado una reducción total del uso de plaguicidas químicos. Entre las principales alternativas empleadas se encuentran diversificar los sistemas de producción (evitar la siembra de monocultivos), uso de entomófagos, entomopatógenos, antagonistas y la conservación de enemigos naturales mediante la diversificación de los sistemas, que actúan como biorreguladores de las plagas (Álvarez et al., 2008; Pérez et al., 2010; del Puerto et al., 2014).

---

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar la exposición a plaguicidas, la percepción de riesgo y el uso de equipos de protección personal (EPP) en trabajadores agropecuarios y jardineros del Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Identificar la percepción del riesgo por exposición a plaguicidas y del uso del EPP tanto de los trabajadores agropecuarios y jardineros como de sus jefes.
- Evaluar las rutas y niveles de exposición a plaguicidas en los trabajadores que los aplican.
- Evaluar la efectividad del EPP utilizado por los trabajadores que aplican plaguicidas.
- Proponer, de forma participativa, medidas que disminuyan la exposición a plaguicidas incluyendo alternativas al uso de estos productos

### **4. Métodos**

#### **4.1. Diseño y población de estudio**

El diseño de esta investigación fue exploratoria, al ser un tema que no se ha abordado antes, descriptiva transversal; ya que describe la realidad observada en un periodo determinado (Hernández et. Al, 2004), utilizando métodos cualitativos y cuantitativos, e incluye componentes de investigación-acción (sección 2.6). La recolección de los datos fue realizada de febrero a julio de 2018.

La población de estudio estuvo conformada por 8 jefes (4 mujeres) y 28 trabajadores agropecuarios y jardineros que se desempeñan en el Campus Omar Dengo incluyendo personal de la Estación Experimental Finca Santa Lucía, INISEFOR, Museo de Cultura Popular y Campus Central, así como el Campus Benjamín Núñez de éste se incluyó personal de la Escuela de

---

Medicina Veterinaria, CINPE y la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Fueron incluidos los trabajadores agropecuarios y jardineros que utilizan plaguicidas en ambos Campus. Fueron excluidos aquellos trabajadores agropecuarios y jardineros que no utilizaban plaguicidas. Para las técnicas del DREAM y trazador fluorescente, se incluyeron los trabajadores que aplicaron plaguicida durante el periodo de muestreo y para la técnica del lavado de manos y muestreo de aire, se incluyeron los trabajadores que hicieron uso de plaguicidas analizados en el LAREP. Algunas de las labores realizadas fueron el control de ácaros en rumiantes, hongos en el cultivo de café, malezas en los potreros, jardines y diversos cultivos. El estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la UNA mediante acuerdo UNA-CECUNA-ACUE-022-2017.

Se contactó al jefe de cada centro de trabajo (n=8) y se le explicó el fin, la importancia, y contexto del estudio, y se solicitó su colaboración en el mismo. Luego, se realizó una reunión en cada centro de trabajo con los trabajadores que aplican plaguicidas como parte de sus labores. Se explicaron los objetivos y el contexto de la investigación y se les invitó a participar en la misma. Posteriormente, se leyó el consentimiento informado (Anexo 1), explicando, entre otros, que la participación sería voluntaria, y se respondieron las inquietudes que se generaron. En todos menos un caso, los trabajadores (n=28) mostraron interés en participar, y procedieron a firmar dicho consentimiento.

## **4.2. Métodos, estrategias, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### *4.2.1. Conocimiento, actitudes, prácticas y percepción del riesgo (CAP)*

Para evaluar el conocimiento, las actitudes y las prácticas, así como la percepción del riesgo (CAP) dentro del contexto del uso de plaguicidas y EPP, se solicitó a los trabajadores (n=28) responder a un cuestionario (modificado de Negatu et al., 2016, Anexo 2). El cuestionario también incluyó las preguntas de la NTP 578 (Portell y Solé, 2001) para evaluar la percepción de riesgo del uso

---

de plaguicidas, el cual, presenta nueve preguntas sobre atributos del riesgo; 1. conocimiento por parte del trabajador sobre el riesgo que implica el uso de plaguicidas, 2. conocimiento que considera el trabajador que tiene su jefe, 3. respuesta emocional al temor, 4. vulnerabilidad, 5. gravedad de las consecuencias, 6. control referente a la prevención de accidentes y enfermedades, 7. control al momento de intervenir en caso de que se dé un accidente, 8. potencial catastrófico, 9. demora en las consecuencias posterior a la exposición y una pregunta global acerca de la magnitud del riesgo percibido. Para responder a las primeras nueve preguntas se utiliza una escala que va del 1 al 7, donde el 1 es el extremo menor y el 7 el mayor. Para la pregunta global, la escala va de 0 a 100.

Adicionalmente, mediante observaciones en los sitios de trabajo y entrevistas semi-estructuradas, se realizó una caracterización básica de los diferentes procesos; tipo de equipo utilizado para realizar la aplicación, antigüedad del mismo, entorno laboral, forma de la aplicación (aspersión, pulverización); condiciones del lugar o área donde se aplica el producto, horario, irregularidad del terreno, plaguicida utilizado; dosis, estado, toxicidad, y prácticas laborales; uso de EPP, higiene, entre otros (Anexo 3. Guía para el registro de las observaciones). Posteriormente, se agendó una reunión con cada jefe (n=8) para realizar una entrevista con el propósito de conocer la percepción del riesgo sobre el uso de plaguicidas, utilizando de igual forma la NTP 578 y CAP adaptado para los jefes (Anexo 4). Además, para entender el proceso de toma de decisiones referente a la compra de plaguicidas, quién los asesora, plazos de aplicación del plaguicida, razones por las que se escoge el equipo que utilizan, apertura de boquilla, entre otros.

#### *4.2.2. Estrategia de medición de métodos (semi)cuantitativos*

Las observaciones y la aplicación de herramientas dieron inicio en febrero 2018. Fue realizada al menos una observación por semana aplicando de forma simultánea los métodos DREAM y trazador fluorescente (Aurora et al., 2004) para estimar la exposición dérmica de forma semi-cuantitativa. Durante

---

el periodo de estudio, de los 28 trabajadores, 12 aplicaron plaguicidas; 8 de los cuales fueron observados en múltiples ocasiones (n=25). Los métodos del lavado de manos y muestras de aire se realizaron en cuatro trabajadores (a dos de ellos en varias ocasiones (n=7)) quienes aplicaron plaguicidas que podían ser analizados en el LAREP (picloram, 2,4 D, cipermetrina, coumafos, epoxiconazol y propiconazol).

#### *4.2.3. Métodos semi cuantitativos para evaluar la exposición a plaguicidas*

##### *4.2.3.1. Método DREAM: Método de evaluación de la exposición dérmica*

El Método DREAM (Anexo 5) permite la evaluación estructurada de la exposición dérmica de forma semicuantitativa a agentes químicos y biológicos, está basado en el modelo conceptual de Schneider et al., 2000. (van Wendel de Joode et al., 2003, 2005<sup>a</sup>, 2005<sup>b</sup>). El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, desarrolló la Nota Técnica de Prevención 896, en el 2011.

El método consta de dos etapas, en la primera fase un profesional recolecta información de los trabajadores mediante observación y un cuestionario que consta de seis módulos, en los que se indica información de la institución, fuentes de exposición, agente químico o biológico, prácticas laborales, duración y frecuencia de la tarea, así como datos sobre la probabilidad e intensidad de la exposición de acuerdo con las tres rutas de exposición (emisión, deposición y transferencia).

Posteriormente, el método estima mediante un algoritmo previamente establecido, la exposición dérmica potencial (exposición en ropa y piel descubierta), exposición dérmica real (sobre la piel) y la exposición real ponderada, que se obtiene multiplicando la exposición real por el factor de superficie corporal. La exposición se estimó para nueve segmentos del cuerpo:

cabeza, brazos, antebrazos, manos, tronco anterior, espalda, muslos, piernas y pies. Además, se obtuvo un puntaje total potencial, real y real ponderado. El puntaje permite caracterizar la exposición dérmica de forma semicuantitativa (van Wendel de Joode et al., 2003).

La precisión y validez del método se estudiaron con respecto a la exposición dérmica a sólidos, líquidos y gases en distintos ambientes laborales (Van Wendel de Joode et al., 2005 a,b). En el estudio actual se aplicó este método, en cada aplicación que realizaron los 12 trabajadores en los seis meses de muestreo (n=25). De acuerdo con este método, la exposición dérmica se puede clasificar en 7 categorías según el puntaje total obtenido (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación de la exposición según el DREAM

<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>
0	Sin exposición
0-10	Exposición muy baja
10-30	Exposición baja
30-100	Exposición moderada
100-300	Exposición alta
300-1000	Exposición muy alta
>1000	Exposición extrema

Fuente: Van Wendel de Joode et al., 2003

Adicionalmente, el DREAM evalúa las siguientes rutas de exposición dérmica:

- Emisión: contacto directo con el plaguicida (inmersión de manos, salpicaduras).
- Deposición: el plaguicida que se encuentra en el aire entra en contacto con la ropa o la piel.
- Transferencia: contacto con superficies contaminadas.

#### 4.2.3.2. Trazador fluorescente

Se aplicó otro método semi-cuantitativo que ha sido ampliamente utilizado para evaluar la exposición dérmica a plaguicidas aplicados de forma líquida que utiliza un trazador fluorescente. El método originalmente fue desarrollado por Fenske y Birnbaum (1988) y posteriormente modificado por Aragón et al. (2004). El trazador fluorescente, es añadido y mezclado con el producto (en estado líquido) antes de iniciar la aplicación, e inmediatamente después de finalizarla, se fotografía la deposición de imágenes fluorescentes sobre la piel. Lo anterior debe realizarse en un espacio oscuro y con la ayuda de una lámpara UV (Aragón et al., 2004).

Posteriormente, las imágenes se analizaron de forma visual y se asignó un valor, de acuerdo con el puntaje de extensión de Fenske et al. (1998) (cuadro 5). Para asignar dicho puntaje, cada fotografía se dividió en cuadrantes y se contaron los cuadros en los que se visualizó más del 50% de cobertura. Posteriormente, mediante la ecuación establecida por Aragón et al. (2004), se calculó el puntaje de extensión ponderado (WES).

$$WES = \%BS \times \frac{ES_F}{5}$$

5

Donde:

$\%BS$  = Porcentaje del segmento del cuerpo (Aragón, 2004)

$ES_F$  = Puntaje de extensión de Fenske (cuadro 5)

Cuadro 5. Puntaje de extensión de Fenske (1988)

Puntaje	Porcentaje de extensión de Fenske ( $ES_F$ )
1	1-20
2	21-40

Puntaje	Porcentaje de extensión de Fenske (ES <sub>F</sub> )
3	41-60
4	61-80
5	81-100

Fuente: Fenske et al., 1988

Adicionalmente, se estableció la intensidad según la escala (Baja-1, Moderada-3, Alta-5), siguiendo la metodología utilizada por Aurora et al., 2006, la cual indica que de acuerdo con el tipo de contacto (salpicaduras, niebla o fricción) se asigna la puntuación anterior, considerando además si la imagen es opaca, lechosa o brillante.

El valor del puntaje de la extensión ponderada se multiplica con el de la intensidad, dando como producto el Puntaje del Segmento del Cuerpo, los cuales se suman para obtener el Puntaje Total. Dicho puntaje podría dar un puntaje máximo de 375, pues en este estudio, no se incluyeron los glúteos, muslos y genitales.

Esta técnica puede ser aplicable para determinar la eficacia de los equipos de protección y puede servir como una herramienta demostrativa en la capacitación de los trabajadores (Abril y Delgado, 2011). En el estudio actual se aplicó el método de Aragón et al. (2004) en los trabajadores, cada vez que realizaron aplicación de plaguicida líquido durante los seis meses de muestreo. Se realizó una modificación tomando fotografías en lugar de video, de acuerdo con Fenske. Dichas fotografías incluyeron todas las partes del cuerpo excluyendo las mencionadas anteriormente.

#### 4.2.3.2.1. Materiales de la técnica de trazador fluorescente

- ✓ Tinopal CBS-X ® como trazador.



- 
- ✓ Cuarto oscuro, se acondicionará un espacio en la bodega de cada centro de trabajo.
  - ✓ Lámpara de mano UV.
  - ✓ Cámara fotográfica
  - ✓ Guantes de nitrilo
  - ✓ Anteojos de seguridad contra luz ultravioleta
  - ✓ Extensión eléctrica
  - ✓ Adaptador de enchufes

#### *4.2.3.2.2. Procedimiento (Aragón et al., 2004)*

- Previo al día de la aplicación, se preparó en el laboratorio, la cantidad de trazador fluorescente requerido.
- Al inicio de cada aplicación, se añadió 260 mg/l del trazador en la bomba manual de espalda o motobomba.
- Se solicitó al trabajador que realizara la aplicación como comúnmente lo hace.
- Inmediatamente después de que finalizó la aplicación del plaguicida, se solicitó al trabajador ingresar al cuarto oscuro, donde fue fotografiado, inicialmente con el EPP que estaba utilizando y posteriormente, se solicitó quitarse la camisa y arrollarse el pantalón hasta las rodillas, esto con el propósito de identificar la mayor parte del cuerpo que podría estar expuesta. La cámara y la lámpara se acercaron al trabajador entre 30 y 50 cm.
- Posteriormente se estableció el grado de extensión del fluorescente en el cuerpo. La puntuación total correspondió a la suma de los puntajes de cada zona del cuerpo.

#### *4.2.4. Métodos cuantitativos para evaluar la exposición a plaguicidas*

##### *4.2.4.1. Lavado de manos*

El método de lavado de manos corresponde a la técnica de muestreo de retirada del contaminante (Abril y Delgado, 2011), en ella se requiere que, posterior a la aplicación, el trabajador enjuague sus manos en agua destilada o

---

en alcohol isopropílico, mismo que debe permanecer en un recipiente o bolsa, para que posteriormente sea analizado en el laboratorio y se determine la cantidad de residuo del plaguicida en ambas manos (Brouwer et al. 2000; van Wendel de Joode et al., 2012). En el estudio actual se aplicó este método para los plaguicidas lipofílicos (2,4-D, picloram, cipermetrina y epoxiconazol) de acuerdo con la capacidad analítica del LAREP de la Universidad Nacional.

#### *4.2.4.1.1. Materiales para el lavado de manos*

- ✓ Bolsas plásticas con cierre
- ✓ Isopropanol
- ✓ Agua destilada
- ✓ Probeta
- ✓ Recipiente hermético
- ✓ Hielera con hielo

#### *4.2.4.1.2. Procedimiento para el lavado de manos (adaptado de van Wendel de Joode et al., 2012)*

1. Previo al día de la aplicación, se preparó en el laboratorio, la dilución de isopropanol y agua destilada (50/50) en un recipiente de vidrio con cierre hermético, tanto para el lavado como para el blanco.

2. Una vez que el trabajador finalizó la aplicación del plaguicida, se solicitó que introdujera las manos en la bolsa a la cual se transfirió la disolución y realizara los movimientos de enjuague por treinta segundos. Mientras el blanco se mantuvo sobre la caja de materiales.

3. Transcurrido ese tiempo, se indicó al trabajador, que retirara el exceso de disolvente y agua dentro de la bolsa e inmediatamente, se lavara las manos con agua y jabón.

4. Luego, el contenido se transfirió de la bolsa al recipiente hermético debidamente identificado por cada trabajador.

5. Luego, el blanco y la muestra se almacenaron en una hielera con hielo para preservar la muestra.

---

6. Ambos se trasladaron al LAREP en donde se refrigeraron hasta el día de la inyección.

#### *4.2.4.1.3. Preparación de las muestras y análisis químico*

1. Se procedió a rotular viales con los códigos de cada muestra.
2. Se filtró 1 ml medido con una micropipeta.
3. Para el filtrado se utilizó una jeringa (Norm-Ject, lote 17D17CO) y filtros hidrofílicos de 0,2  $\mu\text{m}$  (Dismic-13HP, lote 61141BD).
4. Las muestras se colocaron en viales de inyección y se llevaron al congelador, donde fueron almacenados hasta el día de la inyección.
5. Las muestras fueron analizadas mediante un cromatógrafo líquido de alta resolución (Waters, ACQUITY UPLC H Class) con doble detector de masa (Waters, XEVO TQS-micro).

#### *4.2.4.2. Muestreo personal en aire*

Se utilizó el método de captación de aire activo para estimar la fracción volátil durante la aplicación de plaguicidas, mediante el uso de una bomba de muestreo personal que aspiró el aire a través del elemento de retención (tubo adsorbente) y filtro IOM, quedando los agentes químicos retenidos en los mismos. (Uribe, 2007). En el estudio actual se midió epoxiconazol, propiconazol, 2,4-D, picloram cipermetrina y coumafós, de acuerdo con la posibilidad de ser analizados en el LAREP.

##### *4.2.4.2.1. Materiales*

- ✓ Tubos con XAD; ORBO™- 49P OVS. Supelpak® - 20 (XAD® -2; 20/40) 270/140mg (Figura 1)
- ✓ Bomba de bajo caudal SKC AirChek Touch (2 L/min) (Figura 2)



Figura 1. Bomba de bajo caudal

Fuente: Imagen tomada de <http://www.genesysanalitica.cl/imagenes/productos/Bombas.jpg>



Figura 2. Tubo con XAD

Fuente: Imagen tomada de [https://www.google.com/search?tbm=isch&q=Tubos+XAD&chips=q:tubos+xad,online\\_chips:ovs&sa=X&ved=0ahUKEwjZzoi1zK3gAhWLmlkKHZMwBMgQ4IYIKygF&biw=1076&bih=466&dpr=1.25#imgrc=gPoolCzbGsefyM:](https://www.google.com/search?tbm=isch&q=Tubos+XAD&chips=q:tubos+xad,online_chips:ovs&sa=X&ved=0ahUKEwjZzoi1zK3gAhWLmlkKHZMwBMgQ4IYIKygF&biw=1076&bih=466&dpr=1.25#imgrc=gPoolCzbGsefyM:)

- ✓ Filtros IOM
- ✓ Casete de filtro (Figura 3)



Figura 3. Casete de filtro.

Fuente: Martí, s.f.

- ✓ Papel aluminio calcinado
- ✓ Materiales de laboratorio (pinza, viales, jeringas, filtros, columnas analíticas, solventes)

#### 4.2.4.2.2. Procedimiento

1. 48 horas, previas al día de la medición, se prepararon los filtros IOM en el laboratorio. Se colocaron en acetona durante 10 minutos y posteriormente se llevaron al secador.

2. Cada casete se lavó con isopropanol y posteriormente se llevaron al secador donde se mantuvieron hasta a su uso.
3. Se armaron los casetes (blanco y muestra) y se envolvieron en papel aluminio calcinado. De igual manera los tubos XAD.
4. El día de la medición, se colocó una bomba con flujo de 2 L/min con un tubo XAD y otra bomba con el casete IOM, desde antes de iniciar la labor, la cual se mantuvo fijada al trabajador hasta su finalización, de acuerdo con la técnica de muestreo del método de NIOSH 5600. Como control de calidad se llevaron blancos de campo que se prepararon en la misma zona del muestreo.
5. Se verificó el caudal en la pantalla de la bomba y se colocó a nivel de la cadera, sujeta en la faja del trabajador. La manguera que conecta la bomba con el tubo XAD se ciñó a la camiseta hasta lograr que el cartucho se ubicara dentro de la zona de respiración del trabajador y de igual forma la que conectaba al casete IOM.
6. Una vez finalizado el muestreo, se colocaron el tubo XAD y el casete IOM debidamente sellados y envueltos en papel aluminio calcinado en la hielera y el mismo día se trasladaron al LAREP para el análisis correspondiente.

*4.2.4.2.3. Preparación de muestras y análisis químico tubos XAD  
(muestras de epoxiconazol, propiconazol, 2,4-D, picloram,  
coumafós y cipermetrina)*

1. Se etiquetaron viales para colocar la sección del tubo XAD que entra en contacto con el aire inicialmente (con el sufijo A) incluyendo la espuma y la sección posterior a esta (con el sufijo B).
2. Se tomó cada tubo y se retiró la espuma y el adsorbente (XAD).
3. Se pesaron los viales y su contenido en la balanza analítica.
4. A los viales se les agregó, dependiendo del plaguicida a analizar, 4 ml de acetato de etilo (en el caso de epoxiconazol, propiconazol, cipermetrina, coumafós) y 4 mL de metanol (en el caso de 2,4-D y picloram).
5. Nuevamente, se pesaron los viales y su contenido, con el propósito de determinar el volumen total.

6. Luego se sometieron 15 minutos a agitación en un baño ultrasónico.
7. En el caso de que el extracto presentara humedad, se le aplicó una punta de espátula de sulfato de sodio y se realizó centrifugación por 5 min a 3000 revoluciones.
8. Posteriormente, se tomó 1 ml del contenido con jeringas Norm-Ject y se pasó por filtros de 0,2  $\mu\text{m}$  y se depositó en viales de inyección.
9. Las muestras de epoxiconazol, 2,4-D, picloram fueron analizadas mediante un cromatógrafo líquido de alta resolución (Waters, ACQUITY UPLC H Class) con doble detector de masa (Waters, XEVO TQS-micro).
10. La muestra de cipermetrina fue analizada con cromatógrafo de gases (Agilent 7890 A) con un detector de masas (Agilent 5975 C).

*4.2.4.2.4. Extracción y análisis químico filtros IOM (muestras de epoxiconazol, propiconazol, 2,4-D y picloram)*

1. Se sacó cada filtro del cassette y se insertó en viales debidamente identificados.
2. Se pesó el vial y su contenido en la balanza analítica.
3. Se añadieron 3 ml de acetato de etilo a las muestras de epoxiconazol y 3 ml de metanol a las muestras de 2,4-D y picloram.
4. Se pesó nuevamente para determinar el volumen.
5. Luego se sometieron 15 minutos a agitación en un baño ultrasónico.
6. Posteriormente, se filtró 1 ml del contenido con la utilización de jeringas Norm-Ject y filtros de 0,2  $\mu\text{m}$  y se depositó en viales de inyección.
7. Se llevaron al congelador hasta ser inyectados.
8. Las muestras de epoxiconazol, 2,4-D, picloram fueron analizadas mediante un cromatógrafo líquido de alta resolución (Waters, ACQUITY UPLC H Class) con doble detector de masa (Waters, XEVO TQS-micro).
9. Las muestras cuyos extractos estaban en acetato de etilo, se inyectaron tanto en cromatografía líquida como de gases y los que se encontraban en metanol, se inyectaron en cromatografía líquida.

---

### 4.3. Componentes de investigación acción

Durante las observaciones de campo, se mantuvo una comunicación constante con los trabajadores, motivando la conciencia acerca de los peligros que implica el uso de los plaguicidas. Se realizaban preguntas abiertas acerca del por qué de la aplicación, la dosis, razones de las prácticas higiénicas y conocimiento acerca del uso y ajuste correcto de los equipos de protección personal.

Adicionalmente, durante los talleres participativos se propusieron los siguientes objetivos:

- Establecer la priorización de las medidas de seguridad para disminuir la exposición a plaguicidas.
- Dar a conocer la toxicidad aguda y crónica de los plaguicidas utilizados.
- Indicar la forma correcta acerca del uso de los equipo de protección personal.
- Mostrar la técnica de retirada de los guantes.
- Describir alternativas al uso de plaguicidas.

### 4.4. Análisis estadístico de los datos

Se usó estadística descriptiva para determinar el comportamiento general de los datos con un 95% de confianza mediante el software JMP, versión 8.0 (SAS Institute Inc). Las variables categóricas de edad, antigüedad en el puesto, escolaridad, sexo, entre otras, se describieron usando valores absolutos de ocurrencia y porcentajes. También se calculó el coeficiente de la correlación de Spearman para variables continuas no paramétricos.

Los puntajes del trazador fluorescente y DREAM, tanto las variables de las distintas partes del cuerpo como los puntajes totales, mostraron un comportamiento log normal, por lo que fueron transformadas a logaritmos naturales antes de correr los análisis estadísticos adicionales. Primero se corrieron modelos de regresión simple, incluyendo solamente una variable independiente a la vez, para el equipo utilizado, el objeto de aplicación, la altura a la que se aplicó (variables independientes) y puntaje total del trazador fluorescente o DREAM (variable dependiente). Posteriormente, se utilizaron

---

modelos lineales mixtos generalizados incluyendo adicionalmente la variable 'trabajador' como efecto aleatorio para tomar en cuenta que varios trabajadores fueron observados de forma repetida. Debido al limitado poder estadístico del estudio, siendo una muestra relativamente pequeña, no se corrieron modelos multivariados.



## 5. Resultados

### 5.1. Percepción del riesgo

#### 5.1.1. Conocimientos, actitudes, prácticas y percepción de riesgo (CAP)

El cuestionario CAP fue contestado por 28 trabajadores (agropecuarios=18 y jardineros=10) y 8 jefes, previo a iniciar con las observaciones en campo. El 100% de los trabajadores agropecuarios y jardineros fueron hombres. El mayor porcentaje de ellos se encuentra en el rango entre 46 y 55 años, su escolaridad corresponde en un 50% a primaria completa, la antigüedad en el puesto varía de 2 a 32 años y más del 50% supera los 11 años de trabajar en la UNA (cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de variables sociodemográficas y laborales de la población de estudio (n=36)

Variable		N (%)	
		Trabajadores (n=28)	Jefes (n=8)
Sexo	Hombre	28 (100)	4 (50)
	Mujer	0	4(50)
Edad	25-35 años	4 (14)	0
	36-45 años	9 (32)	4 (50)
	46-55 años	11 (39)	1 (12)
	> 56 años	4 (14)	3 (37)
Escolaridad	Primaria completa	14 (50)	0
	Secundaria incompleta	5 (17)	0
	Secundaria completa	7 (25)	0
	Universidad	2 (7)	8 (100)
Tiempo de trabajar en la UNA	0-10 años	13 (46)	4 (40)
	11-20 años	10 (35)	2 (25)
	21-30 años	4 (14)	2 (25)
	>31 años	1 (3)	0

Fuente: Datos de la investigación (2018)

---

Por su parte, el sexo de los jefes participantes corresponde a 50% hombres y 50% mujeres, con edades en un rango de 39-60 años. La escolaridad del 100% (n=8) se agrupa en universidad completa y su tiempo de trabajar varía de 2 a 31 años (cuadro 6).

#### *5.1.1.1. Conocimientos*

El 89% (n=25) de los trabajadores indicaron que la capacitación sobre el uso de EPP es suficiente, en contraste con un 50% de los jefes que lo consideran suficiente. La mayoría (89% de los trabajadores, n=25 y el 62% de los jefes, n=4) indicó conocer las vías de ingreso al cuerpo que tienen los plaguicidas, un 11% (n=3) de los funcionarios y 38% (n=3) de los jefes, mencionaron desconocimiento al respecto. La mayoría coincidió en que la vía respiratoria y la piel son las vías principales, y algunos también indicaron la boca (ingesta) y ojos. Por otra parte, solamente el 39% (n=11) de los trabajadores respondieron conocer alternativas al uso de plaguicidas, mientras que el 62% (n=5) de los jefes hacen mención al manejo integrado, plaguicidas naturales, técnicas manuales y plantas medicinales (Cuadro 7).

#### *5.1.1.2. Actitudes*

El 89% (n=25) de los trabajadores indicaron que leen la etiqueta de los envases de plaguicidas, sin embargo, solo se basan en el color de la franja para definir la toxicidad del producto. El 11%, no revisa la etiqueta pues consideran que no es importante, no tienen tiempo o que la etiqueta se encuentra en otro idioma. El 82% (n=23) indicó que almacena dichos productos bajo llave y el 18% los ubica en bolsas o en oficina. El 57% (n=16) indica que desechan los recipientes vacíos en el basurero convencional, el 14% (n=4) mencionó que se realiza un tratamiento de lavado previo a la disposición final y el 21% (n=6) los almacena en la bodega. Dos de los trabajadores indicaron no haber realizado la aplicación de plaguicidas, pues se estaban trasladando de centro de trabajo. (Cuadro 7)

Cuadro 7. Conocimientos y actitudes relacionadas con el uso de plaguicidas, Heredia, 2018

Variable		N (%)					
		Trabajadores (n=28)			Jefes (n=8)		
		Sí	No	NR	Sí	No	NR
Conocimientos	1. ¿La capacitación sobre el uso de EPP recibida es suficiente?	25 (89)	2 (7)	1 (4)	4 (50)	4 (50)	0
	2. ¿Conoce las vías de ingreso al cuerpo que podrían tener los plaguicidas?	25 (89)	3 (11)	0	5 (62)	3 (38)	0
	3. ¿Conoce alternativas al uso de plaguicidas?	11 (39)	17 (61)	0	5 (62)	3 (38)	0
Actitudes	4. ¿Lee la etiqueta del recipiente con plaguicida?	25 (89)	3 (11)	0	No evaluadas en jefes		
	5. ¿Dónde almacenan los plaguicidas?	Lugar bajo llave	23 (82)				
		Otro	5 (18)				
	6. ¿Qué hace con los recipientes vacíos?	Triple lavado	4 (14)				
		Basura convencional	16 (57)				
		Almacenan en bodega	6 (21)				

NR: no responde

Fuente: Datos de la investigación, 2018.

### 5.1.1.3. Prácticas

Entre un 64 a 75% de los trabajadores indicaron utilizar los guantes, botas de hule o zapatos de seguridad y anteojos siempre que aplican plaguicidas; un 54% (n=15) indicó, además, el uso de protección respiratoria, un 43% (n=12) de delantal y un 36% (n=10) el de capa. El no uso regular de algunos EPP se debía, en primer lugar, a la incomodidad generada por el

mismo, específicamente calor, y en segundo lugar, porque se aplicaba poca cantidad de plaguicida.

El 63% (n=5) de los jefes indicó que sus trabajadores siempre utilizan zapatos de seguridad o botas de hule, el 50% (n=4) indicó que siempre, además, utilizan los guantes y los anteojos. Solamente un 38% (n=3) indica que los trabajadores a su cargo utilizan siempre protección respiratoria al realizar las aplicaciones de plaguicidas. El 3% (n=1) de los jefes indicó desconocer si los trabajadores utilizan el EPP (Cuadro 8). Cuando el EPP presenta alguna condición de deterioro el 86% (n=24) solicita el cambio directamente al Área de Salud Laboral de la UNA, sin embargo, el 14% (n=4) indicó que, ante esta situación, realizan el trabajo con plaguicidas sin el EPP. Adicionalmente, el 50% (n=14) de los trabajadores indicó que ellos mismos toman la decisión de cuándo y qué aplicar.

Cuadro 8. Prácticas relacionadas con el uso de plaguicidas, Heredia, 2018

Variable	Trabajadores N (%)			Jefes N(%)		
	Siempre	A veces	Nunca	Siempre	A veces	No sabe
1. Qué tan frecuente utiliza los EPP?						
➤ Guantes	21 (75)	7 (25)	0	4 (50)	3 (38)	1(3)
➤ Anteojos	18 (64)	9 (32)	1(4)	4 (50)	3 (38)	1(3)
➤ Zapatos de seguridad	18 (64)	3 (11)	7(25)	5 (63)	2 (25)	1(3)
➤ Delantal	12 (43)	13 (46)	3(11)	3 (38)	4 (50)	1(3)
➤ Botas de hule	20 (71)	7 (25)	1(4)	5 (63)	2 (25)	1(3)
➤ Protección respiratoria	15 (54)	11 (39)	2(7)	3 (38)	4 (50)	1(3)
➤ Capa	10 (36)	11 (39)	7(25)	2 (25)	5 (63)	1(3)

Fuente: Datos de la investigación, 2018

---

De acuerdo con lo indicado por los jefes (n=8), la decisión de realizar la aplicación la toman los coordinadores de proyecto (37,5%), los funcionarios (25%) y los funcionarios con asesoría del suplidor o especialistas (37,5%), de igual manera la selección del plaguicida.

#### *5.1.2. Percepción del riesgo según NTP 578*

De acuerdo con los resultados del cuestionario de percepción, cuyas respuestas corresponden a una escala Likert (1=muy bajo al 7=muy alto), la mayoría de trabajadores (57%, n=16) y jefes (87%, n=7) puntuaron su nivel de conocimiento acerca del riesgo asociado al uso de plaguicidas en un valor  $\geq 5$  (nivel alto). El 50% de los trabajadores (n=14) percibió que su jefe tiene un nivel de conocimiento alto sobre el riesgo que implica el trabajo con plaguicidas. Sin embargo, el 32% (n=9) percibió que este nivel es bajo y un 18% (n=5) nivel medio.

El temor al daño que podría generar el uso de los plaguicidas fue catalogado como alto en trabajadores y jefes (71% y 100% respectivamente). Alta vulnerabilidad a sufrir daños fue percibida por el 46% (n=13) de los trabajadores y 37% (n=3) de los jefes, a diferencia del 36% (n=10) de los trabajadores y 38% (n=3) de los jefes que percibió baja su posibilidad a experimentar alguna consecuencia negativa y el 18% (n=5) de los trabajadores y el 25% (n=2) de los jefes consideró ni alta ni baja (nivel medio) dicha posibilidad. El 54% (n=15) de los trabajadores puntuaron la gravedad de las consecuencias como alta ( $\geq 5$ ), el 11% (n=3) baja ( $\leq 3$ ) y el 36% (n=10) media (4). En cambio, los jefes indicaron que su percepción para esta variable es alta (50%, n=4), baja (37%, n=3) y media (13%, n=1). La mayoría de los trabajadores (61%, n=17) consideró que su nivel de control para prevenir accidentes o enfermedades mientras utilizan plaguicidas es alto. De igual manera, los jefes indicaron que su nivel de control es alto (75%, n=6). El 64% (n=18) de los trabajadores puntuó alto su nivel de intervención para controlar (evitar o reducir) el daño. Adicionalmente, el 61% (n=17) de los trabajadores respondió que el uso de los plaguicidas podría dañar un gran número de

---

personas a la vez en grado alto. Por último, el 39% (n=11) puntuó  $\geq 5$  que las consecuencias más nocivas cuando se da la exposición a plaguicidas se experimentan a largo plazo, el 29% (n=8) puntuó  $\leq 3$ , es decir, que dichas consecuencias se darán a corto plazo y el 32% (n= 9) puntuó en 4, indicando que esta situación depende de la toxicidad de las sustancias utilizadas.

Las medianas de la estimación de la magnitud del riesgo (0-100) fueron similares para los trabajadores (75) y los jefes (70). El mínimo puntaje fue de 5 para los trabajadores (muy bajo) mientras que para los jefes fue de 30. También hubo trabajadores y jefes que dieron el máximo puntaje a la magnitud del riesgo. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Distribución de puntajes del cuestionario percepción del riesgo según NTP 578 para trabajadores y jefes

Variable	Trabajadores agropecuarios y jardineros (n=28)					Jefaturas (n=8)				
	Min	p25	p50	p75	Max	Min	p25	p50	p75	Max
1. ¿En qué medida conoce el riesgo asociado a los plaguicidas?	1	3,7	5	7	7	2	5	6	6,2	7
2. ¿En qué medida considera que su jefe conoce el riesgo asociado a los plaguicidas?	1	5	5	7	7					
3. ¿En qué grado le teme al daño que se puede derivar del uso de los plaguicidas?	1	4	6	7	7	5	6	6	7	7
4. ¿Cuál es la posibilidad de que usted experimente un daño como consecuencia del uso de plaguicidas?	1	3	4	7	7	1	1,7	4	7	7
5. En caso de producirse una situación de riesgo, ¿la gravedad del daño que le puede causar es?	1	4	5	6	7	1	3	5	6,2	7
6. ¿En qué grado puede evitar que los plaguicidas desencadenen una situación de riesgo?	1	4	6	7	7	3	5,5	6	7	7

Variable	Trabajadores agropecuarios y jardineros (n=28)					Jefaturas (n=8)				
	Min	p25	p50	p75	Max	Min	p25	p50	p75	Max
7. En caso de producirse una situación de riesgo, ¿en qué medida puede intervenir para controlar el daño que puede causarle los plaguicidas?	1	4	5	6,7	7	1	4,7	6	7	7
8. ¿En qué grado considera que los plaguicidas pueden dañar a un gran número de personas de una sola vez?	1	4	6	7	7	3	4	5,5	6	7
9. En caso de exposición, ¿cuándo se experimentan las consecuencias más nocivas de esta fuente de riesgo?	1	3	4	6	7	1	1	3	4,2	6
10. ¿Cómo valora el riesgo de accidente o enfermedad grave asociado a los plaguicidas?	5	47,5	75	90	100	30	46,2	70	100	100

Fuente: Datos de la investigación (2018)



Las diferentes variables del cuestionario NTP 578 muestran una tendencia a aumentar junto con la edad (excepto la gravedad de las consecuencias), sin embargo, esta tendencia no fue estadísticamente significativa (Beta=2,5 (Mín=-0,8-Máx=5,9)  $R^2$  ajustado=0,03, P=0,1 (Figura 4) y Beta=2,3 (Mín=-0,8-Máx=5,5)  $R^2$  ajustado=0,06, P=0,1 (Figura 5)).

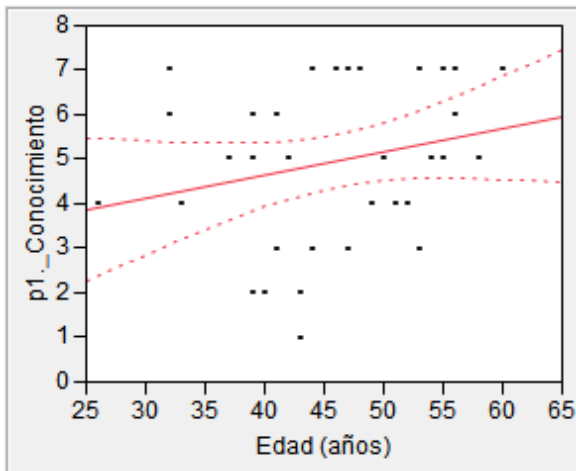


Figura 4. Tendencia del puntaje del conocimiento según edad.

Fuente: Datos de la investigación (2018)

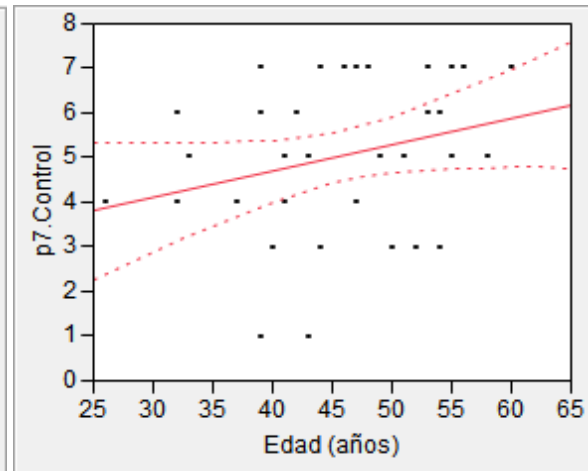


Figura 5. Tendencia del puntaje del control según edad.

Fuente: Datos de la investigación (2018)

En el cuadro 10 se muestra que varias dimensiones de la percepción del riesgo se correlacionaron; por ejemplo, la variable 1; referente al conocimiento del trabajador sobre el peligro que implica el uso de plaguicidas se correlacionó con todas las variables, excepto con una (la variable 9; demora en las consecuencias), siendo las correlaciones más altas con las variables 2; el nivel de conocimiento que los trabajadores perciben que tiene el jefe, la variable 6; el control referente a la prevención de accidentes y enfermedades relacionados con el uso de plaguicidas que perciben los trabajadores que pueden realizar y la variable 7; el control con respecto a la intervención para disminuir los daños, una vez que se ha dado la exposición ( $r \geq 0,6$ -  $p < 0,001$ ). Además, la variable 2, tiene una correlación relativamente alta con la variable 4; que se refiere a la vulnerabilidad de sufrir daños ( $r \geq 0,7$ -  $p < 0,001$ ) y se correlacionó de forma moderada con las variables 3, 5, 6 y 7 ( $r \geq 0,4$ ). Por su parte la variable 3, la

cual indaga acerca de la respuesta emocional de temor, se correlacionó de forma moderada con el nivel de conocimiento (1 y 2), vulnerabilidad (4), gravedad de las consecuencias (5), control-prevención (6), control-intervención (7) y potencial catastrófico (8) ( $r \geq 0,4$  para estas variables). Por otro lado, la variable 4; la vulnerabilidad de sufrir un daño presentó una correlación relativamente alta con la variable 5 (gravedad de las consecuencias) y la variable 7 (Control-intervención) ( $r \geq 0,6$ ). La variable 5 (gravedad de las consecuencias), se correlacionó de forma moderada con la variable 6 (control-prevención) y 7 (control-intervención) ( $r \geq 0,4$ ). La variable 6 (control-prevención) se correlacionó con la variable 7 (control-intervención) ( $r=0,6$ ) y con la variable 8 (potencial catastrófico) ( $r=0,3$ ). Por último, la variable 7 (control-intervención) se correlacionó con la variable 8 (potencial catastrófico) ( $r=0,5$ ) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Matriz de correlación- Spearman

	1. Conocimiento	2. Conocimiento de jefes	3. Respuesta emocional al temor	4. Vulnerabilidad	5. Gravedad de las consecuencias	6. Control-prevención	7. Control-intervención	8. Potencial catastrófico	9. Demora de las consecuencias
1. Conocimiento		0,6(*)	0,4 (**)	0,5(*)	0,4(***)	0,6(*)	0,6(*)	0,4(***)	0,1
2. Conocimiento de jefes			0,4(***)	0,7(*)	0,5 (**)	0,4(***)	0,4(**)	0,2	0,1
3. Respuesta emocional al temor				0,5(*)	0,5 (**)	0,4(***)	0,4(***)	0,5(**)	0,0
4. Vulnerabilidad					0,7 (*)	0,5(*)	0,6(*)	0,3	0,1
5. Gravedad de las consecuencias						0,4(***)	0,5(**)	0,3	0,3
6. Control-prevención							0,6(*)	0,3(***)	0,2
7. Control-intervención								0,5(**)	0,3
8. Potencial catastrófico									0,3(***)
9. Demora de las consecuencias									

\*\*\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ , \* $p < 0,001$

>0.6-0.8 correlación alta  
>0.4 – 0.6 correlación moderada  
>0.2 – 0.4 correlación baja

Fuente: Datos de la investigación, 2018

## 5.2. Caracterización básica

Fueron realizadas 25 observaciones de aplicación de plaguicidas en 12 trabajadores; en cinco ocasiones aplicaron dos trabajadores al mismo tiempo.

Las aplicaciones se realizaron con diferentes propósitos, los cuales fundamentaron la selección del plaguicida, según lo manifestado por los trabajadores. Además, se describe la dosis aplicada, cantidad de litros y la frecuencia con la que se realiza esta tarea, así como la duración promedio (Cuadro 11).

Cuadro 11. Aplicación de plaguicidas por parte de trabajadores agropecuarios y jardineros según centro de trabajo, Heredia, 2018

Campus	Centro de Trabajo	Objetivo de la aplicación	Ingrediente activo (%)	Frecuencia	Σ Cantidad de litros aplicados (l)	Duración promedio (h)	Cantidad de aplicaciones observadas	Cantidad de trabajadores observadas
Campus Omar Dengo	Estación Experimental Finca Santa Lucía	Control de maleza en cafetal	Glifosato (35,6) Diquat (20)	5 ciclos por año	837 423	3,5	6	3
		Preparación de terreno para la siembra	Glifosato (35,6)	3 veces/año	774	3,4	4	2 *
		Control de ácaros en ganado	Amitraz (12,5)	1 vez/mes	54	0,5	2	1
	INISEFOR	Control de palomilla en plantación de cedro caoba	Cipermetrina (25)	2 veces/mes durante dos o tres años	18	0,5	1	1
	Museo de Cultura Popular	Prevención plagas en cafetal	Epoxiconazol (5) Propiconazol (25)	1 vez cada 2 meses	279 18	3 0,2	3	1
	PRODEMI	Control de maleza en jardines	Glifosato (35,6)	1-2 veces/año	36	0,5	2	1
Campus Benjamín Núñez	Escuela de Medicina Veterinaria	Control de maleza en jardines	Glifosato (35,6)	3 veces/año	72	1	2	2
		Control de ácaros y moscas en ganado	Amitraz (12,5) Coumafos (20)	Varía, según presencia de garrapatas	72 18	0,4 0,2	3	2
	CINPE	Control de hoja ancha en jardines	Picloram (24) y 2,4D (6,4)	1 vez/mes en invierno	54	0,6	2	1

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados.

- Trabajadores contados también en la fila de arriba.

### 5.2.1. Proceso

De acuerdo con lo indicado por los jefes de jardineros, la compra de los productos se realiza mediante caja chica y son los mismos trabajadores quienes acuden al centro de venta, describen al vendedor la condición a controlar, para recibir la recomendación acerca del tipo de plaguicida que deben utilizar. Por otro lado, los trabajadores agropecuarios, reciben la indicación por parte de los coordinadores de los proyectos (ingenieros agrónomos o forestales), quienes deciden sobre el tipo de plaguicida y el momento de aplicarlo, basados en experiencia y efectividad del plaguicida.

En todos los casos, se observó que la dilución del plaguicida fue en agua y se hizo en el mismo lugar donde se aplica el producto tal como se describe en la sección 5.2.4. Para realizar la aspersion se usó la bomba manual de espalda (88%, n=25); únicamente para la aplicación de fungicida en el cafetal, se utilizó una motobomba (12%, n=25). La antigüedad de este equipo varió de 0 a 20 años y el tipo de boquilla más utilizado fue 8002 y 8003 (cuadro 12). Dicha numeración señala el ángulo de aspersion (80 grados) y la descarga (02 y 03 significa 0.2 y 0.3 galones por minuto) a una presión de 40 psi (libras por pulgada cuadrada). Los trabajadores reportaron inconvenientes con las mismas, por lo que llevan boquillas de repuesto (Cuadro 12).

Cuadro 12. Características del equipo utilizado por los trabajadores agropecuarios y jardineros, Heredia, 2018

<b>Objetivo</b>	<b>Antigüedad del equipo</b>	<b>Tipo de boquilla</b>
Mantenimiento de jardines	De menos de un año hasta 20 años	8002 y 8003
Control de ácaros en rumiantes	3 y 8 años	8003 y 8002
Mantenimiento de cafetales	3 años	8002
	Menor a 1 año	C-35
Preparación de terreno para la siembra	3 años	8003
Control de insectos en plantaciones de árboles	2 años	D-5

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados.

Las aplicaciones de herbicidas, insecticidas y fungicidas (Figura 6) tanto en cafetales, plantaciones de árboles como en jardines, empezaron entre 6:30 a.m. y 8:30 am con una duración promedio de 1,9 horas (mín. 0,2 – máx. 3,8) dependiendo del objetivo de dicha aplicación. Por ejemplo, las que se realizan para controlar la maleza en cafetales



Figura 6. Aplicación de fungicida

Fuente: Datos de la investigación (2018).

tardaron en promedio 3,5 horas (mín. 3 - máx. 3,8), cuando se realizaron para preparar terreno tardaron 3,4 horas (mín. 3 - máx. 3,7) y para mantenimiento de jardines la duración fue en promedio de 43 minutos (mín. 0,2 - máx.1 hora), debido a que el área de aplicación y la cantidad de plaguicida es menor. Además, la cantidad de bombas de 18 L que aplicaron varió de 1 a 12, de acuerdo con el objetivo de la aplicación, siendo mayor la cantidad de bombas cuando controlaban maleza en cafetal que cuando lo hacían en jardines.

Por otra parte, las labores de baño de vacas con insecticida, en el proyecto de la Estación Experimental Finca Santa Lucía iniciaron posterior a la labor de ordeño, entre las 8:30 y 9 a.m. con una duración promedio de 30 minutos. En la Escuela de Medicina Veterinaria dan inicio entre las 10 y 11 a.m. y su duración fue de 18,6 minutos.

### 5.2.2. Entorno laboral

Todas las aplicaciones de plaguicidas se realizan en campo abierto a excepción de las que tienen el objetivo de controlar los ácaros, las cuales son realizadas dentro de las instalaciones de la lechería y cuadras bajo techo (Figura 7).



Figura 7. Aplicación de plaguicida para el control de ácaros

Las áreas de aplicación a campo abierto presentaron desniveles significativos y rocas, lo cual, generó la caída por parte de dos funcionarios, sin que estos percibieran lesiones, pero sí el contacto del plaguicida derramado con la espalda.

Fuente: Datos de la investigación (2018)

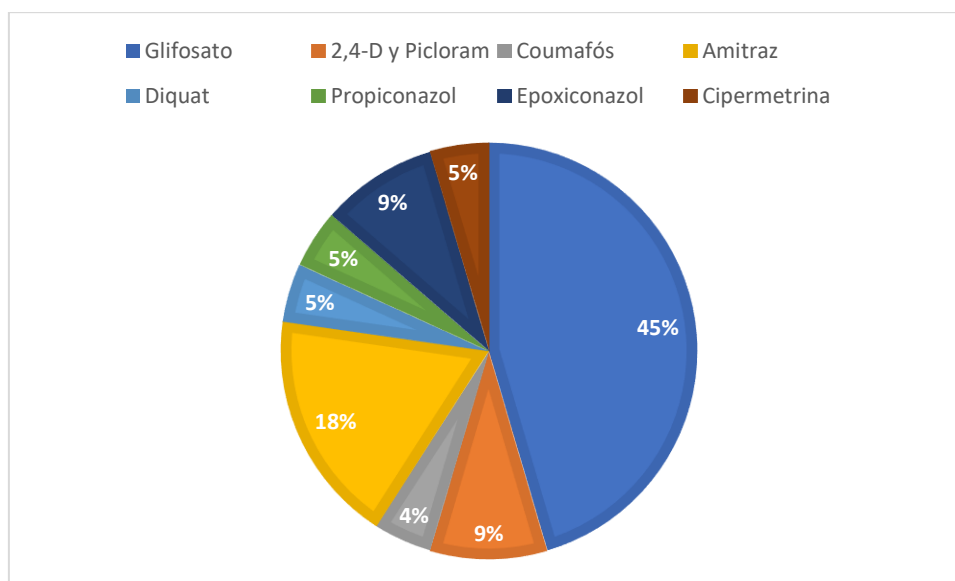
En la mayoría de las instalaciones, hay ducha para uso de los trabajadores, sin embargo, las condiciones en las que se encuentran, así como la falta de jabón, son los fundamentos en los que se basaron los trabajadores para decidir no hacerlo. Ninguna de las instalaciones cuenta con centros de lavado de ropa, razón por la que los trabajadores llevaron su ropa de trabajo a su casa. Según indicó la mayoría de los trabajadores, esta ropa es lavada por las esposas de ellos, quienes la apartan de la demás ropa de la familia.

No se realiza comunicación oficial a lo interno ni a lo externo sobre las aplicaciones de plaguicidas. Se observan personas trabajadoras, visitantes y estudiantes que transitan por los lugares donde se está realizando la aplicación. A uno de los visitantes se le informó en el momento, sin embargo, pasó tres veces más por la zona contaminada.

### 5.2.3. Producto

Durante el estudio se observó el uso de diferentes ingredientes activos (Gráfico 1); todos se encontraban en estado líquido y fueron diluidos en agua. Se desconoce el tipo de ingredientes inertes que componen cada una de las formulaciones comerciales, ya que no es posible identificarlos en la etiqueta.

Gráfico 1. Plaguicidas utilizados por los trabajadores durante las observaciones, Heredia, 2018



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados.

La frecuencia de aplicación varía de 1 a 3 veces por año cuando el objetivo es eliminar la maleza a orilla de calle, de igual manera la frecuencia de aplicación de amitraz en ganado, en la Finca Santa Lucía es realizada de forma mensual y en la Escuela de Medicina Veterinaria, se realiza cuando se identifica la presencia del ácaro. Se realizan 5 ciclos de control de malezas en cafetales por año, esto implica que el trabajador ejecute la tarea de 1 a 2 veces al mes. Los plaguicidas utilizados se encontraban etiquetados según la clasificación de la OMS para toxicidad aguda tal como se muestra en las figuras 8 y 9.



Figura 8. Aplicación de plaguicida para el control de ácaros

Fuente: Datos de la investigación (2018).

EL COLOR DE LA ETIQUETA	GRADO DE TOXICIDAD	SU PELIGROSIDAD ES
	Ia Extremadamente tóxico	 MUY TÓXICO
	Ib Altamente tóxico	 TÓXICO
	II Moderadamente tóxico	<b>X</b> DAÑINO
	III Ligeramente tóxico	CUIDADO
	IV Precaución	PRECAUCIÓN

Figura 9. Color de la etiqueta según su toxicidad

Fuente: <http://4fisicayquimica.blogspot.com/2015/04/son-malos-los-productos-quimicos.html>



#### 5.2.4. Prácticas laborales

Durante las 25 observaciones, la decisión de aplicar (frecuencia y tipo de producto) fue tomada en 12 ocasiones por los trabajadores, quienes fundamentaron dicha decisión en su experiencia y en la observación de alguna plaga. Una práctica observada en todos los centros de trabajo donde se aplicaron plaguicidas fue que no se delimitan, ni señalizan las áreas, lo cual podría aumentar la exposición también de visitantes, estudiantes y otros trabajadores que transitan por la zona.

La mayoría de los trabajadores disolvieron el plaguicida en agua en el mismo sitio de aplicación; solamente dos de ellos lo hicieron cerca de la bodega de almacenamiento de materiales de jardinería, ya que ahí tienen a disposición el suministro de agua. En 18 ocasiones se utilizaron recipientes para medir la cantidad de plaguicida a diluir. Las 7 veces restantes, se nos indicó que el recipiente del producto ya tenía la cantidad lista para utilizar y se añadió el contenido completo del contenedor. En una ocasión se observó que se adicionaba

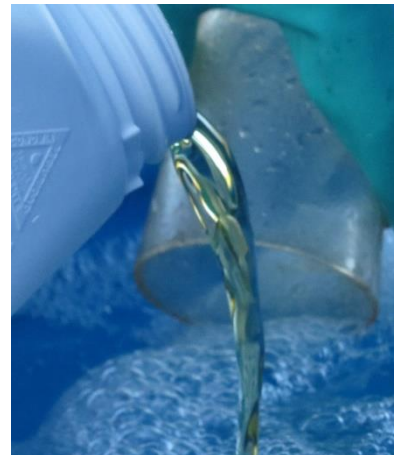


Figura 10. Adición de plaguicida

Fuente: Datos de la investigación (2018).

plaguicida sin ser medido (Figura 10), al consultar el por qué, indicaron que, según la experiencia, se requería añadir más producto para que la efectividad fuera la deseada.

Para diluir la mezcla, la mayoría de los trabajadores añaden una parte de agua al contenedor (estañón, bomba manual de espalda, motobomba), luego agregan la cantidad de plaguicida requerida y posteriormente, adicionan la cantidad de agua faltante para completar la capacidad del contenedor.

---

Adicionalmente, en pocas ocasiones, mueven el contenedor para que se complete la disolución. Solamente en dos casos se observó que el trabajador utilizó su mano y antebrazo cubierto con un guante de neopreno, para agitar la mezcla.

Una práctica positiva, observada en una de las ocasiones fue que previo al traslado de las bombas manuales de espalda, se sujetaron en el cajón del vehículo, previniendo que se caigan y se derrame el producto.

La mayoría de los trabajadores que realizan la aplicación de más de 5 bombas, no tomaron descansos para hidratarse, pues indicaron que prefieren hacerlo de este modo para terminar rápido, pues entre más tiempo pasa, aumenta el calor o podría llover, esto último disminuiría o anularía el efecto del producto sobre la planta. Por otra parte, los trabajadores que se hidrataron no tenían a disposición agua y jabón para lavarse las manos, aumentando el riesgo de ingerir parte del plaguicida.

#### *5.2.4.1. Equipo de protección personal (EPP)*

Durante las observaciones, los trabajadores mostraron disposición y actitud positiva hacia el uso del EPP. Dos de los trabajadores indicaron que, en aplicaciones anteriores al estudio, no utilizaban equipo de protección debido a lo incómodo que les resulta y que desconocían acerca de la peligrosidad de los productos utilizados, además, manifestaron que fuera de la Universidad han trabajado en lugares donde no es obligatorio su uso.

Los trabajadores que asistieron a la persona encargada de aplicar en la tarea de preparación de la mezcla no utilizaron equipo de protección ocular, dérmico ni respiratorio. Por su parte, la mayoría de las personas encargadas de aplicar utilizaron únicamente guantes impermeables (nitrilo o neopreno) durante esta tarea. Solamente cinco trabajadores de los 12 observados, se colocaron todo el equipo de protección personal previo a la preparación de la mezcla. Ningún

trabajador inspeccionó previamente su EPP, lo que resultó en que se utilizara una pieza facial sin una de sus partes, o equipo empolvado (Figura 11), uno de los guantes estaba roto, el trabajador no sabía de quién era el protector respiratorio, la antigüedad de los filtros, ni si estos protegen contra plaguicidas. Adicionalmente, en una ocasión al buscar el EPP, no se encontró la protección ocular y decidió realizar la aplicación sin los anteojos de seguridad.



Figura 11. Estado empolvado del protector respiratorio

En seis de los 12 trabajadores, se evidenció confusión en la selección del EPP para la tarea de manipulación de plaguicidas, utilizando mangas de protección solar y respirador libre de mantenimiento N95 y mascarilla, siendo éste, equipo que no proporciona la protección suficiente contra las sustancias químicas. Uno de los trabajadores no sabía cómo colocarse el equipo de protección respiratoria, ubicando la parte que debe ir en la nariz, en la barbilla. Solamente una vez, uno de los trabajadores realizó pruebas de ajuste, posterior a la colocación de la pieza facial de media cara, sin embargo, este tenía el rostro con barba, lo cual dificulta dicho ajuste y no se puede garantizar el sello del protector respiratorio con la piel de la cara. Los filtros eran reutilizados y en ocasiones se utilizaban sin prefiltros, lo cual podría generar que el filtro contra los plaguicidas se moje por el mismo, perdiendo la efectividad de la protección.

No se observó a ningún trabajador lavando el EPP posterior a la aplicación y la forma en que lo almacenan genera que se empolve. Finalmente, todos los trabajadores indicaron desconocer la técnica para quitarse los guantes, y se observó que se quitaban el segundo guante con la mano

---

descubierta (véase también la sección 5.3.2. del trazador fluorescente). La técnica sobre cómo quitarse los guantes fue explicada en el primer taller de devolución de resultados.

#### *5.2.4.2. Higiene personal*

A pesar de que en la mayoría de los centros de trabajo hay ducha, los trabajadores indicaron no utilizarlos. Tres de ellos, se bañan en su casa que se ubica cerca del lugar de trabajo. Otros tres llevaron camiseta y pantalón para realizar el cambio de ropa. Los demás (seis), esperaron a finalizar su jornada de trabajo para bañarse en su casa.

### **5.3. Rutas y niveles de exposición**

#### *5.3.1. DREAM*

Se realizaron 25 evaluaciones con el DREAM, en las cuales participaron 12 trabajadores. Las tareas analizadas con el DREAM fueron: preparación de la mezcla y aplicación del plaguicida, para las cuales se aplicó esta herramienta de forma conjunta. Se verificó la normalidad de los datos, tanto los puntajes totales de la exposición dérmica potencial (exposición en ropa, guantes y piel no-cubierta), como la exposición real (exposición en la piel) y real ponderada (multiplicación de la exposición real por el factor de superficie corporal) siguieron una distribución log-normal; los puntajes de las partes del cuerpo no siguieron distribuciones (log)normales.

Para la exposición dérmica potencial y real, las manos fueron la parte del cuerpo con mayor frecuencia de puntajes mayor a cero (100% y 96% respectivamente), seguido por los pies y antebrazos (cuadro 13). El nivel de exposición dérmica se encontró en la categoría 'moderada' (mediana=40,8) según la clasificación de van Wendel de Joode et al. (2003), no obstante, los puntajes del percentil 75 y 90 ( $p_{75}=100$ ,  $p_{90}=169,6$ ) se encontraban en la categoría 'alta'. Al tomar en cuenta el factor de protección por ropa y guantes, se obtiene una exposición dérmica real total muy baja, baja y moderada

---

(p50=6,6; p75=18,1; p90=31,9). Es notable que la parte del cuerpo que obtuvo los puntajes mayores fueron las manos. Las diferencias de los puntajes de DREAM totales potenciales y reales fueron mayores entre diferentes trabajadores que entre distintos días de observación, así lo demuestran los coeficientes de correlación intraclase (ICC); las diferencias entre trabajadores explicaron un 69,8%; 60,6% y 61,4% de la variabilidad de los datos para la exposición potencial total, real y real ponderada por superficie de los distintos partes del cuerpo, respectivamente.

Para los ocho trabajadores con observaciones repetidas, se comparó el puntaje total real ponderado transformado a una escala logarítmica normal; no se observaron diferencias entre la primera y la segunda observación (promedio de diferencia observación 2 versus 1 = 0,7 (95% IC: -0,3 – 1,8).

Cuadro 13. Distribución de los puntajes DREAM de 25 observaciones de aplicaciones de plaguicidas en 12 trabajadores, Heredia, 2018

Exposición	Parte del cuerpo	Detectado n (%)	Media	DE	Min	Percentiles					Max	ICC(%)
						10	25	50	75	90		
Exposición potencial	Cabeza	11 (44)	3,8	8,8	0	0	0	0	1,8	17,4	32,7	----
	Brazos	12 (48)	5,4	10,5	0	0	0	0	5,8	30	32,7	----
	Antebrazos	17 (68)	7,6	11,8	0	0	0	0	9	31,6	35,4	----
	Manos	25 (100)	18,8	18,2	0,9	1,3	3,3	17,4	32,4	47,3	66	----
	Tronco anterior	17 (68)	3,2	6,9	0	0	0	0,9	2,7	12,6	30	----
	Tronco posterior	13 (52)	6,6	11,5	0	0	0	0,3	9	30	32,7	----
	Muslo	3 (12)	1,2	6	0	0	0	0	0	0,6	30	----
	Pierna	20 (80)	6,2	9,9	0	0	0,3	1	9	30	32,7	----
	Pies	21 (84)	7	10,4	0	0	0,6	2,7	9	30,4	35,4	----
Total Potencial	25(100)	60	68,8	0,9	2,3	4,9	40,8	100	169,6	249	69,8	
Exposición real	Cabeza	5 (20)	0,1	0,5	0	0	0	0	0	0,3	2,7	----
	Brazos	7 (28)	0,6	2	0	0	0	0	0,1	2,3	9	----
	Antebrazos	10 (40)	0,5	1,3	0	0	0	0	0,3	2,9	5,4	----
	Manos	24 (96)	9,5	12,1	0	0	1,1	5,2	13,9	23,9	53,5	----
	Tronco anterior	7 (28)	0,04	0,1	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	----
	Tronco posterior	8 (32)	0,1	0,5	0	0	0	0	0,1	0,3	2,7	----
	Muslo	1 (4)	0,1	0,5	0	0	0	0	0	0	2,7	----
	Pierna	9 (36)	0,2	0,6	0	0	0	0	0,1	0,8	2,9	----
	Pies	19 (76)	0,8	1,3	0	0	0,05	0,3	0,8	3	5,4	----
Total Real	25(100)	12,1	15,2	0,3	0,5	1,3	6,6	18,1	31,9	68,4	60,6	
Total Real ponderada	25(100)	6,5	9	0,1	0,3	0,7	3,2	9,3	16	42,4	61,4	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados.

---

Realizando las correlaciones Spearman entre las partes del cuerpo que presentaron puntajes con una mediana mayor a cero, se encontró que existe correlación relativamente alta entre distintas partes del cuerpo (Spearman mayor a 0,6), siendo la correlación mayor ( $r=0,9$ ) entre los pies y las piernas (exposición potencial) y el puntaje de los pies (exposición real) con los pies en la exposición potencial con un  $r=0,9$ .

Por su parte, no existe correlación entre el puntaje de las manos ni con las piernas ni con los pies y la correlación de las manos con el tronco anterior y la espalda es moderada ( $r=0,5$ ), llegando a la conclusión que para explicar los resultados se podían agrupar las partes del cuerpo, ya que existe una correlación positiva entre ellas (Cuadro 14), exceptuando las manos.

Cuadro 14. Correlación de puntajes DREAM para las partes del cuerpo con la mediana mayor a cero, Heredia, 2018

	Parte del cuerpo 1	Parte del cuerpo 2	Spearman $\rho$	Prob> p
<b>Exposición Potencial</b>	Manos	Potencial Total	0,7	<,0001
	Tronco anterior	Potencial Total	0,8	<,0001
	Tronco anterior	Manos potencial	0,5	0,01
	Espalda	Potencial Total	0,8	<,0001
	Espalda	Manos potencial	0,3	0,08
	Espalda	Tronco anterior	0,9	<,0001
	Piernas	Potencial Total	0,9	<,0001
	Piernas	Manos potencial	0,5	<0,01
	Piernas	Tronco anterior potencial	0,7	<,0001
	Piernas	Espalda potencial	0,7	<,0001
	Pies	Potencial Total	0,9	<,0001
	Pies	Manos potencial	0,6	<0,001
	Pies	Tronco anterior potencial	0,7	<0,001
	Pies	Espalda potencial	0,6	<0,001
	Pies	Piernas potencial	0,9	<,0001
	<b>Exposición Real</b>	Manos	Potencial Total	0,3
Manos		Manos Potencial	0,2	0,41
Manos		Tronco anterior potencial	0,5	0,02
Manos		Espalda potencial	0,5	0,01
Manos		Piernas potencial	0,2	0,35
Manos		Pies potencial	0,1	0,74
Pies		Potencial Total	0,9	<,0001
Pies		Manos potencial	0,6	<0,001
Pies		Tronco anterior	0,7	<,0001
Pies		Espalda potencial	0,7	<0,001
Pies		Piernas potencial	0,9	<,0001
Pies		Pies potencial	0,9	<,0001
Pies		Manos real	0,1	0,53
Total Real		Total Potencial	0,8	<,0001
Total Real		Manos potencial	0,8	<,0001
Total Real		Tronco anterior potencial	0,6	<0,01
Total Real		Espalda potencial	0,5	0,02
Total Real	Piernas potencial	0,7	<,0001	
Total Real	Pies potencial	0,8	<,0001	
Total Real	Manos Real	0,1	0,61	
Total Real	Pies Real	0,8	<,0001	

Fuente: Datos de la investigación (2018)

Tanto en el cuadro 15 como mediante el modelo conceptual simplificado (Figuras 12,13, 14. van Wendel de Joode et al., 2003) comparando el percentil 75 (p75) de los puntajes DREAM, se puede visualizar que la ruta por la cual se



---

dio la mayor contaminación de las manos fue 'transferencia' (p75=9,0). Esta sucede mediante el contacto de las manos con superficies contaminadas. La transferencia fue seguida por 'emisión' (p75=8,1), que es el contacto directo del plaguicida con la piel o la ropa y de último, por 'deposición' (p75=0.9) la cual se debe al plaguicida que se encontraba en el aire y posteriormente hizo contacto con la piel o la ropa del trabajador.

Para las demás partes del cuerpo (Figura 13), la ruta principal de contaminación fue 'deposición' (p75=13.5), en donde las partículas suspendidas en el aire hicieron contacto con otras partes del cuerpo, seguido por emisión (p75=4.0) y transferencia (p75=0.0). Adicionalmente, para las rutas de exposición, los resultados de los coeficientes de correlación intraclase (ICC), igualmente demostraron que las diferencias de los puntajes entre diferentes trabajadores fueron mayores que las diferencias entre distintos días de observación; las diferencias entre trabajadores explicaron un 51,8; 63,7 y 61,2% de la variabilidad de los datos para la emisión, deposición y transferencia, respectivamente.

Cuadro 15. Distribución de los puntajes DREAM según las rutas de exposición, puntaje total potencial y real, y total real ponderado

Rutas	Parte del cuerpo	Detectado n (%)	Media	DE	Min	Percentiles					Max	ICC (%)
						10	25	50	75	90		
Emisión	Manos	19 (76)	7,2	9,4	0	0	0,4	2,7	8,1	27	27	---
	Otras partes	10 (40)	3,4	6,8	0	0	0	0	4	15,1	24,3	---
	Total	19 (76)	10,5	12,9	0	0	0,4	3,6	21,6	32,4	36	51,8
Transferencia	Manos	25 (100)	8,7	10,1	0,3	0,7	0,9	9	9	30	30	---
	Otras partes	4 (16)	18,2	46,7	0	0	0	0	0	132	150	---
	Total	25 (100)	27	46,6	0,3	0,7	0,9	9	30	137,7	159	63,7
Deposición	Manos	17 (68)	2,9	6,3	0	0	0	0	0,9	2,7	30	---
	Otras partes	21 (84)	19,6	44,4	0	0	0,9	2,7	13,5	63	210	---
	Total	21 (84)	22,4	50,8	0	0	0,9	3,6	16,2	72	240	---
Total potencial	Manos	25 (100)	18,8	18,2	0,9	1,3	3,3	17,4	32,4	47,3	66	---
	Otras partes	21 (84)	41,1	62,3	0	0	1,3	6,6	67,5	158,1	210	---
	Total	25 (100)	60	68,8	0,9	2,3	4,9	40,8	100	169,6	249	61,2
Total real	Manos	24 (96)	9,5	12,1	0	0	1,1	5,2	13,9	23,9	53,5	---
	Otras partes	19 (76)	2,6	4,8	0	0	0,05	0,7	2,45	14,9	15,1	---
	Total	25 (100)	12,1	15,2	0,3	0,4	1,3	6,6	18,1	31,9	68,4	60,6
	Total real ponderada	25 (100)	6,5	9,1	0,1	0,26	0,75	3,2	9,3	16	42,4	61,4

También se evidencia que la transferencia fue la ruta de exposición para todo el cuerpo que obtuvo mayor puntaje, seguida por la deposición y por último la emisión (Figura 14).

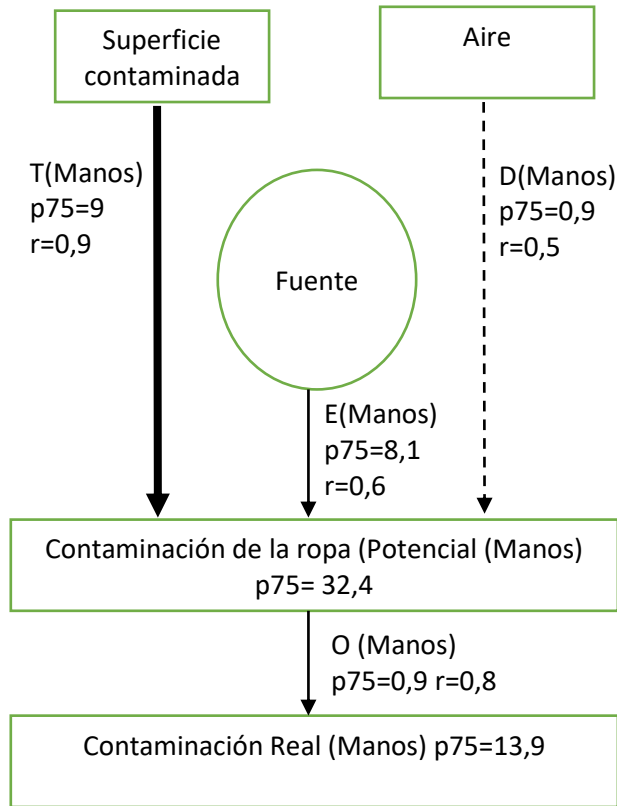


Figura 12. Manos

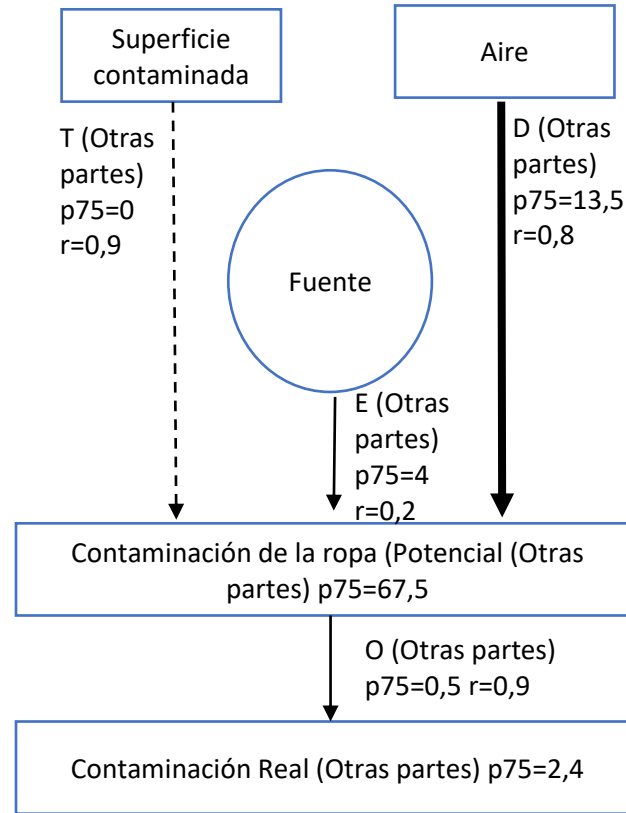


Figura 13. Otras Partes del Cuerpo

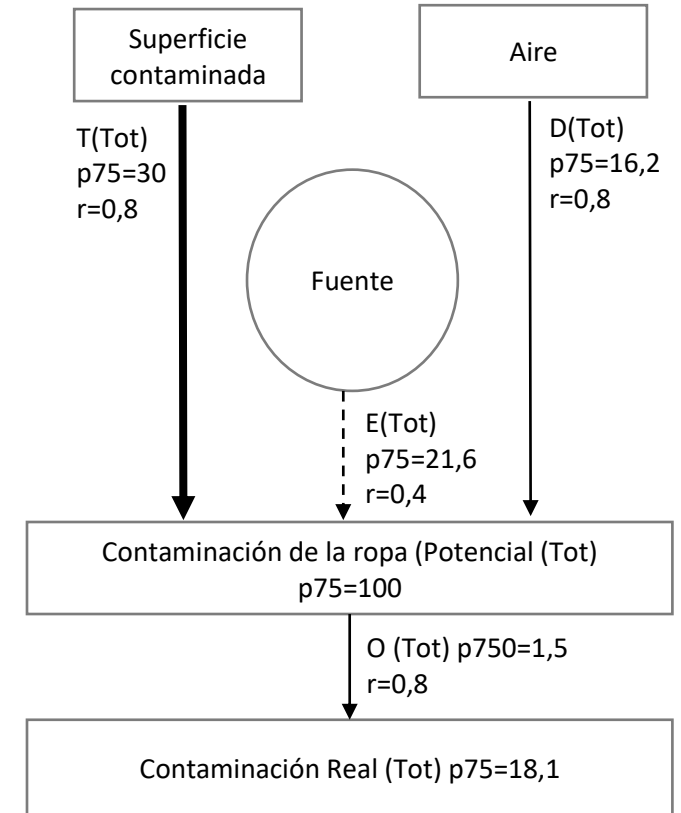


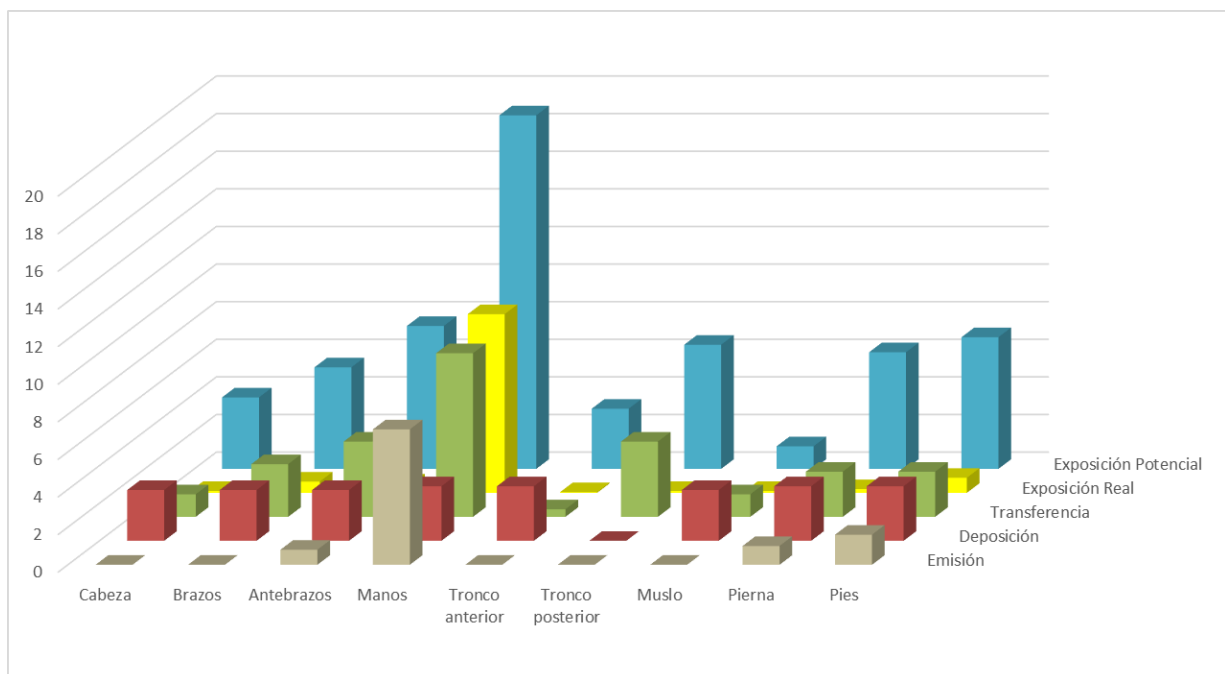
Figura 14. Todo el Cuerpo

Fuente: Datos de la investigación, basado en van Wendel de Joode et al., 2003.

En el caso de las manos, la correlación mayor que se presentó fue entre la ruta de la transferencia y la exposición potencial ( $r=0,9$ ), seguida de la exposición potencial y la exposición real ( $r=0,8$ ). Lo mismo ocurrió para las demás partes del cuerpo en donde dichas correlaciones fueron altas ( $r=0,9$ ). En todos los casos, la correlación entre la ruta emisión y la exposición potencial fue la más baja.

De acuerdo con el puntaje de la exposición real, en el gráfico 2 se puede visualizar que el puntaje mayor se dio para las manos, siendo la transferencia, tal como se indicó anteriormente, la ruta por la cual se dio mayormente la exposición para esta parte del cuerpo. La deposición se mantuvo constante para todas las partes del cuerpo a excepción del tronco posterior (espalda) en donde la exposición se dio mediante la ruta de transferencia.

Gráfico 2. Descripción general de las rutas de exposición para cada parte del cuerpo y exposiciones corporales totales



Fuente: Datos de la investigación (2018).

Al comparar las medias geométricas, así como el intervalo de confianza (95%) para los puntajes de exposición potencial y exposición real ponderada por cada trabajador (cuadro 16), se puede observar que hay dos trabajadores con una puntuación mayor, el trabajador 12 media geométrica (MG)= 9,4 (3,2-27,7) y el trabajador 10 (MG=8,0 (3,4-19,2), en comparación con los demás trabajadores con MG que varían entre 0,4 y 5,8. El trabajador 12 hizo uso de una motobomba a diferencia de todos los demás trabajadores que utilizaron como equipo una bomba manual de espalda, en cambio el trabajador 10 fue quien tuvo la mayor frecuencia de aplicación (6 veces), mientras que los demás trabajadores se encuentran entre 1-3 veces. El trabajador 7 obtuvo la menor puntuación seguido del 11 y del 1, quienes aplicaron cantidades similares de plaguicidas.

Cuadro 16. DREAM- Media geométrica e intervalos de confianza según trabajador

ID	Equipo de protección personal utilizado								Cantidad de bombas (Litros)	Equipo	Exposición Total Potencial Media geométrica (IC-95%)	Exposición Total Real Ponderada Media geométrica (IC-95%)
	Delantal/Capa	Traje completo	Guantes de nitrilo	Respirador doble filtro COV	Monogafas	Anteojos de Seguridad	Botas de hule	Zapatos de seguridad				
1	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	6,6 (1,8-24,2)	0,8 (0,2-3,0)
1	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda		
2	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	2 (36)	Bomba espalda	12,1 (2,3-64,7)	1,5 (0,3-7,3)
3	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	5,2 (0,9-27,8)	1,3 (0,2-6,3)
4	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	80,6 (15,1-430,7)	5,8 (1,2-28,7)
5	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	74,0 (20,3-269,8)	4,9 (1,4-17,3)
5	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda		
6	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11,5 (207)	Bomba espalda	15,5 (4,25-56,5)	1,8 (0,5-6,5)
6	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11,5 (207)	Bomba espalda		
7	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	2,8 (0,8-10,2)	0,4 (0,1-1,3)
7	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	1 (18)	Bomba espalda		
8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	16,8 (5,6-50,3)	1,9 (0,7-5,7)

8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda		
8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda		
9	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	2 (26)	Bomba espalda	33,4 (9,1-121,6)	2,5 (0,7-8,9)
9	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda		
10	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	65,72 (27,4-157,7)	8,0 (3,4-19,2)
10	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11 (198)	Bomba espalda		
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda		
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	8(144)	Bomba espalda		
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11 (198)	Bomba espalda		
11	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	2,8 (0,5-15,0)	0,5 (0,1-2,4)
12	No	No	Sí	No	No	No	Sí	No	8 (144)	Motobomba	86,7 (29,0-258,9)	9,4 (3,2-27,7)
12	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	7,5 (135)	Motobomba		
12	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	1 (18)	Motobomba		

Fuente: Datos de la investigación, 2018.

---

El cuadro 17 demuestra que según el análisis bivariado del puntaje de la exposición total real ponderada, las determinantes que pudieron influir en este resultado son el objeto de aplicación, particularmente después de unir la categoría 'árbol' con 'jardín' y 'terreno para siembra' con 'vacas' ( $R^2=0,3$ ;  $p=0,01$ ); la aplicación de plaguicidas en el cafetal resultó en la mayor exposición dérmica con una MG de 5,4 seguido por la 'preparación de terreno para la siembra o aplicación de acaricida en vacas' (MG=4), mientras que la aplicación en jardines y árboles generó una exposición inferior (MG=0,6). Los resultados del modelo mixto, tomando en cuenta que los datos de un mismo trabajador se correlacionaron, demostraron las mismas tendencias, aunque el valor de la MG para la exposición de preparación de terrenos/vacas disminuyó y el modelo perdió precisión ( $p=0,07$ ).

Otro factor que aparentemente influyó la exposición fue el equipo utilizado para aplicar el plaguicida; las aplicaciones con motobomba tenían una MG aproximadamente seis veces mayor que aplicaciones con bomba manual de espalda MG=13,0- 2,2 respectivamente,  $p=0,06$ . Sin embargo, al correr el modelo mixto, aunque los estimado de los MG fueron similares, el modelo perdió precisión ( $p=0,17$ ). Finalmente, se observó una tendencia para la cantidad de bombas aplicadas, por cada bomba aplicada, el puntaje de DREAM aumentó 1,1 veces  $p=0,08$ ). De nuevo el modelo mixto demostró una asociación similar, pero menos preciso ( $p=0,16$ ). La dirección de la boquilla utilizada por el trabajador (al suelo u otra dirección) no demostró diferencias.



Cuadro 17. DREAM- Resultados de análisis de regresión lineal simple y de modelos de regresión mixta (incluyendo 'trabajador' como factor aleatorio)

Variable	N (k)	Regresión lineal		Modelo mixto	
		Media geométrica (IC-95%)	Valor de p	Media geométrica (IC-95%)	Valor de p
<b>Objeto de aplicación agrupado (*)</b>					
• Café	9 (4)	5,4 (2,3-12,5)	0,01	5,6 (1,59-20,0)	0,07
• Árbol- Jardín	7 (5)	0,6 (0,2-1,7)		0,7 (0,20-2,6)	
• Vacas – terreno	9 (5)	4,0 (1,6-10,4)		2,7 (0,8-9,5)	
<b>Equipo utilizado</b>					
• Bomba de espalda	22 (11)	2,2 (1,1-4,1)	0,06	1,7 (0,7-4,3)	0,17
• Motobomba	3 (1)	13,0 (2,3-73,8)		13,0 (0,7-243,9)	
<b>Cantidad de bombas</b>	25 (12)	1,1 (1-1,3)	0,08	1,1 (1-1,3)	0,16
<b>Dirección de boquilla</b>					
Suelo	16 (9)	2,7 (1,2-6,3)	0,95	2,6 (0,7-8, 9)	0,53
Otro	9 (3)	2,64 (0,9-7,4)		1,5 (0,40-5,8)	

N= Cantidad de observaciones, K= Cantidad de trabajadores (\*) La cantidad total de trabajadores suma 14 debido a que dos trabajadores fueron observados al realizar la aplicación de plaguicida en cafetal y en preparación de terreno para la siembra.

Fuente: Datos de la investigación (2018)

Finalmente, se observó una correlación positiva moderada tanto entre el puntaje total del DREAM real ponderado y la estimación de la magnitud del riesgo percibida por los trabajadores ( $r=0,44$ ,  $p=0,03$ ) como entre el puntaje total del DREAM real ponderado el puntaje total del trazador fluorescente ( $r=0,41$   $p=0,04$ ,  $n=25$ ).

### 5.3.2. Trazador Fluorescente

Se realizaron 25 evaluaciones con trazador fluorescente, en las cuales participaron 12 trabajadores, 8 fueron observados más de una vez. De acuerdo con la metodología se analizaron 28 partes del cuerpo (Cuadro 18), resultando en puntajes para cada parte del cuerpo y un puntaje total.

Cuadro 18. Partes del cuerpo observadas

Área del cuerpo	Segmento del cuerpo	Área del cuerpo	Segmento del cuerpo
Cara	1. Derecha	Manos	17. Palma derecha
	2. Frente		18. Dorso derecho
	3. Izquierda		19. Palma izquierda
	4. Detrás		20. Dorso izquierdo
Cuello	5. Anterior	Muslo y glúteos	No se incluyen
	6. Posterior	Pierna	21. Anterior derecha
Tronco	7. Frente		22. Posterior derecha
	8. Atrás		23. Anterior izquierda
Brazo	9. Anterior derecho		24. Posterior izquierda
	10. Posterior derecho	Pies	25. Anterior derecho
	11. Anterior izquierdo		26. Posterior derecho
	12. Posterior izquierdo		27. Anterior izquierdo
Antebrazo	13. Anterior derecho		28. Posterior izquierdo
	14. Posterior derecho		
	15. Anterior izquierdo		
	16. Posterior izquierdo		

Fuente: Aragón et al., 2006

Los segmentos del cuerpo mencionados en el cuadro 18, presentaron correlación relativamente alta entre ellas, en su mayoría  $r \geq 0,6$  (Cuadro 19). Al comprobarse dicha correlación, se decidió agrupar las partes del cuerpo tal como se muestra en el Cuadro 20, ya que, por ejemplo, si la parte frontal de la cara se correlaciona con la parte derecha e izquierda, se concluye que la contaminación dérmica se está dando de forma similar en dichas partes del

cuerpo. Adicionalmente, se deseaba realizar el análisis similar a la descripción de las partes del cuerpo que presenta el DREAM.

Cuadro 19. Correlación de puntajes del Trazador fluorescente para las partes del cuerpo con la mediana mayor a cero

Segmento del cuerpo 1	Segmento del cuerpo 2	Spearman $\rho$	Prob>  $\rho$
Cara frente	Cara derecha	0,6	<0,01
Cara izquierda	Cara derecha	0,6	<0,001
Cara izquierda	Cara frente	0,7	<,0001
Detrás cabeza	Cara derecha	0,5	<0,01
Cuello anterior	Cara derecha	0,7	<,0001
Cuello anterior	Cara frente	0,6	<0,01
Cuello anterior	Cara izquierda	0,6	0,004
Cuello anterior	Detrás cabeza	0,6	<0,01
Cuello posterior	Detrás cabeza	0,6	0,001
Brazo posterior derecho	Brazo anterior derecho	1	0
Brazo anterior izquierdo	Brazo anterior derecho	1	0
Brazo anterior izquierdo	Brazo posterior derecho	1	0
Brazo posterior izquierdo	Brazo anterior derecho	0,7	<0,001
Brazo posterior izquierdo	Brazo posterior derecho	0,7	<0,001
Brazo posterior izquierdo	Brazo anterior izquierdo	0,7	<0,001
Antebrazo anterior izquierdo	Antebrazo anterior derecho	0,8	<,0001
Antebrazo anterior izquierdo	Antebrazo posterior derecho	0,7	<,0001
Antebrazo posterior izquierdo	Antebrazo anterior derecho	0,8	<,0001
Dorso mano derecho	Palma mano derecha	0,8	<,0001
Dorso mano izquierda	Dorso mano derecha	0,9	<,0001
Palma mano izquierda	Palma mano derecha	0,8	<,0001
Palma mano izquierda	Dorso mano derecho	0,7	<0,001
Palma mano izquierda	Dorso mano izquierda	0,7	<0,001

Fuente: Datos de la investigación (2018.)

La parte del cuerpo con mayor puntuación fue la espalda (Figura 15) con un puntaje máximo de 39, lo cual representa el 60% de la puntuación máxima para esa parte del cuerpo. El ICC calculado indica que las diferencias de los puntajes entre diferentes trabajadores fueron menores que las diferencias entre distintos días de observación (ICC=38%). No se observó trazador fluorescente en el tronco anterior ni en los pies de los trabajadores.



Figura 15. Trazador fluorescente en espalda.

Fuente: Datos de la investigación (2018.)

Cuadro 20. Distribución de los puntajes del trazador fluorescente según partes del cuerpo (n=25, 12 trabajadores) Heredia, 2018

Parte del cuerpo	Detectado n (%)	Media	DE	Min	Percentiles					Max	ICC (%)
					10	25	50	75	90		
Cabeza	19 (76)	4,9	6,9	0	0	0,1	2,6	7,7	14,8	28,9	38%
Brazos	2 (8)	0,4	1,6	0	0	0	0	0	0,8	8	
Antebrazos	7 (28)	3,2	7,8	0	0	0	0	0,9	18,6	30	
Manos	15 (60)	3,4	5,8	0	0	0	0,7	5,7	10,9	25	
Tronco anterior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Espalda	14 (56)	11,6	14,7	0	0	0	5,2	24,7	39	39	
Pierna	1 (4)	0,1	0,4	0	0	0	0	0	0	2,1	
Pies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	22 (88)	24,6	30,5	0	0	3,1	15,2	39,7	59,2	134,2	

Fuente: Datos de la investigación (2018).

La cabeza, incluido el cuello, (Figura 16) fue la parte del cuerpo en la que con mayor frecuencia se observó trazador (76%), seguida de la espalda (60%) y las manos (60%) (Figura 17). Solamente en un trabajador se observaron pequeñas

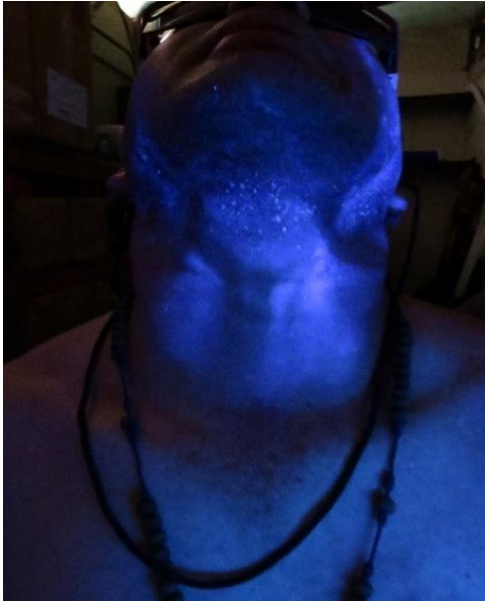


Figura 17. Trazador fluorescente en cuello.  
Fuente: Datos de la investigación (2018)



Figura 16. Trazador fluorescente en manos  
Fuente: Datos de la investigación (2018)

manchas

del trazador en las piernas, en esta ocasión el trabajador utilizó pantaloneta sobre la cual se colocó el traje de protección, a diferencia de las veces anteriores en las que utilizó pantalón de mezclilla, sobre el cual, se colocó un pantalón de PVC o el traje de protección.

Para las partes del cuerpo con una mediana mayor a cero, los datos demostraron una correlación positiva moderada entre las manos y la cabeza ( $r=0,6$   $p<0,01$ ), mientras que el puntaje total se correlacionó fuertemente, con el puntaje de la espalda ( $r=0,8$   $p<0,01$ ) y de forma moderada con las manos ( $r=0,6$   $p<0,01$ ) y la cabeza ( $r=0,5$   $p<0,1$ ). No demostró correlación la espalda con la cabeza ni con las manos.

---

El trabajador 12, quien usó una motobomba y en la primera aplicación solamente utilizó un guante de nitrilo y botas de hule como equipo de protección personal, obtuvo la mayor puntuación. Seguido por el trabajador 6 y 10 quienes utilizaron una bomba manual de espalda y adicionalmente, todo el equipo requerido, sin embargo, el trazador pasó a través del traje. (MG)= 38,6 (12,5-118,9), (MG=21,6 (5,9-79,1) y (MG=18,0 (7,1-45,9) respectivamente. En cambio, quienes aplicaron cantidades entre 18 y 36 L (trabajador 11, 9 y 1), obtuvieron la menor puntuación (MG=4,3 (0,8-21,7), (MG=5,3 (1,5-19,5) y (MG=5,9 (1,6-21,1) respectivamente (cuadro 21).

Cuadro 21. Variables consideradas, media geométrica e intervalo de confianza del puntaje total del trazador fluorescente según trabajador

ID	Equipo de protección personal utilizado								Cantidad de bombas (L)	Equipo	Media geométrica (IC-95%)
	Delantal/Capa	Traje completo	Guantes de nitrilo	Respirador doble filtro COV	Monogafas	Anteojos de Seguridad	Botas de hule	Zapatos de seguridad			
1	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	5,9 (1,6-21,1)
1	No	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	
2	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	2 (36)	Bomba espalda	14,7 (2,9-74,6)
3	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	7,3 (1,4-37,0)
4	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	10,3 (2,0-52,0)
5	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	9,1 (2,5-33,2)
5	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	
6	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11,5 (207)	Bomba espalda	21,6 (5,9-79,1)
6	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	
7	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	8,0 (2,0-26,3)



7	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	1 (18)	Bomba espalda	
8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	10,6 (3,4-32,7)
8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11,5 (207)	Bomba espalda	
8	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	
9	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	2 (36)	Bomba espalda	5,3 (1,5-19,5)
9	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	
10	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	18,0 (7,1-45,9)
10	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11 (198)	Bomba espalda	
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	12 (216)	Bomba espalda	
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	8(144)	Bomba espalda	
10	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	11 (198)	Bomba espalda	
11	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	1 (18)	Bomba espalda	4,3 (0,8-21,7)
12	No	No	Sí	No	No	No	Sí	No	8 (144)	Motobomba	38,6 (12,5-118,9)
12	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	7,5 (135)	Motobomba	
12	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	1 (18)	Motobomba	

Fuente: Datos de la investigación (2018).

---

De acuerdo con el análisis bivariado del puntaje total del trazador fluorescente, las determinantes que pudieron influir en dicho puntaje son el objeto de aplicación después de unir la categoría 'árbol' con 'jardín' y 'terreno para siembra' con 'vacas' ( $R^2 = 0,3$ ;  $p=0,01$ ) (cuadro 22); la aplicación de plaguicidas en el cafetal resultó en la mayor exposición dérmica con una MG de 28,0 seguido por la 'preparación de terreno para la siembra o aplicación de acaricida en vacas' (MG=11,3), mientras que la aplicación en jardines y árboles generó una exposición inferior (MG=3,9). Los resultados del modelo mixto para el objeto de aplicación, tomando en cuenta que los datos de un mismo trabajador se correlacionaron, demostraron las mismas tendencias que los modelos de regresión simple.

Otra determinante que aparentemente influyó en el puntaje fue el equipo utilizado para aplicar el plaguicida; las aplicaciones con motobomba tenían una MG aproximadamente ocho veces mayor que aplicaciones con bomba manual de espalda: MG=79,5 y 9,4 respectivamente,  $p=0,01$ . Al correr el modelo mixto, la diferencia se disminuyó, siendo la MG de la motobomba 1.7 veces mayor que la bomba de espalda, 32,7 y 19,5, respectivamente, con un valor de  $p=0,05$ . Finalmente, se observó una tendencia para la cantidad de bombas aplicadas, por cada bomba aplicada, el puntaje total del trazador fluorescente aumentó 5,8 veces ( $p=0,03$ ). Sin embargo, añadiendo 'trabajador' como factor aleatorio al modelo, la asociación se disminuyó a 1,1 y perdió precisión ( $p=0,06$ ). La dirección de la boquilla utilizada por el trabajador (al suelo u otra dirección) no demostró diferencias en puntajes del trazador fluorescente.

Cuadro 22. Influencia de diferentes variables sobre el puntaje total del trazador fluorescente

Variable	N (k)	Regresión lineal		Modelo mixto	
		Media geométrica (IC)	Valor de p	Media geométrica (IC)	Valor de p
<b>Objeto de aplicación agrupado</b>					
• Árbol-Jardín	7(5)	3,9 (1,5-10,3)	0,01	3,9 (1,4-11,0)	0,03
• Café	9 (4)	28,0 (12,51-62,5)		26,9 (9,8-73,9)	
• Vacas – terreno	9 (5)	11,3 (4,6-27,8)		11,5 (3,9-34,3)	
<b>Equipo utilizado</b>					
• Bomba de espalda	22 (11)	9,4 (5,4-16,3)	0,01	19,5 (4,2-17,6)	0,05
• Motobomba	3 (1)	79,5 (17,5-360,2)		32,7 (9,3-680,8)	
<b>Cantidad de bombas</b>	25 (12)	5,8 (1,0-2,5)	0,03	1,1 (1,0-1,3)	0,06
<b>Dirección de boquilla</b>					
• Suelo	16 (9)	13,7 (5,3-35,5)	0,73	14,0 (2,4-24,7)	0,45
• Otro	9 (3)	11,1 (5,1-24,2)		6,4 (4,0-49,0)	

N= Cantidad de observaciones      K= Cantidad de trabajadores (\*) La cantidad total de trabajadores suma 14 debido a que dos trabajadores fueron observados al realizar la aplicación de plaguicida en cafetal y en preparación de terreno para la siembra.

Fuente: Datos de la investigación (2018).

La eficiencia del EPP, específicamente del traje de protección, fue baja para la espalda de la persona, pues posterior a la aplicación, se pudo observar trazador fluorescente en esa parte del cuerpo, (Figura 18). Esto a pesar de que dicho traje fue probado para proveer una barrera contra plaguicidas según ASTM F 903 (procedimiento D), por lo cual, se procedió con la búsqueda de otro material que igualmente permita la salida del calor corporal e impida el ingreso del plaguicida. Sin embargo, no hubo influencia directa del puntaje total del trazador fluorescente.

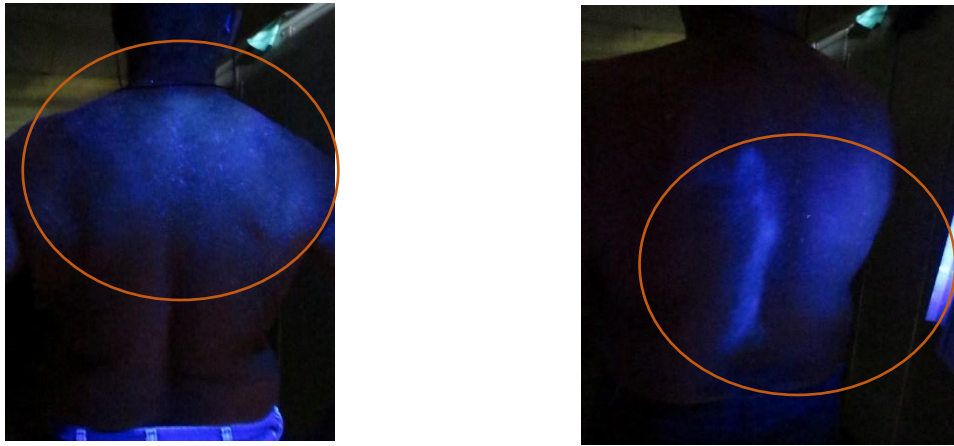


Figura 18. Visualización del trazador fluorescente en espalda.

Fuente: Datos de la investigación (2018).

En cambio, para la parte anterior del tronco (figura 19) no se observó trazador fluorescente, a pesar de que sí se observó en el traje de protección (figura 20).

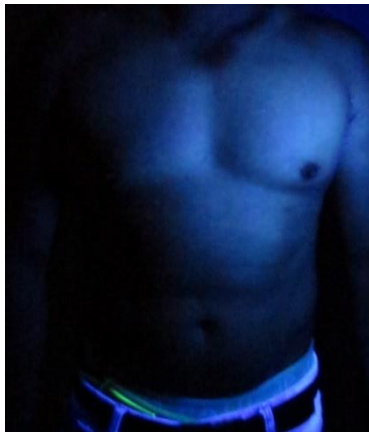


Figura 19. Visualización de la parte anterior del cuerpo.

Fuente: Datos de la investigación (2018)



Figura 20. Visualización del trazador fluorescente en el traje de protección.

Fuente: Datos de la investigación (2018)

---

Los puntajes totales del trazador no se correlacionaron con la estimación de la magnitud del riesgo percibida por los trabajadores ( $r=0,14$ ,  $p=0,55$ ). Finalmente, en cuanto a los trabajadores con observaciones repetidas ( $n=8$ ), aunque la puntuación disminuyó en el 83% ( $n=6$ ) para la segunda observación, las diferencias no fueron estadísticamente significativas: promedio de la diferencia  $\ln(\text{puntaje 2})$  versus  $\ln(\text{puntaje 1}) = -0,80$  (95% IC =  $-2,34 - 0,74$ ).

### 5.3.3. Técnica de lavado de manos

La técnica de lavado de manos fue ejecutada cuando se aplicaron plaguicidas que podían ser analizados en el laboratorio. En total se recolectaron 7 muestras de lavado de manos y 7 muestras de lavado de guantes de 4 trabajadores al finalizar la aplicación. En el cuadro 23 se muestran los resultados de los análisis, así mismo se anexa el informe de resultados del LAREP (anexo 6) y la hoja de cálculo de las conversiones (anexo 7).

La primera aplicación con motobomba muestra mayor cantidad de plaguicida en las manos que en los guantes, lo anterior podría deberse a la práctica para mezclar el producto realizada por el trabajador, ya que como se describió en la sección de Prácticas laborales, se introducía el antebrazo en el contenedor de la motobomba para agitar la mezcla y lograr la dilución. Por su parte, las aplicaciones del 2,4-D y picloram, describen la condición contraria. Para este caso, los guantes presentan la mayor cantidad de plaguicida en comparación con las manos, confirmando la protección parcial de este equipo para dicha zona del cuerpo.

No obstante, cabe resaltar la importancia de la aplicación de esta técnica, pues específicamente para este último caso, se detectaron pequeñas cantidades de plaguicida en las manos, las cuales no fueron visibles mediante el trazador fluorescente, mientras que según el puntaje DREAM para las manos fue de 0,4 para la primera aplicación de 2,4-D y picloram y de 3,0 para la segunda, coincidiendo en que sí hubo exposición. Adicionalmente, para las

---

muestras en las que se analizaba la presencia de propiconazol, se detectó también tebuconazol (guantes: 1,4 mg y manos: 1,6 mg), trifloxistrobina (guantes: 0,07 mg y manos: 0,01 mg) y epoxiconazol (guantes: 0,02 mg y manos: 0,001 mg).

#### 5.3.4. Muestreo de aire

Por medio del tubo con XAD, se recolectaron tanto los vapores como los aerosoles del plaguicida. Por su parte, el filtro IOM recolectó las partículas contaminadas con el plaguicida.

Todas las muestras de las aplicaciones con motobomba registraron la presencia del ingrediente activo, tanto en el tubo con XAD como en el filtro IOM (cuadro 23). Resalta la concentración medida para la aplicación de 18 L de propiconazol con una motobomba, aun cuando el tiempo de exposición fue menor que cuando se aplicó epoxiconazol. Adicionalmente, en esta aplicación de propiconazol, se detectó la presencia de otros plaguicidas que no fueron reportados (tebuconazol filtro IOM: 12,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , XAD: 2,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y trifloxistrobina filtro IOM: 112,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , XAD: 2,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Para el trabajador que aplicó el tordon (2,4-D y picloram), la primera vez fue detectada en el filtro IOM y el segundo día, solamente fue detectado mediante el tubo XAD.

Adicionalmente, el análisis del LAREP indica que en el tubo XAD de la muestra de cipermetrina, esta no fue detectada, sin embargo, se detectaron 14,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de ciproconazol y 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de buprofezin, plaguicidas no reportados.

Cuadro 23. Concentración de plaguicidas medidos en aire (mg/m<sup>3</sup>) y técnica de lavado de manos, puntajes DREAM y trazador fluorescente en manos

Tipo de equipo	Plaguicida (I.A. g/L)	Concentración aplicada (g/L)	Litros aplicados	mg aplicados i.a.	% Dosis potencial	Cantidad en guantes (mg)	Cantidad en manos (mg)	Factor de reducción EPP	DREAM Real Total (Manos)	Trazador Total (Manos)	XAD (µg/m <sup>3</sup> )	Filtro IOM (µg/m <sup>3</sup> )
Motobomba	1. Epoxiconazol (50)	0,01	144	1109	0,08	0,74	0,87	0,85	35 (20,1)	134,2 (2)	1,5	8,3
Motobomba	2. Epoxiconazol (50)	0,01	135	739	0,00	1,21	0,02	56,89	25,3 (19,8)	82,1 (6,7)	1,3*	0,4**
Motobomba	Propiconazol (250)	0,41	18	7393	0,01	0,70	0,50	1,40	18,8 (17,9)	43,7 (13,7)	25,8	124,8
Bomba manual de espalda	2,4 D (240)	0,79	36	28390	0,00	5,61	0,18	31,49	0,5 (0,4)	11,8 (0)	ND	2
Bomba manual de espalda	2,4 D (240)	1,58	18	28390	0,00	1,02	0,32	3,20	3 (3)	0 (0)	1,8	ND
Bomba manual de espalda	Picloram (64)	0,21	36	7570	0,00	3,65	0,14	26,19	0,5 (0,4)	11,8 (0)	ND	1,2

Bomba manual de espalda	Picloram (64)	0,42	18	7570	0,00	0,68	0,31	2,23	3 (3)	0 (0)	1,1	ND
Bomba manual de espalda	Coumafós (200)	0,20	18	3600	NA				14,7 (11,7)	3,1 (0)	ND	NM
Bomba manual de espalda	Cipermetrina (250)	0,22	18	4000	NA				0,4 (0,4)	0 (0)	ND	NM

ND: No detectado, NA: No analizado NM: No muestreado \* Tubo con XAD cae en la aplicación de la cuarta bomba \*\* Casete cae en la aplicación de la segunda bomba. Fuente: LAREP y datos de la investigación, 2018 (DREAM y Trazador Fluorescente).



---

#### *5.4. Acciones realizadas y propuestas para prevenir la exposición a plaguicidas*

Durante el transcurso de esta investigación, se fueron implementando medidas para prevenir la exposición a plaguicidas, específicamente en cuanto al uso de equipo de protección personal, así por ejemplo, cuando se observó que el protector respiratorio no era colocado correctamente, se dio la inducción al respecto. Para los trabajadores que se observaron de forma repetida, se les cambió la capa de pvc por un traje de protección de cuerpo completo, el cual proporcionó mayor comodidad, sin embargo, al igual que la capa la protección contra el contacto del plaguicida con la piel, fue parcial. Por esta razón, se procedió con la búsqueda de alternativas que igualmente facilitarían la salida del calor corporal pero que evitaran el paso del producto hacia la persona. Este traje no pudo probarse en este estudio.

Todos los trabajadores mostraron una apertura total a las modificaciones de los EPP realizadas durante el proceso, expresando también la incomodidad generada por estos y reconociendo que solamente son una barrera que en ocasiones puede fallar, no evitando la exposición.

En la reunión a la cual se convocaron a los 8 jefes participantes de esta investigación, asistieron únicamente tres. En ella se reconoció que, de acuerdo con la priorización de controles en higiene ambiental, lo primero que se debe analizar es la posibilidad de eliminar la utilización de plaguicidas en los campus pertenecientes a la UNA. Los jefes participantes indicaron que este análisis debe realizarse de manera integral, con el involucramiento y compromiso de todas las partes, haciendo énfasis no solo en el costo económico que a corto plazo podría tener la eliminación del uso de salud de las personas (toxicidad aguda y crónica), efectos en el suelo, flora y fauna.

Adicionalmente indicaron que se debe contemplar no solo a los funcionarios que realizan las aplicaciones de estos productos, sino también al área académica que se encuentra formando a los futuros profesionales. Es

---

decir, analizar el abordaje que debe tener este centro de educación superior, con respecto a esta temática.

Por último mencionaron que hace falta incluir en los programas de los diferentes cursos que abordan la temática de control de plagas, la aplicación, a lo largo de la carrera, de las técnicas y alternativas al uso de plaguicidas, es decir, proponen que en todos los cursos se realice la transferencia de conocimiento en esta misma línea, algunas alternativas podrían ser:

- Cercas vivas
- Variedades de café tolerantes a la roya
- Plantas nectaríferas
- Coberturas aprovechando materiales como la hojarasca, el rechazo de las cabras, broza

Por su parte, en la I sesión (taller participativo) con los trabajadores a la cual asistió el 50% (n=12) de los trabajadores observados, se consultó acerca de la percepción referente a la comodidad brindada por el traje de protección en comparación con la capa de PVC que utilizaban anteriormente, a lo cual, todos los trabajadores indicaron sentir mayor frescura y por ende comodidad con el traje de protección. El EPP que les genera mayor incomodidad es el protector respiratorio (pieza facial de media cara con doble filtro) pues manifiestan que se les dificulta respirar y los anteojos de seguridad, ya que estos últimos se empañan. Un trabajador indicó que “los EPP los usan a medias”, ya sea por incomodidad o por desconocimiento acerca del modo correcto para colocarlo. La reacción del 100% de los trabajadores presentes fue de sorpresa al visualizar las imágenes tomadas siguiendo la metodología del trazador fluorescente, pues confirmaron que, a pesar del uso del EPP, parte del producto contaminaba su piel.

Con respecto a la peligrosidad de los productos que utilizan, manifestaron que no reciben entrenamiento sobre este ítem, previo a realizar

---

sus labores, por esto desconocían que el glifosato es un probable cancerígeno, así como efectos adversos de los demás plaguicidas utilizados. Adicionalmente, manifestaron su preocupación referente a que estudiantes tanto de la UNA como de la UCR, realizan aplicaciones sin EPP. Un trabajador indicó que la selección de los plaguicidas a utilizar es realizada por su jefatura, quien se basa en resultados efectivos que han obtenido en otros países.

Al informarles acerca de la prohibición del uso del glifosato en la UNA, todos indicaron desconocer al respecto, sin embargo, mostraron disposición al cambio, excepto uno, que manifestó su preocupación por el tiempo que deberá invertir para realizar las tareas de forma manual o mecánica, juzgando que no se incluirá más personal para solventar el aumento de trabajo manual, por lo cual, recomienda que a la sesión sobre Alternativas al uso de plaguicidas, asistan también los jefes y encargados de proyectos, con el propósito de buscar alternativas al uso de plaguicidas en conjunto. Al pensar en alternativas al uso de plaguicidas únicamente indican que una podría ser cortar el zacate a un nivel más bajo, manifiestan desconocimiento al respecto, sin embargo, muestran actitud positiva al cambio y al nuevo aprendizaje.

Finalmente, como resultado de la II sesión sobre Alternativas al uso de plaguicidas, la cual estuvo a cargo del Dr. Fernando Ramírez, asistió el 83% (n=12) de trabajadores (jardineros y agropecuarios) convocados, 5% (n=8) de las jefaturas convocadas y 1 colaborador de uno de los proyectos. Durante la sesión, se retomaron temas como la definición de toxicidad aguda y crónica, la correcta interpretación de las etiquetas y los criterios de la FAO/OMS y PAN para la clasificación de los plaguicidas como Plaguicidas Altamente Peligrosos.

Se evidenció la necesidad de capacitación sobre cómo y por qué se debe realizar la calibración del equipo y las dosis de plaguicida a utilizar. Además, el Dr. Ramírez expuso diversidad de alternativas para el control de malezas, como:

- Selección de almácigos, suelo y plantas libres de enfermedades
- Uso de maquinaria limpia
- Sembrar diversidad de cultivos
- Utilización de herramientas para eliminar la maleza cuando está pequeña
- Coberturas (frijoles, plástico, hojas)

Adicionalmente para el control de insectos y hongos:

- Plantas nectaríferas como la llamada *Urena lobata* perteneciente a la familia de las Malváceas
- Plantas trampa
- Plaguicidas biológicos (*Beauveria sp* contra el joboto, *Pochonia* contra nematodos, etc)

Por último, se indicó que es importante fomentar la investigación sobre estas alternativas en la UNA y mantener la práctica del uso de equipo de protección personal acorde al tipo de producto que se utilice, sea este plaguicida químico o biológico.

## **6. Discusión**

### **6.1. Conocimientos, actitudes, prácticas (CAP) y percepción del riesgo**

Los CAP que manifestaron los trabajadores agropecuarios y jardineros mediante el cuestionario al inicio del estudio, concordó de forma parcial con lo observado en el campo. Las CAP de los trabajadores observados (n=12) demostraron que, aunque el 58% (n=7) indicó conocer acerca de los riesgos que implica el uso de plaguicidas, algunos los manejaron de forma inapropiada (realizaron la mezcla con el brazo, utilizaron dosis diferentes a las establecidas, adicionaron producto sin ser medido), y además la mayoría usó el EPP de manera incorrecta (no inspeccionaron el EPP previo al uso, confusión al seleccionar el equipo para la tarea de aplicación de plaguicidas, deficiencias al colocarse el respirador y quitarse los guantes, similar a otros estudios (Oliveira

---

et al., 2000; Mekonnen et al., 2002; Atreya et al., 2012). También es probable que algunos usaron el EPP solamente porque se les iba a observar, ya que dos de los trabajadores indicaron que, en aplicaciones anteriores al estudio, no utilizaron equipo de protección debido a lo incómodo que les resulta y, además, que desconocían acerca de la peligrosidad de los productos utilizados. El 89% de los trabajadores indicaron que la capacitación sobre el uso de EPP es suficiente, sin embargo, en la primera sesión participativa, la mayoría de los asistentes manifestó que requieren mayor cantidad y frecuencia de capacitación sobre el tema.

Los resultados del estudio de Oliveira et al. (2012) Conocimientos, actitudes, prácticas y biomonitorio de agricultores y residentes expuestos a plaguicidas en Brasil, coinciden con la manifestación de los trabajadores de nuestro estudio sobre la incomodidad que implica el uso de EPP; adicionalmente, indicaron que la falta de capacitación efectiva referente a la forma correcta de utilizarlo es otra causa por la que no hacen uso de este.

En concordancia con un estudio realizado por Negatu et al. (2016), sobre uso de pesticidas químicos en Etiopía, solamente un bajo porcentaje de trabajadores agropecuarios y jardineros (39%, n=11) indicaron conocer sobre alternativas al uso de plaguicidas, sin embargo, tanto los jefes como los trabajadores manifestaron su anuencia a la implementación de nuevas metodologías para el control de plagas, aspecto que debe ser considerado para construir un plan de acción que contemple medidas a corto, mediano y largo plazo, que fomente la prevención de riesgos. Por otra parte, la decisión de aplicar (frecuencia y tipo de producto) es tomada por el 50% de los trabajadores quienes fundamentan dicha decisión en su experiencia y en la observación de alguna plaga, semejante al estudio realizado por Atreya et al. (2012) sobre CAP entre trabajadores agrícolas en Nepal.

---

A pesar de que el 89% (n=25) de los trabajadores indicaron leer la etiqueta de los envases de plaguicidas, el 100% de los aplicadores observados (n=12) manifestó desconocer la peligrosidad de los productos utilizados. Se hace evidente la necesidad de capacitación al respecto, pues de acuerdo con el Reglamento Técnico NCR 208: 1995. Plaguicidas. Etiquetado, todo envase debe contener la etiqueta, la que debe indicar, entre otra información, las características toxicológicas de acuerdo con lo dispuesto por la OMS, por lo cual, cada etiqueta tiene una banda de color que hace alusión a efectos agudos, dejando de lado los efectos crónicos. Esto influye en la percepción de la peligrosidad de los plaguicidas, tanto de los jefes como de los trabajadores, quienes durante el periodo de muestreo, manifestaron que los plaguicidas que utilizan no son peligrosos.

La percepción de la magnitud del riesgo ante el uso de plaguicidas tanto de los trabajadores como de los jefes (75, 70 respectivamente), fue similar a la del estudio realizado por Obando et al. (2018), quienes evaluaron la percepción del riesgo de 16 trabajadores agrícolas que se desempeñan en la Finca Experimental Taboga de la Universidad Técnica Nacional, sede Guanacaste, dando como resultado un 75,5.

Es importante resaltar que tanto los trabajadores agropecuarios y jardineros, como los jefes participantes en el estudio, mantuvieron una actitud positiva, colaboradora e interesada con respecto a la prevención de los riesgos generados al utilizar plaguicidas, siendo este un aspecto relevante que generó que durante las observaciones se mantuviera un ambiente colaborativo especialmente por parte de los trabajadores observados. Sin embargo, en la UNA no existe un sistema que permita conocer con exactitud, el día, la hora, el producto a utilizar, el lugar, entre otros aspectos importantes, lo cual dificultó, el poder realizar las observaciones y recopilación de los datos, ya que se debía esperar que se diera el aviso por parte de las jefaturas o trabajadores (agropecuarios o jardineros) del día de la aplicación.

Por otra parte, la toxicidad crónica de los plaguicidas debe ser tomada en cuenta considerando que el ingrediente activo de más del 50% de los productos utilizados durante el estudio, se encuentra clasificado como Plaguicida Altamente Peligroso (PAP), según PAN, FAO y OMS. Lo anterior, conlleva a decidir ser una Universidad coherente con los valores que promueve, prohibiendo el uso de estos productos en los campus y estaciones experimentales y motivando a otras universidades y comunidad en general a dar el paso hacia una cultura de prevención, que muestre el interés por preservar y mantener la salud de las personas.

Se identifican prácticas de trabajo que deben atenderse en un corto plazo, como el incumplimiento del Reglamento Técnico Centroamericano 65.03.44:07 (Plaguicidas de Uso Doméstico y de Uso Profesional N° 36630-COMEX-MEIC-S), acerca de los plaguicidas permitidos para ser aplicados en lugares donde circulen, permanezcan o concurren personas. Este Reglamento indica que estas formulaciones deben estar listas para uso sin modificación alguna (dilusión o reenvase), tal como se expenden. Durante el estudio, todos los productos utilizados en los jardines tanto del Campus Omar Dengo como del Campus Benjamín Núñez fueron diluidos en agua, previo a su aplicación, pues no están listos como lo señala el Reglamento. Aunado a lo anterior, no se delimitaron, ni señalizaron las áreas en los centros de trabajo donde se aplicaron plaguicidas durante el periodo de muestreo, lo cual podría aumentar la exposición de visitantes, estudiantes y otros trabajadores que transitan por la zona en la cual se está llevando a cabo la manipulación de plaguicidas. Hace falta que los esfuerzos sean realizados en conjunto y se considere el criterio profesional de las diferentes áreas (IRET, Área de Salud Laboral, Regencia Química). Que la participación de las partes interesadas sea mucho más activa y se asuma la responsabilidad que como patronos tienen para con la seguridad de los trabajadores.

---

Adicionalmente, el Decreto N° 33507 I-S-MTSS (Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos), en su artículo 18 indica: “Se prohíbe la aplicación de plaguicidas de las diez horas a las catorce horas del día...”, práctica observada en el 56% de los casos. Por otra parte, en la mayoría de las instalaciones, hay baño donde los trabajadores podrían ducharse. Sin embargo, este hábito no es común, similar al estudio realizado por Mekonnen et al. (2002), las condiciones de suciedad en las que se encuentran los baños, así como la falta de jabón, son los fundamentos en los que se basan los trabajadores para decidir no hacerlo. El 50% de los trabajadores observados, esperaron a finalizar su jornada de trabajo para bañarse en su casa, aumentando de esta forma, la probabilidad del paso del plaguicida a través de la piel. Ninguna de las instalaciones cuenta con centros de lavado de ropa, razón por la que los trabajadores deben llevar su ropa de trabajo para ser lavada en su casa, lo cual incumple el artículo 9 del Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos.

Por otra parte, en el cuestionario de percepción del riesgo, la variable sobre el conocimiento que se atribuye a los jefes se correlaciona con el nivel de conocimiento del trabajador ( $r \geq 0,6$ -  $p < 0,001$ ), lo cual se considera positivo, pues de acuerdo con Portell et al. (2001), estas variables se asocian con la confianza de los trabajadores en las decisiones de sus jefes y como consecuencia, se podría dar una mayor aceptación de las medidas de prevención que se requieran implementar. En cuanto a la magnitud del riesgo, tanto trabajadores como jefes, dan importancia al riesgo que representa el uso de plaguicidas (mediana de 75 y 70, respectivamente); sin embargo, esto debe convertirse en la práctica en medidas de prevención efectivas que logren disminuir la exposición.

## **6.2. Método del trazador fluorescente y DREAM**

La principal similitud entre el método de trazador fluorescente y el DREAM es que, aunque con nombres diferentes, ambos identifican las posibles rutas de



exposición, el primero mediante la interpretación de las imágenes del trazador y el segundo por observación sistemática de las tareas (Cuadro 24).

Cuadro 24. Rutas de exposición del método trazador fluorescente y DREAM

	<b>Trazador Fluorescente</b>	<b>DREAM</b>
<b>Rutas de exposición</b>	Salpicaduras	Emisión
	Niebla	Deposición
	Fricción	Transferencia

Fuente: Aragón et al., 2006; van Wendel de Joode et al., 2003

Una ventaja del método DREAM es que permite realizar la evaluación sin mayor inversión económica, a diferencia del método trazador fluorescente que requiere de diversos insumos para poder ejecutarlo, no obstante, éste último permite visualizar de inmediato las zonas del cuerpo impregnadas con el trazador, siendo esta una ventaja, pues genera en el trabajador el conocimiento, de forma inmediata, acerca de las partes del cuerpo que estaban desprotegidas, y al prevencionista le permite comprobar la efectividad del equipo de protección personal. Ambos métodos han sido validados y proporcionan información valiosa que orientan la toma de decisiones al momento de definir prioridades para el accionar preventivamente. Ambos métodos tienen una cuota importante de subjetividad, por lo cual, hace necesario, que sean aplicados por profesionales con una visión prevencionista.

El DREAM, incluye 33 determinantes que deben ser consideradas al evaluar la exposición, convirtiéndose en un método ejemplo para el desarrollo de un nuevo modelo que incluya más determinantes (velocidad y dirección del viento, humedad), tal como lo menciona Camilo et al. (2015): "Si se incluyen estos determinantes faltantes, el alcance del modelo será más amplio no solo para los sistemas agrícolas en los países industrializados y en desarrollo, sino para otros procesos industriales". Al igual que en esta investigación, estudios

---

que han utilizado el DREAM como método de evaluación dermal coinciden en que la ruta de exposición predominante fue la transferencia (van Wendel de Joode et al., 2003; Hanchenlaksh et al., 2011; Vargas et al., 2018). De acuerdo con este método, el nivel de exposición a plaguicidas de los trabajadores agropecuario y jardineros fue muy bajo (p50=6,6), bajo (p75=18,1) y moderado (p90=31,9).

Al verificar de forma estadística las diferencias entre los puntajes totales del DREAM y el método del trazador fluorescente, se encontró que para el primero, este puntaje dependía del trabajador que aplicaba, mientras que, para el segundo, las diferencias fueron mayores entre días de aplicación; esto significa que este método (trazador fluorescente) es propicio para la detección de detalles puntuales, es decir, proyecta la condición actual, lo que pasó el día de la aplicación. Por su parte, el DREAM no detectó este detalle, por lo que predominan las diferencias entre trabajadores quienes realizaron generalmente distintas labores. Sin embargo, al comparar los resultados de ambos métodos, los puntajes totales sí se correlacionaron.

En esta investigación resulta interesante que el 83% de los trabajadores observados más de una vez, bajaron su puntuación según el método del trazador fluorescente, lo cual podría deberse a la intervención referente al uso correcto del EPP. Sin embargo, esto no pudo ser comprobado estadísticamente (promedio de la diferencia  $\ln(\text{puntaje 2})$  versus  $\ln(\text{puntaje 1}) = -0,80$  (95% IC = -2,34 – 0,74). Al visualizar las manchas del trazador fluorescente, los trabajadores mostraron preocupación y una completa disposición al uso del equipo de protección personal. Los puntajes obtenidos para el trazador fluorescente mostraron diferencias con el estudio realizado por Medina et al. (2014), en el cual, el segmento corporal con mayor deposición fluorescente fueron las manos (50-68%), lo cual podría corresponder a que, a diferencia de los trabajadores del estudio, la mayoría de los que se desempeñan en la UNA, utilizaron guantes de nitrilo durante todo el proceso.

Inicialmente se realizaron los análisis de regresión simple, incluyendo solamente una variable, sin tomar en cuenta el hecho de que 13 de las 25 observaciones fueron repetidas de los mismos trabajadores. Posteriormente se corrieron modelos de regresión mixta, tomando este hecho. Tanto para los puntajes DREAM como el trazador fluorescente, la variable 'objeto de aplicación' demostró diferencias, donde la aplicación de plaguicidas en el cultivo de café tenía los puntajes de DREAM y trazador fluorescente más altos. Otra variable que demostró diferencias fue el equipo utilizado; el uso de motobomba fue asociado con mayores puntajes que el uso de la bomba de espalda. Para el trazador, también la cantidad de bombas aplicadas se asoció con puntajes mayores, mientras que para los puntajes DREAM solo se observó una ligera tendencia para esta variable. Una limitante del análisis estadístico fue el tamaño de muestra, relativamente pequeña, lo cual no permitía correr modelos de regresión mixta múltiple. Sin embargo, los resultados de este estudio muestran que tanto la técnica del trazador fluorescente como el DREAM, son métodos de evaluación que aportan información valiosa y pueden utilizarse como guía para la priorización de las medidas de seguridad a implementar. Estos métodos son complementarios y permiten entender cuáles factores influyen en la exposición del trabajador.

### **6.3. Técnica del lavado de manos**

Esta técnica complementa los resultados del DREAM y trazador fluorescente que muestran que, a pesar del uso de equipo de protección, el plaguicida hizo contacto con la piel del trabajador. De acuerdo con los resultados, se comprueba que los guantes son una barrera que proporciona una protección parcial, pues en todos los casos analizados, se evidenció la presencia del plaguicida en las manos, aun cuando estos fueron utilizados y se encontraban en buen estado. Esto podría deberse a la forma de quitarse el guante y definitivamente a la práctica de realizar la agitación de la mezcla con

---

el antebrazo, generando la entrada del líquido dentro del guante. La aplicación que resultó en la mayor exposición dérmica (0,87 mg en manos) coincidió con el puntaje mayor del método trazador fluorescente, no así con el mayor puntaje del DREAM. Sin embargo, en uno de los casos en los que el trazador fluorescente no detectó la presencia del plaguicida en manos, el DREAM sí lo hizo (DREAM Real en manos=0,4 y cantidad en manos 0,18 mg).

Por otra parte, inicialmente se pensó que la presencia de plaguicidas no reportados para esa aplicación (tebuconazol y trifloxistrobina) podría deberse a la falta del lavado de la motobomba en la aplicación anterior, pues se encontró epoxiconazol tanto en guantes como en las manos (plaguicida utilizado en la aplicación anterior), sin embargo, al analizar las cantidades reportadas por el LAREP, se evidencia también que el plaguicida podría estar contaminado, situación que puede aumentar el riesgo a la salud del trabajador.

### **6.5. Monitoreo en aire**

Los resultados obtenidos mediante el monitoreo en aire demuestran que, aunque en bajas concentraciones, existe el riesgo de ingreso de los plaguicidas al organismo mediante la vía inhalatoria. La concentración mayor fue medida en el filtro IOM para la aplicación de propiconazol ( $124,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la cual se realizó con motobomba. En este caso no hubo coincidencias con la exposición dérmica (DREAM, trazador fluorescente y lavado de manos), en donde los puntajes mayores se obtuvieron con la aplicación de epoxiconazol.

En segundo lugar, se encuentra la concentración medida en el filtro IOM para la primera aplicación de epoxiconazol ( $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), también con motobomba y coincidiendo esta con la mayor exposición dérmica medida a través del método del trazador fluorescente. Esta aplicación también fue realizada con motobomba, que como es sabido, libera un tamaño de partícula

menor que la aspersión realizada con la bomba de espalda, pudiendo ser este el factor predominante en este resultado, lo cual implica que el uso de este equipo generó mayor exposición a nivel de la vía inhalatoria. Para estos plaguicidas (epoxiconazol y propiconazol) no se encuentra establecido un valor límite. Sin embargo, es importante considerar que estos valores toman en cuenta únicamente la vía de ingreso inhalatoria y el efecto en la salud que genera una sustancia a la vez. Cherrie (2017), profesor en Salud Humana (Universidad Heriott Watt de Escocia) propone cambiar el enfoque basado únicamente en el cumplimiento del Límite de Exposición Ocupacional por la reducción continua de la exposición de los trabajadores.

En el caso de las aplicaciones con Tordon (2,4-D y picloram), la duración del muestreo (que corresponde a la totalidad de la duración de la tarea), para el primer día fue de 50 min y de 23 min para el segundo, por lo cual, no se recomienda comparar contra estos valores. No obstante, la concentración de 2,4-D fue de 0,0018 mg/m<sup>3</sup> y de 0,0011 mg/m<sup>3</sup> para el picloram (primer día) y de 0,002 mg/m<sup>3</sup> y de 0,0012 mg/m<sup>3</sup> respectivamente para el segundo día. Ambos se encuentran por debajo del límite para una jornada de 8 horas (cuadro 24).

Cuadro 25. Valores límite internacionales

Ingrediente activo	Valores Límite Internacionales 8 horas (mg/m <sup>3</sup> )
2,4-D (Austria- aerosol inhalable)	1
Picloram (Suiza aerosol inhalable))	10

Fuente: Base de datos GESTIS, 2019.

## 6.6. Talleres participativos

Al mostrar a los trabajadores observados, las fotografías de las partes del cuerpo, su reacción fue de asombro y a la vez preocupación sobre la

---

contaminación que fue evidente, siendo este un aspecto importante al momento de explicar las razones sobre el uso de los EPP.

Aunque se percibió una actitud positiva hacia la disminución en el uso de plaguicidas, no se llegó a formular una propuesta concreta por parte de los trabajadores y sus jefes, quizá por la falta de un espacio asignado específicamente para la elaboración de esta. Sin embargo, gracias al apoyo del Dr. Ramírez, durante la II sesión se dieron a conocer diversas alternativas que podrían ser de fácil implementación. Por parte de los jefes, hubo baja asistencia a los talleres, sin embargo, se resalta su interés en recibir la guía por parte de profesionales en el campo, de forma que paulatinamente se realicen cambios que redunden en el bienestar y protección de los trabajadores.

En las diferentes sesiones, tanto con las jefaturas como con los trabajadores agropecuarios y jardineros, se evidenció una actitud positiva para realizar el cambio en el uso de plaguicidas, sin embargo, no se generaron medidas concretas a realizar de ahora en adelante. Se requiere el apoyo de profesionales con visión preventiva en el área de agronomía que lideren el proceso de cambio.

## Conclusiones

Este estudio demostró que la percepción del riesgo al hacer uso de plaguicidas concordó de forma parcial con las prácticas observadas en el campo, en donde los trabajadores realizaron acciones inapropiadas tanto en el manejo de los plaguicidas como en el uso del EPP. Se hace necesario una mayor concientización tanto de los jefes como de los trabajadores agropecuarios y jardineros referente al peligro que representa el uso de los plaguicidas para la salud de las personas y el ambiente.

Se comprueba, mediante las herramientas y técnicas utilizadas, que sí existe una exposición de los plaguicidas hacia los trabajadores y mediante la observación, se puede concluir que hay una posible exposición de los visitantes, estudiantes y niños, quienes se encuentran cerca de los lugares donde se realizan las aplicaciones de plaguicidas.

Las técnicas utilizadas (DREAM, lavado de manos, el trazador fluorescente y muestreo personal en aire), confirman que para la población de estudio, el EPP (traje de protección, protección respiratoria y guantes de nitrilo) no fue completamente efectivo, siendo un motivo importante para que la búsqueda de alternativas para la sustitución de los plaguicidas sea una necesidad, y además demuestra la necesidad de evaluar el EPP de forma continua de modo que se elimine el riesgo de exposición a estos productos y como consecuencia el uso del EPP no sea considerado el control principal.

Esta investigación abre el panorama sobre el manejo de plaguicidas a lo interno de la Universidad Nacional, identificando gran cantidad de condiciones y prácticas que deben ser corregidas a corto plazo. Una de ellas es el uso de Plaguicidas Altamente Peligrosos, que podrían enfermar a largo plazo, tanto a las personas que los utilizan directamente, como a los que se exponen de forma indirecta (estudiantes, visitantes, trabajadores que asisten al aplicador), así como el cumplimiento con la legislación nacional en aspectos como el uso

de plaguicidas para lugares en los cuales está prohibido (glifosato) y el lavado de la ropa dentro del centro de trabajo.

Existe una exposición a plaguicidas en un nivel bajo (según DREAM y el método del trazador fluorescente), no obstante, se requieren implementar medidas para minimizar dicha exposición, pues se utilizan plaguicidas que podrían tener efectos a largo plazo, esto se realiza sin seguir procedimientos para controlar también la exposición de otras personas (estudiantes, visitantes, incluidos niños). Siendo la Universidad Nacional una casa de educación superior, tiene la responsabilidad de formar profesionales conscientes de la problemática, a nivel global, que implica el uso de plaguicidas, por lo cual se hace necesario, que tanto la academia como la administración construyan proyectos que permitan realizar el cambio hacia formas de controlar las plagas sin productos químicos.

La espalda fue la parte del cuerpo con mayor exposición debido al paso del plaguicida a través del traje de protección y la ropa, seguida de la cabeza y las manos. Esto pudo ser comprobado con el método del trazador fluorescente ( $p_{50}=5,2$ ), ( $p_{50}=2,6$ ) y ( $p_{50}=0,7$ ) respectivamente. Tanto el DREAM como el método del trazador fluorescente propusieron información valiosa para evaluar de forma semi cuantitativa la exposición dérmica; los puntajes totales de ambos métodos se correlacionaron moderadamente e identificaron las mismas rutas de exposición dérmica. El DREAM facilitó información referente a la ruta del contaminante hacia la piel y la posible exposición de las diferentes partes del cuerpo. Por su parte, el trazador fluorescente, evidenció de forma inmediata, las partes del cuerpo contaminadas en una determinada aplicación e identifica la exposición con mayor detalle.

La combinación de técnicas para evaluar la exposición facilitó la identificación de las determinantes que están contribuyendo al aumento de la exposición. Por medio de las técnicas semi-cuantitativas se obtuvo un primer



diagnóstico y posteriormente con las técnicas cuantitativas se determinó los niveles de exposición en una parte específica del cuerpo, en este caso las manos, y además la posible exposición por vía inhalatoria. La técnica del lavado de manos confirmó parcialmente lo identificado con las técnicas semi-cuantitativas, sin embargo, en algunos casos identificó exposición por plaguicidas donde la técnica del trazador no lo identificó. Tanto el lavado de manos como el muestreo en aire evidenció la realización de mezclas de plaguicidas, los cuales, no habían sido reportados que serían utilizados.

Esta investigación puede servir de base para otros estudios acerca de los efectos de estos productos en la salud de las personas.

## **Recomendaciones**

La prevención de la exposición a plaguicidas debe ser analizada de forma integral, de manera que el aporte de los conocimientos de las diferentes especialidades afines (IRET, Salud Laboral, Regencia Química) facilite la implementación de las siguientes recomendaciones:

### **Consejo Universitario**

- Prohibir el uso de los plaguicidas altamente peligrosos en los campus de la universidad, y divulgar dicha prohibición de forma que se prevengan las exposiciones hacia los trabajadores, estudiantes y visitantes.
- Divulgar el acuerdo (UNA-SCU-ACUE-1457-2018), referente a la prohibición del uso de glifosato.

### **Vicerrectoría de Administración/Vicerrectoría de Investigación**

- Incluir como objetivo en el Plan Operativo Anual Institucional, la eliminación del uso de plaguicidas en los campus universitarios.
- Facilitar los recursos para la implementación de alternativas al uso de plaguicidas.

### **Jefes de centros de trabajo, proyectos y programas que utilizan plaguicidas**

- Asistir a las reuniones convocadas por el equipo asesor y comprometerse en el proceso de cambio e implementación de medidas de seguridad para prevenir la exposición a plaguicidas, asumiendo la responsabilidad que tienen como patronos para con la seguridad de los trabajadores.
- Apoyar y fomentar la implementación de alternativas al uso de plaguicidas que el equipo asesor recomiende.

### **Área de Salud Laboral/IRET/Escuela de Ciencias Agrarias/Regencia Química**

- Formar parte de un equipo que asesore de forma integral a las distintas unidades donde se utilizan plaguicidas, inicialmente realizando una

campaña de concientización (charlas, material divulgativo), dirigida en primer lugar a las jefaturas, acerca de los peligros que implica el uso de los plaguicidas y posteriormente acompañe a las diferentes unidades en el proceso de cambio hacia una universidad libre de plaguicidas.

- Comunicar a los directores de las Escuelas y centros de trabajo que utilizan plaguicidas, los resultados de esta investigación, así como realizar la solicitud de la implementación de alternativas al uso de estos.

Durante el proceso de cambio hacia el no uso de plaguicidas:

- Establecer un procedimiento para los trabajadores de la UNA que utilizan los plaguicidas, que incluya las medidas de seguridad y controles en todas las etapas del proceso (compra, mezcla, aplicación, disposición final) y, además, permita decidir si es inevitable la aplicación de un plaguicida, lo anterior deberá estar basado tanto en el cumplimiento de la legislación nacional como en el principio de precaución.
- Implementar un programa de capacitación continua (al menos 1 capacitación cada 2 meses), sobre temas relacionados como identificación de peligros, consideraciones al hacer uso del EPP, higiene personal posterior a las aplicaciones, calibración de los equipos, dosis y técnicas de aplicación, sustitución de productos, entre otros.
- Realizar pruebas a nuevos EPP previo al uso, de forma que se garantice la efectividad del mismo y se evite la exposición de las personas, en este caso, a los plaguicidas.

### **Directores de Escuelas de Ciencias Agrarias, Ambientales, Medicina Veterinaria**

- Fomentar la investigación y la implementación de las alternativas al uso de plaguicidas mediante prácticas de trabajo y tesis, cuyos resultados puedan ser compartidos tanto a nivel nacional como internacional.
- Incluir en la formación de profesionales en agronomía, forestales y veterinaria, los aspectos relacionados con salud ocupacional así como formas alternativas al uso de plaguicidas, de manera que estos

productos tóxicos, puedan irse reduciendo y eliminando de forma paulatina donde sea posible.

- Implementar las alternativas al uso de plaguicidas según corresponda en cada centro de trabajo e incentivarlos para que tomen la iniciativa y se involucren en la prevención y mejora de las condiciones de los trabajadores.

### **Trabajadores que utilizan plaguicidas**

- Empoderarse y asumir el compromiso sobre la implementación de alternativas al uso de plaguicidas que recomiende el equipo asesor.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

#### **Trabajadores agropecuarios, jardineros que trabajan en contacto con plaguicidas y sus jefaturas en el Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez de la Universidad Nacional**

Título del estudio: Evaluación de la exposición a plaguicidas y el uso de equipos de protección personal (EPP) en trabajadores agropecuarios y jardineros del Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez de la Universidad Nacional

*Fecha formulación del protocolo: Versión 1, junio 2017.*

#### ***¿Quiénes son los responsables del estudio?***

La investigación actual se propone para elaborar la tesis del programa de la Maestría de Salud Ocupacional de la Universidad Nacional y el Tecnológico de Costa Rica. Su coordinación corresponde a Natalia Rodríguez González, estudiante investigadora. Además, como tutora de la investigación está Berendina van Wendel de Joode De Joode, PhD. También habrá estudiantes y otras personas, contratadas por la Universidad Nacional, que nos ayudarán a recolectar los datos del estudio y analizar las muestras.

La fuente de financiamiento de la investigación será mi persona y el costo del análisis de las muestras será asumido por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional.

#### ***¿Cuál es el propósito de este estudio?***

Evaluar la exposición a plaguicidas y el uso de equipos de protección personal (EPP) en trabajadores agropecuarios y jardineros del Campus Omar Dengo y Benjamín Núñez utilizando un enfoque participativo.

Evaluar las vías de ingreso y niveles de exposición a plaguicidas en los trabajadores que los aplican o cuyas labores se realizan en lugares donde los utilizan.

Evaluar la efectividad del EPP utilizado por los trabajadores que aplican plaguicidas.

Identificar cuál es la percepción del riesgo por exposición a plaguicidas y el uso del EPP de los trabajadores y sus jefes.

Analizar, de forma participativa, medidas para prevenir la exposición a plaguicidas incluyendo alternativas al uso de estos productos.

Con los resultados de este estudio, se espera entender el por qué se utilizan los plaguicidas en la Universidad Nacional y proponer alternativas para disminuir la exposición laboral a dichas sustancias.

**Usted ha sido seleccionado para participar en el estudio.**

### ***¿Quiénes pueden participar en este estudio?***

Se espera contar con la participación de 19 funcionarios (jardineros y trabajadores agropecuarios) que utilicen plaguicidas en su centro de trabajo, funcionarios que se encuentren en áreas donde se apliquen estos productos y sus jefes.

### ***¿Qué pasará durante este estudio?***

- Realizaremos observaciones de las aplicaciones de plaguicidas.
- Le pediremos que conteste un cuestionario en el que durará aproximadamente de veinte a cuarenta minutos. Este cuestionario pretende conocer lo que usted piensa sobre el equipo de protección personal así como sobre la utilización de plaguicidas. Además, conocer sobre prácticas de trabajo relacionadas al uso de los plaguicidas en su centro de trabajo.
- El periodo de muestreo abarcará los meses de setiembre de 2017 al 31 de diciembre 2018.
- Previo al inicio de la aplicación de plaguicidas, le solicitaremos llevar un equipo (bomba de muestreo personal), el cual imitará la respiración, de modo que se medirá la cantidad de plaguicida que podría ingresar al sistema respiratorio.
- Le pediremos, al finalizar la aplicación de plaguicidas, entrar en un espacio oscuro (bodega) para que con una lámpara ultravioleta, se visualice las partes del cuerpo impregnadas con el trazador fluorescente. Posteriormente, se solicitará arrollarse el pantalón hasta la rodilla y quitarse la camisa, para verificar si existe trazador fluorescente directamente en la piel y se tomarán fotografías para registrar el resultado.
- También le pediremos enjuagarse las manos con agua o con isopropanol diluido en agua, para conocer si hay restos de plaguicidas en las manos.

- Por último, se le invitará a participar de 2 talleres participativos, con el propósito de construir conocimiento que permita mejorar las condiciones de trabajo y disminuir la exposición a plaguicidas.

### ***¿Qué pasará luego con la información del cuestionario y con las muestras?***

- La información del cuestionario será guardada en un sitio de internet protegido, al cual, solamente los investigadores tendrán acceso. Los datos personales (nombre apellidos, dirección, número de teléfono) serán guardados en un archivo electrónico por aparte, que será guardado en una computadora personal. En el resto de los archivos, su nombre y apellido serán reemplazados por un número. Todos los archivos tendrán una clave de acceso para proteger su contenido. Se guardará un respaldo de toda la información en una memoria expandible.
- No se mostrarán las fotografías de la cara del trabajador para guardar la confidencialidad.
- Las muestras del lavado de manos y de aire, serán etiquetadas con un número, previamente asignado a cada funcionario. Estas se trasladarán al Laboratorio de de Análisis de Residuos de Plaguicidas, donde serán analizadas.

### ***¿Existen riesgos al participar en el estudio?***

No existen riesgos para usted al participar en este estudio. Todos los procedimientos que vamos a utilizar son seguros. Recuerde que no tiene que responder a las preguntas que no quiera contestar. En todo momento se estará en la disposición de contestar sus dudas o inquietudes.

### ***¿Cuáles son los beneficios de participar en este estudio?***

Los resultados del estudio nos ayudarán a identificar alternativas que disminuyan la exposición a plaguicidas, así como establecer mecanismos que prevengan enfermedades a largo plazo.

### ***¿Qué pasa con la confidencialidad?***

Haremos todo lo posible por proteger su privacidad. Toda la información que usted nos dé durante las entrevistas, así como las muestras que recolectemos, serán identificadas por medio de un número y no su nombre. Únicamente mi persona, tendrá acceso a los documentos que incluirán sus nombres. Todo lo que usted nos diga es confidencial. En las publicaciones de los resultados de la investigación, su información permanecerá como confidencial.

### ***La participación voluntaria***

Usted puede negarse a participar o dejar de participar en el estudio en cualquier momento. Su participación es voluntaria. Si decidiera retirarse, o nos indique que ya no quiere que se utilicen sus datos,



esto no le afectaría de ninguna manera.

### ***Su decisión de participar en esta investigación***

Antes de dar su consentimiento de participar en esta investigación, usted debe haber entendido en qué consiste su participación y nosotros debemos haberle contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera tener más información en el futuro, puede obtenerla llamando a Natalia Rodríguez González al número de teléfono 8823-7955. Usted también puede consultar sobre sus derechos como participante de este estudio, o cómo ha sido tratado en este estudio y contactar al Comité Ético Científico de la Universidad Nacional al teléfono 2277-3515, los días lunes y miércoles por la mañana (8 a 12 m.d.) o martes, jueves y viernes por la tarde (1 a 5 p.m.). Usted recibirá una copia de este documento firmado para su uso personal.

### ***Devolución de resultados***

Al finalizar el proyecto se invitará a los participantes a una charla informativa sobre los resultados obtenidos. Esta información será brindada de forma general sin detallar información personal de los participantes.

También le comunicaremos nuestras conclusiones preliminares a las autoridades competentes (Área de Salud Laboral, Vicerrectoría de Administración), con el objetivo del aprovechamiento de la investigación para el mejoramiento de las condiciones de trabajo. Esta información será expuesta de forma general sin detallar información personal de los participantes.

Se escribirá y expondrá ante un comité evaluador de la carrera los resultados obtenidos, se pretende escribir dos artículos y publicarlos en una revista científica. Estos artículos no incluirán resultados individuales, ni nombres de ni ningún participante.

¿Usted está de acuerdo con...?

- |   |                             |                             |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Ser observado mientras realiza la aplicación de plaguicidas         | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Quitarse la camisa posterior a la aplicación de plaguicidas         | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Ser fotografiado  | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Llevar una bomba de muestreo personal mientras aplica el plaguicida | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Participar de los talleres que se organicen                         | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |

Compartir los datos que se van a recolectar con otros investigadores siempre y cuando no se compartan datos personales  Sí  No

He leído la información sobre este estudio. He hablado con la estudiante investigadora y me ha contestado todas mis preguntas en un lenguaje comprensible para mí. Entiendo que mi participación es voluntaria y que tengo derecho a retirarme cuando así lo desee en cualquier momento, sin que esto me perjudique de ninguna manera. Participo voluntariamente en el estudio.

He recibido una copia de este consentimiento para mi uso personal.

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Hora

\_\_\_\_\_  
Nombre

\_\_\_\_\_  
No. cédula

Firma

Natalia Rodríguez González  
\_\_\_\_\_

111060215  
\_\_\_\_\_

Nombre del estudiante investigador  
estudiante investigador

No. cédula del estudiante investigador

Firma del

\*\*\*\*\*

Soy testigo de que este formulario de consentimiento se le ha leído en voz alta al participante, él ha expresado su comprensión del contenido y se le ha dado la oportunidad de hacer preguntas.

\_\_\_\_\_  
Nombre del testigo

\_\_\_\_\_  
No. cédula del testigo

Firma del testigo

## Anexo 2

### CUESTIONARIO DE PERCEPCIÓN DEL RIESGO

Edad: \_\_\_\_\_ Tiempo de trabajar en el puesto: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

#### OPCIONES DE SELECCIÓN PARA EL PARTICIPANTE, MARQUE UNA X

#### I PARTE. Información sobre cómo realiza sus actividades relacionadas con la aplicación de plaguicidas

- |          |  |              |      |            |      |                      |      |          |      |               |      |                         |      |      |      |
|----------|--|--------------|------|------------|------|----------------------|------|----------|------|---------------|------|-------------------------|------|------|------|
| <b>1</b> | ¿Con cuáles equipos de protección personal cuenta en su área de trabajo?   | Guantes      |      | Anteojos   |      | Zapatos de seguridad |      | Delantal |      | Botas de hule |      | Protección respiratoria |      | Capa |      |
|          |  | O Sí         | O No | O Sí       | O No | O Sí                 | O No | O Sí     | O No | O Sí          | O No | O Sí                    | O No | O Sí | O No |
| <b>2</b> | ¿Considera suficiente la información y formación que se brinda mediante el Área de Salud Laboral sobre el uso correcto del | Insuficiente |      | Suficiente |      | No sé                |      |          |      |               |      |                         |      |      |      |

equipo de protección personal?

3 ¿Cuál es la calidad de los equipos de protección personal?

Excelente      Muy buena      Buena      Regular      Mala      No sé

4 ¿Los equipos de protección personal le generan algún tipo de incomodidad por calor, ajuste, etc?

( ) Sí      ( ) No

5 ¿Qué tan frecuente utilizan los equipos de protección personal?

<b>Guantes</b>	<b>Anteojos</b>	<b>Zapatos de seguridad</b>	<b>Delantal</b>	<b>Botas de hule</b>	<b>Protección respiratoria</b>	<b>Capa</b>
O Nunca	O Nunca	O Nunca	O Nunca	O Nunca	O Nunca	O Nunca
O A veces	O A veces	O A veces	O A veces	O A veces	O A veces	O A veces
O Siempre	O Siempre	O Siempre	O Siempre	O Siempre	O Siempre	O Siempre

6 ¿Qué hace cuando los equipos de protección personal no están en buen estado?

Realizo la aplicación sin el EPP      Lo informo al superior      Solicito el cambio al Área de Salud Laboral

presentan alguna condición de deterioro? (puede marcar múltiples respuestas)?

O Sí O No O Sí O No O Sí O No

**II PARTE: Evaluación dimensional del riesgo a los agentes químicos**

**Instrucción: A continuación, debe valorar, utilizando una escala de 1 a 7, nueve aspectos relacionados a los agentes químicos**

**Recuerde que en cada caso debe rodear con un círculo el número que mejor represente su valoración.**

A1. ¿En qué medida conoce el riesgo asociado a los plaguicidas (¿en qué medida conoce cuáles son los daños que pueden causarle, las posibilidades que tiene de experimentar estos daños, etc.?)								
Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto
A2. ¿En qué medida considera que su jefe conoce el riesgo asociado a los plaguicidas utilizados?								
Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto
A3. ¿En qué grado le teme al daño que se puede derivar del uso de los plaguicidas?								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto

A4. Cuál es la posibilidad de que usted experimente un daño (pequeño o grande, inmediatamente o más adelante) como consecuencia del uso de plaguicidas								
Posibilidad muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad muy alta
A5. En caso de producirse una situación de riesgo, la gravedad del daño que le pueden causar los plaguicidas es:								
Gravedad muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Gravedad muy alta
A6. ¿En qué grado puede evitar que los plaguicidas desencadenen una situación de riesgo (accidente como una intoxicación, alergias u otras enfermedades)								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto
A7. En caso de producirse una situación de riesgo, ¿en qué medida puede intervenir para controlar (evitar o reducir) el daño que pueden causar los plaguicidas?								
Posibilidad de control muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad de control muy alta
A8. ¿En qué grado considera que los plaguicidas pueden dañar a un gran número de personas de una sola vez?								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto
A9. En caso de exposición, ¿cuándo se experimentan las consecuencias más nocivas de esta fuente de riesgo?								
De manera inmediata	1	2	3	4	5	6	7	A muy largo plazo

G1. ¿Cómo valora el riesgo de accidente o de enfermedad muy grave asociado a los plaguicidas? Considere que los accidentes o enfermedades muy graves son aquellos que comportan una pérdida de salud irreversible (muerte, pérdida de miembros y/o de capacidades funcionales, enfermedades crónicas que acortan severamente la vida o reducen drásticamente la calidad de vida) ya sea de manera inmediata o a medio/largo plazo. Valore la magnitud de este riesgo marcando con una cruz (X) el punto de la siguiente línea que mejor refleje su opinión, tenga en cuenta que 0 representa riesgo muy bajo o nulo y 100 riesgo muy alto o extremo.

Riesgo	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Riesgo
--------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	--------

muy  
bajo

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

muy  
alto

¿Conoce las vías de ingreso al cuerpo que podría tener los plaguicidas? Si su respuesta es positiva, indique cuáles son.

---

---

---

¿Conoce alternativas para controlar las plagas y sustituir el uso de plaguicidas? Si su respuesta es positiva, indique cuáles.

---

---

---

¿Lee la etiqueta del recipiente con plaguicidas? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Si su respuesta es No, indique las razones (puede marcar múltiples respuestas)

( ) No es importante    ( ) Está en otro idioma    ( ) No tengo tiempo

¿Dónde almacena los plaguicidas?

---

---

---

¿Qué hace con los recipientes vacíos?

---

---

---



## **Anexo 3**

### ***Guía para el registro de las observaciones***

- Objetivo de la aplicación
- Tipo de equipo utilizado para realizar la aplicación
- Antigüedad del equipo utilizado para realizar la aplicación
- Características del terreno (regular, irregular)
- Forma de la aplicación (aspersión, pulverización)
- Horario
- Plaguicida utilizado; dosis, estado, toxicidad
- Cantidad de producto aplicado
- Prácticas laborales; uso de EPP, higiene

## Anexo 4

### CUESTIONARIO DE PERCEPCIÓN DEL RIESGO- JEFATURAS

Edad: \_\_\_\_\_ Tiempo de trabajar en el puesto: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

#### OPCIONES DE SELECCIÓN PARA EL PARTICIPANTE, MARQUE UNA X

- |  |              |      |            |      |                      |      |          |      |               |      |                         |      |      |      |
|--|--------------|------|------------|------|----------------------|------|----------|------|---------------|------|-------------------------|------|------|------|
| <b>1</b> ¿Cuáles equipos de protección personal considera que se deben facilitar a los funcionarios, para ser utilizados al realizar la aplicación de plaguicidas? | Guantes      |      | Anteojos   |      | Zapatos de seguridad |      | Delantal |      | Botas de hule |      | Protección respiratoria |      | Capa |      |
|  | O Sí         | O No | O Sí       | O No | O Sí                 | O No | O Sí     | O No | O Sí          | O No | O Sí                    | O No | O Sí | O No |
| <b>2</b> ¿Considera suficiente la información y formación que se brinda mediante el Área de Salud Laboral sobre el uso correcto del equipo de protección personal? | Insuficiente |      | Suficiente |      | No sé                |      |          |      |               |      |                         |      |      |      |
| <b>3</b> ¿Cómo considera la calidad de los equipos   | Excelente    |      | Muy buena  |      | Buena                |      | Regular  |      | Mala          |      | No sé                   |      |      |      |

de protección personal que se facilitan a los funcionarios?  
personal?

4 ¿Los funcionarios utilizan el equipo de protección personal? ( ) Sí ( ) No

5 ¿Qué tan frecuente utilizan los equipos de protección personal?

<b>Guantes</b>	<b>Anteojos</b>	<b>Zapatos de seguridad</b>	<b>Delantal</b>	<b>Botas de hule</b>	<b>Protección respiratoria</b>	<b>Capa</b>
<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca	<input type="radio"/> Nunca
<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces	<input type="radio"/> A veces
<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre	<input type="radio"/> Siempre

6 ¿Qué hace cuando los funcionarios le reportan algún inconveniente con el equipo de protección personal (puede marcar múltiples respuestas)?

Solicito realizar la aplicación sin el EPP	Lo comunico al Área de Salud Laboral	Solicito el cambio al Área de Salud Laboral
<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No

**Instrucción:** A continuación, debe valorar, utilizando una escala de 1 a 7, nueve aspectos relacionados a los agentes químicos

**Recuerde que en cada caso debe rodear con un círculo el número que mejor represente su valoración.**

A1. ¿En qué medida conoce los daños que pueden causar los plaguicidas a las personas que los utilizan?								
Nivel de conocimiento muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	Nivel de conocimiento muy alto
A3. ¿En qué grado le teme al daño que pueden sufrir los funcionarios al hacer uso de los plaguicidas?								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto
A4. ¿Cuál es la posibilidad de que los funcionarios experimenten un daño (pequeño o grande, inmediatamente o más adelante) como consecuencia del uso de plaguicidas?								
Posibilidad muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad muy alta
A5. En caso de producirse una situación de riesgo, la gravedad del daño que le pueden causar los plaguicidas es:								
Gravedad muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Gravedad muy alta
A6. ¿En qué grado puede evitar que los plaguicidas desencadenen una situación de riesgo (accidente como una intoxicación, alergias u otras enfermedades)								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto
A7. En caso de producirse una situación de riesgo, ¿en qué medida puede intervenir para controlar (evitar o reducir) el daño que pueden causar los plaguicidas a los funcionarios?								
Posibilidad de control muy baja	1	2	3	4	5	6	7	Posibilidad de control muy alta
A8. ¿En qué grado considera que los plaguicidas pueden dañar a un gran número de personas de una sola vez?								
En grado muy bajo	1	2	3	4	5	6	7	En grado muy alto
A9. En caso de exposición, ¿cuándo se experimentan las consecuencias más nocivas de esta fuente de riesgo?								

De manera inmediata

1

2

3

4

5

6

7

A muy largo plazo

G1. ¿Cómo valora el riesgo de accidente o de enfermedad muy grave asociado a los plaguicidas? Considere que los accidentes o enfermedades muy graves son aquellos que comportan una pérdida de salud irreversible (muerte, pérdida de miembros y/o de capacidades funcionales, enfermedades crónicas que acortan severamente la vida o reducen drásticamente la calidad de vida) ya sea de manera inmediata o a medio/largo plazo. Valore la magnitud de este riesgo marcando con una cruz (X) el punto de la siguiente línea que mejor refleje su opinión, tenga en cuenta que 0 representa riesgo muy bajo o nulo y 100 riesgo muy alto o extremo.

Riesgo muy bajo	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Riesgo muy alto
-----------------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----------------

¿Conoce las vías de ingreso al cuerpo que podría tener los plaguicidas? Si su respuesta es positiva, indique cuáles son.

---

---

¿Conoce alternativas para controlar las plagas y sustituir el uso de plaguicidas? Si su respuesta es positiva, indique cuáles.

---

---

¿Quién decide la frecuencia y tipo de productos a aplicar?

---

## **Anexo 5**

### **Dermal Exposure Assessment Method (DREAM)**

**Al utilizar este método, por favor referirse a nuestros artículos cuando reporte sus datos:**

DREAM: a method for semi-quantitative dermal exposure assessment.

Van-Wendel de Joode-de-Joode B, Brouwer DH, Vermeulen R, Van Hemmen JJ, Heederik D, Kromhout H. *Ann Occup Hyg.* 2003 Jan;47(1):71-87.

Reliability of a semi-quantitative method for dermal exposure assessment (DREAM).

van Wendel de JoodeB, van Hemmen JJ, Meijster T, Major V, London L, Kromhout H. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 2005 Jan;15(1):111-20.

Accuracy of a semiquantitative method for Dermal Exposure Assessment (DREAM).

van Wendel de JoodeB, Vermeulen R, van Hemmen JJ, Fransman W, Kromhout H. *Occup Environ Med.* 2005 Sep;62(9):623-32.

**DERMAL EXPOSURE ASSESSMENT METHOD (DREAM)**

**PARTE 1: EMPRESA**

<b>Observador (nombre y apellidos):</b>	
<b>Fecha (dd-mm-aaaa):</b>	
<b>Nombre de la empresa<sup>1</sup>:</b>	

**PARTE 2: DEPARTAMENTO**

<b>Departamento:</b>		
	<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTAS</b>
1.	¿Cómo se limpia el piso?	<input type="radio"/> limpieza mojada diaria (0.1) <input type="radio"/> limpieza mojada semanal (0.3) <input type="radio"/> otro / no aplica (1)
2.	¿Cómo se limpian las mesas de trabajo?	<input type="radio"/> limpieza mojada diaria (0.1) <input type="radio"/> limpieza mojada semanal (0.3) <input type="radio"/> otro / no aplica (1)
3.	¿Cómo se limpian las máquinas?	<input type="radio"/> limpieza mojada diaria (0.1) <input type="radio"/> limpieza mojada semanal (0.3) <input type="radio"/> otro / no aplica (1)
4.	¿Cómo se limpian las herramientas de trabajo?	<input type="radio"/> limpieza mojada diaria (0.1) <input type="radio"/> limpieza mojada semanal (0.3) <input type="radio"/> otro / no aplica (1)

---

<sup>1</sup> Defina un código específico para esta empresa: por ejemplo Fecha (aaaa-mm-dd), seguido por sus iniciales y el código de la empresa

**PARTE 3: AGENTE**

Agente (agente de interés)		
	PREGUNTA	RESPUESTA
1	¿Nombre del agente? <sup>2</sup>	
2	¿Nombre del ingrediente activo de interés?	
3	Estimación de la concentración del contaminante	<input type="checkbox"/> mg/L <input type="checkbox"/> mg/kg <input type="checkbox"/> % w/w <input type="checkbox"/> % v/v
4	¿El agente es puro, mezcla o residuo?	<input type="checkbox"/> puro (≥ 90% del ingrediente activo de interés) (1) <input type="checkbox"/> mezcla (1-90% del agente activo de interés) (0.3) <input type="checkbox"/> residuo (< 1% del agente activo de interés) (0.1)
5	Especifique el estado físico del agente	<input type="checkbox"/> sólido → p5.1 (1) <input type="checkbox"/> líquido → p6.1 (1) <input type="checkbox"/> vapor o gas → siguiente módulo (puesto) (0.3)
5.1	Forma del agente	<input type="checkbox"/> polvo/partículas finas (3) <input type="checkbox"/> granulado/fragmento/ trozo / hojuela (1) <input type="checkbox"/> paquete/bunch/bundle (0.3)
5.2	¿El agente es polvoriento?	<input type="checkbox"/> no (1) <input type="checkbox"/> sí (3)
5.3	¿El agente es pegajoso / ceroso / mojado?	<input type="checkbox"/> no (1) <input type="checkbox"/> sí (1.75)
6.1	¿Cuál es la temperatura de ebullición del ingrediente activo?	<input type="checkbox"/> < 50°C (0.3) <input type="checkbox"/> 50 – 150 °C (1) <input type="checkbox"/> > 150 °C (3)
6.2	Viscosidad de agente	<input type="checkbox"/> baja (como agua) (1) <input type="checkbox"/> mediana (como aceite) (1.75) <input type="checkbox"/> alta (como resina o pasta) (3)
6.3	¿ El agente es pegajoso (como goma / resina / barniz)?	<input type="checkbox"/> no (1) <input type="checkbox"/> sí (1.75)

---

<sup>2</sup> Si aplica.



**PART 4: PUESTO**

<b>Puesto:</b>		
	<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
1	¿Número total de empleados que trabajan en este puesto?	
2	¿Los trabajadores se cambian su ropa inmediatamente después del trabajo?	O no (1) O sí (0.3)
3	¿Los trabajadores son los responsables de lavar su ropa?	O no (1) O sí (3)
4	¿Los trabajadores se bañan inmediatamente después de terminar su trabajo?	O no (1) O sí (0.3)
5	Especifique como lavan normalmente sus manos:	O no las lavan (1) O 2-10 veces por jornada con agua, o 2-5 veces por jornada con solventes o jabón (0.3) O >10 veces por jornada con agua o >5 veces con solventes o jabón (0.1)

**PARTE 5: TAREA**

	<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
1	¿Número de meses por año que se ejecuta la tarea?	
2	¿Cuántos trabajadores realizan esta tarea? <sup>3</sup>	
3	Tiempo total de ejecución de la tarea por cada trabajador <b>(frecuencia * duración)</b>	O ≤ 10 min por día ó ≤ 1 hora por semana ó ≤4 horas por mes ó ≤40 horas por año (0.03) O >10-60 min por día ó >1-4 hora por semana ó >4-16 horas por mes ó >40-160 horas por año (0.1) O >1-4 h por día ó >4-20 horas por semana ó >16-80 horas por mes ó >160-800 horas por año (0.3) O >4-8 h por día ó >20-40 horas por semana ó >80 horas por mes ó >800 horas por año (1)

<sup>3</sup> Workers with this job title, within this department

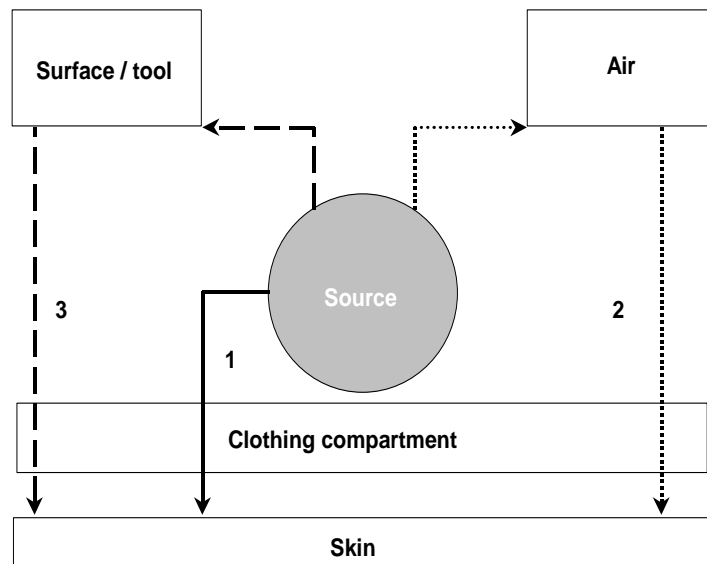
## Parte 6: EXPOSICIÓN DÉRMICA

### INSTRUCCIONES

- Elija siempre la respuesta más cercana a su opinión.
- Lea las notas al pie de la página cuidadosamente.
- Determine la exposición a UN agente (que pueda ser una mezcla compleja de sustancias) en el tiempo.
- Las preguntas consideran la exposición dérmica POTENCIAL, que se define como exposición dérmica en la ropa y la piel descubierta; si se cubren las piezas de cuerpo la exposición a las piezas de cuerpo cubiertas se determina. La pieza de la evaluación del DREAM toma en cuenta los efectos protectores de la ropa y de los dispositivos personales de las protecciones como los guantes etc.
- Las preguntas del DREAM se basan en el modelo conceptual para la exposición dérmica según Schneider y otros., 1999. Este modelo considera, entre otras, las rutas siguientes de la exposición para la exposición dérmica (véase también el cuadro 1):
  - 1. Emisión:** es el contacto directo del agente desde una fuente sobre la piel o la ropa, tal como exposición cerca por salpicar, o inmersión de manos en un líquido o un polvo; las gotitas y las partículas del polvo tienen un diámetro aerodinámico de  $\geq 100$  micrómetros.
  - 2. Deposición:** el agente se lanza al aire y posteriormente es depositado en piel o la ropa: e.g. partículas pequeñas tales como vapores, polvo fino. Las partículas tienen un diámetro aerodinámico de menos de 100 micrómetros; vaporícese, las gotitas muy pequeñas, o polvo fino
  - 3. Transferencia:** la piel/ropa entra en contacto con las superficies o las herramientas de trabajo que han sido previamente contaminado con el agente.

**Cuadro 1:** rutas de la exposición para la exposición dérmica (emisión 1=; 2=transfer; 3=deposition)

**Figure 1:** exposure routes for dermal exposure (1= emission; 2=transfer; 3=deposition).



- Antes de llenar la lista usted debe marcar las partes del cuerpo que considera expuesta

<b>Observador:</b>			
<b>Exposición (nombre del agente):</b>			
<b>Fecha:</b>			
<b>Identificación de trabajadores observados:</b>			
1	<b>Emisión.</b> <sup>4</sup> (Recubierta) las manos están expuestas directamente a la liberación del agente de origen o por inmersión	<input type="radio"/> no, improbable → 2 (0) <input type="radio"/> sí, ocasionalmente <sup>5</sup> (3) <input type="radio"/> sí, repetitivamente <sup>6</sup> (9) <input type="radio"/> sí, casi constantemente <sup>7</sup> (30)	
1.1	Especifique cantidad	<input type="radio"/> cantidad pequeña (<10% manos) (1) <input type="radio"/> mediana cantidad (10 – 50% manos) (3) <input type="radio"/> gran cantidad (> 50% manos) (10)	
2	<b>Emisión.</b> Otras partes de cuerpos expuestas directamente a la liberación del agente de origen o por inmersión?	<input type="radio"/> no → 3 (0) <input type="radio"/> sí, ocasionalmente <sup>5</sup> (3) <input type="radio"/> sí, repetitivamente <sup>6</sup> (9) <input type="radio"/> sí, casi constantemente <sup>7</sup> (30)	
2.1	Especifique cantidad	<input type="radio"/> cantidad pequeña (<10% del cuerpo) (1) <input type="radio"/> mediana cantidad (10 – 50% del cuerpo) (3) <input type="radio"/> gran cantidad (> 50% del cuerpo) (10)	
2.2	Indique las partes del cuerpo expuestas por emisión	Partes de cuerpo	Contacto No      Sí
		Cabeza/ cuello	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Brazo superior	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Brazo inferior	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Muñeca/manos	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Torso (frontal)	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Torso (espalda)	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Parte inferior del abdomen y muslos	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)
		Piernas	<input type="radio"/> (0) <input type="radio"/> (1)

<sup>4</sup> **Emisión:** es el contacto directo del agente desde una fuente sobre la piel o la ropa, tal como inmersión de manos en un líquido o un polvo, o la exposición cerca salpica; las gotitas y las partículas del polvo tienen un diámetro aerodinámico de  $\geq 100$  micrómetros.

<sup>5</sup> <10% de duración de la tarea

<sup>6</sup> 10-50% de duración de la tarea

<sup>7</sup> >50% de duración de la tarea

3	<b>Deposición.</b> <sup>8</sup> Cuando realiza la tarea existen partículas del agente en el ambiente o depositadas en las partes del cuerpo	O no, improbable → 4 (0) O sí, ocasionalmente <sup>9</sup> (1) O sí, repetitivamente <sup>10</sup> (3) O sí, casi constantemente <sup>11</sup> (10)	
3.1	Especifique la cantidad	O cantidad pequeña (<10% del cuerpo) (1) O mediana cantidad (10 – 50% del cuerpo) (3) O gran cantidad (> 50% del cuerpo) (10)	
3.2	Indique las partes del cuerpo expuestas por emisión	Partes de cuerpo	Agente depositado No      Sí
		Cabeza/ cuello	O (0)    O (1)
		Brazo superior	O (0)    O (1)
		Brazo inferior	O (0)    O (1)
		Muñeca/manos	O (0)    O (1)
		Torso (frontal)	O (0)    O (1)
		Torso (espalda)	O (0)    O (1)
		Parte inferior del abdomen y muslos	O (0)    O (1)
		Piernas	O (0)    O (1)
		Pies	O (0)    O (1)

<sup>8</sup> El agente se lanza al aire y posteriormente depositado en piel o la ropa: e.g. partículas pequeñas tales como vapores, polvo fino.

<sup>9</sup> <10% de la duración de la tarea

<sup>10</sup> 10-50% de la duración de la tarea

<sup>11</sup> >50% de la duración de la tarea

4	<b>Transferencia del agente en las manos.</b> <sup>12</sup> Cuando se realiza la tarea...								
4.1		<b>Las manos tienen contacto con superficies o herramienta?</b>				<b>Estime el grado de contaminación de la superficie de contacto?</b>			
	<b>Superficie</b> <sup>13,14</sup>	Improbable (0)	Ocasionalmente <sup>15</sup> (1)	Repetitivamente <sup>16</sup> (3)	Constantemente <sup>17</sup> (10)	No Contaminada (0)	Posiblemente Contaminada (1)	< 50% de la superficie de contacto (3)	> 50% de la superficie contaminada (10)
	Piso	O	O	O	O	O	O	O	O
	Mesas de trabajo	O	O	O	O	O	O	O	O
	Maquinas	O	O	O	O	O	O	O	O
Herramientas de trabajo	O	O	O	O	O	O	O	O	
Otras superficies	O	O	O	O	O	O	O	O	
4.1.a Especifique las otras superficies:									

<sup>12</sup>

**Transferencia:** entre en contacto con las superficies o las herramientas de trabajo que han sido previamente contaminado con el agente.

<sup>14</sup> En caso que 'superficies' de una categoría tiene diferentes frecuencias de contacto o niveles de contaminación, indique la superficie con el producto más alto de frecuencia de contacto y nivel de contaminación.

<sup>15</sup> <10% de la duración de tarea

<sup>16</sup> 10-50% de la duración de tarea

<sup>17</sup> >50% de la duración de tarea

5	<b>Transferencia del agente en otras partes del cuerpo<sup>18</sup> Cuando se realiza la tarea<sup>19</sup>...</b>								
5.1		<b>Contacto de otras partes del cuerpo con superficie o herramientas</b>				<b>Estime el grado de contaminación de la superficie de contacto?</b>			
	<b>Superficie<sup>20</sup></b>	<b>Improbable</b>	<b>Ocasionalmente<sup>22</sup></b>	<b>Repetitivamente<sup>23</sup></b>	<b>Constantemente<sup>24</sup></b>	<b>No contaminada</b>	<b>Posiblemente contaminada</b>	<b>&lt; 50% de la superficie de contacto</b>	<b>&gt; 50% de la superficie contaminada</b>
	Piso	O	O	O	O	O	O	O	O
	Mesas de trabajo	O	O	O	O	O	O	O	O
	Maquinas	O	O	O	O	O	O	O	O
	Herramientas de trabajo	O	O	O	O	O	O	O	O
	Otras superficies	O	O	O	O	O	O	O	O
	5.1a Especifique las otras superficies:								
5.2	Indique las partes del cuerpo expuestas por emisión	Partes del cuerpo				Agente depositado			
		Cabeza/ cuello				O			
		Brazo superior				O			
		Brazo inferior				O			
		Muñeca/manos				O			
		Torso (frontal)				O			
		Torso (espalda)				O			
		Parte inferior del abdomen y muslos				O			
		Piernas				O			
		Pies				O			

<sup>18</sup> **Transferencia:** entra en contacto con las superficies o las herramientas de trabajo que pudieron haber sido previamente contaminado con el agente

<sup>19</sup> No considere el contacto de pies con el piso contaminado si el calzado se supone para proporcionar la protección apropiada

**Transferencia:** entre en contacto con las superficies o las herramientas de trabajo que han sido previamente contaminado con el agente.

<sup>21</sup> En caso de que las superficies de una categoría tengan diversas frecuencias del contacto o niveles de la contaminación, indique entonces la superficie con el producto más alto de la frecuencia del contacto y del nivel de la contaminación en esa categoría

<sup>22</sup> <10% de la duración de tarea

<sup>23</sup> 10-50% de la duración de tarea

<sup>24</sup> >50% de la duración de tarea

7	¿El trabajador usa guantes al realizar la tarea?	<input type="radio"/> no → 13 (1) <input type="radio"/> guantes de tela (0.3) <input type="radio"/> guantes de cuero u otro material permeable (0.1) <input type="radio"/> guantes impermeables (0.03)
7.1	Especificar el tipo de guantes utilizado	<input type="radio"/> látex, desechable <input type="radio"/> latex, ninguno desechable <input type="radio"/> vinilo desechable <input type="radio"/> cloruro de polivinilo (PVC) <input type="radio"/> caucho de nitrilo <input type="radio"/> goma de neopreno <input type="radio"/> caucho butílico <input type="radio"/> caucho fluorado (por ejemplo Viton™) <input type="radio"/> guantes laminadas, impregnados, recubiertos (por ejemplo, de tela con caucho o cuero) <input type="radio"/> guantes de algodón <input type="radio"/> de plástico desechable <input type="radio"/> guantes de cuero <input type="radio"/> otro: _____
8	¿Guantes se conectan bien con la ropa de los brazos?	<input type="radio"/> no (3) <input type="radio"/> yes (1)
9	Cuando se realice la tarea, los guantes son usados durante:	<input type="radio"/> <25% de la duración de la tarea (10) <input type="radio"/> ≥25-99% de duración de la tarea (3) <input type="radio"/> 100% de duración de la tarea (1)
10	¿El trabajador se quita los guantes correctamente (la piel no tiene contacto con el lado el exterior del guante)?	<input type="radio"/> no <input type="radio"/> no observado <input type="radio"/> sí
11	Con qué frecuencia el reemplaza sus guantes. Pregunte al trabajador	<input type="radio"/> después de haberlos usado 1 vez (0.3) <input type="radio"/> diariamente (1) <input type="radio"/> semanalmente (3) <input type="radio"/> mensualmente (10)
12	¿Utiliza un segundo par de guantes por debajo del guante externo?	<input type="radio"/> no (1) <input type="radio"/> sí (0.3)

12.1	¿Con qué frecuencia reemplaza sus guantes los guantes inferiores? <b>Pregunte al trabajador</b>		O después de haberlos usado 1 vez (1) O diariamente (3) O semanalmente / mensualmente (10)						
13	¿Utiliza crema barrera?		O no (1) O yes (0.3)						
14	¿El trabajador utiliza equipo de protección?		O no O yes						
15	Marque las partes del cuerpo cubiertas <sup>25</sup>								
	Cubierto?		Material de la capa externa de ropa			Con qué frecuencia se reemplaza? (Pregunta)			
			Tejido <sup>26</sup> 0.3	No tejido <sup>27</sup> 0.1	Impermeable <sup>28</sup> 0.03	Después de la jornada 0.3	Diariamente 1	Semanalmente 3	Mensualmente 10
Cabeza y cuello	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Brazo	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Antebrazo	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Torso	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Espalda	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Abdomen inferior y muslos	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Pierna	O No	O Yes	O	O	O	O	O	O	O
Pie	O No	O Yes	Zapatos abiertos	Zapatos cerrados	Botas de Hule	Diariamente	Semanalmente	Mensualmente	Anualmente

<sup>25</sup> Una parte del cuerpo se define como cubierta cuando > 90% está cubierto.

<sup>26</sup> Tales como el algodón, lino, poliéster

<sup>27</sup> Tales como Tyvek, plástico, caucho, cuero

<sup>28</sup> Depende del agente, ¡busque información si usted no está seguro!



<b>16</b> <b>AS</b> <b>K</b>	Cantidad de agente que el trabajador ha manejado durante el tiempo total de ejecución de la tarea del día de hoy <sup>29</sup>	O _____ O mg O mL O g O L O kg O m3 O no se aplique
------------------------------------	--	---

---

<sup>29</sup> En caso de realizar la ejecución de tareas mediciones es igual al tiempo de medición.

Informe de Análisis de Plaguicidas en Extracto

Nombre del servicio: Tesis  
 Solicitado por: MSO  
 Código del servicio: Natalia Rodriguez  
 Fecha de informe: S17-25

Anexo 6

Informe de resultados de LAREP

Código LAREP	Tipo muestra	Plaguicida solicitado	Plaguicida Encontrado	Técnica Analítica	LQD	cipermetrina	epoxiconazol	propiconazol	tebuconazol	ciproconazol	trifloxistrobina	2,4D	Picloram	coumaros	coumaros
						ug/mL	ug/ml	eug/mL	ug/mL	ug/mL	ug/mL	ug/mL	ug/mL	ug/mL	ug/mL
						0.5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.3
					LOD	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
18-050	H2O:IPA 50:50	ci permetri na				n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
18-051	H2O:IPA 50:50	ci permetri na				n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
18-052	XAD	ci permetri na	GC/MS			n.d	n.a	n.a	n.a	5.0	E	n.a	n.a	n.a	n.a
18-133	XAD	epoxi cona zol	GC/MS-LC-MS/MS			n.a	0.15	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-134	XAD bl a nco	epoxi cona zol	GC/MS-LC-MS/MS			n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-135	fi l tro	epoxi cona zol	GC/MS-LC-MS/MS			n.d	0.9	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-136	fi l tro bl a nco	epoxi cona zol	GC/MS-LC-MS/MS			n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-137	H2O:IPA 50:50	epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	8.7	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-138	H2O:IPA 50:50	epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	7.4	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-139	XAD	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-140	XAD bl a nco	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-141	fi l tro	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0.1	0.04	n.a	n.a
18-142	fi l tro bl a nco	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-143	H2O:IPA 50:50	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1.8	1.4	n.a	n.a
18-144	H2O:IPA 50:50	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	56.1	36.5	n.a	n.a
18-184	H2O:IPA 50:50	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	12	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-185	H2O:IPA 50:50	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	0.2	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-186	fi l tro	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	0.06	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-187	fi l tro bl a nco	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-188	XAD	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	0.04	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-189	XAD bl a nco	Epoxi cona zol	LC-MS/MS			n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-254	XAD	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	T	T	n.a	n.a
18-255	XAD bl a nco	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-256	XAD	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-257	XAD bl a nco	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	n.a	n.a
18-258	XAD	2,4 D y pi cl ora m	LC-MS/MS			n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	3.2	3.1	n.a	n.a

**Informe de Análisis de Plaguicidas en Extracto**

Nombre del servicio: Tesis

Solicitado por: MSO

Código del servicio: Natalia Rodríguez

Fecha de informe: 24 de Diciembre de 2017

Código	Tipo muestra	Plaguicida solicitado	Técnica Analítica	LC-MS/MS	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	10	E	7	E	n.a	n.a
18-259	XAD	propi cona zol	LC-MS/MS		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a						
18-327	H2O:IPA 50:50	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	0.2	7	E	1	E	n.d		n.a		n.a	n.a
18-328	H2O:IPA 50:50	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	T	5	E	1.6		n.d		0.1		n.a	n.a
18-329	H2O:IPA 50:50	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	n.d	1		0.1		n.d		0.9		n.a	n.a
18-330	fi l t ro	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	n.d	0.2	E	T		n.d		0.1		n.a	n.a
18-331	fi l t ro bl a nco	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d		n.d		n.d		n.d		n.a	n.a
18-332	XAD	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	n.d	0.3		0.05		n.d		n.d		n.a	n.a

			Plaguicida Encontrado	LQD	cipermetrina ug/mL	epoxiconazol ug/ml	propiconazol ug/mL	tebuconazol ug/mL	ciproconazol ug/mL	trifloxistrobina ug/mL	2,4D ug/mL	Picloram ug/mL	coumaros LC-MS/MS ug/mL	coumaros GC-MS ug/mL
					0.5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.3
Código LAREP	Tipo muestra	Plaguicida solicitado	Técnica Analítica	LOD	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
18-333	XAD bl a nco	propi cona zol	LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-349	H2O:IPA 50:50	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.d	n.a
18-350	H2O:IPA 50:50	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	9.5	n.a
18-351	H2O:IPA 50:50	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	nd	n.a
18-352	XAD	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.d
18-352 A	XAD	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-352 B	XAD	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a
18-353	XAD bl a nco	Couma fos	GC/MS-LC-MS/MS		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.d

n.a = no analizado

n.d = no detectado

E = estimado

LQD = Límite de cuantificación

LOD = Límite de detección

T = Trazas. Entre LQD y LOD

## Anexo 7

### Hoja de cálculo

#### Muestreo de aire: Tubo XAD

Tipo de muestra	Solvente añadido	Código	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Diferencia (g)	Densidad (g/ml)	Volumen total (ml)	Caudal (L/h)	Tiempo (h)	Volumen aire (m3)	Resultado (ng/ml)	Cantidad (µg)	Concentración (µg/m3)
Muestreador personal XAD	Cipermetrina-acetato de etilo	18-052A	29,564	29,879	0,316	0,902	0,350	120	0,5	0,06	ND	----	----
Muestreador personal XAD	Cipermetrina-acetato de etilo	18-052B	32,270	32,521	0,252	0,902	0,279	120	0,5	0,06	ND	----	----
Muestreador personal XAD	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-133A	6,641	9,649	3,008	0,902	3,335	120	2,7	0,32	147	0,5	1,5
Muestreador personal XAD	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-133B	6,651	9,441	2,790	0,902	3,093	120	2,7	0,32	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-134A	6,672	9,782	3,109	0,902	3,447	120	2,7	0,32	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-134B	6,771	9,796	3,024	0,902	3,353	120	2,7	0,32	ND	----	----
Muestreador personal XAD	2,4D, picloram- metanol	18-139A	6,435	9,350	2,915	0,792	3,681	120	0,8	0,10	ND	----	----
Muestreador personal XAD	2,4D, picloram- metanol	18-139B	6,503	9,397	2,893	0,792	3,653	120	0,8	0,10	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	2,4D, picloram- metanol	18-140A	6,681	9,609	2,927	0,792	3,696	120	0,8	0,10	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	2,4D, picloram- metanol	18-140B	6,587	9,522	2,935	0,792	3,706	120	0,8	0,10	ND	----	----
Muestreador personal XAD	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-188A	6,666	9,596	2,931	0,902	3,249	120	3,4	0,41	157	0,5	1,3
Muestreador personal XAD	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-188B	6,732	9,658	2,926	0,902	3,244	120	3,4	0,41	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-189A	6,396	9,322	2,925	0,902	3,243	120	3,4	0,41	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-189B	6,357	9,480	3,123	0,902	3,462	120	3,4	0,41	ND	----	----
Muestreador personal XAD	2,4D- metanol	18-254A	6,741	9,660	2,919	0,792	3,685	120	0,4	0,05	23,8	0,1	1,8
Muestreador personal XAD	picloram- metanol	18-254A	6,741	9,660	2,919	0,792	3,685	120	0,4	0,05	14,6	0,1	1,1
Muestreador personal XAD	2,4D, picloram- metanol	18-254B	6,515	9,445	2,930	0,792	3,700	120	0,4	0,05	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	2,4D, picloram- metanol	18-255A	6,539	9,490	2,951	0,792	3,726	120	0,4	0,05	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	2,4D, picloram- metanol	18-255B	6,547	9,438	2,891	0,792	3,651	120	0,4	0,05	ND	----	----
Muestreador personal XAD	Propiconazol- acetato de etilo	18-332A	6,704	10,192	3,488	0,902	3,867	120	0,25	0,03	200	0,8	25,8
Muestreador personal XAD	Propiconazol- acetato de etilo	18-332B	6,564	10,052	3,488	0,902	3,867	120	0,25	0,03	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Propiconazol- acetato de etilo	18-333A	6,703	10,341	3,638	0,902	4,033	120	0,25	0,03	ND	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Propiconazol- acetato de etilo	18-333B	6,650	10,171	3,521	0,902	3,904	120	0,25	0,03	ND	----	----
Muestreador personal XAD	Coumafos- acetato de etilo	18-352A	6,718	10,098	3,380	0,902	3,747	120	0,22	0,03	NA	----	----
Muestreador personal XAD	Coumafos- acetato de etilo	18-352B	6,411	9,783	3,372	0,902	3,738	120	0,22	0,03	NA	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Coumafos- acetato de etilo	18-353A	6,711	10,067	3,356	0,902	3,721	120	0,22	0,03	NA	----	----
Muestreador personal XAD-blanco	Coumafos- acetato de etilo	18-353B	6,397	9,776	3,379	0,902	3,746	120	0,22	0,03	NA	----	----

ND: No detectado

NA: No analizado

## Muestreo de aire- Filtro IOM

Tipo de muestra	Solvente añadido	Código	Peso inicial(g)	Peso final (g)	Diferencia (g)	Densidad (g/ml)	Volumen total (ml)	Caudal (L/h)	Tiempo (h)	Volumen aire (m3)	Resultado (ng/ml)	Cantidad (µg)	Concentración (µg/m3)
Muestreador personal IOM	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-135	7,714	10,295	2,580	0,902	2,861	120	2,7	0,324	937	2,7	8,3
Muestreador personal IOM- blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-136	6,276	8,763	2,487	0,902	2,757	120	2,7	0,324	ND	-----	-----
Muestreador personal IOM	2,4D, - metanol	18-141	6,480	8,610	2,130	0,792	2,690	120	0,8	0,096	71,1	0,2	2,0
Muestreador personal IOM	picloram- metanol	18-141	6,480	8,610	2,130	0,792	2,690	120	0,8	0,096	42,5	0,1	1,2
Muestreador personal IOM- blanco	2,4D, picloram- metanol	18-142	6,547	8,738	2,191	0,792	2,767	120	0,8	0,096	ND	-----	-----
Muestreador personal IOM	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-186	6,298	8,680	2,382	0,902	2,641	120	3,4	0,408	64	0,2	0,4
Muestreador personal IOM- blanco	Epoxiconazol-acetato de etilo	18-187	6,302	8,707	2,405	0,902	2,666	120	3,4	0,408	ND	-----	-----
Muestreador personal IOM	2,4D, picloram- metanol	18-256	6,708	9,619	2,911	0,792	3,676	120	0,4	0,048	ND	-----	-----
Muestreador personal IOM- blanco	2,4D, picloram- metanol	18-257	6,687	9,613	2,926	0,792	3,694	120	0,4	0,048	ND	-----	-----
Muestreador personal IOM	Propiconazol- acetato de etilo	18-330	6,441	9,818	3,377	0,902	3,744	120	0,25	0,03	1000	3,7	124,8
Muestreador personal IOM- blanco	Propiconazol- acetato de etilo	18-331	6,508	9,871	3,363	0,902	3,728	120	0,25	0,03	ND	-----	-----

ND: No detectado

## Fuentes de Consulta

- Abril, I. & Delgado, P. (2011). *Exposición dérmica a sustancias químicas: metodología simplificada para su determinación*. marzo 8, 2017, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/896w.pdf>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (2016). *Mirex y clordecona (Mirex and Chlordecone)*. mayo 24, 2017, de Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades Sitio web: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts66.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts66.html)
- Agostini, M., Fransma, W., De Vocht, F., Van Wendel de Joode de Joode, B., & Kromhout, H. (2011). Assessment of dermal exposure to bitumen condensate among road paving and mastic crews with an observational method. *Ann Occup Hyg*, 6, pp. 578-590.
- Alberich, T. (2008): "IAP, redes y mapas sociales: desde la investigación a la intervención social. *Revista PORTULARIA*
- Albers, J., Garabrant, D., Schweitser, S., Garrison, R., Richardson, R., & Berent, S. (2004). Dose- effect analysis of occupational chlorpyrifos exposure and peripheral nerve electrophysiology. *Occup Environ Med*, 61, pp. 201-211. doi:10.1136/oem.2003.008847.
- Albers, J., Garabrant, D., Mattson, J., Burns, C., Cohen, S., Sima, C., & otros. (2007). Doses-effect of occupational exposure to chlorpyrifos and periferic nervous electrophysiology. *Toxicology Science*, 97 (1), pp. 196-204. doi:10.1093/toxsci/kfm028.
- Anaya, A., Aranda, C., & Torres, M. (2013). Salud laboral en artesanos de microempresas en un municipio mexicano: una investigación-acción participativa. *Psicología y Salud*, 20(1), pp. 129-139.
- Araya, J. (2015). Costa Rica es el consumidor más voraz de plaguicidas en el mundo. *Semanario Universidad*, Recuperado de: <http://semanariouniversidad.ucr.cr/pais/costa-rica-es-el-consumidor-mas-voraz-de-plaguicidas-en-el-mundo/>.
- Aragón, A., Blanco, L., López, L., Lidén, C., Nise, G., & Wesswling, C. (2004) Reliability of a visual scoring system with fluorescent tracers to assess dermal pesticide exposure. *Ann Occup Hyg*, 48: pp. 601–606.
- Aragón, A., Blanco, L., Funez, A., Ruepert, C., Lidén, C., Nise, G., & Wesseling, C. (Enero 1, 2006) Assessment of Dermal Pesticide Exposure with Fluorescent Tracer: A Modification of a Visual Scoring System for Developing Countries, *The Annals of Occupational Hygiene*, 50, pp. 75–83, <https://doi.org/10.1093/annhyg/mei027>
- Arango V., Sandra S. Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 30, núm. 1, enero-abril, 2012, pp. 75-82 Universidad de Antioquia .png, Colombia
- Arellano, E., Camarena, L., Von, C., & Daesslé, W. (2009). Percepción del riesgo en salud por exposición a mezclas de contaminantes: el caso de los valles agrícolas de Mexicali y San Quintín, Baja California, México. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 27(3), pp. 291-301.

- Arce-Solarte, C. V., & Gutiérrez-Montes, J. Ó. (2015). La evaluación del efecto tóxico del Amitraz en un biomodelo experimental con ratas. *Revista Entramado*, 11(1), pp. 302–309. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21136>
- Asamblea Legislativa, 1949. Constitución Política de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Atreya, K., Kumar Sitaula, B., Overgaard, H., Man Bajracharya, R., & Sharma, S. (2012). Knowledge, attitude and practices of pesticide use and acetylcholinesterase depression among farm workers in Nepal. *International Journal of Environmental Health Research*, 22(5), 401–415. <https://doi.org/10.1080/09603123.2011.650154>
- Badii, M., & Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. CULCyT, (19).
- Barraza, D. (2013) *El uso de plaguicidas en la producción de banano y plátano y la percepción al riesgo entre actores comunitarios en Talamanca, Costa Rica* (Maestría en Salud Ocupacional). UNA-Tec, Heredia.
- Baharuddin, M., Sahid, I., Noor, M., Sulaiman, N., & Othman, F. (2011). Pesticide risk assessment: A study on inhalation and dermal exposure to 2,4-D and paraquat among M
- Abril, I. & Delgado, P. (2011). *Exposición dérmica a sustancias químicas: metodología simplificada para su determinación*. marzo 8, 2017, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/896w.pdf>
- Badii, M., & Landeros, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. CULCyT, (19).
- Barraza, D. (2013) *El uso de plaguicidas en la producción de banano y plátano y la percepción al riesgo entre actores comunitarios en Talamanca, Costa Rica* (Maestría en Salud Ocupacional). UNA-Tec, Heredia.
- Baharuddin, M., Sahid, I., Noor, M., Sulaiman, N., & Othman, F. (2011). Pesticide risk assessment: A study on inhalation and dermal exposure to 2,4-D and paraquat among Malaysian paddy farmers. *J Environ Sci Health B*, 46, 600-607. doi: 10.1080/03601234.2011.589309.
- Barquero, M. (2 de junio de 2017). Costa Rica logra reducir cantidad de agroquímicos por área utilizados en agro. La Nación. Recuperado de: <https://www.nacion.com/economia/agro/costa-rica-logra-reducir-cantidad-de-agroquimicos-por-area-utilizados-en-agro/JPZKUA5VCNCCNM3SS767DEXROU/story/>
- Beranková, M., Hojerova, J., & Melegova, L. (2017, agosto 02). Exposure of amateur gardeners to pesticides via the non-gloved skin per day. *Food and Chemical Toxicology*, 108, pp. 224-235.
- Bermello, M., & Román, L. (2015) Enfermedades dermatológicas causadas por fungicidas de las bananeras en los alumnos de las escuelas marginales de Machala. *2014 casos y controles*. (Trabajo de titulación). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Química y de la Salud, Machala, Ecuador.
- Blanco, L., Aragon, A., Lundberg, I., Liden, C., Wesseling, C., & Nise, G. (2005). Determinants of dermal exposure among Nicaraguan subsistence

- farmers during pesticide applications with backpack sprayers. *Annals of Occupational Hygiene*, 49(1), pp. 17-24.
- Brandson, D & Sweenwy, M. (1991). Pesticide personal protective clothing. *Rev Environ Contam Toxicol*, 122, pp. 81-109.
- Bravo, V., De la Cruz, E., Ramírez, F., & Wesseling C. (2009). Cantidad importada de plaguicidas como herramienta para el monitoreo de peligros para la salud en Costa Rica Universidad Nacional: Heredia-Costa Rica. Recuperado de: [http://www.una.ac.cr/observatorio\\_ambiental/index.php?option=com\\_book\\_library&task=view&id=25&catid=45&Itemid=37](http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_book_library&task=view&id=25&catid=45&Itemid=37)
- Brouwer, D., Boeniger, M., & van Hemmen, J. (2000). Hand wash and manual skin wipes. *Ann Occup Hyg*, 44, pp. 501-510.
- Burns, C., Bodner, K., Swaen, G., Collins, J., Beard, K., & Lee, M. (2011). Cancer Incidence of 2,4-D Production Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(9), 3579–3590. <http://doi.org/10.3390/ijerph8093579>
- Camilo, F., & Binder, C. (2015). Dermal Exposure Assessment to Pesticides in Farming Systems in Developing Countries: Comparison of Models. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, pp. 4670-4696.
- Campos, A. (2012). Investigación participativa: reflexiones acerca de sus fundamentos metodológicos y de sus aportes al desarrollo social. *Cuadernos De Desarrollo Rural*, (24). Recuperado a partir de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/3325>
- Campuzano, C., Feijoó, L., Manzur, K., Palacio, M., Rendón, J., & Zapata J. (2017). Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema. *Rev CES Salud Pública*. 8(1): 121-133
- Carbonel, T., A., & Torres, A. (2010). Evaluación de percepción de riesgo ocupacional. *Ingeniería Mecánica*, 13(3), pp. 18-25.
- Cattani, D., de Liz Oliveira, V., Heinz, C., Tonietto, J., Dal-Cim, T., Tasca, C., Mena, F., & Zamoner, A. Mechanisms underlying the neurotoxicity induced by glyphosate-based herbicide in immature rat hippocampus: Involvement of glutamate excitotoxicity, *Toxicology*, Volume 320, 5 June 2014, Pages 34-45, ISSN 0300-483X, <http://doi.org/10.1016/j.tox.2014.03.001>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X14000493>)
- CDC. (2018). Picloram. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0514.html>
- Cherrie, J. (6 de diciembre de 2017). ¿Cuál es el punto de los límites de exposición ocupacional? [Mensaje en un blog]. OH-world.org. Recuperado de <http://johncherrie.blogspot.com/2017/12/what-is-point-of-occupational-exposure.html>
- Cherrie, J., Howie, R., & Semple, S. (2010). *Monitoring for Health Hazards at Work*. USA: Wiley.
- Código de Trabajo de Costa Rica, 1995. Décima edición. San José, Costa Rica



- Cole, D. C., Vanderlinden, L., Leah, J., Whate, R., Mee, C., Bienefeld, M., Wanigaratne, S., ... Campbell, M. (2011). Municipal bylaw to reduce cosmetic/non-essential pesticide use on household lawns - a policy implementation evaluation. *Environmental health: a global access science source*, 10, 74. doi:10.1186/1476-069X-10-74
- De Liz Oliveira, V., Cattani, D., Heinz, C., Pierozan, P., Zanatta, L., Benedetti, E., Wilhelm, D., Mena, F., Pessoa-Pureur, R., & Zamoner, A. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells, *Free Radical Biology and Medicine*, Volume 65, December 2013, Pages 335-346, ISSN 0891-5849, <http://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584913003262>)
- Damalas, C. & Abdollahzadeh, G. (2016). Uso por parte de los agricultores del equipo de protección personal durante la manipulación de productos fitosanitarios: determinantes de la implementación. *Science of The Total Environment*, 571, pp. 730-736.
- de la Cruz, E., Bravo, V., & Ramírez, F. (2019). Epoxiconazol. *Manual de Plaguicidas de Centroamérica*. Recuperado de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/216-epoxiconazol>
- de la Cruz, E., Bravo, V., & Ramírez, F. (2019). Propiconazol. *Manual de Plaguicidas de Centroamérica*. Recuperado de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/589-propiconazol>
- del Puerto, M., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387. Recuperado en 10 de abril de 2017, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es).
- Durston, D., & Miranda, F. (2002). Experiencias y metodología de la investigación participativa. mayo 10, 2017, de CEPAL Sitio web: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6023/S023191\\_es.pdf?se](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6023/S023191_es.pdf?se)
- Environmental Protection Agency (EPA). (2002). Interim Reregistration Eligibility Decision for Chlorpyrifos. Estados Unidos de América: EPA. Recuperado de [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- Environmental Protection Agency (EPA). (2006). Cyproconazole; Pesticide Tolerances for Emergency Exemptions. mayo 23, 2017, de Federal Register Sitio web: <https://www.federalregister.gov/documents/2006/12/08/E6-20897/cyproconazole-pesticide-tolerances-for-emergency-exemptions>.
- Environmental Protection Agency. (2009). Cyproconazole. mayo 24, 2017, de EPA Sitio web: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/r?dbs+hsdb:@term+@rn+@rel+94361-06-5>
- Environmental Protection Agency. (1996). Amitraz. octubre 20, 2018, de EPA Sitio web: <https://www.epa.gov/>

- Fenske, R. (1988) Correlation of fluorescent tracer measurement of dermal exposure and urinary metabolite excretion during occupational exposure to malathion. *Am Ind Hyg Assoc J*, 49, pp. 438-444
- Fenske, R., & Birnbaum, S. (1997). Second generation video imaging technique for assessing dermal exposure (VITAE System). *Am Ind Hyg Assoc J.*, 58, 636-645.
- Gallego, L., Torres, J., & Castañeda, J. (2014). Análisis dimensional del riesgo percibido por la exposición del público a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Luna Azul*, 39, pp- 105-123
- Gallego, M., Sanín, A., y Marqués, F. (2003). Perfil cognitivo de expuestos a plaguicidas en el sector bananero de Urabá Antioquia. Colombia 2001-2003. Colombia: Instituto de Salud Carlos III- Instituto de Ciencias de la Salud CES.
- Geer, L., Anna, D., Curbow, B., Diener, M., van Wendel de Joode de Joode, B., Mitchell, C., Buckley, T. (2007). Survey assessment of worker dermal exposure and underlying behavioral determinants.. *J Occup Environ Hyg*, 4, 809-820.
- Gestis Substances Database (2017). Amitraz. Obtenido de Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance: [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng)
- Gestis Substances Database (2019). Diquat. Obtenido de Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance: [http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_en/000000.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestiseng:sdbeng\\$3.0](http://gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng$3.0)
- Gestis Substances Database (2017). Glifosato. Obtenido de Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance: [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates&fn=default.htm&vid=gestiseng:sdbeng)
- Guimaraens, D. (2004). *Exposición Dérmica Laboral*. abril 8, 2017, de Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Sitio web: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/exposicion\\_dermica\\_laboral.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/exposicion_dermica_laboral.pdf)
- Gutiérrez, W., Cerda, P., Plaza, J., Mieres, J., Paris, E., & Ríos, J. (2015). Characterization of pesticide exposures reported between 2006 and 2013 to a poison information center in Chile. *Revista médica de Chile*, 143(10), 1269-1276.
- Hanchenlaksh, C., Povey, A., O'Brien, S., & de Vocht, F. (2011). Urinary DAP metabolite levels in Thai farmers and their families and exposure to pesticides from agricultural pesticide spraying. *Occup Environ Med*, 68, 625-627.
- Heederik, D., Henneberger, P., & Redlich, C. (2012). Primary prevention: exposure reduction, skin exposure and respiratory protection. *European Respiratory Review*, 21, 112-124.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. . (2014). Metodología de la *Investigación*. México: McGraw-Hill .
- Hester, S., Moore, T., Padgett, W., Murphy, L., Wood, C., & Nesnow, S. (2012) The Hepatocarcinogenic Conazoles: Cyproconazole, Epoxiconazole, and Propiconazole Induce a Common Set of Toxicological and Transcriptional Responses, *Toxicological Sciences*, Volume 127, Issue 1, pp. 54–65, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfs086>
- Hoppin, J., Umbach, D., Long, S., London, S., Henneberger, P., Blair, A., Alavanja, M., Beane, L., & Sandler, D. (2017). Pesticides are Associated with Allergic and Non-Allergic Wheeze among Male Farmers. *Environmental Health Perspectives*, 125, 535-543.
- International Agency for Research on Cancer, IARC (2015) Glyphosate Monographs 112. Obtenido de <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-10.pdf>
- Jagt, K. V. D., Tielemans, E., Links, I., Brouwer, D., & Hemmen, J. V. (2004). Effectiveness of personal protective equipment: relevance of dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos among pest control operators. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 1(6), 355-362. <http://dx.doi.org/10.1080/15459620490449710>
- Jiménez, C., Pantoja, A., & Leonel, H. (2016) Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca "La Pila". *Rev Univ. Salud*.18(3):417-431. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.161803.48>
- Karam, M., Ramírez, G., Bustamante, L., & Galván, J. (2003). Plaguicidas y salud de la población. *CIENCIA ergo-sum*, 11(3), 246-254.
- Keifer, M. C. (2000). Effectiveness of interventions in reducing pesticide overexposure and poisonings. *American journal of preventive medicine*, 18(4), 80-89.
- Lerro, C., Beane, L., Portengen, L., Kang, D., Lee, K., Blair, A., Lynch, C., Bakke, B., De Roos, A., & Vermeulen, R. (2017). A Longitudinal Study of Atrazine and 2,4-D Exposure and Oxidative Stress Markers Among Iowa Corn Farmers. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 58, 30-38.
- Lesmes, C. (2015). Dermal exposure assessment to pesticides in farming systems in developing countries: comparison of models. *Int J Environ Res Public Health*, 12, 4670-4696.
- López, K., Pinedo, C., & Zambrano, M. (2015). Prácticas de Salud Ocupacional y niveles de biomarcadores séricos en aplicadores de plaguicidas de cultivos de arroz en Natagaima-Tolima, Colombia. *Revista de Toxicología*, 32, 102-106.
- MacFarlane, E., Carey, R., Keegel, T., El-Zaemay, S., & Fritschi, L. (2013). Dermal Exposure Associated with Occupational End Use of Pesticides and the Role of Protective Measures. *Safety and Health at Work*, 4, 136-141.[doi.org/10.1016/j.shaw.2013.07.004](https://doi.org/10.1016/j.shaw.2013.07.004)
- Macfarlane, E., Chapman, A., Benke, G., Meaklim, J., Sim, M., & McNeil, J. (2008). Training and other predictors of personal protective equipment use in Australian grain farmers using pesticides. *Occup Environ Med*, 65, 141-146.

- Mamane, A., Baldi, I., Tessier, J., Raheison, C., & Bouvier, G. (2014). Occupational exposure to pesticides and respiratory health. *European Respiratory Review*, 24, 306-319.
- Martí, A. (s.f.) NTP 814: *Evaluación de la exposición laboral a aerosoles: el muestreador personal IOM para la fracción inhalable*. enero 26, 2019, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/814%20web.pdf>
- Medina, L., Rodríguez, G., & Zamora, P. (2013). Comparación de métodos de exposición dermal a plaguicidas en una muestra de floricultores y productores de palmito y chayote en Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 1-21.
- Mekonnen, Y., & Agonafir, T. (2002). Pesticide sprayers' knowledge, attitude and practice of pesticide use on agricultural farms of Ethiopia. *Occupational Medicine*, 52(6), 311–315. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=44405020&lang=es&site=ehost-live>
- Muñoz, M., Lucero, B., Iglesias, V., Levy, K., Muñoz, P., Achú, E., Cornejo, C., Concha, C., Brito, A., & Villalobos M. (2017). Exposure to organophosphate (OP) pesticides and health conditions in agricultural and non-agricultural workers from Maule, Chile. *Int J Environ Health Res*, 27, 82-93.doi: 10.1080/09603123.2016.1268679.
- National Pesticide Information Center. (2010). Glyphosate. Junio 5, 2017, de National Pesticide Information Center. Sitio web: <http://npic.orst.edu/factsheets/glyphogen.html#symptoms>
- National Pesticide Information Center. (2010). Malathion. Junio 5, 2017, de National Pesticide Information Center. Sitio web: <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/malatech.html>
- Negatu, B., Kromhout, H., Mekonnen, Y., & Vermeulen, R. (2016). Use of Chemical Pesticides in Ethiopia: A Cross-Sectional Comparative Study on Knowledge, Attitude and Practice of Farmers and Farm Workers in Three Farming Systems. *Ann. Occup. Hyg*, 60, 551–566.
- NPIC. (noviembre 09, 2015). Otros (inertes) ingredientes en plaguicidas. octubre 05, 2018, de National Pesticide Information Center Sitio web: <http://npic.orst.edu/ingred/inert.es.html>
- Oakesa, D., Webstera, W., Brown, P., & Ritchie, H. (2002). Testicular changes induced by chronic exposure to the herbicide formulation, Tordon 75D® (2,4-dichlorophenoxyacetic acid and picloram) in rats. *Reproductive Toxicology*, 16, 281–289.
- Obando, A., Jiménez, J., & Palacio, M. (2018). *Propuesta para el manejo del riesgo por exposición a calor en los trabajadores técnicos agrícolas de la Finca Experimental Taboga*, (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica Nacional, Guanacaste.
- Oliveira, J., Torres, P., Roniery, J., Zago, B., & Dutra, E. (2012). Conocimiento, Actitudes, Prácticas y Biomonitorio de Agricultores y Residentes Expuestos a Pesticidas en Brasil. *Revista Internacional de Investigación*

- Open Chemistry Database (2017) Amitraz. Obtenido de U.S. National Library of Medicine:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/36324#section=Top>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Pesticide use*. marzo 20, 2019, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
- Organización Mundial de la Salud. (2009). *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009*. noviembre 5, 2016, de Geneva: World Health Organization Sitio web: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44271>
- Osborne, P., Xu, Z., Swanson, K., Walker, T., & Farmer, D. (2015). Dicamba and 2,4-D residues following applicator cleanout: A potential point source to the environment and worker exposure. *J Air Waste Manag Assoc*, 65, 1153-1158.
- Pesticide Action Network International. (marzo, 2018). Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos. octubre 5, 2018, de Pesticide Action Network International Sitio web: <https://rap-al.org/tag/plaguicidas-paps/>
- Penagos, H., Ruedert, C., Partanen, T., Pérez, N., Infante, C., Rosquete, C., Ramos, A., & González, C. (2010). Disminuyendo la relevancia de los plaguicidas. Alternativas a su uso. *Agroecología*, 5, pp. 79-87.
- Pérez, J., Ayala, I., & Ramírez, J. (2016). Percepción del riesgo biológico y condiciones de seguridad en auxiliares de enfermería de la Asociación de Comunidades Indígenas del Norte del Cauca (ACIN) *Revista Colombiana de Salud ocupacional*, 6, pp 72-76
- Pesticide Propriertes Database [PPDB]. (2013). Chlorpyrifos. Obtenido de University of Hertfordshire: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>
- Poder Ejecutivo. (2007). Decreto Ejecutivo 34142-MAG-TSS-MINAE. Regulación de los productos que contengan el plaguicida agrícola clorpirifos. Diario Oficial La Gaceta N° 249 (27 de diciembre 2007). San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Poder Ejecutivo. (marzo 18, 2009). Decreto ejecutivo N°35124- MTSS. Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos
- Portell, M., & Solé, M. (2001). *NTP 578: Riesgo percibido: un procedimiento de evaluación*. abril 8, 2017, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Sitio web: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_578.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_578.pdf)
- Potera, C. (2012). Un mecanismo recién descubierto de los efectos del clorpirifos sobre el neurodesarrollo. *Salud Pública de México*, 54(6), 660–662. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=89674357&lang=es&site=ehost-live>
- Ramírez, F. (2003). Efecto de los plaguicidas en el ambiente y la salud. Boletín RAAA, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional de Costa Rica.

- Ramírez, J., & Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Labor*, 4(2), 67-75.
- Recena, M. C. P., Caldas, E. D., Pires, D. X., & Pontes, E. R. J. C. (2006). Pesticides exposure in Culturama, Brazil—Knowledge, attitudes, and practices. *Environmental Research*, 102(2), 230–236. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2006.01.007>
- Reglamento Técnico NCR 208: 1995. Plaguicidas. Etiquetado. Diario Oficial La Gaceta República de Costa Rica, San José, 18 de mayo de 1996
- Reglamento Técnico Centroamericano 65.03.44:07 Plaguicidas de Uso Doméstico y de Uso Profesional N° 36630-COMEX-MEIC-S
- Reynolds, J & Wickman, D. (1994) Organophosphorus pesticides. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM)*, Fourth Edition
- Rodríguez, I., Castilla, B., Martínez, M. (2014) Riesgo percibido en la construcción en España y Perú: un estudio exploratorio. *rev.univ.ind.santander.salud*; 46 (3): pp. 277-285
- Romano, D. (2012). Disruptores endocrinos. Nuevas respuestas para nuevos retos. Mayo 23, 2017, de ISTAS Sitio web: [http://www.istas.ccoo.es/descargas/disruptores\\_endocrinos\\_final.pdf](http://www.istas.ccoo.es/descargas/disruptores_endocrinos_final.pdf)
- Salas, C. (2014). Dermatitis Ocupacionales. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 71(610), 343-346.
- Samsel, A., & Seneff, S. (2015). Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies. *Surg Neurol Int*, 6, 45.
- Sanborn, M., D. Cole, K. Kerr, C. Vakil, L. H. Sanin, & K. Bassil. (2004). Systematic review of pesticide human health effects. The Ontario College of Family Physicians, Ontario, Canada. 186 pp.
- Santamaría, C. (2009). El impacto de la exposición a plaguicidas sobre la incidencia de cáncer de mama. Evidencia de Costa Rica. *Revista electrónica publicada por el Centro Centroamericano de Población*, 7, 1-30.
- Sarwar, M. (2015). The dangers of pesticides associated with public health and preventing of the risks. *International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering*, 1(2), 130-136.
- Silva, A., Arancibia, M., Arnao, M., Cavieres, M., & López, P. (2016). Exposición a plaguicidas y determinantes sociales de la salud en pequeños agricultores y agricultoras de la V Región Valparaíso, Chile. *Cuestiones de Población y Sociedad*, 7(7).
- Smith, M., Merrill, M., Liaw, J., & Steinmaus, C. (2017). 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and risk of non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis accounting for exposure levels. *Ann Epidemiol*, 27, 281-289. doi: 10.1016/j.annepidem.2017.03.003.
- Schneider, T., Vermeulen, R., Brouwer, D. H., Cherrie, J. W., Kromhout, H., & Fogh, C. L. (1999). Conceptual model for assessment of dermal exposure. *Occupational and Environmental Medicine*, 56(11), 765–773.
- Tielemans, E., Bretveld, R., Schinkel, J., Van Wendel de Joode De Joode, B., Kromhout, H., Gerritsen, R., Roeleveld, N., & Preller, L. (2007). Exposure

- profiles of pesticides among greenhouse workers: implications for epidemiological studies. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 17, 501-509.
- Thundiyil, J., Stober, J., Besbelli, N., & Pronczuh, J. (2008) Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, 86, 205-209
- Tu, T.-Y., Chwan-Yang Hong, Takao Sasado, Shosaku Kashiwada, & Pei-Jen Chen. (2016). Early life exposure to a rodent carcinogen propiconazole fungicide induces oxidative stress and hepatocarcinogenesis in medaka fish. *Aquatic Toxicology*, 170, 52–61.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.11.014>
- Valkenburg, B., Beukema, L., Almekinders, C., & Tromp, C. (2009). *Research in action. Theories and practices for innovation and social change*. Holanda: Mansholt.
- Van Duuren, B., Pelzer, J., Moehlmann, C., Berges, M., Bard, D., Wake, D., Mark, D., Jankowska, E., & Brouwer, D. (2010). A structured observational method to assess dermal exposure to manufactured nanoparticles DREAM as an initial assessment tool. *Int J Occup Environ Health*, 16, 399-405.
- Van Wendel de Joode de Joode, B., Barraza, D., Ruepert, C., Mora, A. M., Córdoba, L., Öberg, M., Wesswling, C., Mergler, D., & Lindh, C. (2012). Indigenous children living nearby plantation with chlorpyrifostreated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations.
- Van Wendel de Joode de Joode, B., Brouwer, D., Vermeulen, R., van Hemmen, J., Heederik, D., & Kromhout, H. (2003). DREAM: A method for Semi-quantitative Dermal Exposure Assesment. *Ann.Occuo.Hyg*, 47, 71-87.
- Van Wendel de Joode de Joode, B., van Hemmen, J., Meijster, T., Major, V., London, L., & Kromhout, H. (2005<sup>a</sup>). Reliability of a semi-quantitative method for dermal exposure assessment (DREAM). *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 15, 111-120.
- Van Wendel de Joode de Joode, B., Vermeulen, R., van Hemmen, J., Fransman, W., & Kromhout, H. (2005<sup>b</sup>). Accuracy of a semiquantitative method for Dermal. *Occup. Environ. Med.* 62, 623-632.
- Vargas, T., Vargas, S., & Morera, J. (2018). *Evaluación de la exposición a plaguicidas en los funcionarios del equipo de control de vectores en el Área Rectora de Salud de Carrillo, Guanacaste* (Licenciatura). UTN, Guanacaste.
- Vargas, Y. (2015). Exposición a agroquímicos y creencias asociadas a su uso en la cuenca hidrográfica del Río Morote, Guanacaste, Costa Rica: Un estudio de casos. *Ciencia y Trabajo*, 17, 54-68.
- Varma, A., Neupane, D., Ellekilde, J., & Jørs, E. (2016, julio 26). Is prevention of acute pesticide poisoning effective and efficient, with Locally Adapted Personal Protective Equipment? A randomized crossover study among farmers in Chitwan, Nepal. *La Medicina del Lavoro*, 107(4), pp. 271-283.
- Vásquez, L. (2006). La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. *Control químico*, 10(3), 221.
- Villalobos, J. (2014). Exposición de trabajadores embolsadores de plátano al

Plaguicida clorpirifos usado en la bolsa protectora. Cantón Talamanca, provincia de Limón (Posgrado en Salud Ocupacional con énfasis en Higiene Ambiental). UNA-Tec, Heredia.

- Weng, C.-Y., & Black, C. (2015). Taiwanese farm workers' pesticide knowledge, attitudes, behaviors and clothing practices. *International Journal of Environmental Health Research*, 25(6), 685–696. <https://doi.org/10.1080/09603123.2015.1020415>
- Wesseling, C. (2000). Proyecto: Exposición ocupacional de padres y madres a plaguicidas y cáncer en los hijos: cáncer de cerebro y leucemia infantil. IRET, Universidad Nacional de Costa Rica.
- Wesseling, C., Aragón, A., Castillo, L., Corriols, M., Chaverri, F., De la Cruz, E., Keiger, M., Monge, P., Partanen, T., Clemens, R., & van Wendel de Joode, B. (2001). Plaguicidas peligrosos en Centroamérica. *International Journal of Occupational and Environmental Health* (7), p. 287-294. Recuperado de:
- Wesseling, C., van Wendel de Joode de Joode, B., & Monge, P. (2001) Pesticide-related illness among banana workers in Costa Rica: A comparison between 1993 and 1996. *Int J Occup Environ Health*, 7, 90-97.
- Wesseling, C., Aragón, A., Rojas, M., Blanco, L., López, L., Soto, A., Fúnez, A., Ruepert, C., Miranda, J., & López, I. (2006). Efectos de clorpirifos sobre la salud de trabajadores bananeros de La Lima, Honduras. Serie Salud y Trabajo, no. 1. Heredia, Costa Rica: SALTRA, IRET-UNA, CISTA, UNAN-León, ISSN: 1659-2670. <http://www.saltra.info/images/articles/seriesaludytrabajo/seriesaludytrabajo1.pdf>
- Wesseling, C., van Wendel de Joode de Joode, B., Keifer, M., London, L., Mergler, D., & Stallones, L. (2010) Neuropsychiatric symptoms and suicidal ideation among banana workers with a history of poisoning by organophosphate or n-methyl carbamate pesticides. *Occup Environ Med*, 67, 778-84.
- Wesseling, C. (2004) Pesticide patch test series for the assessment of allergic contact dermatitis among banana plantation workers in Panama. *Dermatitis*, 15, 137-45.
- Xu, C., Liu, Q., Huan, F., Qu, J., Liu, W., Gu, A., Wang, Y., & Jiang, Z. (2014). Changes in Gut Microbiota May Be Early Signs of Liver Toxicity Induced by Epoxiconazole in Rats. *Chemotherapy*. 60:135-142. doi: 10.1159/000371837
- Zambonino, M. (2015). Determinación de los niveles de Colinesterasa y Evaluación de la presencia de efectos Neurotóxicos en trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos de la parroquia de San Luis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador



