

DICTAMEN APROBATORIO DE BORRADOR DE TESIS

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA DE POSTGRADO

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 30 de Abril del 2021

Dictamen: 000392-C-EPG-2021

Visto el borrador del expediente 000392, presentado por:

2017009521 - STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE

Titulado:

CUANTIFICACION DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN FRUTOS DE TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L.), RIESGOS PARA LA SALUD Y PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN LA REGION AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1072 - BERNABE ORTIZ JULIO CESAR
DICTAMINADOR**



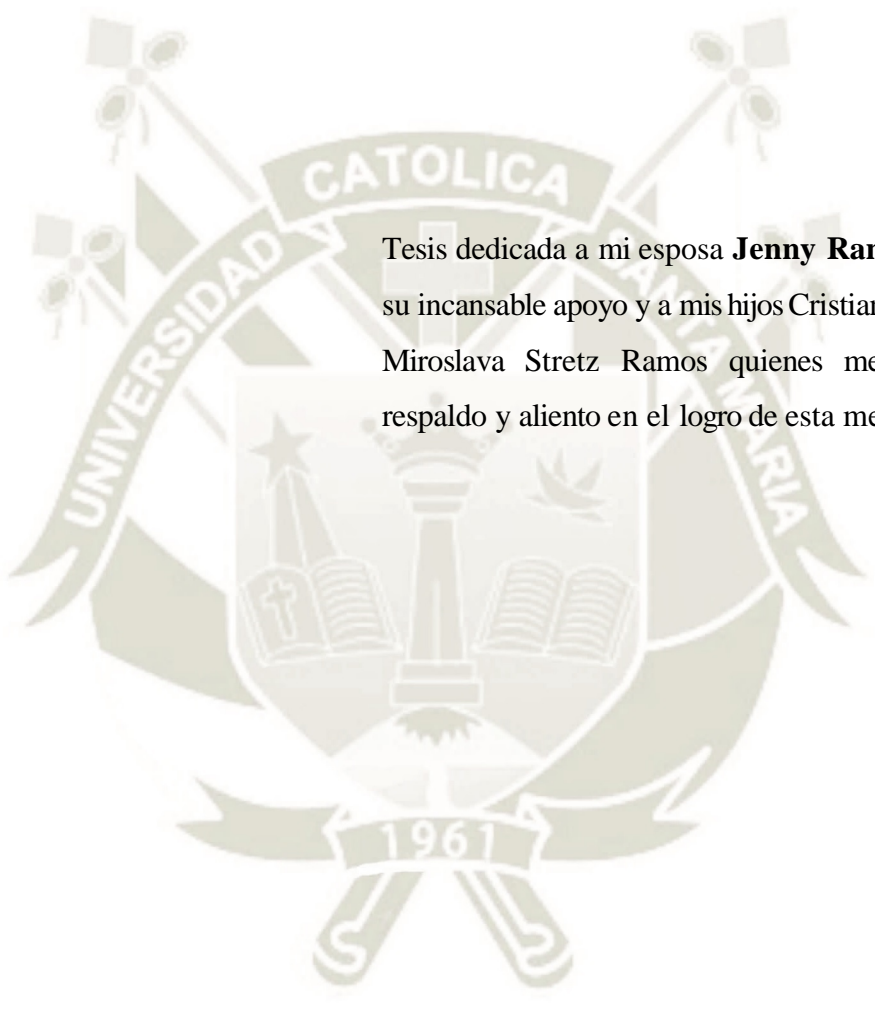
**5428 - DAVILA FLORES JOSE
DICTAMINADOR**



**7703 - MAYTA COAGUILA RONALD ALBINO
DICTAMINADOR**

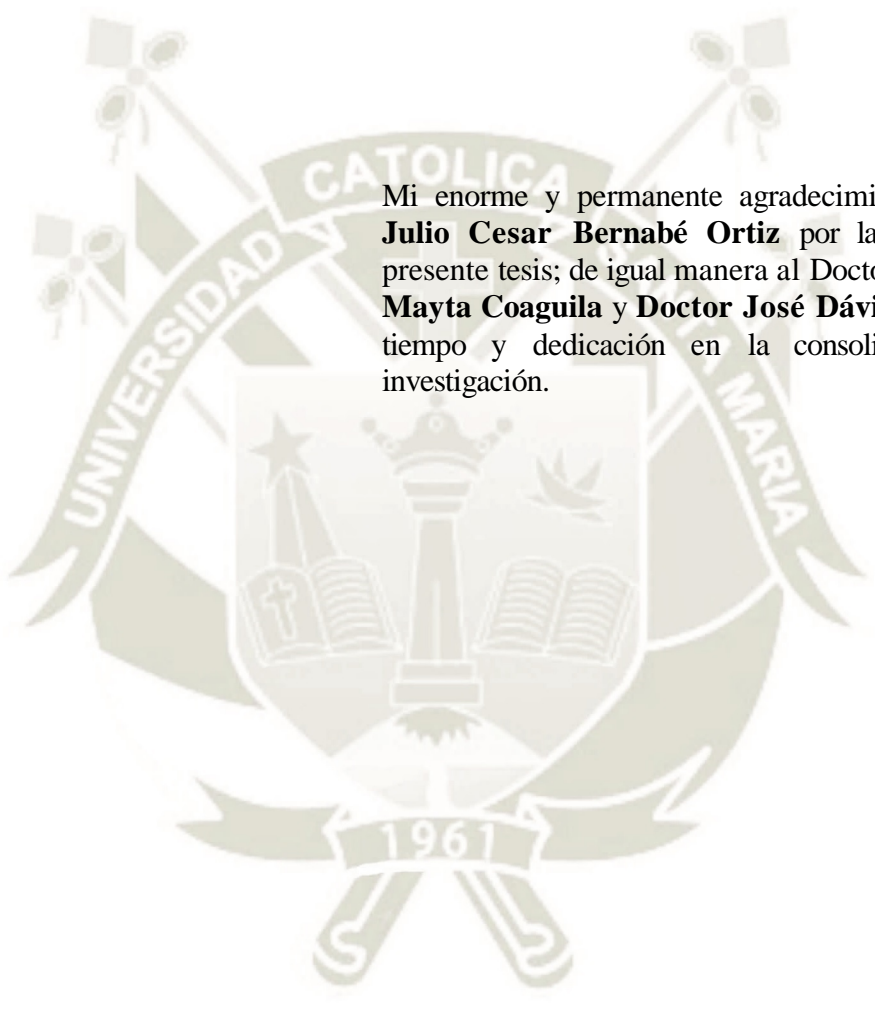


DEDICATORIA



Tesis dedicada a mi esposa **Jenny Ramos Bolívar** por su incansable apoyo y a mis hijos Cristian Stretz Ramos y Miroslava Stretz Ramos quienes me han brindado respaldo y aliento en el logro de esta meta.

AGRADECIMIENTO



Mi enorme y permanente agradecimiento al Doctor **Julio Cesar Bernabé Ortiz** por la asesoría de la presente tesis; de igual manera al Doctor **Ronal Albino Mayta Coaguila** y Doctor **José Dávila Flores** por su tiempo y dedicación en la consolidación de esta investigación.

RESUMEN

Esta investigación se realiza entre enero y abril del año 2019 en ámbitos de Arequipa Provincia, Majes Pedregal, Corire, Camaná y Joya Antigua en la Región Arequipa, siendo los objetivos la cuantificación del nivel de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate en expendio; análisis de riesgos para la salud humana; y cuantificación de percepción de uso y manejo de insecticidas por los productores de dichas zonas. La toma de muestras de frutos de tomate se realiza en 10 lugares para conformar finalmente 5 muestras compuestas agrupadas por lugares afines, con 2.0 kg por muestra que son remitidas al Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Laboratorio del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos en Lima. Los análisis se realizan mediante el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa (GC/MS). La Recopilación de información sobre uso y manejo de pesticidas bajo condiciones de campo se realiza en Majes Pedregal, Corire, Camaná y Joya Antigua con encuestas de 24 preguntas las cuales son organizadas en 6 grupos. Los resultados determinan residuos de Clorpirifos en frutos de tomate siendo el máximo valor 0.283 mg/kg, correspondiente a una muestra compuesta por Supermercado 1, Supermercado 2 y Supermercado 3 en Arequipa; cuyo valor no supera los LMRs pero puede generar riesgos en la salud humana. Los resultados sobre la percepción de uso y manejo de insecticidas por los agricultores, indican mediante la prueba de Chi,² 50.8% de respuestas válidas en nivel de conocimiento sobre los insecticidas; 53.2% en responsabilidad de uso y manejo; 48.9% para nivel de capacitación en manejo de insecticidas; 57.7% de respuestas válidas en el manejo eficiente de los insecticidas; 40.2% para cuidado del medio ambiente y 50.5% en el nivel de conciencia sobre el uso de insecticidas.

Palabras Claves: Residuos de Clorpirifos, Tomate, Riesgos para la salud, Manejo de insecticida

ABSTRACT

This research is carried out between January and April of the year 2019 in areas of Arequipa Province, Majes Pedregal, Corire, Camaná and old Joya in the Arequipa Region, with the objectives being the quantification of the level of Chlorpirifos residues in tomato fruits on sale; risk analysis for human health; and quantification of perception of use and management of insecticides by the producers of said areas. Sampling of tomato fruits is carried out in 10 places to finally form 5 composite samples grouped by related places, with 2.0 kg per sample that are sent to the National Agricultural Health Service, Laboratory of the Center for Control of Toxic Waste and Residues in Lima. The analyzes are performed using the gas chromatography method coupled to mass spectrometry (GC / MS). Information collection on the use and management of pesticides under field conditions is carried out in Majes Pedregal, Corire, Camaná and old Joya with surveys of 24 questions organized in 6 groups. The results determine Chlorpyrifos residues in tomato fruits, the maximum value being 0.283 mg / kg, corresponding to a sample composed of Supermarket 1, Supermarket 2 and Supermarket 3 in Arequipa; the value does not exceed MRLs but it can generate risks in human health. The results on the perception of use and management of insecticides by farmers, indicate by means of the Chi2 test 50.8% of valid responses at the level of knowledge about insecticides; 53.2% in responsibility for use and handling; 48.9% for training level in insecticide management; 57.7% of valid responses in the efficient management of insecticides; 40.2% for environmental care and 50.5% in the level of awareness about the use of insecticides.

Keywords: Waste of Chlorpyrifos, tomato, health risks, insecticide management,

INDICE GENERAL

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION	1
HIPOTESIS.....	2
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	3
1.1-AGRICULTURA Y PLAGUICIDAS.....	3
1.2-TOMATE Y LOS INSECTICIDAS.....	4
1.3-CLASIFICACION DE LOS INSECTICIDAS	6
1.4-DEFINICIONES.....	8
1.4.1 Plaguicida.....	8
1.4.2 Residuo plaguicida.....	8
1.4.3 Ingesta Diaria Admisible (IDA).....	8
1.4.4 Límites Máximos de Residuos (LMR)	8
1.4.5 Dosis letal media (DL ₅₀).....	10
1.4.6 Curva de toxicidad o curva de regresión dosis -mortalidad	10
1.4.7 Efecto residual del insecticida	10
1.4.8 Periodo de carencia.....	11
1.4.9 El Noel.....	11
1.5- CLORPIRIFOS Y SUS CARACTERISTICAS	11
1.5.1 Clorpirifos y el medio ambiente.....	13
1.5.2 Vías aeróbicas y anaeróbicas de la degradación del clorpirifos.....	14
1.5.3 Microorganismos y degradación del clorpirifos.....	15
1.5.4 Bacterias y Degradación del Clorpirifos.....	16
1.5.5 Degradación enzimática del Clorpirifos.....	18
1.5.6 Degradación del Clorpirifos y Factores medioambientales	19
1.6-INSECTICIDAS Y LA SALUD HUMANA	24

1.6.1 Investigaciones en pesticidas y salud humana.....	26
1.7-USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS	31
1.8-RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CULTIVOS: INVESTIGACIONES REALIZADAS	37
CAPITULO II: METODOLOGIA	45
2.1 UBICACIÓN	45
2.2 LUGARES DE MUESTREO DE FRUTOS DE TOMATE	45
2.3 UNIDAD DE MUESTREO	46
2.4 TOMA DE MUESTRA	46
2.5 CONFORMACIÓN DE MUESTRAS COMPUESTAS (M)	46
2.6 ENVÍO DE MUESTRAS.....	46
2.7 MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS.....	47
2.8 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE USO Y MANEJO DE PESTICIDAS BAJO CONDICIONES DE CAMPO.....	47
2.9 CLORPIRIFOS Y NIVEL DE RIESGO PARA LA SALUD HUMANA	49
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION.....	50
3.1 NIVEL DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN FRUTOS DE TOMATE	50
3.2 CLORPIRIFOS Y RIESGOS EN LA SALUD HUMANA.....	53
3.3 PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS POR EL PRODUCTOR	55
3.3.1 Conocimiento sobre los insecticidas.....	55
3.3.2 Responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas	57
3.3.3 Capacitación en el manejo de insecticidas	60
3.3.4 Manejo eficiente de los insecticidas.....	63
3.3.5 Cuidado del medio ambiente y plaguicidas	66
3.3.6 Conciencia sobre el uso de insecticidas	69
3.3.7 Resultados globales en la percepción de uso y manejo de insecticidas.....	72
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	76
CAPITULO IV: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad	6
Tabla 2. Límite máximo de residuos (LMR) de Clorpirifos según productos alimenticios.	10
Tabla 3. Lugares de muestreo de frutos de tomate en madurez de consumo.....	45
Tabla 4. Instrumento de levantamiento de información sobre uso y manejo de insecticidas	48
Tabla 5. Resultados de análisis de residuos de clorpirifos (mg/kg) en frutos de tomate según muestra compuesta, correspondiente a 10 lugares de muestreo	50
Tabla 6. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de conocimiento sobre los insecticidas	55
Tabla 7. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas.....	58
Tabla 8. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de capacitación en el manejo de insecticidas	61
Tabla 9. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de manejo eficiente de los insecticidas.....	64
Tabla 10. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de cuidado del medio ambiente y plaguicidas	67
Tabla 11. Prueba de Chi ² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de conciencia sobre el uso de insecticidas.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la molécula de clorpirifos	12
Figura 2. Cantidad de residuos de clorpirifos en frutos de tomate	52
Figura 3. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada con el conocimiento de insecticidas, expresada en porcentaje.....	57
Figura 4. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta sobre responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas, expresada en porcentaje.....	60
Figura 5. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta sobre capacitación en el manejo de insecticidas, expresada en porcentaje	63
Figura 6. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada al manejo eficiente de los insecticidas, expresada en porcentaje.....	66
Figura 7. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada al cuidado del medio ambiente y plaguicidas, expresada en porcentaje	69
Figura 8. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta vinculada con la conciencia sobre el uso de insecticidas, expresada en porcentaje	72
Figura 9. Significancia entre el número total de respuestas válidas y no válidas por localidad, sobre la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa	73
Figura 10. Significancia entre localidades para el total de respuestas válidas sobre la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa, expresadas en porcentaje	73
Figura 11. Significancia entre grupos de preguntas para el total de respuestas válidas, relacionadas a la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa, expresadas en porcentaje	74

LISTA DE ABREVIATURAS

CP: CLORPIRIFOS

Ha: HECTAREA

DL₅₀: DOSIS LETAL MEDIA

OP: ORGANO-FOSFORADO

IDA: INGESTA DIARIA ADMISIBLE

LMR: LIMITE MAXIMO DE RESIDUOS

BPA: BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS

TCP: 3, 5,6-TRICLORO-2-PIRIDINOL

TMP: 3, 5,6- TRICLORO -2-METOXYPIRIDINA

DETP: DIETIL TIOFOSFATO

DEP: DIETIL FOSFATO

CFU: UNIDAD FORMADORA DE COLONIA

NPK: NITROGENO-FOSFORO-POTASIO

DAP: DIALQUIL FOSFATO

DMAP: DIMETIL ALQUIL FOSFATO

MIP: MANEJO INTEGFRADO DEPLAGAS

INTRODUCCION

Las hortalizas son productos importantes para la salud humana ya que proveen de elementos nutritivos y vitaminas. El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una solanácea muy popular, ampliamente difundida y constituye la base de la dieta humana en diversos continentes (Ramadán, Shawir, El-Bakary, & Abdelgaleil, 2016). En el Perú es un cultivo ampliamente difundido, así en el año 2017 se tuvo 4000 has cultivadas a nivel nacional, estando 500 has en Arequipa (MINAGRI, 2017).

Los productos hortícolas destinados para la alimentación humana, la seguridad y calidad son los factores más importantes que influyen en las opciones del consumidor moderno (Iizuka & Shimizu, 2014); sin embargo en la producción del tomate es frecuente el uso de insecticidas debido a la gran cantidad de plagas que afectan, representando un factor de riesgo para el consumidor.

Los pesticidas organofosforados son ampliamente usados en la agricultura para mejorar la calidad de las cosechas (Peng, He, Lu, Mmerekki, & Zhong, 2016), sin embargo; productos como el Clorpirifos se consideran pesticidas contaminantes y persistentes que han sido ampliamente utilizados desde 1950 para proteger los cultivos (Zhang et al., 2015).

Bajo condiciones del Perú y la Región Arequipa, es limitado el control y monitoreo por parte de las instituciones con respecto a las aplicaciones de pesticidas, tanto en su dosificación, número de aplicaciones, periodo de carencia y determinación del nivel de contaminación o presencia de residuos de pesticidas en frutos comestibles. Esto condiciona la posibilidad de encontrar frutos de tomate con residuos de insecticidas como el Clorpirifos, consecuencia de un mal manejo y aplicación de insecticidas.

Es preciso indicar que la presencia de residuos de insecticidas como el Clorpirifos en los frutos como el tomate, puede ocasionar riesgos en la salud humana, siendo por ello importante cuantificar el nivel de residuos presentes; evaluar el nivel de riesgo para la salud humana y la influencia del manejo de insecticidas bajo condiciones de campo en la calidad de productos, entorno en el cual se justifica la ejecución del presente trabajo de investigación.

Por lo expuesto, en la presente investigación se plantea la siguiente hipótesis y objetivos:

HIPOTESIS

Es posible cuantificar diversos contenidos de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate para consumo en fresco bajo condiciones de venta de los principales locales de expendio de la Región Arequipa, determinar posibles riesgos para la salud y diferente percepción de uso y manejo de insecticidas por los productores

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el contenido de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate bajo expendio para su consumo en fresco; sus posibles riesgos para la salud y la percepción de uso y manejo de insecticidas por los productores de la Región Arequipa

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a. Cuantificar el nivel de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate fresco en expendio, en 10 puntos de muestreo de la Región Arequipa
- b. Analizar los riesgos para la salud humana en relación a los residuos de Clorpirifos cuantificados en frutos de tomate.
- c. Cuantificar la percepción de uso y manejo de insecticidas por el productor en condiciones de campo.

Los resultados obtenidos en esta investigación se limitan a los ámbitos de muestreo realizados en la ciudad de Arequipa, Distrito de Majes Pedregal, Valle de Majes, Joya Antigua y Camaná. El alcance de la información es de gran relevancia ya que permite determinar el nivel de residuos de Clorpirifos en estos lugares muestreados; sus posibles riesgos en la salud de los consumidores y cuantificar el nivel de uso y manejo de los insecticidas.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1. MARCO TEORICO

1.1-AGRICULTURA Y PLAGUICIDAS

El uso de sustancias químicas para el control de plagas se realiza desde hace más de 2000 años, cuando los romanos utilizaban desechos químicos inorgánicos para mantener sus caminos libres de malezas. En los años 1800 se empleaban sustancias químicas inorgánicas para el control de malezas. (Stephenson, Gerald-Solomon, 2013)

En Inglaterra el uso de sustancias químicas para el control de plagas se inició en el siglo XIX. La aparición comercial del DDT a inicios de la década de los 40 durante el siglo XX ha sido registrada como referente del inicio de insecticidas en forma global y masiva durante la historia de la humanidad (Ewald & Aebischer, 2000).

La Revolución Verde contribuyó en gran medida a la evolución y utilización de plaguicidas para el control de una serie de plagas que, de otro modo reducirían la cantidad y calidad de la producción agrícola (Richardson, 1998).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación define a un plaguicida como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio. (EN, M. C. L. N. H., & EL MUNDO, 2002)

El término plaguicida abarca también los ingredientes activos en cualquier forma, independiente del grado han sido formulados para su aplicación. El término se asocia usualmente a materiales destinados a matar o controlar plagas como insecticidas, funguicidas, herbicidas, repelentes de insectos, hormonas de crecimiento (FAO - OMS, 2017). De igual manera el plaguicida abarca una amplia gama de productos químicos que incluyen insecticidas, funguicidas, moluscidas, roenticidas, nematocidas, reguladores del crecimiento de plantas y otros (Aktar, Sengupta, & Chowdhury, 2009).

Actualmente el crecimiento exponencial de la población mundial conduce a la utilización masiva de los plaguicidas, ante el incremento de las necesidades de alimentos y fibras. El rendimiento agrícola ha incrementado debido a la aplicación de agroquímicos para controlar las plagas, enfermedades y ayudar a mantener alejadas de la sociedad muchas enfermedades terribles (Rekha, Naik, & Prasad, 2006).

Sin embargo; estos productos son contaminantes persistentes cuya evidencia del peligro producido por ellos en el medio ambiente y la salud, se ha demostrado en las últimas décadas, dada la aplicación de técnicas analíticas de separación para cuantificarlos (Mendieta, Ortega, Solano-Cueva, & Figueroa, 2017). El uso excesivo de plaguicidas es también uno de los principales obstáculos para la producción agrícola sostenible (Agarwal, 2017).

La aplicación inadecuada y el uso excesivo e indebido de plaguicidas afecta la calidad de los alimentos y conduce al desarrollo de la resistencia a las plagas. En el entorno ambiental el ingreso a la cadena alimentaria genera preocupaciones de salud pública y el ecosistema por la presencia de plaguicidas en el suelo, aire, agua y los alimentos, que a su vez pueden ser asimilados por ingestión, inhalación y contacto dérmico. (Abhilash & Singh, 2009)

Si bien es cierto que los pesticidas organofosforados como el Clorpirifos (CP) son ampliamente usados en la agricultura para mejorar la calidad de hortalizas y frutas, sin embargo estos pueden contener sustancias tóxicas como residuos de pesticidas (Kitamura et al., 2014) (Peng, He, Lu, Mmerekki, & Zhong, 2016).

El Clorpirifos puede generar problemas de salud humana, como náuseas, mareos, confusión y en exposiciones altas puede causar cáncer de pulmón, parálisis respiratoria y la muerte, sin embargo; es un producto ampliamente utilizado en países en desarrollo pese a su persistencia en el medio ambiente (L. Wang, Liu, Zhang, Wu, & Sun, 2016), (Yadav, Shukla, Srivastva, Upadhyay, & Dubey, 2016).

1.2-TOMATE Y LOS INSECTICIDAS

El tomate (*Solanum lycopersicum L*), es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. A nivel mundial China es uno de los países con mayor producción de tomate (32.6%), seguido de India (11.4%), Turquía (7.0%), Estados Unidos (6.0%),

Egipto (4.0%), Irán (3.4%), Italia (3.3%), España(2.8%), México (2.3%) y Brasil (2.3%) entre los más destacados al año 2017 (FAOSTAT, 2017).

En el Perú las principales zonas productoras están en Lima (Rímac, Chillón, Lurín), La Libertad, Ica, Huaral-Chancay, Barranca, Huacho, Cañete, Arequipa, Lambayeque y Mala. En el 2016 la superficie nacional superó las 6,000 hectáreas las cuales produjeron 233,000 toneladas, destinadas básicamente hacia el consumo interno (MINAGRI, 2017) (Redagícola K, 2018).

En la Región Arequipa durante el periodo de siembra Agosto-marzo 2015-16/ 2016-17, se reportó entre 400 y 500 hectáreas sembradas. Así mismo los rendimientos alcanzados entre los años 2013 al 2017 fueron de 57,3 ton/a 43,5 ton/ha (MINAGRI, 2017).

El consumo promedio de tomate per cápita para el Perú se registra con 6.8 kg/persona. Para Lima Metropolitana 6.7 kg/persona; resto del País 6.9 kg/persona; zona urbana 7.1 kg/persona y zona rural 5.8 kg/persona. Referido a hombres; 6.7 kg/persona y mujer 7.4 kg/persona. Para la Región Arequipa se reporta el consumo promedio per cápita de 8.8 kg/persona. Al compararse con otras hortalizas, el promedio nacional para cebolla es 11.0 kg/persona seguido de 6.9 kg/persona para la zanahoria. (INEI, 2012)

Ruiz (2017) sostiene que este cultivo es una planta muy susceptible al ataque de plagas, siendo las más incidentes en el Perú la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Psilido del tomate o pulgón saltador, Minador de la hoja (*Lyriomiza*), Gusano del fruto (*Heliothis*), Nemátodo agallador (*Meloidogyne*) Araña roja (*Tetranychus*), lo cual obliga al uso frecuente de insecticidas entre ellos el Clorpirifos.

Al respecto, la presión de las plagas del tomate se ha incrementado y la resistencia de estas a los agroquímicos ha hecho que los productores del Perú utilicen dosis cada vez más altas y con mayores frecuencias de aplicación. Otros han incorporado nuevas moléculas en su manejo con el fin de obtener frutos de la mayor calidad posible (Redagícola K, 2018).

Sin embargo, en el Perú, la comercialización de tomates no toma en cuenta un criterio de calidad, como es la inocuidad y ello es muy preocupante. Los criterios de compra están

definidos solo en términos de precios, calibres, firmeza y apariencia física. Para cambiar esta tendencia se requiere del apoyo y la educación de los consumidores y agricultores. Es muy importante que el consumidor conozca y exija la calidad a la hora de comprar. Esto implica que bajo condiciones actuales del Perú, el consumidor no puede premiar con su elección el mejor producto o al que esté certificado por su condición de inocuidad, lo que a la larga tampoco ayuda a generar el incentivo para mejorar esta calidad. (Redagrícola K, 2018)

1.3-CLASIFICACION DE LOS INSECTICIDAS

Los insecticidas se definen como una sustancia o una mezcla de sustancias que se usan para prevenir, destruir o repeler insectos dañinos o para mitigar sus daños (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

De acuerdo a la peligrosidad de los insecticidas, tanto sólidos y líquidos, y basado en la dosis letal media (DL_{50}) oral y dermal, se ha realizado su clasificación para lo cual se consideran cuatro niveles según grado de toxicidad, calificación y color de banda: Extremadamente Tóxicos (rojo); Altamente Tóxicos (amarillo); Moderadamente Tóxicos (azul) y Ligeramente Tóxicos (verde). (Cisneros Vera, Fausto, 2012)

En términos cuantitativos se clasifican con las siglas “**Ia**” o Extremadamente Tóxicos; “**Ib**” Altamente Tóxico; “**II**” Moderadamente Tóxico; “**III**” Levemente Tóxico y “**IV**” los que No Presentan Toxicidad Aguda (WHO, 2009), que se representan en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su peligrosidad.

CLASE	DESCRIPCION	DL50 (mg/kg) EN RATA	
		ORAL	DERMICA
Ia	EXTREMADAMENTE TOXICO	<5	<50
Ib	ALTAMENTE TOXICO	5 a 50	50 a 200
II	MODERADAMENTE TOXICO	50 a 2000	200 a 2000
III	LEVEMENTE TOXICO	>2000	>2000
IV	NO PRESENTARIA TOXICIDAD AGUDA	>5000	>5000

Fuente: (World Health Organization, 2009).

Según su origen o naturaleza química los insecticidas se clasifican en minerales o inorgánicos como los más antiguos, entre ellos el azufre; los insecticidas de origen vegetal a

base de extractos de plantas; insecticidas de origen microbiano y los insecticidas orgánicos sintéticos (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

Los insecticidas orgánicos sintéticos comprenden a los insecticidas órgano-clorados cuyas moléculas están constituidas por hidrocarburos clorados; la mayoría de ellos se han dejado de usar por ser muy estables. Los insecticidas organofosforados son fosfatos orgánicos que afectan el sistema nervioso al reaccionar en forma irreversible con la enzima acetilcolinesterasa. El pirofosfato de tetraetilo fue el primer plaguicida organofosforado desarrollado y utilizado en 1937 seguido del desarrollo y la comercialización de varios organofosforados. (B. K. Singh & Walker, 2006)

Los insecticidas carbamatos son ésteres del ácido carbámico que inhiben la colinesterasa, pero reversiblemente; los insecticidas neonicotinoides con modo de acción similar a la nicotina; insecticidas piretroides derivados del piretro y también se tiene en la clasificación los insecticidas misceláneos (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

Los insecticidas organofosforados, entre ellos el Clorpirifos, son sustancias poco persistentes en el ambiente, por lo que sus efectos sobre él se observan a corto plazo. Es de gran importancia la interacción plaguicida-suelo-agua por el impacto de estas sustancias en el ambiente, sobre todo en aplicaciones aéreas donde un porcentaje considerable de producto llega al suelo o cuerpos de agua, así también el lavado ocasionado por las lluvias, o bien, por el arrastre provocado por viento en tratamientos al follaje. Sin embargo; los organofosforados tienen la importante ventaja que son degradados biológica y químicamente en forma rápida en la planta, en animales y en el suelo. (Badii & Varela, 2008)

En la actualidad, los organofosforados (OP) son los plaguicidas más utilizados en las actividades agrícolas debido a su menor persistencia ambiental y mayor eficiencia frente a los plaguicidas organoclorados y carbamatos (Das & Adhya, 2015). Los OP son en su mayoría ésteres, tioles o derivados de amida de ácidos fosfóricos o fosforámicos que tienen dos grupos orgánicos y una cadena lateral adicional (Kumar, Kaushik, & Villarreal-Chiu, 2016).

1.4-DEFINICIONES

1.4.1 Plaguicida

Para los fines del Codex Alimentarius, se entiende por "plaguicida" cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir o combatir cualquier plaga; la expresión es aplicable a cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a utilizarse como regulador del crecimiento de la planta o como agente de defoliación o desecación. El término excluye los fertilizantes, antibióticos y demás sustancias químicas administradas a los animales con otros fines, como por ejemplo para estimular su crecimiento o modificar su comportamiento en la reproducción. (FAO/OMS, 2000)

1.4.2 Residuo plaguicida

Según el Codex Alimentarius se entiende por residuo de plaguicida cualquier sustancia o sustancias en los alimentos para el hombre o los animales, que resultan de su uso. La expresión engloba también cualquier derivado específico, como los productos de degradación y conversión, los metabolitos y los productos de reacción considerados como toxicológicamente importantes (FAO/OMS, 2000), (FAO, 2017).

1.4.3 Ingesta Diaria Admisible (IDA)

Es la cantidad de insecticida que una persona puede ingerir diariamente durante toda la vida sin correr riesgo apreciable. La IDA se expresa en miligramos del producto por kilogramo de peso de la persona (mg/kg) (Cisneros Vera, Fausto, 2012). La ingesta diaria a largo plazo se calcula multiplicando las concentraciones de residuos por el promedio del consumo diario per cápita estimado para cada producto, sobre la base de las dietas y sumando las ingestas de cada alimento (FAO, 2017).

1.4.4 Límites Máximos de Residuos (LMR)

A nivel internacional y nacional se han dado una serie de disposiciones con el fin de proteger la salud humana de los efectos tóxicos de plaguicidas. En este sentido el LMR es la máxima cantidad de un plaguicida que se permite en un producto alimenticio al momento de la cosecha, comercialización o consumo. El nivel de tolerancia se expresa en miligramos del residuo del plaguicida (dentro o sobre la superficie del producto) por kilogramo de peso de alimento lo que equivale a partes por millón (ppm). En cada país se han establecido los Límites Máximos de Residuos para cada insecticida y producto en particular. (Cisneros Vera, Fausto, 2012)

También un límite máximo de residuos (LMR) es el nivel más alto de un residuo de pesticida que se tolera legalmente en los alimentos o piensos cuando los pesticidas se aplican correctamente de acuerdo con las Buenas Prácticas Agrícolas (Redagrícola K, 2018).

Los LMR del Codex tienen la intención de ser utilizados principalmente para hacer cumplir y controlar los usos de plaguicidas autorizados a nivel nacional, en el manejo de cultivos destinados al comercio internacional. La aplicabilidad de los LMR del Codex para el uso nacional depende de la relación de con las Buenas Prácticas Agrícolas (GAP) (FAO, 2017).

En el Perú se adoptó las tolerancias del Codex Alimentarius desde 1986, sin embargo, no se dispone de una fiscalización oficial eficiente para hacer cumplir las tolerancias en los productos del mercado nacional. El desarrollo de la agricultura de exportación, sin embargo; ha provocado que el problema de las tolerancias pase a primer plano, ya que su comercialización depende de ello (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

En ocasiones los LMR son rebasados o bien se tiene la presencia de varios residuos en un mismo producto, sin embargo; pese a que estas concentraciones están por debajo de los valores aceptables, el efecto aditivo incrementa el riesgo potencial (M. Antonia Pérez et al., 2009).

De acuerdo al Codex Alimentarius y EPA, el LMR para tomate es de 0.5 ppm para Clorpirifos. Para las condiciones del Perú la Resolución Ministerial N° 1006 -2016/MINSA del 29 de diciembre del 2016 establece también que los límites máximos de residuos (LMR) para el tomate, destinado a consumo humano, en de 0.5 ppm (MINSA, 2016).

Tabla 2. Límite máximo de residuos (LMR) de Clorpirifos según productos alimenticios

PRODUCTO	LMR (mg/kg)
MANZANA	1
UVA	1
PERA	0,5
ZANAHORIA	0,5
TOMATE	0,5
FRIJOL	0,2
PIMIENTO	0,5
LECHUGA	0,1
ARROZ CON CASCARA	0,1
APIO	0,05
CEBOLLA	0,05
COLIFLOR	0,01
PRODUCTOS LACTEOS	0,01

Fuente: FAO/OMS (2000)

En el caso de la Unión Europea se reporta 0.1 ppm de clorpirifos para tomate como LMR, según acuerdo al Reglamento (UE) de la Comisión de 4 de mayo del 2018, la cual modifica los anexos II y III del Reglamento (CE) N.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo (Diario Oficial de la Unión Europea, 2018).

1.4.5 Dosis letal media (DL₅₀)

Es la cantidad de insecticida que se requiere para causar la muerte del 50 por ciento de un grupo representativo de insectos. La dosis letal media se puede expresar en cantidad de insecticida por individuo o unidad de peso del insecto (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

1.4.6 Curva de toxicidad o curva de regresión dosis-mortalidad

Es aquella línea que relaciona las dosis de insecticida que se aplica con las respectivas mortalidades de insectos que se obtienen. Esta línea permite determinar la Dosis Letal media (DL₅₀) y las que correspondan a cualquier otro tipo o porcentaje de mortalidad (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

1.4.7 Efecto residual del insecticida

Es la persistencia de los depósitos de insecticidas en forma activa, sobre la superficie de la planta o dentro de ella. Posterior a ello comienza el proceso de descomposición del producto siendo el tiempo variable entre los diversos productos. El proceso de descomposición

finaliza cuando el producto se ha metabolizado a sustancia inocuas (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

1.4.8 Periodo de carencia

Al intervalo que debe transcurrir entre la última aplicación del plaguicida y la cosecha se le denomina periodo de carencia. Cuando se utilizan insecticidas es importante considerar que un efecto residual prolongado confiere un mayor periodo de protección a las plantas, pero al mismo tiempo afecta gravemente la fauna benéfica y dificulta su recuperación. Además, incrementa el peligro de los residuos tóxicos sobre las plantas y productos cosechados. Esta información figura en las etiquetas de las formulaciones comerciales de insecticidas. (Cisneros Vera, Fausto, 2012)

El periodo de carencia está relacionado con la naturaleza del insecticida; con la dosis utilizada y el nivel de tolerancia de residuos aceptado en el mercado (LMR). Los productos de corto poder residual tienen un periodo de carencia más breve (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

1.4.9 El Noel

El Noel (no-observable effect level) es la cantidad de insecticida que ingiere diariamente el animal experimental, generalmente ratas, sin presentar ningún síntoma y se expresa en mg/kg/día. Por seguridad este factor se reduce a un centésimo para convertirlo en IDA aplicable al ser humano (National Research Council, 1987).

1.5- CLORPIRIFOS Y SUS CARACTERISTICAS

El Clorpirifos (CP) (0,0-dietil 0-(3,5,6-tricloro-2-piridinil-fosforotioato), pertenece a los insecticidas órgano fosforados y fue introducido por Dow Chemical Company en 1965, como plaguicida del follaje para uso generalizado en cultivos y se ha utilizado comercialmente desde la década de 1960 (Fang et al., 2008). Es un insecticida de toxicidad moderada (clase II) con dosis letal media en mamíferos (LD₅₀) entre 32–1000 mg/kg y de amplio espectro. (OMS, 2009)

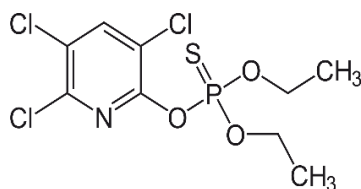


Figura 1. Estructura de la molécula de clorpirifos.

Por su modo de acción el Clorpirifos pertenece a los insecticidas de amplio espectro, es decir; es un insecticida efectivo contra un gran número de plagas incluyendo grupos diferentes de insectos, siendo por ello preferido por los agricultores al considerar la posibilidad de controlar una o más plagas con la misma aplicación (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

La formulación comercial de clorpirifos CP se realiza en diversos tipos, incluyendo concentrados emulsionables (CE), polvo humectable (WP) y gránulos (GR). (Getzin, 1985) Su aplicación se realiza en una amplia categoría de cultivos incluyendo arroz, frutas, verduras, tabaco, cereales, nueces, setas, algodón, plantas ornamentales, control de termitas subterráneas y otros (Cáceres, He, Naidu, & Megharaj, 2007), (Kulshrestha & Kumari, 2011). Clorpirifos se aplica así mismo para el control de una amplia gama de insectos como saltamontes, cucarachas, comedores de hojas, gusanos de raíz, cucarachas, moscas, larvas, termitas, pulgas, piojos, hormigas, larvas y adultos (Fang et al., 2008).

La solubilidad en agua es de 2mg/L a 25°C y tiene entre 10 a 120 días de vida media en el suelo (Briceño et al., 2012). La variación en tiempo de vida media depende de varias características del suelo como pH, humedad, concentración inicial y tipo de suelo (B. K. Singh & Walker, 2006); Características físico-químicas, junto con las condiciones ambientales que afectan su proceso (Muhamad, Ai, Sahid, & Map, 2010).

Los metabolitos toxicológicamente relevantes generados del clorpirifos son 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) de importancia primaria; 3,5,6-tricloro-2-metoxypiridina (TMP) de importancia secundaria; también o-etil-o-(3,5,6-tricloro-2-piridoil) ácido fosforotioico y clorpirifos oxon (U. EPA, 2009) (EFSA, 2005).

De los mencionados anteriormente, la sustancia más importante generada por la degradación de clorpirifos en el ambiente es 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) el cual, según la base de

datos de Propiedades de Plaguicidas,(PPDB, 2012) indica una solubilidad al agua de TCP igual a 80.9 mg/L, considerablemente más alta que el clorpirifos con 1.05 mg/L.

El TCP es móvil en los suelos y persistente cuando no está expuesto a luz, con permanencia de cantidades importantes a los 365 días de su aplicación.(U. EPA, 2006). Este compuesto presenta toxicidad similar al Clorpirifos tanto para aves, mamíferos, peces. Clorpirifos Oxón puede ser más tóxico para los organismos que el propio Clorpirifos. (U. EPA, 2009)

1.5.1 Clorpirifos y el medio ambiente

En una evaluación realizada en los Estados Unidos se identificó 278 incidentes ecológicos reportados entre los años 1974 y 2005 asociados al uso de Clorpirifos, compuesto reportado como el agente más probable que causó 108 incidentes acuáticos tales como muerte de peces y 70 incidentes terrestres, principalmente muertes de pájaros y abejas (U. EPA, 2009).

Los plaguicidas o sus metabolitos son biodegradados en el medioambiente por microorganismos; sin embargo, los compuestos xenobióticos persistentes, incluyendo pesticidas y sus metabolitos, se acumulan en varios entornos y se convierten en parte del humus del suelo o entran en varias cadenas alimentarias (Laura, Snchez-Salinas, Dantn Gonzalez, & Luisa, 2013).

En el medioambiente el CP se hidroliza rápidamente al metabolito primario 3, 5, 6-tricloro 2-piridinol(TCP) moderadamente móvil (Chai, Wong, & Bruun Hansen, 2013). Otros derivados intermedios se generan como dietil ácido tiosfosfórico (DETP) y cantidades insignificantes de clorpirifos oxón, desetil clorpirifos, desetil clorpirifos oxón, y 3,5,6- tricloro-2 metoxipirimidina (Das & Adhya, 2015). Los subproductos Clorpirifos oxon y TCP son extremadamente peligrosos en comparación con el compuesto inicial o CP (John & Shaik, 2015).

El CP se degrada en el medioambiente a través de procesos bióticos y abióticos, incluyendo métodos físicos y bioquímicos (B. K. Singh & Walker, 2006) Los métodos fisicoquímicos para remediación de CP como la incineración, vertido en la profundidad de los océanos, quema en fosas abiertas y procesos de oxidación avanzados conducen a la generación de contaminantes secundarios con mayor toxicidad y acumulación de residuos persistentes, los cuales requieren de tratamientos posteriores costosos, poco ecológicos y técnicamente dificultosos. (Theriot & Grunden, 2011)(Gao et al., 2012)

El almacenamiento, depuración, inactivación y potencial degradación del suelo para plaguicidas es significativamente influenciado por la materia orgánica natural (Burauel & Baßmann, 2005). Se admite que el suelo también actúa como un medio potencial de transporte de plaguicidas para contaminar el agua, el aire, los alimentos, las plantas y en última instancia a los seres humanos. El transporte ocurre por lixiviación, flujo superficial, drenaje subterráneo y transferencia de nutrientes minerales del suelo a la cadena alimentaria humana (Abrahams, 2002).

1.5.2 Vías aeróbicas y anaeróbicas de la degradación del clorpirifos

La biodegradación de CP se realiza por los microbios, tanto aeróbica como anaeróbicamente a través de dos grandes vías de degradación: el catabolismo y el co-metabolismo. El proceso catabólico implica la descomposición completa de compuestos orgánicos complejos o sus fragmentos, mientras que el proceso co-metabólico conduce a la degradación parcial de los compuestos orgánicos, sin presentar ningún beneficio para el organismo (Yadav et al., 2016).

Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias tienden a transformar CP en sub productos altamente electrofílicos como clorpirifos-oxon (dietil 3,5,6-tricloropiridin 2, 1 fosfato) o TCP (3,5,6-tricloro-2-piridinol) y DETP (dietil tiofosfato) a través de desulfuración oxidativa respectivamente, siendo TCP como el metabolito más común. Clorpirifos-oxon se hidroliza a DEP (dietil fosfato) y TCP (Tiwari & Guha, 2014).

Sardar & Kole (2005) mencionaron que el CP se divide en TCP a través del proceso de hidroxilación en el suelo y posteriormente a TMP (3,5,6-tricloro-2- metoxi-piridina) (B. K. Singh & Walker, 2006), informaron a su vez que el DETP sufre hidrólisis con la producción de etanol y ácido fosforotioico y son utilizados por los microbios degradantes del CP como fuente de carbono, fósforo y azufre. También reportaron la formación de 2,3- dihidroxipiridina derivado del TMP por el proceso de decloración e hidroxilación y la producción de 2,5,6-Trihidroxipiridina.

Los metabolitos producidos durante el sistema de reacción sufren una mayor oxidación que conduce a la producción de fragmentos de carbono, aminas alifáticas y fosfatos inorgánicos (Singh, B.K., Walker, A., Wright, 2006). Según Reddy, Madhavi, Reddy, & Madhavi (2013) la 2,3-dihidroxipiridina se descompone en ácido maleámico, este producto a su vez sufre oxidación y conduce a la producción de ácido pirúvico. Estos productos luego hacen su ingreso al ciclo Krebs de microbios degradantes del CP.

En condiciones anaeróbicas se reporta la producción de TCP y DETP durante la degradación de CP, lo cual indica que bajo falta de oxígeno el CP se hidroliza directamente a TCP y DETP. La cuantificación de TMP y otros productos de la degradación del CP bajo condiciones aeróbicas, no se detectan en la degradación anaeróbica (Tiwari & Guha, 2014).

El cobre (Cu^{++}) cataliza la hidrólisis y descomposición del CP como consecuencia de la formación de quelato entre el Cu^{2+} y la molécula del órgano-fosforado, mediante su unión a la cadena lateral que contiene fósforo y genera a su vez la formación de TCP y DETP (Mortland & Raman, 1967) (Blanchet & St-George, 1982).

1.5.3 Microorganismos y degradación del clorpirifos

En el medio ambiente los plaguicidas se degradan principalmente por acción de microorganismos en el proceso llamado biodegradación, el cual se conoce como la descomposición de ciertas sustancias a productos menores por la acción de microorganismos o sus enzimas (Aislabie & Lloyd-Jones, 1995).

Los plaguicidas son degradados por microorganismos utilizando las fuentes de carbono. Sin embargo; su degradación depende de diversos parámetros ambientales, fisiológicos, ecológicos, bioquímicos y moleculares. Se han aislado microorganismos con capacidad de degradación de pesticidas, evaluados en diferentes laboratorios del mundo (Laura et al., 2013).

Con respecto a plaguicidas como los órgano-fosforados (OP), son fácilmente solubles en agua, característica que los hace más susceptibles al consumo humano y puede causar graves problemas de salud; por tal razón se ha investigado intensamente en todo el mundo la degradación de los organofosforados por métodos biológicos o fisicoquímicos. Sin embargo, se prefiere la capacidad de los microorganismos para destruir estos compuestos químicos en

condiciones bien controladas como a 25°C y pH 7, ya que se ha demostrado en orden de magnitud que la hidrólisis química es aproximadamente diez veces más rápida que la degradación física o fotólisis. (Ragnarsdottir, 2000)

La mayoría de los OP son degradados o eliminados del medio ambiente por microorganismos utilizando como única fuente carbono, nitrógeno y fósforo (B. K. Singh & Walker, 2006).

Esta degradación microbiológica de los OP se logra generalmente a través de la hidrólisis de los enlaces de P-O alquil y aril, con la presencia de enzimas como la hidrolasa, fosfotriesterasa y fosfatasa. El primer microorganismo con capacidad de degradación de OP fue aislado e identificado en 1973 como *Flavobacterium sp.* seguido por el aislamiento y la identificación de varios microorganismos como hongos, algas y cianobacterias que pueden descomponer una amplia gama de órgano-fosforados. (KUMAR et al., 2018)

1.5.4 Bacterias y Degradación del Clorpirifos

La capacidad de las poblaciones bacterianas para degradar los contaminantes más eficientemente se debe a la magnífica ventaja de sus genes catabólicos para mantenerse vivo en numerosos nichos ecológicos con una serie de condiciones como pH, temperatura, O₂, y concentración de metales pesados. Por lo tanto, su tolerancia y capacidad se puede utilizar para la biodegradación de CP. Así se ha reportado que *Stenotrophomonas sp. G1* aislado de la muestras de lodos industriales, degradaba completamente compuestos como el paratión metílico, metil paraoxon, diazonin y fóxim; en el caso de CP degradó un 63% dentro de las 24 horas, a la dosis aplicada de 50mg/L (Deng et al., 2015).

Distintas especies bacterianas aisladas de suelos agrícolas y lodos industriales en diversas regiones han demostrado ser muy eficientes en la biodegradación de CP como *Klebsiella sp.* en Siria (Ghanem, Orfi, & Shamma, 2007); degradación de clorpirifos con bacterias aisladas como *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella sp.*, y *Serratia marcescens* (Vidya Lakshmi, Kumar, & Khanna, 2009); *Bacillus cereus* en China (Liu, Chen, Shi, & Su, 2012); *Serratia marcescens* en la degradación de órgano-fosforados (Cycoń, Zmijowska, Wójcik, & Piotrowska-Seget, 2013); como también la biodegradación de Clorpirifos y su metabolito 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) tanto en medio acuoso y suelo, con una nueva cepa bacteriana JAS3 (Abraham & Silambarasan, 2013).

Existe una serie de investigaciones realizadas al respecto, así Sasikala, Jiwal, Rout, & Ramya, (2012) con diferentes especies bacterianas aisladas formuló un complejo de bacterias, encontrándose que esta agrupación podía hidrolizar CP a clorpirifos-oxón y dietilfosforotioato en medios líquidos y TCP en el suelo. El proceso de degradación fue investigado a pH 7, temperatura de 37°C y concentración de CP a razón de 500 mg/L.

Maya, Singh, Upadhyay, & Dubey (2011), aislaron varias especies bacterianas y monitorearon la degradación de CP y TCP por *Pseudomonas sp.*, *Agrobacterium sp.* *Bacillus sp.* Al respecto, *Pseudomona sp.* fue identificada con una alta actividad seguida de *Agrobacterium sp.* y *Bacillus sp.*

Durante los estudios de degradación de CP por *Pseudomonas aeruginosa*, IRLM.1 se detectó que la bacteria degradaba CP mediante la utilización de carbono, fósforo del insecticida y mediante enzima citoplasmática (Ali Mohammad Latifi, 2012). De modo similar, Cho et al., (2009) aislaron cuatro cepas bacterianas que podían utilizar CP como única fuente de carbono y fósforo y se encontró que también degradaban otros plaguicidas órgano- fosforados. Estas cepas también degradaban eficientemente el CP cuando se suministraba únicamente carbono (Li et al., 2008); (Vidya Lakshmi, Kumar, & Khanna, 2008).

Entre otros reportes, una cepa bacteriana aislada por L. Yang, Zhao, Zhang, Yang, & Zhang, (2005) fue capaz de degradar CP y TCP, como también otros pesticidas OP. De modo similar Anwar, Liaquat, Khan, Khalid, & Iqbal (2009) evaluaron la biodegradación de CP y TCP por *Bacillus pumilus*. La cepa utilizó CP como única fuente de carbono y energía y fue co-metabolizado con la presencia de glucosa, caldo de nutrientes y extracto de levadura. La máxima degradación fue registrada a pH 8.5 y gran aporte de inóculo. P. B. Singh, Sharma, Saini, & Chadha (2009) informaron sobre la degradación y la capacidad de producción de biosurfactante de *Pseudomonas sp.* Los resultados mostraron que la adición de bio-surfactante aumentó la degradación del CP hasta el 98%. Xu et al. (2008) investigaron la degradación de CP y TCP por *Paracoccus sp.*, cepa mineralizó completamente el Clorpirifos.

Stenotrophomonas maltophilia, fue reportada en la descomposición de CP a diferentes concentraciones de insecticida, tanto en suelo como en medio líquido bajo cultivo (Dubey

& Fulekar, 2012). También la cepa bacteriana HN3 aislada por Jabeen, Iqbal, & Anwar (2015) degradó CP de forma muy eficiente bajo una serie de condiciones ambientales, sin embargo; la degradación óptima se alcanzó en temperatura de 37°C y pH 7 con una densidad de inóculo 2×10^7 .

Maya et al., (2011) aislaron cinco cepas bacterianas e investigaron la degradación de CP utilizando medio de cultivo; las cepas bacterianas mostraron un crecimiento significativo en el medio de cultivo complementado con 100 a 300mg/L de CP como única fuente de carbono y energía. Hossain et al., (2015) investigaron la degradación de CP por cepas BG1, BG4 y PD6 y durante el estudio encontraron tasas de degradación máxima de CP al segundo día por todas las cepas aisladas, tanto para la dosis de 20mg/L y 50mg/L de Clorpirifos.

Farhan, Muhammad, A.U Khan (2012) aislaron 35 cepas microbianas de muestras de aguas residuales industriales derivados de la fabricación de pesticidas. De las 35 cepas aisladas, *Pseudomonas sp.* (WW5) se reportó como la más eficiente en degradar Clorpirifos y eliminando el 94% de una concentración de 400mg/L en 18 días. Se cuantificó que la existencia de glucosa conduce al co-metabolismo de CP, de igual manera el pH de 8.0 y el tamaño del inóculo, en unidad formadora de colonia (10^8 CFU mL^{-1}) mostraron resultados más eficientes en la biodegradación.

1.5.5 Degradación enzimática del Clorpirifos

Los microorganismos desempeñan un papel indispensable en la degradación del CP en diversos entornos (suelo, líquido) debido a sus enzimas hidrolíticas y oxidativas (Dhanya, 2014). Los compuestos órgano-fosforados presentan uniones de P-O, P-F y P-S y se hidrolizan mediante una de las enzimas hidrolíticas esenciales o hidrolasas organofosforadas, las cuales comprenden, mevalonato pirofosfato decarboxilasa, metil paratión hidrolasa (Yongliang et al., 2013).

El ácido organofosforado anhidrasa también conocido como paraoxonasa, esterasa, fosfotriesterasa, diisopropil fluorfosfatasa, somanasa y paratión hidrolasa, producidos por diversas especies acuáticas, son capaces de degradar diferentes órgano-fosforados por hidrolización (KUMAR et al., 2018). La primera enzima hidrolítica órgano-fosforada fue aislada del plásmido de *Pseudomonas diminuta* MG por (Serdar & Gibson, 1985).

Guha, Kumari, Bora, & Roy (1997) reportaron biodegradación de CP por plásmido de *Micrococcus sp.*, se presentó a su vez una nueva enzima fosfotriesterasa proveniente de la cepa *Enterobacter*. La capacidad de degradación de esta enzima es impartida por un gen, cuya secuencia es diferente de los genes degradativos de organofosforados, ampliamente estudiados (B. K. Singh, Walker, Morgan, & Wright, 2004).

La cepa YC-1 aislada de lodos, fue reportada también en la degradación completa de CP a la concentración de 100mg/kg y fue identificada como *Stenotrophomonas* a través de la secuencia del rRNA 16S. El gen mpd de esta bacteria se clonó con éxito y se utilizó para la bioremediación del suelos contaminados (C. Yang, Liu, Guo, & Qiao, 2006). La cepa DT-1 también aislada de la muestras de lodos degradó 94.3% del CP y 100% TCP y fue identificada como *Cupriavidus sp.* a través de la secuencia 16S rRNA (Lu et al., 2013). La biodegradación de órgano-fosforados como el Clorpirifos se incrementó de 20% a 45% por *Nocardia mediterranei*, debido a la producción de trehalolípidos biosurfactante (trehalosa 6 6' dimycolate), que es un compuesto glicolípido organofosfato específico (Usharani MV, 2013).

1.5.6 Degradación del Clorpirifos y Factores medioambientales

Debido a la falta de conocimiento o control adecuado de los parámetros de operación esenciales para el crecimiento microbiano y sus funciones, la aplicación de microbios en los campos para la biodegradación del suelo contaminado fracasan (Arshad, Hussain, & Saleem, 2008).

Singleton (2001) reportó que las condiciones del suelo podrían afectar intensamente la persistencia y eliminación de contaminantes de la naturaleza orgánica, tales como el pH, la disponibilidad de nutrientes, nivel de oxígeno que varían de un ambiente a otro. Como resultado, estas condiciones en el medio ambiente del suelo no favorecen el óptimo desarrollo de microorganismos y sus enzimas para la biodegradación o eliminación de contaminantes. La degradación de CP depende principalmente de la especie y población de microorganismos (B. K. Singh & Walker, 2006) (B. K. Singh, Walker, Morgan, & Wright, 2003), como también de los factores medioambientales o del entorno, como el pH, temperatura, nivel de concentración de Clorpirifos, densidad del inóculo, nutrientes presentes y la biodisponibilidad.

a) El pH

El crecimiento microbiano se controla principalmente por el pH del ambiente donde viven habiéndose reportado que las comunidades bacterianas tienen la capacidad de degradar el CP en una amplia gama de pH. Según, Lu et al., (2013), el pH óptimo para la degradación de CP por *Cupriavidus sp.* DT-1 se estableció en 7. Del mismo modo se encontró que la tasa de degradación de CP (a concentración de 100mg/L) por *Alcaligenes faecalis* era superior al 90% a pH óptimo de 8; la tasa de degradación fue igual a pH 7 y 9 y más lenta a 6 y 11 de pH (L. Yang et al., 2005).

Anwar et al. (2009) estudiaron la degradación de CP en condiciones ácidas, neutras y alcalinas en medio MSM complementadas con 50mg/L de CP y *Bacillus pumilus* C2A1. La cepa presentó degradación en todo pH, de ácido a alcalino. Aunque casi el 50% de la degradación se observó a pH ácido, mientras que más del 80% se produjo a nivel básico junto con pH neutro. *Bacillus cereus* aislado del suelo degradó CP (100mg/L) más rápidamente a pH 7 y se tornó significativamente más despoblado a pH por debajo de 6.0 o por encima de 8 (Liu et al., 2012).

Xu et al., (2008) estudiaron la degradación de CP a través de enzimas con extractos celulares libres de la cepa *Paracoccus sp.* y se verificó degradación de CP a valores de pH que van de 5 a 9, pero la máxima degradación se produjo a pH 8. Según otro reporte, la capacidad de degradación de CP por la cepa *Sphingomonas sp.* DSP-2 varió con el cambio de pH de ácido a alcalino; en suelo ácido (pH 4.8), la degradación de CP se mantuvo lenta (58.1%) y alcanzó 98.7% en suelo básico a 8.7 pH, (Li, He, & Li, 2007).

En otra investigación realizada en Australia, el porcentaje de degradación de CP por los microorganismos se incrementó de 22% a 100% con el aumento del pH del suelo de 4.7 a 6.7 respectivamente; sin embargo no se observó ningún cambio significativo en el porcentaje de degradación de CP cuando el pH del suelo se incrementó 6.7 a 8.7 (B. K. Singh et al., 2003). La cepa de *Stenotrophomona* YC-1 pudo degradar el CP rápidamente a pH que oscilaba entre 6.3 y 8.4 y muy lentamente a pH ácido de 5 o menos (C. Yang et al., 2006). Así mismo, Jabeen et al. (2015) reportaron la degradación del 100% de CP en dosis de 100mg/L por *Mesorhizobium sp.* a diferentes valores de pH (6, 7 y 8) y con tiempo de 8, 5 y 7 días, respectivamente

b) Temperatura

Deng et al., (2015) reportaron que el 42.6% de CP a concentración de 50mg/L, fue degradado por *Stenotrophomonas sp.* a 37°C en 20 horas; L. Yang et al. (2005) indicaron que la tasa de degradación de CP (100mg/L) por *Alcaligenes faecalis* era más rápida a 30°C y más reducido a baja temperatura con límite de 5°C. Asimismo, la tasa de degradación de CP (100mg/L) por *Bacillus cereus* se mantuvo máxima en 30°C (78.85%), seguida de 25°C (75.76%), mientras que relativamente débil en 20 o 35°C (Liu et al., 2012).

Degradación enzimática por extractos celulares libres de la cepa *Paracoccus sp.* TRP fue estudiada por Xu et al. (2008) y reportó que el extracto celular libre podría degradar CP a varias temperaturas que se extienden de 15 a 40°C y la máxima degradación se encontró a los 35°C. Según, Li et al., (2007) la degradación de CP se puede lograr en un amplio rango de temperaturas pero la temperatura ideal para *Sphingomonas sp.* al degradar CP fue 30°C. De manera similar, la degradación de CP por *Stenotrophomonas* fue reportada como muy rápida a un rango de temperaturas de 15–37°C, pero la óptima fue encontrada a 30°C (C. Yang et al., 2006). En investigación similar, Jabeen et al., (2015) reportaron biodegradación del 100% de CP (100mg/L) a 37°C por medio de *Mesorhizobium sp.* después de la incubación de 5 días. De acuerdo a lo reportado por la mayoría de investigaciones se deduce que la temperatura óptima para la degradación bacteriana del Clorpirifos varía oscila entre 30 y 37°C

c) Nivel de concentración de Clorpirifos

La bibliografía disponible reporta una amplia gama de cepas bacterianas capaces de tolerar y degradar eficientemente el CP desde 10 a 1000mg/L. La supervivencia y la propagación de microbios junto con la estabilidad de los productos químicos, así como las condiciones ambientales juegan un papel significativo (B. K. Singh et al., 2003). Según, L. Yang et al., (2005) la degradación de CP aumenta con el aumento de la concentración de CP de 10mg/L a 500mg/L y la degradación récord se observó en 500mg/L de CP. En un estudio similar realizado por Anwar et al., (2009) se encontró que la cepa C2A1 podría degradar CP a concentraciones más altas, es decir, 500mg/L y 1000mg/L, pero con un rango de tiempo entre 7 a 10 días. A concentraciones de 100, 200 y 300mg/L el proceso de degradación se llevó a cabo después de 2, 2 y 3 días respectivamente, con 73%, 83% y 87% de la degradación del CP presente. También *Klebsiella sp.* aislado de lodos pudo degradar CP hasta un 92% a la concentración de

3.84gL⁻¹ en cuatro días (Ghanem et al., 2007).

Liu et al., (2012) cuantificaron que el grado de degradación de CP por *Bacillus cereus* DH disminuyó gradualmente con el aumento de la concentración de CP de 100mg/L a 150mg/L; así mismo disminuyó rápidamente de 74% a 37.6% a medida que la concentración aumentó de 100mg/L a 200mg/L. P. B. Singh et al., (2009) también informaron que el recuento de CFU de *Pseudomonas sp.* aumentó con el incremento de la concentración de CP de 10mg/L a 50mg/L en el medio y sin ninguna otra fuente de carbono.

Jabeen et al., (2015), observaron que *Mesorhizobium sp.* cepa HN3 puede degradar CP a concentraciones iniciales que van de 50 a 400mg/L y la degradación del 100% se logró a la concentración de 50mg/L en 3 días. Sin embargo, cuando la dosis inicial de CP se incrementó de 100mg/L a 400mg/L, la tasa de degradación disminuyó de 85% a 15% en 3 días.

Según, Fulekar & Geetha, (2008) *Pseudomonas aeruginosa*, tuvo buena respuesta a concentraciones de CP que van desde 50mg/L a 75mg/L en medios de concentración mínima de sal; sin embargo una mayor concentración de CP fue negativo para el crecimiento y desarrollo de la cepa bajo las mismas condiciones salinas.

d) Densidad de inóculo

La densidad del inóculo es uno de los factores bióticos más importantes del medio ambiente que afecta la realización de cualquier proceso de degradación. En este sentido, la evaluación de la degradación de CP por la cepa *Bacillus pumilus* C2A1 en tres densidades de inóculo (10^9 CFUmL⁻¹, 10^7 CFUmL⁻¹ y 10^5 CFUmL⁻¹ (de unidad formadora de colonias), dio como resultado que la degradación del CP comienza rápidamente a una densidad de inóculo de 10^9 CFUmL⁻¹; mientras que en los cultivos con baja densidad de inóculos, es decir, 10^7 CFUmL⁻¹ y 10^5 CFUmL⁻¹ se mantuvieron fases más largas y degradación más lenta (Anwar et al., 2009).

Del mismo modo, Li et al., (2007) indicaron que el proceso de degradación de CP era lento en una densidad inferior de inóculo (menor a 10^4 células/ml) en tanto que proceso fue acelerado cuando se tuvo mayor densidad del inóculo con 10^6 células/g.

e) Nutrientes

La materia orgánica a pesar de ser una pequeña porción dentro del suelo, actúa como un importante absorbente para los plaguicidas debido a su mayor reacción química hacia moléculas orgánicas y elementos minerales e interactúa con plaguicidas de varias maneras (Yadav et al., 2016).

La aplicación de nutrientes adicionales o fuentes de carbono como glucosa, melaza y glicerol en el proceso de biorremediación aumenta la biodisponibilidad de la sustancia objetivo para los microorganismos a través de la producción de bio-surfactantes y por lo tanto ayuda a los microorganismos en su crecimiento y supervivencia (Samadi, N., Abadian, N., Akhavan, A., Fazeli, M.R., Tahzibi, A., Jamalifar, 2007).

Anwar et al., (2009) informaron que, en presencia de extracto de levadura, caldo de nutrientes y glucosa, la bacteria *Bacillus pumilus* degradó 86%, 92% y 100% de CP (50mg/L) dentro de cinco días, mientras que en ausencia de estos nutrientes degradó el 82%.

P. B. Singh et al., (2009) estudiaron la influencia de bio-surfactante parcialmente purificado sobre la biodegradación de CP por *Pseudomonas sp.* y observó que tardó 168 horas para degradar el 91.7% de CP en ausencia de bio-surfactante; mientras que con la presencia de 0.1g/L de biosurfactante, más del 98% de la degradación de CP ocurrió dentro de 120 horas. Un aumento adicional en la concentración de bio-surfactante generó reducción de la tasa promedio de degradación.

Tortella et al., (2010) estudiaron la degradación de CP a concentración inicial de 160mg/kg usando una mezcla biológica de cepas y diferentes dosis de fertilizante NPK (0.1, 0.5 y 1.0%). Observaron que más del 70% del CP inicialmente aplicado se degradó en todos los tratamientos en un tiempo de 40 días. Sin embargo; con el aumento de la concentración de NPK no hubo ningún aumento adicional en la biodegradación, incluso después de la incubación de 20 días.

f) Biodisponibilidad

La biodisponibilidad se define como la adquisición y la consiguiente conversión y/o degradación de los contaminantes orgánicos (Singleton, 2001). La concentración de

plaguicidas, la solubilidad y la biodisponibilidad son características cruciales que reflejan la tasa y el grado de biodegradación. La biodisponibilidad está determinada por las interacciones compuestas entre diversos factores bióticos y abióticos como las características químicas, las propiedades del suelo y las características biológicas de los microorganismos (Lanno, Wells, Conder, Bradham, & Basta, 2004).

La biodisponibilidad de los contaminantes orgánicos depende de la adsorción, el transporte y el proceso biológico. Sin embargo, la adsorción es aceptada como una característica crítica que regula la tasa de absorción de compuestos en el suelo por el receptor (Lawrence, Davies, Edwards, Taylor, & Simkiss, 2000) (Yu et al., 2006).

Debido a la menor solubilidad de CP en el agua (2mg/L) y una mayor afinidad de adsorción hacia el carbono orgánico y el suelo, su biodisponibilidad para la degradación microbiana es muy baja. Sin embargo; los bio-surfactantes se utilizan generalmente para mejorar la disponibilidad de CP a los potenciales degradantes (Chishti, Hussain, Arshad, Khalid, & Arshad, 2013); así la degradación del CP se produce rápidamente en muestras de suelo que han sido inoculadas recientemente con Clorpirifos, en un plazo de diez días; mientras que el Clorpirifos presente en el suelo por varios años es difícilmente degradado (B. K. Singh & Walker, 2006).

1.6-INSECTICIDAS Y LA SALUD HUMANA

La seguridad y la calidad de productos para la alimentación están entre los factores más importantes que influyen en las opciones de consumidor moderno, así también entre los fabricantes de alimentos y distribuidores. La seguridad alimentaria está asociada con problemas que incluyen las enfermedades, muertes, devolución del productos, quiebras de industrias, pérdidas de trabajo, pérdidas económicas en general (Iizuka & Shimizu, 2014).

Camino-Sánchez et al., (2011) mencionan que la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos es una preocupación significativa para los consumidores, debido a los posibles efectos adversos para la salud a largo plazo. La manipulación y aplicación de plaguicidas puede generar riesgos en el ser humano ya sea como usuario o consumidor de vegetales, frutas y productos tratados (Fenik, Tankiewicz, & Biziuk, 2011).

Para los individuos no expuestos ocupacionalmente a los insecticidas, la principal vía de exposición es la ingestión de alimentos, especialmente frutas y verduras contaminadas (Oates, Cohen, Braun, Schembri, & Taskova, 2014). Personas que viven cerca de campos de cultivo también pueden estar expuestos a los pesticidas presentes en el agua potable, aire y suelo (Aggarwal, Deng, Tuli, & Goh, 2013).

Por lo anterior es posible indicar que los insecticidas pueden generar efectos adversos a la salud, entre los cuales se puede mencionar:

a) Efectos agudos

Aquellos que se producen en forma inmediata o en un período corto después de la exposición a dosis tóxica, menor a 24 horas, y sus manifestaciones clínicas están en estrecha relación con el tipo de plaguicida, grupo químico y mecanismo de acción toxicológica (Al-Saleh, 1994).

b) Efectos crónicos

Son aquellos que se producen en un periodo de tiempo prolongado, en días, semanas, meses o incluso años, después de la exposición continua o repetida a dosis tóxicas bajas y que pueden manifestarse de forma diversa en uno o varios aparatos o sistemas del cuerpo (Al-Saleh, 1994). Aunque el organismo tolera algunos niveles de contaminantes, no se puede desconocer los efectos crónicos que estos logran producir, especialmente los compuestos organofosforados que ejercen una acción sistémica sobre las especies expuestas como insectos, mamíferos y el hombre (Moffat, 1999).

El riesgo de alimentos contaminados por insecticidas es mayor para los niños debido a su inmadurez fisiológica y período de crecimiento, además que proporcionalmente consumen más alimentos por peso corporal que los adultos como frutas y verduras, las cuales contienen los más altos niveles de concentración de residuos de plaguicidas (Montaño Riveros, 2009).

Badii & Varela, (2008) indica que el empleo creciente de plaguicidas es debido a que estos son considerados factores principales de la producción agrícola, sin embargo debido a deficiencias operativas en la prácticas agrícolas tales como la recolección de la cosecha antes del intervalo de seguridad después de la última aplicación, aplicaciones adicionales, el

empleo de plaguicidas inadecuados o de uso restringido por su daño a la salud humana y al ambiente, trae como consecuencia que los residuos de plaguicidas se acumulen en los alimentos a niveles que rebasan el límite máximo de residuos permitido.

El uso generalizado de herbicidas, insecticidas y fungicidas en la gran diversidad global de sistemas agropecuarios durante varias décadas ha incrementado significativamente los riesgos, generando impactos directos e indirectos en la salud humana (Muñoz Piña & Ávila Forcada, 2005).

1.6.1 Investigaciones en pesticidas y salud humana

Clorpirifos ha sido detectado en leche materna humana (0.436 $\mu\text{g}/\text{kg}$; 0.363mg/L), líquido cervical (6.83 $\mu\text{g}/\text{kg}$), semen (0.50 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (C. EPA, 2008), sangre del cordón umbilical (Samarawickrema et al., 2008). Muchos estudios epidemiológicos indican que este insecticida puede ser carcinogénico en seres humanos. La asociación más fuerte se hace con cáncer al pulmón y al recto, también estudios de laboratorio indican alteraciones del sistema endocrino en las cuales Clorpirifos causa la multiplicación de células de cáncer mamario (Ventura et al., 2012).

Ventura et al., (2012) describieron al clorpirifos como una sustancia que presenta riesgo de cáncer de mamas. Ellos encontraron que dosis bajas (0.05 μM) hacen que proliferen células mamarias humanas cancerosas MCF-7 dependientes del estrógeno, mediadas por el receptor de estrógeno ER-alfa.

En un estudio de 322 varones integrantes de parejas que se atendían en una clínica de infertilidad de Massachusetts, USA, los niveles urinarios del metabolito TCP del Clorpirifos, fueron asociados con una disminución del estradiol dependiente de la dosis, con un aumento del TCP. Estradiol es importante para la salud reproductiva masculina, especialmente en la sobrevivencia de los espermios (Meeker, Ravi, Barr, & Hauser, 2008). Los niveles de TCP encontrados en este estudio eran comparables a los encontrados en el Segundo Informe Nacional sobre Exposición Humana a Sustancias Químicas Ambientales, (NHANES) 1999- 2000, el cual informó la presencia de TCP en más de 90% de muestras de orina de la población norteamericana (Fortenberry, Hu, Turyk, Barr, & Meeker, 2012).

Sherman, (1996) reportó 4 casos de malformaciones congénitas entre niños que habían sido expuestos in utero a la formulación Dursban de Clorpirifos, que incluían defectos del cerebro, ojos, oídos, paladar, dientes, corazón, pies, pezones y genitales. Las malformaciones cerebrales se presentaban en los ventrículos, cuerpo caloso, plexo coroidal y septum pellucidum, y las malformaciones genitales incluían criptorquidea, microphallus y labios de la vagina (fusionados). Todos los niños tenían retardo en el crecimiento y 3 tenían hipotonía y profundo retardo mental.

C. EPA, (2008) reporta estudios que muestran que la exposición a clorpirifos ha causado daño al ADN en espermatozoides, disminución de la concentración de espermatozoides y de la motilidad de estos y niveles más bajos de testosterona y estradiol en hombres.

Se indica que clorpirifos afecta eventos directamente específicos del desarrollo del cerebro, alterando el mecanismo celular de la mayor parte del desarrollo del sistema nervioso, es decir la multiplicación de las células neuronales, la diferenciación y maduración, la formación y la actividad de sinapsis y la multiplicación y diferenciación de glía. (Flaskos, 2012)

Los metabolitos como clorpirifos oxon puede ser 1.000 veces más potente que Clorpirifos en su daño a las neuronas (Flaskos, 2012).

En forma inicial Clorpirifos ataca las neuronas que se forman en las etapas más tempranas del desarrollo del cerebro y del sistema nervioso, reduciendo la replicación de las células y su diferenciación (dañando la transcripción de ADN), reduciendo la consecuencia neural incluidas las proyecciones colinérgicas (Howard et al., 2005). Esto genera como consecuencia la disminución de las conexiones de las neuronas y capacidad de señalización de las células (Jameson, Seidler, Qiao, & Slotkin, 2006). Esta disminución de la capacidad de señalización lleva a un déficit en la actividad sináptica colinérgica y eventualmente anomalías de comportamiento en la adolescencia y la vida adulta (Slotkin TA, Levin ED, 2006).

Las células gliales que se desarrollan después que las neuronas, son aún más sensibles al Clorpirifos. Estas células gliales continúan desarrollándose durante la niñez, de manera que las exposiciones en este período también pueden causar neurotoxicidad del desarrollo (Slotkin, 2004).

En estudios a nivel celular y concentraciones de 0.005-0.1 mM de Clorpirifos oxon, se reporta que este compuesto se une a la proteína del cerebro tubulina, alternando la polimerización de tubulina para formar microtúbulos que transportan componentes celulares hacia los axones de los nervios. La alteración de tubulina ha sido asociada a enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer (Grigoryan & Lockridge, 2009).

Se encontró que niños recién nacidos de Nueva York, expuestos in utero a Clorpirifos de uso doméstico, tenían desarrollo cognitivo y psicomotor retrasado. Los más expuestos tenían muchos más problemas de atención y problemas de hiperactividad o déficit atencional, y otros problemas generalizados de trastornos del desarrollo a los 3 años de edad (Rauh VA, 2006).

La exposición prenatal al Clorpirifos, medida por residuos en la sangre del cordón umbilical, tuvo como resultado acentuada disminución en la memoria de trabajo de hombres a los 7 años de edad (Horton, Kahn, Perera, Barr, & Rauh, 2012). De manera similar, investigación de Rauh et al., (2012) demuestra que la exposición prenatal a Clorpirifos altera la estructura del cerebro de los niños y los efectos se pueden ver al menos 11 años después del nacimiento.

Para los individuos ocupacionalmente expuestos, la ruta dérmica es una vía de exposición significativa (An et al., 2014); (Kongtip, Sasrisuk, Preklang, Yoosook, & Sujirarat, 2013). Sin embargo; los plaguicidas de OP se absorben fácilmente por vía oral, (Garfitt, Jones, Mason, & Cocker, 2002); (Nolan, Rick, Freshour, & Saunders, 1984). Estos insecticidas no se acumulan apreciablemente en el cuerpo ya que se metabolizan y excretan rápidamente por la orina. La mayoría de los plaguicidas OP sufren similar metabolismo, empezando por la bioactivación creando el oxón tóxico, seguido de la desintoxicación que produce metabolitos de Dialquil Fosfato (DAP). La concentración urinaria de las DAP es indicativa de exposición a los OP en horas o días siguientes a la toma de muestras (Barr & Angerer, 2006).

Resultados de una encuesta de Medidas Sanitarias Canadienses (CHMS) Canada, (2013) indican que el 86% de la población presentó niveles detectables de al menos un DAP en orina y los niños y mujeres tenían niveles más altos que los hombres. Es importante señalar que los preformados DAPs, es decir; residuos de los metabolitos de los OP resultantes de la degradación del medio ambiente, pueden ser encontrados en los productos alimenticios después de la degradación de los plaguicidas del OP y, por tanto, los DAP urinarios son indicativos de las exposiciones tanto a los plaguicidas del OP como a los DAPs preformados. (EPA, 2013), (CDC,

2009). La medición de los DAP urinarios es útil para identificar y comparar los niveles de exposición a plaguicidas del OP en diversas poblaciones y con diferentes condiciones de exposición (Krieger et al., 2012); (Sudakin & Stone, 2011).

Mientras que los DAP son productos metabólicos que resultan de la desintoxicación de los órganos fosforados; los metabolitos de oxon de los órgano-fosforados son productos de bioactivación, siendo más activos y por lo tanto más tóxicos que el compuesto inicial. Estos metabolitos alteran el sistema nervioso al inhibir la acetilcolinesterasa, la enzima responsable de degradar la acetilcolina en las sinapsis, causando la acumulación de acetilcolina y resultando en una excesiva estimulación nerviosa. (EPA, 2013)

Se reporta también que los fetos pueden estar expuestos a plaguicidas OP, ya que estos compuestos pueden atravesar la barrera placentaria, siendo medidos en muestras de líquido amniótico (Koutroulakis et al., 2014). La investigaciones indican que el feto podría ser particularmente susceptible a la toxicidad de los OP y durante el embarazo se ha asociado con un tiempo de gestación más corto y menor peso del nacido (Rauch et al., 2012), (P. Wang et al., 2012) y también discapacidad neuroconductual en niños pequeños (González- Alzaga et al., 2014).

Es especialmente relevante la exposición del feto en desarrollo a los pesticidas, así; múltiples mecanismos han sido reportados de interferir con los procesos celulares que podrían afectar directamente la morfogénesis cerebral, tales como el estrés oxidativo, factores de crecimiento, neurotransmisores y sistemas de mensajería (Slotkin & Seidler, 2007).

En una evaluación de 1884 mujeres embarazadas que vivían en Canadá se encontró que el 93% de las mujeres tenían al menos un DAP detectado en su orina. La media de las concentraciones en orina fueron 59 y 21 nmol/L para dimetil alquil fosfato (DMAP) y dietil alquil fosfato (DEAP) (Sokoloff et al., 2016). De igual manera en Canadá; una gran fracción de frutas y hortalizas presentaron residuos de plaguicidas detectables (CFIA, 2012). Así; alimentos como naranja, fresa, apio, guisante, frijol, espinaca, uva, albaricoque, manzana, pepino, hoja de lechuga y patata tenían múltiples plaguicidas detectados, entre ellos Clorpirifos. Algunos de estos productos se asociaron con mayores niveles de DAP

urinarios derivados del consumo de cítricos, jugo de manzana, pimientos dulces, frijoles y guisantes. (Sokoloff et al., 2016)

Así mismo; la presencia de residuos de plaguicidas fueron más comunes en productos importados que los producidos en Canadá y sobre todo en evaluaciones de invierno; también los niveles de DMAP fueron más altos en mujeres que informaron mayor consumo de pimientos dulces (38% de mujeres), tomates (24%), frijoles, guisantes (20%) y cítricos en 34% de las mujeres (Sokoloff et al., 2016).

Debido a su capacidad lipofílica, varios organo-fosforados ingresan al cuerpo animal fácilmente después de la aplicación, a través de epidermis y llegan a la carne, leche y otros fluidos del cuerpo (B. K. Singh & Walker, 2006). Los OP actúan en la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, un neurotransmisor y resulta en la sobre estimulación del sistema nervioso, causando parálisis, convulsiones y finalmente puede conducir a la muerte del mamífero e insectos (Hsieh, Deng, Ger, & Tsai, 2001) (Ragnarsdottir, 2000). El envenenamiento por OP es un problema de salud global y fue responsable de cerca de 3 millones de envenenamientos y 0.22 millones de muertes cada año (Gunnell & Eddleston, 2003). OP afectan a los humanos causando irritación de la piel, alteración hormonal, encogimiento muscular rápido, depresión, discapacidades congénitas, alteraciones del sistema nervioso, anomalías inmunológicas y finalmente la muerte (Yadav et al., 2016).

En otra investigación realizada a través del análisis residual del plaguicida OP, detectó su presencia en muestras de orina de residentes urbanos y agricultores. La concentración residual máxima de CP en muestras de residentes urbanos fue $1.03\mu\text{g/g}$ mientras que en muestras de agricultores, el análisis residual realizado desde antes de la fumigación de plaguicidas hasta el tercer día después de la fumigación, tuvo rangos de $2.45\text{--}7.66\mu\text{g/g}$. (L. Wang et al., 2016)

En los últimos años, ha cobrado importancia el estudio de los contaminantes ambientales en relación al desarrollo de cáncer. Recientes estudios epidemiológicos han reportado una relación entre la exposición de trabajadores a Clorpirifos y el desarrollo de glioma, cáncer de colon y de pulmón (Won et al., 2007).

Investigación realizada en Buenos Aires Argentina, se evaluó el efecto del Clorpirifos en la carcinogénesis mamaria y se encontraron que los resultados demostraban efectos adversos de este plaguicida en la salud humana y su papel como factor de riesgo en la carcinogénesis mamaria. Se indicó que para reducir estos efectos contaminantes adversos se requiere la modificación de diferentes hábitos de vida y pautas culturales que a su vez involucran un largo proceso y la intervención de diferentes actores de la sociedad (Clara., 2014).

1.7-USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS

Los plaguicidas son agroquímicos que aportan beneficios, pero sin embargo existen elementos contradictorios de como producir alimentos a menor costo económico, social y ambiental. Los problemas se agravan en países donde no existe la vigilancia estricta de las leyes y reglamentos de protección ambiental; ignorancia y complicidad de las personas que comercializan pesticidas. Estos son adquiridos sin la asesoría técnica y no existe el control y evaluación de las aplicaciones que impactan en el ecosistema, la salud de quienes laboran en el campo y los consumidores de alimentos (Badii & Varela, 2008).

Badii & Varela, (2008) indican que existe falta de información general entre autoridades y usuarios, información en etiquetado del envase que incluye términos técnicos que muchas veces los agrónomos no entienden. Otro problema son los aplicadores, falta de protección e irracionalidad al peligro. Se concluye en aspectos de como proporcionar mayor información a los trabajadores agrícolas de los riesgos que acarrea el manejo de sustancias tóxicas; responsabilidad al distribuidor y empresario agrícola acerca de la seguridad del trabajador; mayor vigilancia y monitoreo de zonas de gran actividad agrícola sobre los productos y dosis empleados.

Muchos agricultores mezclan productos sin ninguna racionalidad solo para estar seguros de que el tratamiento sea exitoso y como resultado se acentúan los males ligados al mal uso de los plaguicidas; de igual manera una mayor dosis de aplicación y menores intervalos de aplicación dan como resultado residuos tóxicos en la cosecha; incrementan riesgos de intoxicaciones directas, elevan los costos de producción y contaminan el medioambiente (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

En el Perú, los pequeños productores que se dedican al cultivo del tomate, compran su semilla y aplican fertilizantes y agroquímicos de forma no adecuada, muchas veces siguiendo las sugerencias de acopiadores informales. En general, para el manejo fitosanitario, no hay un plan de manejo integrado ni un uso de semillas de calidad (Redagrícola K, 2018).

Así por ejemplo, el modelo de agricultura que se practica en el Valle del Mantaro en Perú, contribuye a la contaminación debido al uso indiscriminado de agroquímicos y a la eliminación de la cobertura vegetal, lo cual afecta al agua, aire, suelo y ocasionando una serie de problemas en la salud de la población directamente expuesta a las sustancias (Montoro, Moreno, Gomero, & Reyes, 2009).

En una investigación realizada entre abril y junio del 2005 con el objeto de conocer las características de uso de plaguicidas y los potenciales riesgos a los que se encuentran expuestos los agricultores de las provincias de Chupaca y Concepción en el Perú, se reportó que el impacto en la salud de agricultores por el uso de plaguicidas se debe principalmente a las malas prácticas en el manejo de los agroquímicos (Montoro et al., 2009).

Al respecto, los datos indicaron que entre 15 y 23% de los evaluados usan mascarillas y guantes de protección; 62 y 56% si usan mandil plástico; 63 y 48% si usan botas y además 37% y 50% de cada una de las localidades abandonan los envases de plaguicidas vacíos en el campo, en tanto que 30 y 45% queman los envases vacíos en campo abierto (Montoro et al., 2009).

En cuanto a la utilización de ropa de protección, el empleo de mascarillas y guantes es mínimo por parte de los agricultores, esto puede ser debido principalmente a la incomodidad en su uso, así como por razones de temperatura y practicidad, lo que condiciona una exposición más directa al plaguicida; asimismo el riesgo de intoxicación se incrementa (Montoro et al., 2009).

En Concepción y Chupaca, el 70% y 79% respectivamente leen las etiquetas de los plaguicidas con regularidad, de igual manera, sólo 31% en la primera provincia y 40% en la segunda saben reconocer la clasificación de peligrosidad de acuerdo con los colores que aparecen en los envases (Montoro et al., 2009).

En cuanto a la capacitación recibida acerca del impacto de los plaguicidas en la salud y el ambiente, en Concepción el 22% y en Chupaca el 27% de los agricultores encuestados indican haber recibido capacitación sobre los peligros del uso de plaguicidas, señalando que las instituciones que organizaron estas capacitaciones son las agencias agrarias, SENASA, las empresas de agroquímicos y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) (Montoro et al., 2009).

De los encuestados en Concepción, el 79% señala que la manipulación de plaguicidas afecta la salud, de ellos el 68% considera que ocasiona cáncer, el 53% intoxicaciones y el 52% malformaciones congénitas. Aunque en porcentajes menores, mencionan también que tiene efectos nocivos sobre el sistema nervioso y el estómago (Montoro et al., 2009).

En el caso de Chupaca, 60% señaló que había tenido malestar después de la aplicación de plaguicidas. Entre los síntomas que mencionaron están: 53% dolor de cabeza, 38% mareos, 33% náuseas, 28% visión borrosa, entre otros síntomas como dolores en el cuerpo, alergia en la piel, escalofríos y desmayo (Montoro et al., 2009).

Uno de los problemas más relevantes en el comercio de plaguicidas es lo referente a la ubicación de los centros de expendio, en el caso de la ciudad éstos se encuentran adyacentes a restaurantes o centros de venta de abarrotes, en zonas céntricas urbanas. Esta situación representa un grave riesgo para la salud de las personas, debido al inadecuado almacenamiento de los productos, a la exposición que pueden tener los alimentos que se expenden en estos establecimientos contiguos a las tiendas de agroquímicos. (Montoro et al., 2009)

Sin embargo, los agricultores manifiestan que el alto contenido técnico de esas etiquetas, resulta ser poco comprensible. Es necesario establecer un programa de difusión y capacitación permanente para los agricultores que informe y sensibilice sobre los peligros del uso de plaguicidas, tanto para la salud como para el ambiente (Montoro et al., 2009).

De acuerdo con la Ley General de Residuos Sólidos, la presencia de envases de plaguicidas desechados con residuos y aquellos sin un correcto lavado, se clasifican como residuos peligrosos. El enjuague, si bien es una práctica recomendada, no se realiza de manera

generalizada, además, se ha comprobado que no elimina totalmente los restos de agroquímicos, de modo que se trata de un residuo potencialmente peligroso para las personas que lo manipulen y altamente contaminante al ambiente. (Montoro et al., 2009).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), manifiesta que el 99% de los cuadros de intoxicación se presentan en naciones con deficientes sistemas de regulación, control, sanidad y educación (Rozas Me, 2003).

La investigación realizada en el Valle del Mantaro en Perú brinda información base para priorizar acciones de capacitación especialmente dirigida a usuarios directos como son los agricultores, la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica de población en riesgo por plaguicidas, como parte de un sistema de gestión de plaguicidas para la adopción de medidas por parte de las autoridades sectoriales y municipales sobre el control del comercio de plaguicidas y medidas preventivas durante su uso y manipulación (Montoro et al., 2009).

Al respecto, La Ley de Inocuidad de los Alimentos aprobado por Decreto Legislativo N° 1062, establece en su Artículo 16° que el Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA, es la Autoridad Nacional en Sanidad Agraria y tiene competencia exclusiva en el aspecto técnico, normativo y de vigilancia en materia de inocuidad de los alimentos agropecuarios de producción y procesamiento primario destinados al consumo humano y piensos, de producción nacional o extranjera. (*El Peruano*, 2008)

Asimismo, el Decreto Supremo N° 004-2011 que prueba el Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria, indica en el Capítulo I Artículo 1°, establecer disposiciones para garantizar la inocuidad de los alimentos agropecuarios primarios, así como de los piensos, con el propósito de proteger la vida y la salud de las personas, reconociendo y asegurando los derechos e intereses de los consumidores y promoviendo la competitividad de la agricultura nacional (MINAGRI, 2011).

Para garantizar que los alimentos destinados a humanos y animales sean inocuos y aptos para el consumo, las comisiones reguladoras internacionales han establecido límites máximos de residuos (LMR) (Mendieta et al., 2017). Al respecto se indica que, si no hubiera

en el Perú, valores de límites máximos de residuos permisibles para contaminantes químicos, el Decreto Supremo N° 004-2011-AG en su Artículo 15° adopta los LMR del Codex Alimentarius para los alimentos agropecuarios primarios que se consumen en el mercado nacional (MINAGRI, 2011).

En otra investigación realizada en el Perú, se evaluó el contenido de residuos de insecticidas en granos de quinua identificados para diez regiones: Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, La Libertad, Piura y Puno, entre los meses de setiembre a noviembre del 2014, con un total de 50 muestras, distribuidas 5 muestras por cada región monitoreada. El Clorpirifos fue el plaguicida más registrado en 8 muestras correspondiente a los lugares de Apurímac, La Libertad, Piura y Arequipa, de un total de 50 muestras de granos de quinua; pero ninguna muestra excedió los LMR establecido por la EPA/USA (0.1 mg/kg). (SENASA., 2014)

Con respecto a la investigación realizada por SENASA., (2014) se recomendó: 1- Promover la coordinación y participación conjunta de la integración de actividades de sanidad agraria e inocuidad agroalimentaria; 2- Promover la realización de eventos de capacitación, a nivel de los diversos actores de la cadena alimentaria, en relación con la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción e Higiene; en las que se incluya el buen uso de insumos agropecuarios; 3- Fomentar el intercambio de experiencias entre entidades públicas y privadas, ligadas a la inocuidad de los alimentos, a través de talleres y eventos de capacitación; 4- Fortalecer la coordinación con los representantes de los Gobiernos regionales y locales de su jurisdicción a fin de integrarlos en las acciones de vigilancia a realizar, sobre todo para el apoyo en la toma de muestras y ampliación de cobertura a otras regiones y alimentos; 5- Fortalecer las coordinaciones con los responsables de los establecimientos de producción primaria y de procesamiento primario de alimentos agropecuarios. Ejecutar la rastreabilidad, en los lugares donde se ha detectado exceso de plaguicidas de uso agrícola, de tal forma que se pueda llegar al origen del problema; 9- Difundir y fomentar el cumplimiento de la normatividad vigente y los procedimientos técnicos existentes, a nivel de las Direcciones Ejecutivas y entre los actores vinculantes a la inocuidad de los alimentos; 10- Desarrollar permanente charlas de sensibilización a todos los actores de la cadena agroalimentaria.

Para disminuir el riesgo de los consumidores, además de la implementación de programas eficaces de monitoreo de residuos de plaguicidas en alimentos, se hace necesario un cambio en los mecanismos de producción. Se ha demostrado que con la implementación de programas de manejo integrado de plagas (MIP) en el cultivo de fresa, incluyendo la utilización de extractos vegetales como plaguicidas naturales, pueden favorecer altos rendimientos en la producción al mismo tiempo que se mantiene la calidad ambiental y disminuyen los niveles de residuos de plaguicidas en la fruta (Albendín García, García, & Molina Rodríguez, 2012).

Bajo este contexto, el cambio de las prácticas agrícolas hacia la implementación de manejo integrado de plagas o cultivos orgánicos contribuiría al mejoramiento de la calidad toxicológica de los rubros cosechados, como lo realizado en la zona de Rivas Dávila de Venezuela, con mejoras en la calidad de vida de los trabajadores y a la sostenibilidad de la actividad agrícola, frente a los residuos de plaguicidas en los productos agrícolas (Pedro Benítez-Díaz, Balza-Quintero, Sánchez-Gil, & Molina-Morales, 2015).

Para las condiciones del Perú, en lo que respecta al cultivo de tomate la presencia de plagas es mucho más intensa en verano, mayormente larvas, por lo cual bajo agricultura orgánica por ejemplo, debe colocar trampas atrayentes de melaza, también aplicaciones *Bacillus thuringiensis*, liberación de crisopas, uso de extractos de capsicina o componente activo de los pimientos picantes y de algunas plantas selváticas (Redagrícola K, 2018).

Clara., (2014) resalta que es importante destacar el papel fundamental de la capacitación e instrucción del personal que manipula los plaguicidas y de los pobladores de regiones cercanas, con el fin de alertarlos sobre los efectos deletéreos de estos agroquímicos sobre su salud y la de las generaciones futuras.

En su mayoría, la prácticas agrícolas que se realizan en Latinoamérica se caracterizan por emplear grandes cantidades de agroquímicos, lo cual permite mantener altos niveles de producción y rentabilidad económica (Benítez-Díaz & Miranda-Contreras, 2013). Sin embargo; bajo este contexto la presencia residual de plaguicidas en los productos alimenticios parece ser inevitable, así como el riesgo para la salud pública que ello conlleva (Ma Antonia Pérez, Navarro, & Miranda, 2013), siendo importante la aplicación de medidas correctivas de gran alcance.

1.8-RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN CULTIVOS: INVESTIGACIONES REALIZADAS

Existen numerosas investigaciones realizadas al respecto, entre las cuales se pueden destacar las siguientes:

En la localidad de Espíritu Santo Brasil se efectuó la determinación de pesticidas, entre ellos Clorpirifos, en el periodo de mayo del 2012 a abril del 2013, tanto en tomates convencionales y orgánicos. Se encontraron residuos en 10 % de las muestras de frutos analizados en ambas modalidades de cultivo. El Clorpirifos fue determinado mediante cromatografía líquida con espectrofotometría de masa. Los resultados han planteado la necesidad de acción pública con la finalidad de reducir el nivel de contaminación, contribuyendo a la mejora de la salud y el medio ambiente (Dos Santos et al., 2015).

En Dhaka Bangladesh, en la evaluación de 16 muestras de *Solanun melongena* colectadas de diferentes supermercados de Gulshan, el 50 % contenía restos de pesticidas y aproximadamente el 19% del total de muestras excedió el nivel LMR fijado por la Organización Mundial de la Salud (WHO) y la FAO. Esto indica que la población está expuesta a la contaminación de pesticidas en forma diaria por la ingesta de vegetales contaminados (Chowdhury et al., 2014).

Golge & Kabak, (2015) en la determinación de 116 pesticidas en frutos de naranja bajo condiciones de Turquía, el Clorpirifos se presentó como el más predominante de ellos con un rango entre 0.01 a 0.09 mg/kg. De igual manera Yalçin & Turgut, (2016) en un trabajo de investigación realizado en Aydin-Turquía, determinaron que la concentración de insecticidas en frutos de tomate varió entre 0.04 a 1.4 ppm y la concentración de Clorpirifos presentó valores por encima de los niveles permitidos.

Skovgaard et al., (2017) encontraron que los residuos de Clorpirifos superaron los límites máximos permisibles (LMR) en lechugas muestreadas en centros de expendio de la Paz Bolivia en el 2015. En tanto que Diop et al., (2016) al realizar un muestreo de productos vegetales en 200 agricultores de Niayes- Dakar, en 175 especies, determinó que el 65% de tomates analizados tuvieron uno o más residuos de pesticidas, entre ellos clorpirifos.

Saidi, Mouhouche, & Abri, (2017) en investigación realizada también en tomates bajo condiciones de invernadero en Douaouda-Algeria, con la finalidad de evaluar el nivel de residuos de pesticidas, detectaron la presencia de clorpirifos entre otros agroquímicos más. Castro, Daiuto, & Vieites, (2016) evaluó la presencia de pesticidas en 10 restaurantes de Botutcatu-Brasil en frutos de tomate. En 5 de ellos se encontraron concentraciones superiores a los LMR de Clorpirifos. Al respecto recomendaron que las Buenas Prácticas Agrícola deber ser asociada a las Buenas Prácticas de Producción.

Ramadan, Shawir, El-Bakary, & Abdelgaleil, (2016) menciona que el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una solanácea muy popular, ampliamente difundida en el mundo y constituye la base de la dieta humana en muchos continentes del mundo. Así mismo en un estudio realizado en Giza-Egipto, en evaluaciones diarias de concentración del pesticida clorpirifos luego de su aplicación a frutos de tomate, concluyeron que estos deben ser consumidos después de 15 días de su aplicación.

García Ríos, Rodríguez Vida, Restrepo Montes, & Sánchez López, (2017), analizaron durante seis meses muestras de tomate comercializado en una tienda orgánica, un *Fruver* (comercializador de verduras, frutas y hortalizas frescas) y catorce supermercados, para un total de 16 puntos de muestreo en el municipio de Armenia-Colombia. Los residuos de plaguicidas encontrados en las muestras de tomate comercializado, no representaron un riesgo aparente para la salud de los habitantes de la capital. Sin embargo; teniendo en cuenta la información existente en la literatura y la diversidad de principios activos y formulaciones, recomendaron que urge la necesidad de implementar programas de uso, vigilancia y monitoreo periódico de residuos de plaguicidas.

Hossain et al., (2015) al evaluar tomate y otros vegetales en Bangladesh, detectó que el mayor porcentaje de muestras estuvo contaminado con Clorpirifos cuyos rangos de concentración fluctuaron desde <0.01 mg/kg a 1.03 mg/kg. En base a los resultados encontrados se recomendó la necesidad de una regulación estricta y un examen periódico de los residuos de plaguicidas en vegetales, para proteger la salud de los consumidores.

Rani, Saini, & Kumari, (2013) evaluaron la persistencia de Clorpirifos en tomate para lo cual se aplicó dicho insecticida a los frutos. Los residuos se disiparon en un período de 4.43 días a dosis única y 4.38 días a dosis doble. Al lavarlos, la reducción estuvo en el rango de

41.44%. El lavado seguido de la ebullición redujo los residuos entre 89% al 91%, mientras que el pelado eliminó los residuos de 62% a 64%. En muestras de suelo, los residuos de clorpirifos alcanzaron valores de 0.010 mg/kg, después de 5 y 10 días del rociado a dosis única y dosis doble respectivamente.

Z. W. Wang, Huang, Chen, & Li, (2013) determinó la concentración de Clorpirifos en diversas partes de frutos maduros de tomate, encontrándose los mayores niveles en la epidermis seguido de la pulpa. De modo similar, investigación realizada en la Paz Bolivia en 20 muestras analizadas de tomate (100%), 11 muestras dieron resultados positivos con la presencia de residuos de plaguicidas (55 %), mientras que en el resto (45 % de las muestras) no se detectó ningún tipo de plaguicidas. Los plaguicidas organofosforados detectados en las 11 muestras de tomates correspondieron al Clorpirifos y Dimetoato a concentraciones de 0.1 mg/kg hasta 1.11 mg/kg (Montaño Riveros, 2009).

Residuos de plaguicidas OP se detectaron en el 100% de muestras de té de la región de Dooars y 20% a 40% en las regiones de Hill de Bengala Occidental. Los depósitos de plaguicidas fueron más en té fresco que en muestras de té procesado. El nivel de CP superó el 16% y el 20% en muestras de té elaboradas en las regiones de Dooars y Hill respectivamente (Bishnu, Chakrabarti, Chakraborty, & Saha, 2009).

Marchis, Ferro, Brizio, Squadrone, & Abete, (2012) llevó a cabo una investigación similar para lo cual se recogieron 45 muestras de maíz y soja del norte de Italia. Resultados obtenidos verificaron que 30 muestras fueron contaminadas con niveles más altos de plaguicida CP. También investigación realizada por Sinha et al., (2011) en 27 muestras de azúcar para el análisis residual de 11 plaguicidas, sólo encontraron un nivel reducido de CP en una muestra, lo cual indicaba que las muestras de azúcar de la India están exentas de plaguicidas que se utilizan comúnmente.

La utilización mundial de órgano-fosforados para el control de plagas vegetales conduce desgraciadamente a la contaminación de estos vegetales, ya que varios estudios han demostrado la alarmante concentración residual de CP en vegetales, Simultáneamente, el consumo incesante de vegetales similares puede llevar a su acumulación en el cuerpo receptor y puede resultar mortal durante un período prolongado. Estudio realizado por Bhanti & Taneja, (2007) con la finalidad de evaluar los residuos de Metil Paratión, Clorpirifos y Malatión en hortalizas frescas de temporada, detectó concentración residual en

hortalizas de invierno, seguida de las hortalizas de verano y bajo lluvia. Del mismo modo, se observó el nivel residual de diferentes plaguicidas en las muestras de vegetales de invierno. También se detectaron residuos de plaguicidas OP en concentraciones más elevadas seguidas de carbamatos, y órgano-clorados (Kumari et al., 2003).

Investigación realizada por Páez M et al., (2012) en La Merced, departamento de Caldas Colombia, con manejo tradicional y buenas prácticas agrícolas (BPA) en un total de 10 parcelas de 2000 m², se tomaron 13 muestras por parcela, tanto al inicio, en el pico máximo y al final de la etapa de producción del tomate. Después de someter las muestras a cuarteo se tomó 1 kg y se empacaron en bolsas plásticas perforadas identificadas para el análisis de plaguicidas. Los resultados reportaron concentraciones de Clorpirifos desde 0.003 mg/kg hasta 0.090 mg/kg en las parcelas con manejo tradicional. En las parcelas sometidas a BPA la concentración de residuos varió desde 0.009 mg/kg a 0.070 mg/kg respectivamente. Si bien los LMR no excedían, sin embargo; los tomates cosechados que presentaron una cantidad residual de plaguicidas fueron considerados como la fuente de contaminación. La ruta de exposición se basa en la ingesta del tomate, siendo la vía de exposición el sistema gastrointestinal.

Mai, Ninga, Cara, & Mukaj, (2016) realizaron un experimento para determinar la presencia de CP. Ellos sometieron al vegetal más común de Albania, la lechuga, a dos concentraciones de CP con dosis de ingrediente activo de 0.1% y 0.5% y analizaron las muestras después de cada 5 días. La concentración más alta de CP fue detectada en muestras tratadas con 0.1% en comparación con 0.5%. Después de 21 días de tratamiento se encontró 0.03mg/kg de CP en la concentración de 0.5% del tratamiento y 0.06mg/kg a dosis de 0.1% del tratamiento.

B. Singh & Gupta, (2002) evaluaron la presencia de residuos de plaguicidas en 10 especies vegetales compuestas por 162 muestras, de las cuales 20 correspondían a tomate. En 13 muestras de tomate se encontró residuos de pesticidas pero inferiores a los LMR; (Mukherjee, 2003) determinación 30 insecticidas en diversos vegetales de la India; (Beena Kumari, V. K. Madan, Jagdeep Singh & Kathpat, 2004) en la evaluación de 84 campos agrícolas reportaron 26% de muestras con residuos de insecticidas que superaron los LMR establecidos; (Gowda, S.R., Somashekar, 2012) analizaron 20 pesticidas en Karnataka India reportando que el total de muestras estaban contaminadas y 34% superaban los LMR de órgano-fosforados; (Yuan et al., 2014) realizaron la evaluación de residuos de Clorpirifos en

2082 muestras de vegetales en China durante los años 2007 al 2010 reportándose que 1.4% de las muestras presentaron Clorpirifos con LMR superiores a lo permitido; YANG et al., (2017) cuantificaron residuos de insecticidas en *Myrica rubra* con el análisis de 157 muestras en la China y detectaron 23 pesticidas de un total de 44.

Silipunyo et al., (2016) llevó a cabo un estudio para determinar los residuos de plaguicidas OP en frutas y hortalizas. Durante el estudio encontraron que los residuos de CP eran más comunes y estaban presentes en todas las muestras. Entre las frutas; la concentración máxima de CP se encontró en naranja mientras que en las verduras se encontraron muestras de col rizada contaminadas con una concentración superior de CP.

Artículo similar reportó que las verduras de los comercios ambulantes y del mercado de agricultores del gobierno, también estaba contaminadas con 18 residuos de plaguicidas del OP (Sinha, Rao, & Vasudev, 2012). Un tipo similar de trabajo con más de 50 granjas de coliflor, ha revelado la contaminación de estos vegetales con plaguicidas órgano fosforados predominantemente, seguido por órganos clorados y piretroides, aunque por debajo de sus límites LMR. (Mandal & Singh, 2010)

Ramírez-Bustos et al., (2018) realizaron un estudio para monitorear los residuos de pesticidas en el nopal. Las muestras recogidas en el estado de Morela en México presentaron contaminación con CP en el rango de 0 a 0.309mg/kg. También se detectaron residuos de plaguicidas en los frutos de Nopal. Estos autores indicaron que, en principio, podría concluirse que el consumo de nopal con residuos de plaguicidas no representa ningún riesgo toxicológico para la salud humana, Sin embargo, el riesgo no puede descartarse debido a la ingesta de otras verduras y frutas que se cultivan en la República Mexicana, que probablemente presentan residuos de plaguicidas, lo que en conjunto plantearía riesgos potenciales para la salud humana.

Una investigación realizada por Parveen, Khuhro, Rafiq, & Kausar, (2004) revelaron la presencia de residuos de plaguicidas órgano fosforados, órgano clorados en muestras de manzanas y cítricos obtenidas de diversos puntos de venta de Karachi, Pakistán.

La evaluación de residuos de plaguicidas de alto riesgo en los cultivos de fresa, repollo, uchuva y tomate, representativos de diferentes regiones de Colombia, permitió determinar

la calidad de estos alimentos, requisito importante para satisfacer convenios internacionales relacionados con la inocuidad de alimentos y su comercialización. En la mayoría de las muestras (95,4%) no se encontraron residuos que sobrepasaran los límites máximos de residuos. Se encontraron dos muestras positivas con residuos de plaguicidas de clorpirifos en tomate (4,7%) (Guerrero, 2003).

La contaminación de productos alimenticios con trazas de plaguicida constituye la principal fuente de exposición no ocupacional por vía oral. Así, en un estudio realizado en la provincia de Talca Chile, se detectó la presencia de CP en frutas consumidas por niños, tanto en las escuelas como en sus hogares. Los resultados señalaron la presencia de CP en manzana, naranja, mandarina y tomate en concentraciones desde 0,01 a 0,16 mg/kg de fruta (Muñoz- Quezada, Lucero, Iglesias, & Muñoz, 2014).

Investigación realizada en México en cultivos de lechuga, cebolla y zanahoria cuyo manejo consideró dosis de 0.6 hasta 2.4 kg/ha de CP, siendo la primera aplicación antes de la siembra, la segunda después de la siembra y la tercera durante el cultivo. El análisis de residuos de clorpirifos a madurez de la lechuga registró entre 0.002 a 0.019 ppm; en cebolla entre 0.002 a 0.010 ppm y zanahoria entre 0.006 y 0.032 (Ma Antonia Pérez et al., 2013).

El proyecto nórdico llamado “América del Sur” se creó en 2007 con la finalidad de evaluar residuos de pesticidas de diversos productos agropecuarios de ocho países. Brasil, Argentina y Chile fueron los principales contribuyentes (Ma Antonia Pérez et al., 2013). La evaluación identificó como principales residuos de plaguicidas el tiabendazol, imazalil y clorpirifos en 29%, 25% y 17 % de las muestras evaluadas (Hjorth et al., 2011). Del total de las muestras (724), el 72 % mostró un contenido igual o inferior al límite máximo de residuos de plaguicidas, el 8.4 % excedió el LMR y solamente el 19% no registró contenido de residuos.

Pedro Benítez-Díaz et al., (2015) determinaron la presencia de residuos de plaguicidas en fresas cultivadas en el municipio Rivas Dávila del estado Mérida, Venezuela. Se detectaron siete plaguicidas dentro de ellos el clorpirifos con 8 mg/kg, el mismo que se consideró por encima de los límites máximos de residuos (LMR) establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea. Se indicó que la utilización inadecuada de plaguicidas en este lugar

podría estar afectando negativamente la calidad de otros rubros que allí se producen y la seguridad alimentaria de los consumidores (Pedro Benítez-Díaz et al., 2015).

Con respecto a las fuentes de agua, se detectó presencia de clorpirifos a una concentración de 16.2 ng/L en el centro de una muestra de hielo del mayor glaciar de Eurasia, Austfonna, Svalbard, Noruega, correspondiente al período de los años 80, indicando una considerable persistencia de este producto bajo condiciones del Ártico (Hermanson MH, Isaksson E, Teixeira C, Muir DCG, Compher KM, Li YF, Igarashi M, 2005).

Otros estudios realizados indican que las zonas agrícolas utilizadas para el cultivo de hortalizas y algodón son causas claves en la contaminación del agua debido a los plaguicidas (Kumar, Kaushik, & Villareal-Chiu, 2016). También en la evaluación residual de plaguicidas en aguas subterráneas se encontraron muestras contaminadas con insecticidas. El CP se detectó en el 80% de las muestras de agua y contenían residuos por encima de los límites reglamentarios (Kumari, Madan, & Kathpal, 2008). Del mismo modo, diversos estudios han mostrado la presencia de residuos de plaguicidas en las aguas subterráneas tomadas de en pozos tubulares, bombas manuales y también en las aguas superficiales (Ahad et al., 2000) (Lari, Khan, Gandhi, Meshram, & Thacker, 2014).

Hossain et al., (2015) realizaron un estudio para monitorear los residuos de plaguicidas en muestras de agua y encontraron que diez muestras fueron contaminadas de un total de 12. La detección de CP fue en la mayoría de muestras en comparación con otros plaguicidas y osciló entre 3.27 y 9.31 µg/L. En un estudio similar, se detectaron diferentes tipos de plaguicidas en concentraciones relativamente bajas en muestras de agua dulce de México. La máxima concentración de CP se encontró en el río Tamazula seguido por Humaya y Culiacán (Morales, Belisario Valdez-Torres, Angulo-Escalante, & Sarmiento Sánchez, 2017).

Si bien es cierto que los insecticidas generan ventajas en la producción de los cultivos, sin embargo la presencia de plaguicidas en recursos como el agua potable ha convertido estos beneficios en desventajas (Tariq, Afzal, Hussain, & Sultana, 2007). El uso excesivo e ininterrumpido de los OP ha causado contaminación de los ecosistemas en todo el mundo. Investigación realizada en Escocia reveló que el 75% de las muestras de agua estaban

contaminadas con compuestos organofosforados utilizados en los ovinos en Gales (Boucard, Parry, Jones, & Semple, 2004).

La contaminación de las hortalizas y otros productos agrícolas por los residuos de CP no se limita a ellos únicamente, sino que también se ha detectado su presencia en diversos productos animales y alimenticios, incluida la mantequilla, refrescos y otros. Las Muestras de mantequilla han revelado contaminación con residuos de pesticidas, sin embargo CP fue el único pesticida OP detectado en el 9% de muestras, por encima del límite de LMR (Kumari, Singh, Singh, & Kathpal, 2005).

Salas et al., (2003) realizaron un estudio para medir los residuos de plaguicidas de OP en leche pasteurizada comercializada de México. Se recogieron muestras de tres marcas comerciales de supermercados y una marca de tiendas gubernamentales. Los residuos de plaguicidas OP se encontraron en todas las marcas y se confirmó que cada una contenía residuos de uno o más plaguicidas por encima de sus niveles de LMR. Un tipo similar de investigación sobre muestras de leche materna, recogida de mujeres de la clase socioeconómica inferior, reveló la presencia de residuos de CP en muestras de leche materna (Sanghi, Pillai, Jayalekshmi, & Nair, 2003).

De igual manera, se detectaron residuos de OP en 57 muestras de bebidas gaseosas de producción industrial como Limca y Coca-Cola en Gujarat y Maharashtra-India; la concentración residual media de los OP fue de 4.88ppb. La concentración residual total en 57 muestras fue de 11.85ppb, es decir 24 veces más sobre el límite de 0.5ppb para el total de plaguicidas (Johnson, S., Saikia, N., Kumar, 2006).

Los órganos fosforados son menos persistentes y tienen menos capacidad bio-acumulativa, pero aun así los residuos de CP se han encontrado en peces, pollo, sangre humana, sangre de pez, orina, cabra, leche materna, etc. Así, las muestras de dos especies de pescado *Channa striata* y *Catla*, revelaron la presencia de residuos de plaguicidas en sus tejidos. Los niveles más altos correspondieron a *Channa striata*, con una mayor concentración residual en el hígado, seguido de branquias y músculos (Amaraneni & Pillala, 2001). Otros estudios también han mostrado la presencia de depósitos de CP en muestras de sangre de pescado, pollo, cabra y en humanos (Pratap B. Singh, Singh, & Nayak, 2008), (Mathur, Agarwal, Johnson, & Saikia, 2005).

CAPITULO II: METODOLOGIA

2.1 UBICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó de enero a marzo del 2019 en los ámbitos de la Joya Antigua, Irrigación Majes El Pedregal, Corire Valle de Majes y Camaná en Región Arequipa, tanto para la toma de muestras de frutos de tomate y la obtención de información base de los agricultores de dichas zonas

2.2 LUGARES DE MUESTREO DE FRUTOS DE TOMATE

La toma de muestras de frutos de tomate comestibles en estado fresco y madurez de consumo fue realizada en 10 lugares, correspondiendo a centros de abasto de frutas y verduras o mercados y mega centros comerciales. Los principales lugares de muestreo fueron los siguientes:

Tabla 3. Lugares de muestreo de frutos de tomate en madurez de consumo

MUESTRA COMPUESTA	LUGAR DE MUESTREO	UBICACIÓN
M1	1-Mercado Mayorista Metropolitano Río Seco-La Parada	1-Cerro Colorado, Río Seco-Arequipa
	2-Mercado Metropolitano Andres Avelino Cáceres	2-Jose Luis Bustamante y Rivero-Arequipa
	3-Mercado San Camilo	3-Cercado- Arequipa
M2	4-Supermercado 1	4-Arequipa Center, Av. Aviación Cerro Colorado Arequipa
	5-Supermercado 2	5-Avenida Ejército Cayma-Arequipa
	6-Supermercado 3	6-Avenida Emmel, Yanahuara-Arquipa
M3	7-Mercado Central de Camaná	7-Cercado, Camaná 04451
M4	8-Mercado de Abastos Corire	8-Corire, Valle de Majes
M5	9-Mercado El Trinfo 2000 - Majes Pedregal	9-Distrito de Majes, Caylloma
	10-Mercado de Abastos de la Joya Antigua	10-Distrito de la Joya Arequipa

Las muestras fueron recolectadas en enero del 2019 y el proceso de análisis culminó en febrero del mismo año.

2.3 UNIDAD DE MUESTREO

Correspondió a frutos de tomate en estado de madurez de consumo, tomados aleatoriamente de cada punto de expendio al público, representado por una cantidad final de 2.0 Kg por lugar de muestreo. No se tuvo en cuenta el lugar de procedencia de los tomates al centro de abasto ni los aspectos varietales.

2.4 TOMA DE MUESTRA

En cada uno de los lugares de muestreo se ubicó aleatoriamente 5 puntos de venta, tomándose 01 kilo de tomates para cada caso y que fueron mezclados conformando un total de 5 kilos. A partir de esta mezcla se obtuvo una sub muestra temporal de 02 kilos, siendo transportada para su congelación. En total se obtuvo 10 sub-muestras correspondientes a cada uno de los lugares de muestreo de la Tabla 3.

En cada caso las sub- muestras fueron embaladas en bolsas plásticas de primer uso, asépticas y colocadas de manera inmediata en cajas de Tecnopor, acompañadas con bolsas congelantes durante el recorrido de traslado.

2.5 CONFORMACIÓN DE MUESTRAS COMPUESTAS (M)

Las sub-muestras de tomate fueron agrupadas en las denominadas “muestras compuestas” (M1, M2, M3, M4 y M5) según correspondan a los lugares de muestreo (Tabla 3). Cada muestra compuesta fue obtenida tomando al azar varios frutos de tomate de cada localidad hasta completar 2 kg, las mismas que fueron colocadas en bolsas plásticas asépticas con la debida identificación. Posterior a ello se procedió con la congelación de las muestras compuestas, evitando que se rompa la cadena de frío

2.6 ENVÍO DE MUESTRAS

Para su envío a la ciudad de Lima, se procedió a embalar las muestras congeladas de 2 kg en cajas de Tecnopor debidamente etiquetadas, acompañadas a su vez con bolsas congelantes para no romper la cadena de frío durante el transporte. El despacho al Laboratorio de SENASA se realizó por vía terrestre, remitiéndose las 5 muestras compuestas.

Cabe indicar que la selección de este laboratorio fue realizada por las garantías de servicio que ofrece, teniendo en cuenta además la referencia del Decreto Supremo 004-2011-AG que en el artículo N° 45 indica que “los laboratorios de SENASA realizan ensayos oficiales en alimentos agropecuarios primarios y piensos, como apoyo analítico y científico en las decisiones y medidas adoptadas, en la vigilancia sanitaria”. (MINAGRI, 2015)

2.7 MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS:

Fue realizado por personal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) en el Laboratorio del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos con sede en la ciudad de Lima. Los análisis fueron realizados mediante el método de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa (GC/MS), con límite de detección (LoD) de 0.003 y Límite de Cuantificación (LoQ) 0.010 expresado en mg/kg

La metodología de la determinación se ha realizado teniendo en cuenta el AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partioning with Magnesium Sulfate".

El cual usa acetonitrilo como solvente de extracción y se basa su extracción en fase sólida dispersiva

2.8 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE USO Y MANEJO DE PESTICIDAS BAJO CONDICIONES DE CAMPO

Esta variable que fue evaluada mediante la aplicación de encuestas personalizadas a los productores de las diferentes zonas de muestreo, principalmente productores de tomate o cultivos afines. Para ello se utilizó encuestas escritas con entrevista personal en los lugares de residencia. Se consideró un total de 24 preguntas organizadas en 6 grupos siendo las siguientes:

- Grupo 1 (G1): Conocimiento sobre los insecticidas
- Grupo 2 (G2): Responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas
- Grupo 3 (G3): Capacitación en manejo de insecticidas
- Grupo 4 (G4): Manejo eficiente de los insecticidas
- Grupo 5 (G5): Cuidado del medio ambiente y plaguicidas
- Grupo 6 (G6): Conciencia sobre el uso de insecticidas

Los lugares de muestreo correspondieron a los siguientes lugares:

- a) Irrigación Majes Pedregal
- b) Irrigación La Joya Antigua
- c) Corire Valle Majes

d) Camaná

Para cada lugar de muestreo se destinaron 25 encuestas iniciales y posteriormente se eliminaron aquellas mal llenadas, por lo que finalmente se tuvieron para los análisis correspondientes el siguiente número de encuestas: Irrigación Majes Pedregal 25 encuestas; Irrigación La Joya Antigua 23 encuestas; Corire Valle Majes 21 encuestas y Camaná 25 encuestas, con un total de 94 encuestas válidas. La recopilación de información fue realizada en el mes de abril del 2019. El instrumento de evaluación fue la encuesta que se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Instrumento de levantamiento de información sobre uso y manejo de insecticidas

TABLA DE PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN LA REGION AREQUIPA

A CONTINUACIÓN, SE DETALLA UNA LISTA DE 24 ENUNCIADOS REFERIDOS A LA PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN LA REGION AREQUIPA. LUEGO DE LEERLOS DETENIDAMENTE, EN CADA ENUNCIADO MARCAR CON UNA (X) SOLO UNA ALTERNATIVA: “SI”, “NO” O “SIN RESPUESTA”.

Nº	ENUNCIADOS	VALORACION		
		SI	NO	SIN RESPUESTA
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA			
2	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA			
3	SABE EL SIGNIFICADO DE “PERIODO DE CARENCIA” DE LOS PESTICIDAS			
4	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA			
5	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO			
6	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS			
7	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD			
8	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS			

9	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION			
10	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO			
11	UTILIZA EL “CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS” EN SUS CULTIVOS			
12	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO			
13	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA			
14	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS			
15	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS			
16	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS			
17	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA			
18	CONOCE EL SIGNIFICADO DE “ LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS ” (LMR) DE UN PLAGUICIDA			
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE			
20	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS			
21	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS			
22	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO			
23	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN			
24	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS			

2.9 CLORPIRIFOS Y NIVEL DE RIESGO PARA LA SALUD HUMANA:

Correspondió al análisis en base a los resultados de la cantidad de residuos de clorpirifos obtenidos en las muestras de tomate, en los diferentes lugares y los antecedentes bibliográficos existentes con respecto al Clorpirifos y riesgos para la salud humana.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 NIVEL DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN FRUTOS DE TOMATE

Los resultados de la cantidad de residuos de Clorpirifos cuantificados en frutos comestibles de tomate se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de análisis de residuos de clorpirifos (mg/kg) en frutos de tomate según muestra compuesta, correspondiente a 10 lugares de muestreo

MUESTRA COMPUESTA	LUGAR DE MUESTREO	RESULTADO MUESTRA COMPUESTA (mg/kg) de clorpirifos
M1	1-Mercado Mayorista Metropolitano Río Seco-La Parada 2-Mercado Metropolitano Andres Avelino Cáceres 3-Mercado San Camilo	ND
M2	4-Supermercado 1 5-Supermercado 2 6- Supermercado 3	0,283
M3	7-Mercado Central de Camaná	0,052
M4	8-Mercado de Abastos Corire	0,01
M5	9-Mercado El Trinfo 2000 - Majes Pedregal 10-Mercado de Abastos de la Joya Antigua	ND

Los resultados obtenidos de 5 muestras compuestas de tomate procedentes de diferentes localidades de la Región Arequipa determinan que la muestra compuesta M2 presenta el mayor valor de residuos de Clorpirifos con 0.283 mg/kg, lo cual corresponde a 3 mega centros comerciales, en este caso Supermercado 1, Supermercado 2 y Supermercado 3. En el Mercado Central de Camaná (M3) se obtuvo un valor de 0.052 mg/kg en tanto que en el Mercado de abastos de Corire (M4) fue menor a 0.01 mg/kg. En los demás puntos de muestreo no se detectó residuos de clorpirifos (Tabla 5). Estos valores no superan los LMR establecidos para el tomate, el cual corresponde a 0.5 mg/kg de acuerdo al Codex.

Alimentarius y EPA (FAO/OMS,2000) como también según lo establecido para el Perú con la Resolución Ministerial N° 1006-2016/MINSA (MINSA, 2016). Se puede afirmar que el 60% de muestras analizadas de tomate en expendio al público presentan residuos de Clorpirifos, pero con valores menores a los LMR permitidos.

Al respecto diversas investigaciones muestran una serie de resultados con diversos contenidos de residuos de Clorpirifos en tomate, así; en supermercados de Bangladesh el 19% de muestras superó los LMR (Chowdhury et al., 2014); en Aydin-Turquía se encontró presencia de residuos entre 0.04 a 1.4 ppm (Yalçin & Turgut, 2016); en Niayes-Dakar el 65% de los tomates analizados presentaron residuos de pesticidas entre ellos Clorpirifos (Diop et al., 2016) como también en Douaouda-Algeria, (Saidi, Mouhouche, & Abri, 2017). En Botutcatu-Brasil se encontraron concentraciones de clorpirifos en tomates superiores a los LMR en 5 restaurantes de los 10 evaluados (Castro, Daiuto, & Vieites, 2016); en Bangladesh el mayor porcentaje de muestras estuvo contaminado con clorpirifos cuyos rangos de concentración fueron entre <0.01 mg/kg a 1.03 mg/kg. (Hossain et al., 2015), tendencia similar a lo encontrado en la Paz Bolivia con 0.1 mg/Kg a 1.11 mg/Kg de Clorpirifos (Montaño Riveros, 2009).

En contraste; el muestreo en una tienda de tomates orgánicos y 14 supermercados de Armenia-Colombia, los residuos de clorpirifos no superaron los LMR (García Ríos, Rodríguez Vida, Restrepo Montes, & Sánchez López, 2017), al igual que en Caldas- Colombia en tomates con Buenas Prácticas Agrícolas y convencionales (Páez M et al., 2012); en hortalizas diversas entre ellas tomate, también en Colombia, en 4.7% de las muestras (Guerrero, 2003); en condiciones de Talca-Chile en concentraciones de 0,01 a 0,16 mg.kg⁻¹ de producto (Muñoz-Quezada, Lucero, Iglesias, & Muñoz, 2014), coincidiendo con los resultados encontrados en la presente investigación en las localidades de Majes Pedregal, Corire en el Valle Majes, Joya Antigua y Camaná en la Región Arequipa. De lo anterior se destaca que es frecuente encontrar la presencia de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate en expendio al público, representando un grave riesgo para la salud, no siendo ello ajeno a las condiciones de Arequipa.

Con respecto a los residuos de clorpirifos encontrados en los Supermercados comerciales de la Región Arequipa, es importante mencionar que estos establecimientos se caracterizan por ofertar productos hortícolas de gran calidad, sobre todo con respecto a los atributos físicos,

siendo para el caso del tomate, frutos de buen tamaño, libre de daños por insectos y daños físicos, adecuada coloración, es decir buena presentación y atracción visual. Es posible que frutos con estas exigencias sean aquellos que reciben un control remarcado a base de plaguicidas y que pudieran estar influyendo en el nivel de Clorpirifos encontrado en la presente investigación. Importante destacar que en el Perú no se toma en cuenta los aspectos de inocuidad siendo ello preocupante (Redagícola K, 2018).

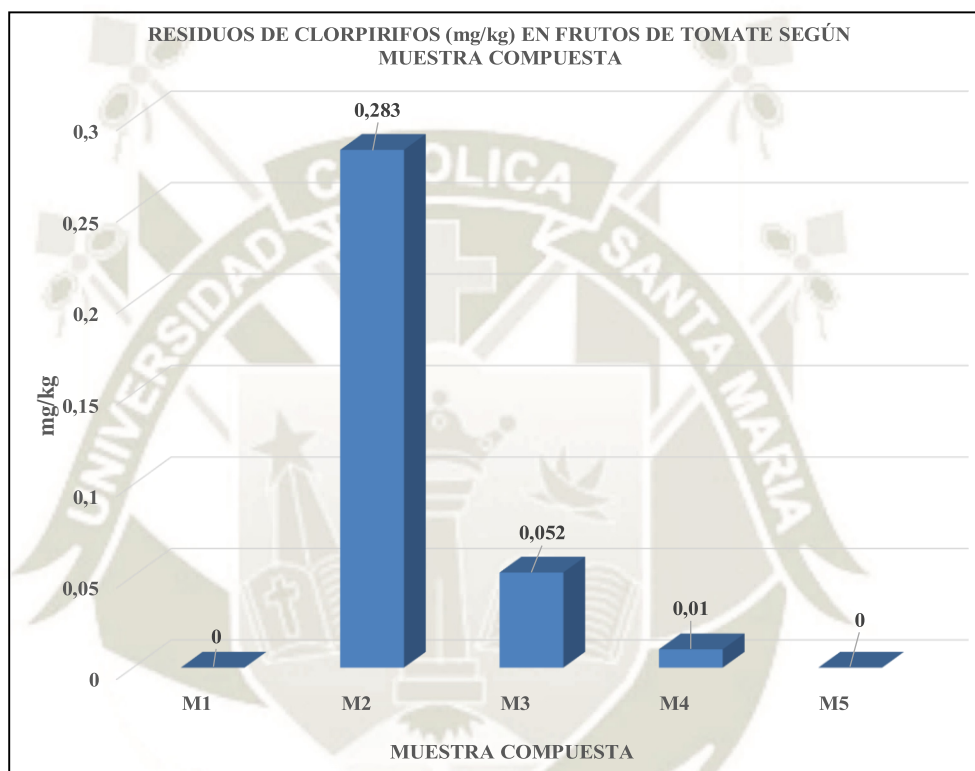


Figura 2. Cantidad de residuos de clorpirifos en frutos de tomate

La normativa peruana *Decreto Legislativo 1062. 375002-375008pp. Lima sábado 28 de junio del 2008*, destaca que SENASA tiene competencia exclusiva en el aspecto técnico, normativo y de vigilancia en materia de inocuidad de los alimentos agropecuarios de producción y procesamiento primario destinados al consumo humano y piensos, de producción nacional o extranjera. (*El Peruano*, 2008); Asimismo, por el Decreto Supremo N° 004-2011-AG se aprueba el Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria, en su Artículo 1° establece disposiciones para garantizar la inocuidad de los alimentos agropecuarios primarios, así como de los piensos, con el propósito de proteger la vida y la salud de las personas (MINAGRI, 2011), sin embargo el comercio de hortalizas en el Perú no refleja medidas contundentes de control residuos de pesticidas en diversos productos agropecuarios, siendo preocupante. Al respecto, en Argentina se indica que para reducir los efectos contaminantes

adversos de insecticidas como el Clorpirifos se requiere la modificación de diferentes hábitos de vida y pautas culturales que a su vez involucran un largo proceso y la intervención de diferentes actores de la sociedad (Clara., 2014). Importante tomar en consideración algunas evaluaciones realizadas en las condiciones del Perú en la cual se recomienda promover la realización de eventos de capacitación a los involucrados en la cadena alimentaria, en relación con la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción e Higiene y el buen uso de insumos agropecuarios; desarrollar permanente charlas de sensibilización como también difundir y fomentar el cumplimiento de la normatividad vigente. (SENASA., 2014)

3.2 CLORPIRIFOS Y RIESGOS EN LA SALUD HUMANA

La seguridad y la calidad de productos para la alimentación están entre los factores más importantes que influyen en las opciones de consumidor moderno como también entre los fabricantes de alimentos y distribuidores. La seguridad alimentaria está asociada con problemas que incluyen enfermedades y muertes (Iizuka & Shimizu, 2014). La presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos es una preocupación significativa para los consumidores debido a los posibles efectos adversos para la salud a largo plazo (Camino- Sánchez et al., 2011).

Las evaluaciones realizadas en el presente trabajo de investigación presentan como resultado presencia de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate en el 60% de las muestras analizadas, con un valor máximo de 0.283 mg/kg, que si bien es cierto no superan los LMR permitidos, sin embargo pueden causar riesgos en la salud humana, entre ellos los efectos crónicos producidos en un periodo de tiempo prolongado, días, semanas, meses o incluso años y que pueden manifestarse de forma diversa en uno o varios aparatos o sistemas del cuerpo. (Al-Saleh, 1994) Para los individuos no expuestos ocupacionalmente a los insecticidas, la principal vía de exposición es la ingestión de alimentos, especialmente frutas y verduras contaminadas (Oates, Cohen, Braun, Schembri, & Taskova, 2014).

Aunque las concentraciones de clorpirifos se encuentran por debajo de los LMR en los lugares de muestreo realizado en la Región Arequipa, la posibilidad de encontrarse más de un residuo de pesticida en un mismo producto, puede generar efectos aditivos incrementando el riesgo potencial (M. Antonia Pérez et al., 2009); esto puede ocasionarse también por la ingesta variada de frutas y hortalizas por el individuo. Al respecto para la Región Arequipa

se reporta un consumo promedio de tomate per cápita de 8.8 kg/persona en tanto que otras hortalizas como la cebolla representan 11.0 kg/persona en el contexto nacional y 6.9 kg/persona para la zanahoria (INEI, 2012), datos con los cuales se puede tener la cuantificación del nivel de residuos asimilados por individuo y alimento vegetal en un determinado periodo.

Los plaguicidas como el Clorpirifos son fácilmente solubles en agua, característica que lo hace más susceptible al consumo humano y pueden causar graves problemas de salud, razón por la cual se ha investigado intensamente en todo el mundo (Ragnarsdottir, 2000); así diversos trabajos indican efectos cancerígenos del Clorpirifos en seres humanos como el cáncer al pulmón (Ventura et al., 2012); malformaciones congénitas en niños causando defectos del cerebro, ojos, oídos, paladar, dientes, corazón, pies, pezones y genitales (Sherman, 1996); daño al ADN en espermatozoides con disminución de la concentración de espermatozoides y de la motilidad (C. EPA, 2008); anormalidades de comportamiento en la adolescencia y la vida adulta. (Slotkin TA, Levin ED, 2006); desarrollo cognitivo y psicomotor retrasado en niños recién nacidos y expuestos in útero al Clorpirifos (Rauh VA, 2006); acentuada disminución en la memoria de trabajo siendo más notorio en hombres que en mujeres, a los 7 años de edad, en exposición prenatal a Clorpirifos (Horton, Kahn, Perera, Barr, & Rauh, 2012); mayor riesgo de salud en los niños como consecuencia del consumo de alimentos contaminados con insecticidas, esto debido a su inmadurez fisiológica y período de crecimiento (Montaño Riveros, 2009), entre otras investigaciones.

Los antecedentes mencionados inducen a plantear que, bajo las condiciones de evaluación en las localidades de Majes Pedregal, Corire, La Joya Antigua, Camaná y la Ciudad de Arequipa, en las cuales se reportan la presencia de residuos de Clorpirifos en frutos de tomate, es posible que residuos de Clorpirifos se encuentren también en otros productos de la dieta diaria del consumidor, como también diferentes pesticidas, generando riesgos para la salud humana. Este supuesto es más acentuado por cuanto la presente investigación se ha realizado en un solo periodo de muestreo, en un único producto alimenticio como es el tomate y con un solo pesticida como es el Clorpirifos. Sin la intervención enérgica de medidas de control, supervisión, fiscalización; la presencia residual de plaguicidas en los productos alimenticios parece ser inevitable, así como, el riesgo para la salud pública que ello conlleva, los cual bajo las condiciones de la Región Arequipa amerita especial atención.

3.3 PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS POR EL PRODUCTOR

3.3.1 Conocimiento sobre los insecticidas

El nivel de conocimiento sobre los insecticidas considera 4 preguntas que se detallan en la Tabla 6. Para cada pregunta, el número de respuestas válidas y respuestas no válidas han sido comparadas mediante la prueba de Chi² con significancia de 5% y 1 grado de libertad. La hipótesis inicial para esta prueba ha sido que ambas respuestas son iguales. Estas consideraciones de han mantenido para todas las tablas que se presentan.

Tabla 6. Prueba de Chi² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de conocimiento sobre los insecticidas

PREGUNTA	GRUPO 1: CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS	RESPUESTAS	RESPUESTAS	X ² c	X ² 0.05,1
		VALIDAS	NO VALIDAS		
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	93	1	90.04	3,84 *
2	CONOCEEL SIGNIFICADO DE “LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS” (LMR) DE UN PLAGUICIDA	31	63	10.89	3,84 *
3	SABEEL SIGNIFICADO DE “PERIODO DE CARENCIA” DE LOS PESTICIDAS	41	53	1.53	3,84 ns
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	26	68	18.77	3,84 *
	TOTAL	191	185	0.10	3,84 ns

Los insecticidas son contaminantes persistentes cuya evidencia del peligro se ha demostrado en las últimas décadas con manifestaciones en el medio ambiente y la salud (Mendieta, Ortega, Solano-Cueva, & Figueroa, 2017). Al respecto (Pregunta 1, Tabla 6) los resultados obtenidos indican que el 98.9% de los agricultores encuestados consideran de manera significativa que los insecticidas si pueden generar riegos en la salud humana (Figura 3), respuesta que es satisfactoria, siendo coincidente con los resultados encontrados en el Valle del Mantaro Perú donde el 79% señala que la manipulación de plaguicidas afecta la salud (Montoro et al., 2009). Investigaciones en diversas partes del mundo consideran que los pesticidas generan graves problemas en la salud (Sokoloff et al., 2016).

Con respecto al conocimiento sobre los Límites Máximos de Residuos (LMR) de los plaguicidas (Pregunta 2, Tabla 6) las respuestas no válidas representan el 67% (Figura 3)

condición que refleja estadísticamente el desconocimiento mayoritario de los agricultores encuestados sobre los residuos de plaguicidas en los productos alimenticios, entendiéndose que el LMR es la máxima cantidad de un plaguicida que se permite en un producto alimenticio al momento de la cosecha, comercialización o consumo (Cisneros Vera, Fausto, 2012). El desconocimiento de este concepto puede ser riesgoso en la producción de alimentos agrícolas.

La Pregunta 3 (Tabla 6) evalúa si el agricultor sabe el significado del periodo de carencia. Al respecto los resultados obtenidos indican que el 43.6% si tienen conocimiento sobre el periodo de carencia, en tanto que un 56.4% desconocen (Figura 3). Estos valores son estadísticamente iguales mediante la prueba de χ^2 , lo que refleja que proporcionalmente la mitad de la población desconoce este concepto. El periodo de carencia es definido como el intervalo que transcurre entre la última aplicación del plaguicida y la cosecha, siendo una información que se presenta en las etiquetas de las formulaciones comerciales de insecticidas (Cisneros Vera, Fausto, 2012). Respetar el periodo de carencia del producto promoverá cosechas con LMR inferiores a lo permitido mejorando la calidad de las cosechas y con menos riesgos para la salud.

La mezcla de dos o más insecticidas requiere del conocimiento previo de la compatibilidad de dos o más pesticidas y por lo tanto poseer una buena información respecto a las características del producto, lo cual se ha indagado con la Pregunta 4 (Tabla 6) cuyo enunciado especifica que para un mejor control de la plaga se puede mezclar dos o más insecticidas. Los resultados para las localidades muestreadas indican que el 72.3% de la población considera que, si se puede mezclar dos o más insecticidas, en tanto que un 27.7% considera que no se puede realizar (Figura 3), valores significativamente diferentes entre sí. El resultado anterior muestra una tendencia mayoritaria equivocada, ya que es necesario contar con la ayuda de un profesional entendido en la materia para mayor seguridad. Muchos agricultores mezclan productos sin ninguna racionalidad solo para estar seguros de que el tratamiento sea exitoso y como resultado se acentúan los males ligados al mal uso de los plaguicidas (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

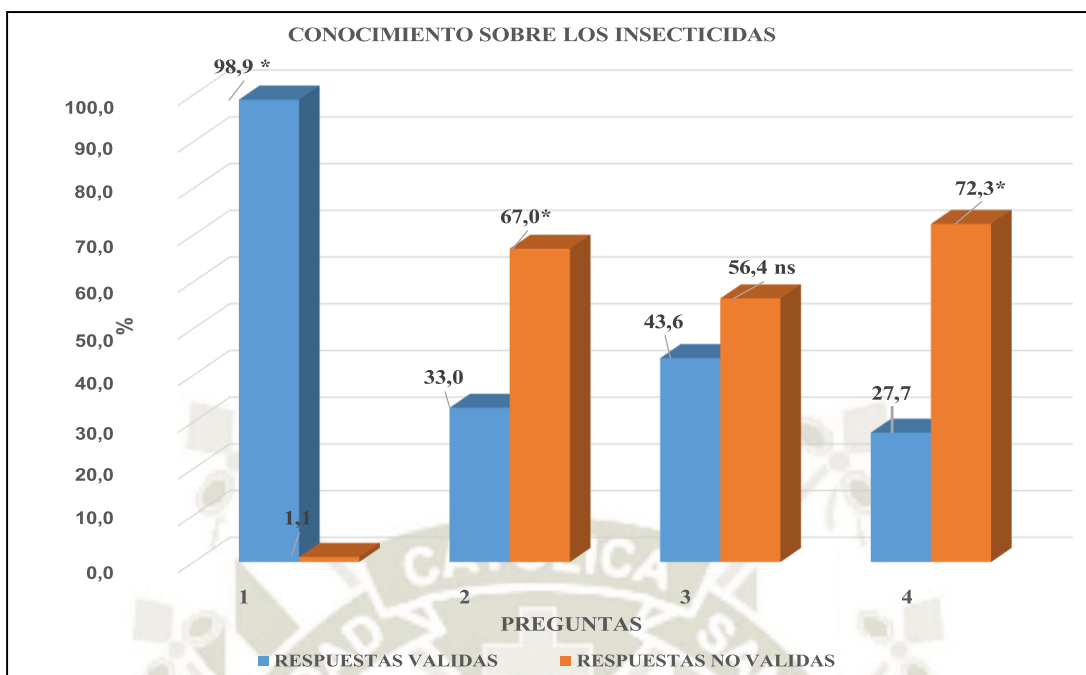


Figura 3. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada con el conocimiento de insecticidas, expresada en porcentaje

3.3.2 Responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas

La aplicación inadecuada, el uso excesivo e indebido de plaguicidas afecta la calidad de los alimentos generando preocupaciones en salud pública y también en el medio ambiente por la existencia de plaguicidas en el suelo, aire, agua y los alimentos, que a su vez pueden ser asimilados por ingestión, inhalación y contacto dérmico (Abhilash & Singh, 2009). Esto implica que el uso y manejo de insecticidas para la producción de alimentos agrícolas requiere de gran responsabilidad.

Tabla 7. Prueba de Chi² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas

PREGUNTA	GRUPO2: RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS	RESPUESTAS	X ² _c	X ² _{0.05,1}
		VALIDAS	NO VALIDAS		
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	74	20	31,02	3,84 *
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	21	73	28,77	3,84 *
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	40	54	2,09	3,84 ns
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	65	29	13,79	3,84 *
TOTAL		200	176	1,53	3,84 ns

El muestreo en 94 agricultores de las zonas de Camaná, Majes Pedregal, La Joya y Corire en la Región Arequipa indica de manera significativa que el 78.7% aplica los insecticidas teniendo en cuenta la dosis recomendada en la etiqueta del envase y 21.3% no lo considera (Figura 4), tendencia que demuestra un buen nivel de responsabilidad sobre el particular. En relación a lo indicado, la investigación realizada en Concepción y Chupaca en el Perú reporta que el 70% de los agricultores leen las etiquetas con regularidad, lo cual es coherente con los resultados encontrados (Montoro et al., 2009).

Es importante indicar sin embargo, que la información en la etiqueta del envase incluye términos técnicos que muchas veces el productor no los entiende (Badii & Varela, 2008) lo cual exige la ayuda del especialista.

Con respecto a la Pregunta 6 (Tabla 7) referida a que si la mezcla del insecticida sobrante se repasa en el cultivo ya fumigado; el 77.7% considera que si es correcto repararlo en el cultivo mientras que el 22.3% considera que no es, respuestas con diferencias estadísticamente significativas y demuestran el desconocimiento de los encuestados sobre el particular (Figura 4). Esta práctica muchas veces se realiza con la finalidad de no desperdiciar el producto, pero puede generar sobredosis de aplicación y afectar la cantidad de residuos en las cosechas. Se resalta que a una mayor dosis de aplicación y menores intervalos de aplicación dan como resultado residuos tóxicos en la cosecha; incrementan riesgos de intoxicaciones directas, elevan los costos de producción y contaminan el medioambiente (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

La Pregunta 7 (Tabla 7) formula si el productor utiliza frecuentemente el insecticida Clorpirifos en sus cultivos. Al respecto se reporta que el 57.4% si utiliza el producto en tanto que el 42.6% no lo utiliza frecuentemente, respuestas que no difieren estadísticamente entre sí. Esto demuestra de manera práctica que la mitad de los encuestados usan frecuentemente el Clorpirifos en sus cultivos. Al respecto; este insecticida es ampliamente usado en la agricultura para mejorar la calidad de hortalizas y frutos (Peng, He, Lu, Mmereki, & Zhong, 2016).

En los países en desarrollo se destaca su consumo frecuente, pese a su persistencia en el medio ambiente (L. Wang, Liu, Zhang, Wu, & Sun, 2016).

El clorpirifos pertenece a los insecticidas de amplio espectro, es decir; es un insecticida efectivo contra un gran número de plagas incluyendo grupos diferentes de insectos, siendo por ello preferido por los agricultores al considerar la posibilidad de controlar una o más plagas con la misma aplicación (Cisneros Vera, Fausto, 2012).

El uso de insecticidas vencidos incrementado su dosis de aplicación (Pregunta 8, Tabla 7) es una práctica que suele darse en los productores agrícolas. De las evaluaciones realizadas en las zonas de Camaná, Majes Pedregal, La Joya y Corire en la Región Arequipa, el 69.1% no utiliza los insecticidas vencidos incrementando su dosis, mientras que el 30.9% si lo realiza (Figura 4), respuestas que difieren estadísticamente entre sí con la prueba de χ^2 al 5% de probabilidad. Esto demuestra que la mayoría de agricultores son responsables al no utilizar insecticidas vencidos. Al respecto, el Clorpirifos en su proceso de degradación tanto biótico como abiótico, que incluye aspectos físicos y bioquímicos puede generar metabolitos primarios como el Clorpirifos oxon extremadamente peligroso en comparación con el compuesto inicial o Clorpirifos (John & Shaik, 2015), así; el empleo de un insecticida vencido que además ya no es efectivo para el control de la plaga, representando mayor costo al productor y consecuente contaminación del medio ambiente, también podría generar sub productos tóxicos de gran riesgo para la salud.

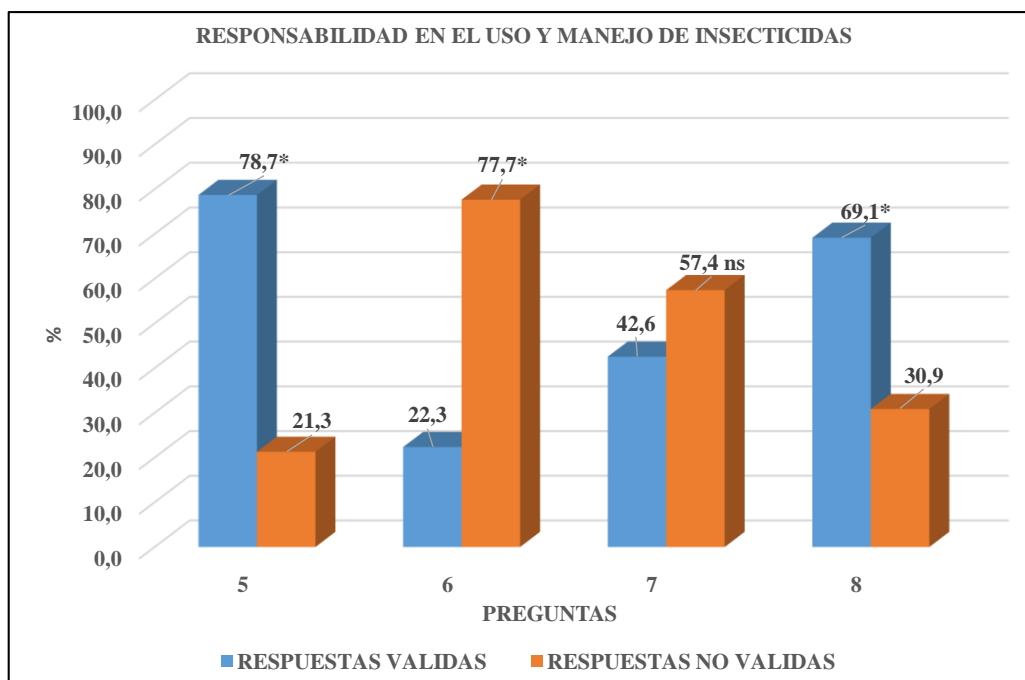


Figura 4. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta sobre responsabilidad en el uso y manejo de insecticidas, expresada en porcentaje

3.3.3 Capacitación en el manejo de insecticidas

La capacitación es una de las actividades prioritarias para el buen manejo de los insecticidas, lo cual permite mejorar la eficiencia de las aplicaciones fitosanitarias, generando menores cantidades de residuos en los productos agrícolas y mejor cuidado del medio ambiente. Bajo condiciones de Argentina, por ejemplo; se resalta que es importante destacar el papel fundamental de la capacitación e instrucción del personal que manipula los plaguicidas con el fin de alertarlos sobre los efectos deletéreos de estos agroquímicos sobre la salud (Clara., 2014). Las preguntas vinculadas al respecto se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Prueba de Chi² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de capacitación en el manejo de insecticidas

PREGUNTA	GRUPO 3: CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS	RESPUESTAS	X ² _c	X ² _{0.05,1}
		VALIDAS	NO VALIDAS		
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	52	42	1,06	3,84 ns
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	31	63	10,89	3,84 *
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	69	25	20,60	3,84 *
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	32	62	9,57	3,84 *
	TOTAL	184	192	0,17	3,84 ns

La evaluación realizada en las condiciones de la Región Arequipa con la finalidad de cuantificar el nivel de capacitación en el manejo y uso seguro de plaguicidas (Pregunta 9, Tabla 8), determina que 55.3% de los evaluados ha recibido capacitación en tanto que el 44.7% no ha recibido (Figura 5), siendo ambos valores estadísticamente iguales entre sí de acuerdo a la prueba de Chi². Se puede afirmar entonces que mitad de la población evaluada no ha recibido capacitación, lo cual puede afectar la calidad final del producto agrícola. Reportes de otros lugares del Perú como en Concepción indican que el 22% recibió capacitación y en Chupaca el 27% en temas referidos al impacto de los plaguicidas en la salud y el ambiente, siendo estos valores inferiores a lo encontrado en Arequipa. En estos lugares se plantea la necesidad de establecer un programa de difusión y capacitación permanente para los agricultores sobre los peligros del uso de plaguicidas, la salud y el medioambiente (Montoro et al., 2009), recomendación que puede ser válida para las condiciones de estudio en la Región Arequipa.

En cuanto a la disponibilidad de un manual para el uso seguro de plaguicidas (Pregunta 10, Tabla 8), el 67.0% manifiesta que no dispone de este manual y el 33.0% que si lo tiene (Figura 5), siendo ambas respuestas estadísticamente diferentes. Considerando que el manual indicado es parte integrante del proceso de capacitación, se puede decir que la mayoría de los encuestados no dispone de esta herramienta importante para el buen uso de los plaguicidas. Esto determina que se debe tener en cuenta aspectos de como proporcionar mayor información a los trabajadores agrícolas sobre los riesgos que acarrea el manejo de sustancias tóxicas y los

riesgos en la salud (Badii & Varela, 2008). Para las condiciones del Perú, el Decreto Supremo-004-2011-AG, en sus disposiciones complementarias transitorias establece en la cláusula primera que SENASA establecerá un plan nacional de capacitación para los gobiernos regionales y locales, disposición que debe reflejarse de manera más notoria en las condiciones del productor agrícola (MINAGRI, 2011).

Con respecto a la compra de insecticidas que posean el registro de SENASA (Pregunta 11, Tabla 8), el 73.4% de los agricultores afirma que compra los insecticidas con el registro sanitario y el 26.6% no lo realiza o desconoce sobre el tema (Figura 5), siendo ambas respuestas significativamente diferentes y reflejando que la mayoría de evaluados tiene conocimiento sobre el registro de los pesticidas y demostrando un buen nivel de información sobre el particular. Al respecto se tiene establecido que todo plaguicida de uso agrícola importado, fabricado o producido, formulado, envasado, distribuido o comercializado en el país, deberá estar registrado en el SENASA, lo cual está expresado en el Capítulo I, Artículo 6 del Decreto Supremo N° 001-2015 (MINAGRI, 2015).

El empleo de plaguicidas inadecuados o de uso restringido por su daño a la salud humana y al ambiente, trae como consecuencia que los residuos de plaguicidas se acumulen en los alimentos a niveles que pueden superar el límite máximo de residuos permitido (Badii & Varela, 2008).

En cuanto a la Pregunta 12 (Tabla 8) referida a la compra de insecticidas para su aplicación en campo y basado en la experiencia del agricultor, tiene como resultado que el 66.0% lo realiza basado en su propia experiencia y 34.0% no (Figura 5), presentando ambas respuestas diferencias significativas entre sí, lo cual indica que una gran mayoría no recurre a la consulta del especialista. Esto puede demostrar que el productor posee un buen conocimiento sobre los insecticidas o en su defecto irresponsabilidad si dicho productor no está instruido. Los reportes de otros puntos del Perú pone de manifiesto que los pequeños productores que se dedican por ejemplo al cultivo del tomate, compran su semilla y aplican fertilizantes y agroquímicos de forma no adecuada, muchas veces siguiendo las sugerencias de acopiadores informales (Redagrícola K, 2018). Por lo anterior, considerando el enfoque de las buenas prácticas agrícolas, es importante la recomendación de un especialista para la mejor decisión de compra de pesticidas y evitar riesgos de contaminación de las cosechas, actividad que por lo general se realiza en los cultivos destinados al mercado de exportación, pero muy restringido en los cultivos destinados al mercado local.

Sobre el tema de capacitación en el manejo de insecticidas y de acuerdo a otras investigaciones realizadas bajo las condiciones del Perú (SENASA., 2014), se ha recomendado promover la realización de eventos de capacitación, a nivel de los diversos actores de la cadena alimentaria, en relación con la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción e Higiene; en las que se incluya el buen uso de insumos agropecuarios y el Desarrollo permanente de charlas de sensibilización en todos los actores de la cadena agroalimentaria.

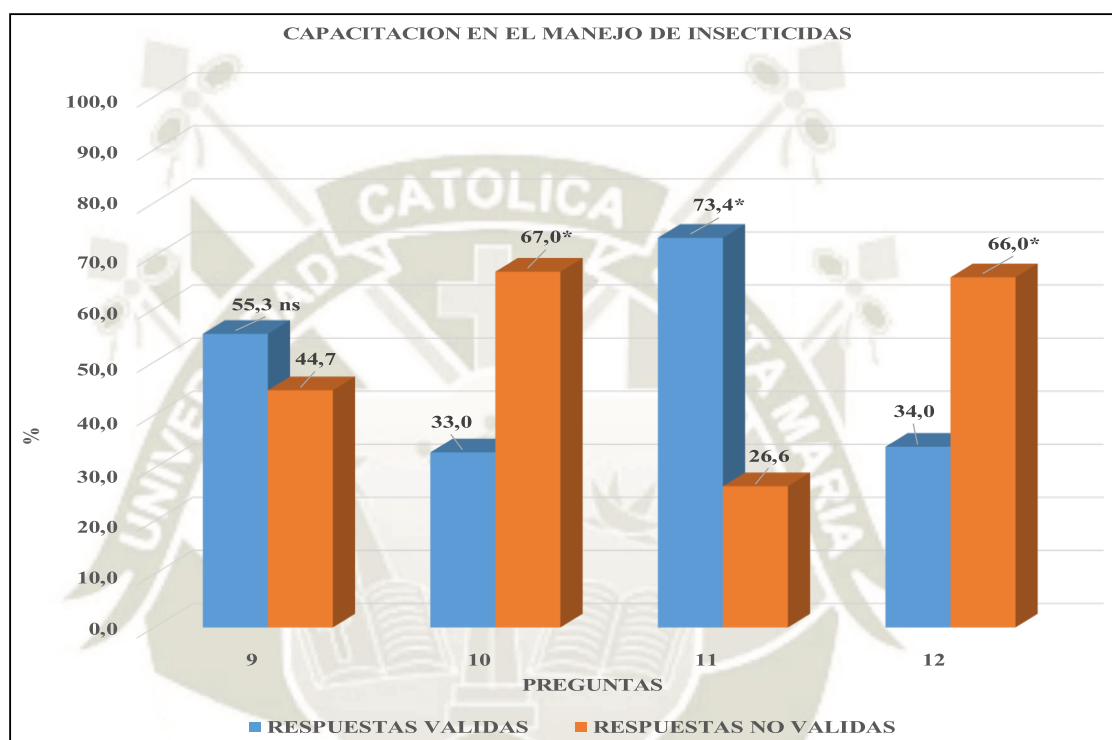


Figura 5. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta sobre capacitación en el manejo de insecticidas, expresada en porcentaje

3.3.4 Manejo eficiente de los insecticidas

El manejo eficiente de los insecticidas considera muchos aspectos, entre los cuales se puede destacar la medición precisa de los pesticidas, equipos de aplicación en adecuadas condiciones, ambientes para el almacenamiento y preparación de soluciones; como también el registro cuidadoso de fechas, dosis, volúmenes de aplicación, tipos de productos entre otros detalles; consideraciones que se ha tenido en cuenta en las preguntas formuladas presentadas en la Tabla 9.

Tabla 9. Prueba de Chi² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de manejo eficiente de los insecticidas

PREGUNTA	GRUPO4: MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS	RESPUESTAS	RESPUESTAS	X ² _c	X ² _{0.05,1}
		VALIDAS	NO VALIDAS		
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	42	52	1,064	3,84 ns
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACIÓN	82	12	52,128	3,84 *
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	49	45	0,170	3,84 ns
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	44	50	0,383	3,84 ns
	TOTAL	217	159	8,947	3,84 *

En referencia al uso de los instrumentos de medición como probetas graduadas y balanzas (Pregunta 13, Tabla 9), el 44.7% de los encuestados manifiestan que sí lo utilizan en tanto que el 55.3% manifiestan que no utilizan dichos instrumentos, respuestas que no presentan diferencias significativas entre sí (Figura 6). Esto demuestra en términos prácticos que la mitad de la población no cuenta con los instrumentos de medición, representando ello una debilidad para el manejo eficiente de los insecticidas, ya que dosis mal formuladas pueden generar deficiencias del control de plagas y contaminaciones en el producto, situación que cobra mayor irresponsabilidad por cuanto la implementación de estos instrumentos no representa costos excesivos. Importante considerar también que la presencia de residuos de plaguicidas en los alimentos es una preocupación significativa para los consumidores, debido a los posibles efectos adversos para la salud a largo plazo (Camino-Sánchez et al., 2011).

Con referencia al mantenimiento de los equipos de fumigación como las mochilas, tanques de arrastre, motobombas fumigadoras planteada en la Pregunta 14 (Tabla 9); el 87.2% manifiesta que sí lo realiza, mientras que el 12.8% no lo realiza (Figura 6). Los valores presentan diferencias estadísticas entre sí, lo cual significa que la población en estudio realiza un adecuado mantenimiento de los equipos de fumigación, siendo satisfactorio. Esto pone en consideración que la manipulación y aplicación de plaguicidas puede generar riesgos en el ser humano ya sea como usuario o consumidor de vegetales, frutas y productos tratados (Fenik, Tankiewicz, & Biziuk, 2011), sobre todo con equipos mal calibrados, boquillas desgastadas o no adecuadas para el insecticida, entre otros aspectos, y pueden

alterar la calidad final del producto agrícola. Desde el punto de vista de las Buenas Prácticas Agrícolas es importante mantener el adecuado funcionamiento de los equipos de aplicación; contando boquillas o pulverizadores con distribución uniforme del producto y sin escurrimiento de líquido por la maquinaria (FAO,2012).

La existencia de instalaciones adecuadas para el uso y manejo de plaguicidas (Pregunta 15) , indica que el 52.1% cuenta con estas instalaciones y 47.9% no cuenta (Figura 6), valores no difieren estadísticamente entre sí. Esto indica que la mitad de los encuestados no realizan eficientemente el manejo de insecticidas al no tener ambientes adecuados. Se debe contar con zonas de pesado, almacenes de agroquímicos, depósitos de frascos vacíos y otros para el buen proceso productivo (FAO,2012). Al respecto; investigación realizada con el objeto de conocer las características de uso de plaguicidas y los potenciales riesgos en los agricultores de las provincias de Chupaca y Concepción en el Perú, se reportó que el impacto en la salud de agricultores por el uso de plaguicidas, se debe principalmente a malas prácticas en el manejo de los agroquímicos (Montoro et al., 2009).

El registro sistemático de dosis, fechas de aplicación de insecticidas, fenologías del cultivo y datos vinculados a todo registro de campo es de suma importancia ya que permite tener un historial para evaluar y reformular el proceso productivo; detectar inconvenientes, programar la cosecha y muchas otras actividades vinculadas. La pregunta referida a que, si el productor tiene un registro de fechas, dosis y demás datos de aplicación de insecticidas en su campo (Pregunta 16, Tabla 9) tiene como resultado que el 46.8% de agricultores lleva un cuaderno de registro en su predio en tanto que el 53.2% no lo realiza (Figura 6). Aunque dichos valores no difieren significativamente entre sí, indican que la mitad de los agricultores encuestados si lleva un registro. El manejo de la producción realizado dentro de la Buenas Prácticas Agrícolas exige registrar las aplicaciones de pesticidas que se realizan en el cultivo para un mejor control de los procesos (FAO, 2012). Es importante destacar que en el Perú estos registros se llevan a cabo por lo general, en los predios destinados a la producción de cultivos para la exportación, por las exigencias de trazabilidad, en tanto que la producción destinada al mercado nacional es menos exigente.

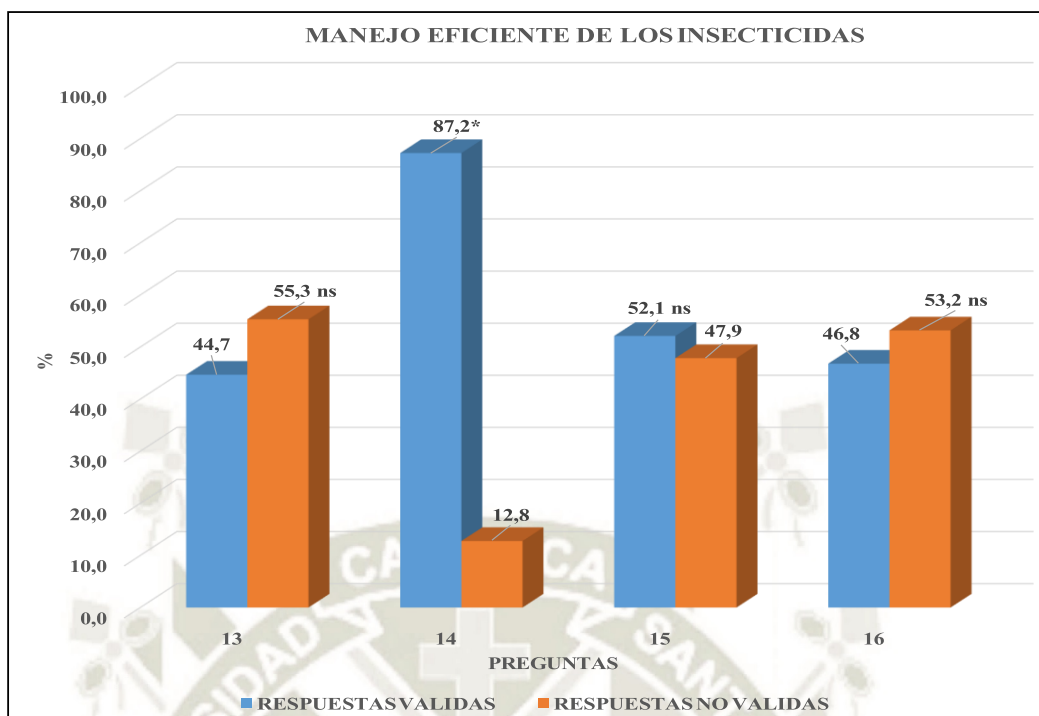


Figura 6. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada al manejo eficiente de los insecticidas, expresada en porcentaje

3.3.5 Cuidado del medio ambiente y plaguicidas

Badii & Varela, (2008) indican que los plaguicidas se constituyen como una de las causas de contaminación del medio ambiente si no están adecuadamente manejados y pueden generar contaminación en diversos entornos como en productos vegetales, el suelo y agua, siendo perjudiciales a los seres vivos. Al respecto se ha recopilado información de agricultores en los ámbitos de Majes Pedregal, Camaná, Corire y Joya Antigua teniendo como base las preguntas formuladas en la Tabla 10, referidas al cuidado del medio ambiente y los plaguicidas.

Tabla 10. Prueba de Chi² entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de cuidado del medio ambiente y plaguicidas

PREGUNTA	GRUPO 5: CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUICIDAS	RESPUESTAS	RESPUESTAS	X ² _c	X ² _{0,05,1}
		VALIDAS	NO VALIDAS		
17	LOSFRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOSELIMINA EN SU PROPIEDAD	59	35	6,13	3,84 *
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	24	70	22,51	3,84 *
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	10	84	58,26	3,84 *
20	EL OPERARIO USA IMPLEMENTOS Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	58	36	5,15	3,84 *
	TOTAL	151	225	14,56	3,84 *

Con respecto a la pregunta referida a que los frascos vacíos de los insecticidas se eliminan en la propiedad del agricultor (Pregunta 17, Tabla 10), se tiene como resultado que significativamente el 62.8% de los agricultores no eliminan los frascos vacíos en su propiedad, lo cual es una decisión acertada; en tanto que el 37.2% si los elimina dentro de la propiedad (Figura 7), siendo una acción poco amigable con el cuidado del medio ambiente. Al respecto, investigación realizada en Chupaca y Concepción Perú reporta que entre 37% y 50% de cada una de las localidades evaluadas, abandonan los envases de plaguicidas vacíos en el campo, en tanto que 30 y 45% queman los envases vacíos en campo abierto (Montoro et al., 2009), práctica que no se deben realizar. De acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos, los envases vacíos de insecticidas se clasifican como residuos agropecuarios. Los residuos sólidos peligrosos son aquéllos que por sus características o el manejo al que son, o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente (Ley N° 27314, 2000); luego la presencia de envases de plaguicidas desechados con residuos y aquellos sin un correcto lavado, son considerados residuos potencialmente peligroso para las personas que lo manipulan y altamente contaminantes al ambiente (Montoro et al., 2009).

Por lo mencionado anteriormente es de suma importancia el adecuado manejo y desecho de los envases vacíos de agroquímicos, que muchas veces se encuentran dispersos en los campos de cultivos, o en su defecto son eliminados con los residuos comunes, generando mayores peligros y contaminación del medio ambiente.

El uso del control integrado de plagas en los cultivos, (Pregunta 18, Cuadro 10), es sinónimo del cuidado del medio ambiente por las ventajas que representa, entre ellas un menor uso de pesticidas. Con referencia a la Pregunta 18 (Tabla 10) se reporta estadísticamente que el

74.5% de los encuestados no utiliza el control integrado de plagas, en tanto que un 25.5% de agricultores si lo utiliza (Figura 7). Al respecto se informa que bajo condiciones del Perú, como en el caso del tomate por ejemplo, el manejo sanitario no cuenta con un plan de manejo integrado de plagas (Redagrícola K, 2018); sin embargo se ha demostrado que la implementación de programas de manejo integrado de plagas, como en el caso de la fresa, se promueve altos rendimientos y al mismo tiempo se mantiene la calidad ambiental, disminuyendo los niveles de residuos de plaguicidas en la fruta (Albendín García, García, & Molina Rodríguez, 2012).

De manera similar la implementación del manejo integrado de plagas como lo realizado en la zona de Rivas Dávila de Venezuela, presenta mejoras en la calidad de vida de los trabajadores y la sostenibilidad de la actividad agrícola, frente a los residuos de plaguicidas en los cultivos (Pedro Benítez-Díaz, Balza-Quintero, Sánchez-Gil, & Molina-Morales, 2015).

La certificación de cosechas por organismos competentes también promueve un manejo amigable con el medio ambiente, lo cual se ha tratado de investigar con la Pregunta 19 (Cuadro 10). Sobre el particular el 89.4% de los encuestados, de manera significativa indican que no tienen certificación de sus cosechas, en tanto que el 10.6% si lo realiza (Figura 7). Esto es explicable al considerar que, bajo las condiciones del presente estudio, solo los productos de exportación exigen esta certificación y no los productos de consumo interno a excepción de aquellos con manejo orgánico. Para obtener la certificación es necesario cumplir con diferentes requisitos relacionados al adecuado manejo de desechos, almacenes, servicios higiénicos, registros de campo entre otros aspectos (FAO,2012). Se puede concluir que, bajo las condiciones de estudio el proceso de certificación es mínimo.

Con respecto al uso de implementos y ropa de protección por el operario en las aplicaciones de insecticidas (Pregunta 20, Tabla 10) se reporta que el 61.0% si lo utiliza y el 38.3% no lo utiliza, siendo ambas respuestas estadísticamente diferentes entre sí (Figura 7), demostrando acertadamente que la mayoría de la población encuestada cumple con esta práctica. Estudios similares realizados en condiciones del Valle del Mantaro Perú, en dos localidades, indican que entre 15 y 23% de los evaluados usan mascarillas y guantes de protección; 62 y 56% si usan mandil plástico y 63% y 48% si usan botas (Montoro et al., 2009), datos que guardan relación con lo evaluado en las localidades de Arequipa. Es importante remarcar que los pesticidas órgano-fosforados, entre ellos el Clorpirifos, afectan a los humanos causando irritación de la piel, alteración hormonal, encogimiento muscular rápido, depresión,

discapacidades congénitas, alteraciones del sistema nervioso, anomalías inmunológicas y finalmente la muerte (Yadav et al., 2016). De allí la importancia de una buena protección al momento de realizar las aplicaciones de insecticidas y garantizar el cuidado del medio ambiente.

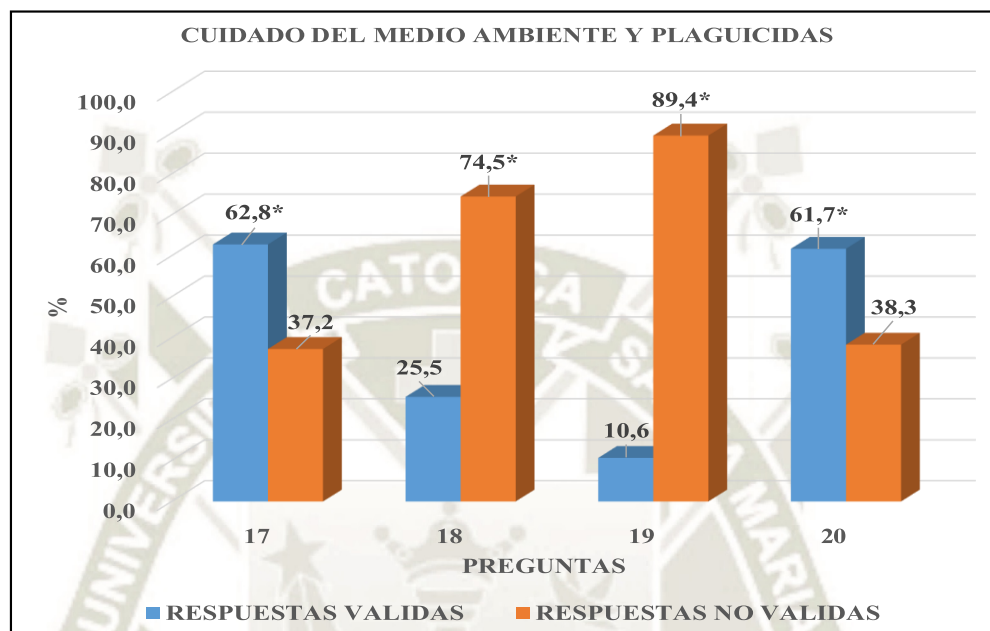


Figura 7. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta relacionada al cuidado del medio ambiente y plaguicidas, expresada en porcentaje

3.3.6 Conciencia sobre el uso de insecticidas

Las preguntas formuladas con respecto al nivel de conciencia sobre el uso de insecticidas por parte de la población muestreada en las cuatro localidades de estudio, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 11. Prueba de χ^2 entre el número de respuestas válidas y no válidas para preguntas relacionadas con el nivel de conciencia sobre el uso de insecticidas

PREGUNTA	GRUPO 6: CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS VALIDAS	RESPUESTAS NO VALIDAS	χ^2_c	$\chi^2_{0.05,1}$
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	86	8	64,72	3,84 *
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	15	79	43,57	3,84 *
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	41	53	1,53	3,84 ns
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	54	40	2,09	3,84 ns
	TOTAL	196	180	0,68	3,84 ns

Para la Pregunta 21 (Tabla 11) referida a que los residuos de plaguicidas en frutos comestibles pueden generar problemas de salud en los humanos, significativamente el 91.5% considera que si es posible en tanto que el 8.5% que no (Figura 8), esta tendencia es satisfactoria ya que se refleja un buen nivel de conciencia sobre la presencia de residuos en los productos comestibles. Sobre el particular la información mundial vinculado a efectos negativos de los insecticidas y salud humana es abundante (Yadav et al., 2016).

Cisneros Vera, Fausto, (2012) menciona que el Clorpirifos es un insecticidas órgano-fosforados de amplio espectro y de toxicidad moderada, referencia que se vincula con la pregunta 22 (Tabla 11) en la cual se enuncia al clorpirifos como un insecticida muy tóxico al ser humano, lo cual no es cierto. Al respecto, el 84% de los encuestados afirman que no es muy tóxico al ser humano y contrariamente el 16% no lo consideran como muy tóxico, mostrando un claro desconocimiento sobre el particular, el mismo que puede afectar en el nivel de conciencia del productor con respecto al uso del insecticida. En el estudio realizado en Concepción y Chupaca Perú, se menciona que sólo 31% de pobladores de Concepción y 40% Chupaca saben reconocer la clasificación por peligrosidad de acuerdo con los colores que aparecen en los envases de insecticidas (Montoro et al., 2009). Estas respuestas no están muy lejanas a las encontradas en la presente investigación en Arequipa. Sin embargo; si bien es cierto que el Clorpirifos presenta toxicidad moderada, dentro de su proceso de degradación puede generar metabolitos altamente tóxicos, perjudiciales a la salud y medio ambiente (John & Shaik, 2015).

Una de las acciones frecuentes del productor agrícola es incrementar la dosis del insecticida que se indica en la etiqueta, esto con la finalidad de lograr un mejor control de la plaga, lo cual no es correcto (Pregunta 23, Tabla 11). Al respecto, el 56.4% de encuestados consideran que se tiene mejor resultado al incrementarse la dosis de insecticida y un 43.6% consideran que no es necesario incrementar dicha dosis (Figura 8), siendo ambas respuestas estadísticamente iguales al realizarse la prueba de Chi², indicando que la mitad de la población encuestada no toma en cuenta la dosis recomendada. Una mayor dosis de aplicación puede generar residuos tóxicos en la cosecha incrementando los riesgos de intoxicaciones directas, mayores costos de producción y contaminación del medioambiente (Cisneros Vera, Fausto, 2012). Bajo el contexto de las Buenas Prácticas Agrícolas es importante la aplicación de agroquímicos respetando la dosis de etiqueta o recomendación del técnico especializado (FAO, 2012), promoviendo así el uso consiente de los insecticidas

Para las condiciones del País uno de los aspectos de suma importancia es también la recolección de las cosechas posterior a la última aplicación del pesticida, lo cual implica verificar la fecha de la última aplicación (Pregunta 24, Tabla 11) y respetando el periodo de carencia del insecticida. La evaluación realizada da como resultado que un 57.4% de agricultores verifica la fecha de la última aplicación del insecticida antes de cosechar y 42.6% no lo hace (Figura 9); ambas respuestas no difieren significativamente entre sí mediante la prueba de Chi², demostrando que la mitad de encuestados realizan su cosecha sin tener en cuenta la última aplicación del insecticida, situación que resulta riesgosa para el consumidor ya que se puede estar excediendo los LMR permitidos. El manejo de cultivos con Buenas Prácticas Agrícolas requiere del manejo cuidadoso de registros de campo y programación de cosechas respetando el periodo de carencia del insecticida (FAO, 2012), sin embargo, en el Perú muchas veces la recolección del producto se realiza dependiendo de la demanda del mercado y la oportunidad de precios, no considerando el periodo de carencia. Esta decisión poco consiente puede comprometer la calidad de producto, generando un alto riesgo en la salud del consumidor por posible contaminación de residuos de insecticidas. Al respecto; el Decreto Legislativo N° 1062 el mismo que aprueba la Ley de Inocuidad de los Alimentos, establece en el Artículo II, ítem 1.1 el principio de alimentación saludable y segura, mencionando que las autoridades competentes, consumidores y agentes económicos involucrados en toda la cadena alimentaria, tienen el deber general de actuar respetando y promoviendo el derecho a una alimentación saludable y segura (El Peruano, 2008), enunciado que requiere de mayor fortaleza en el Perú.

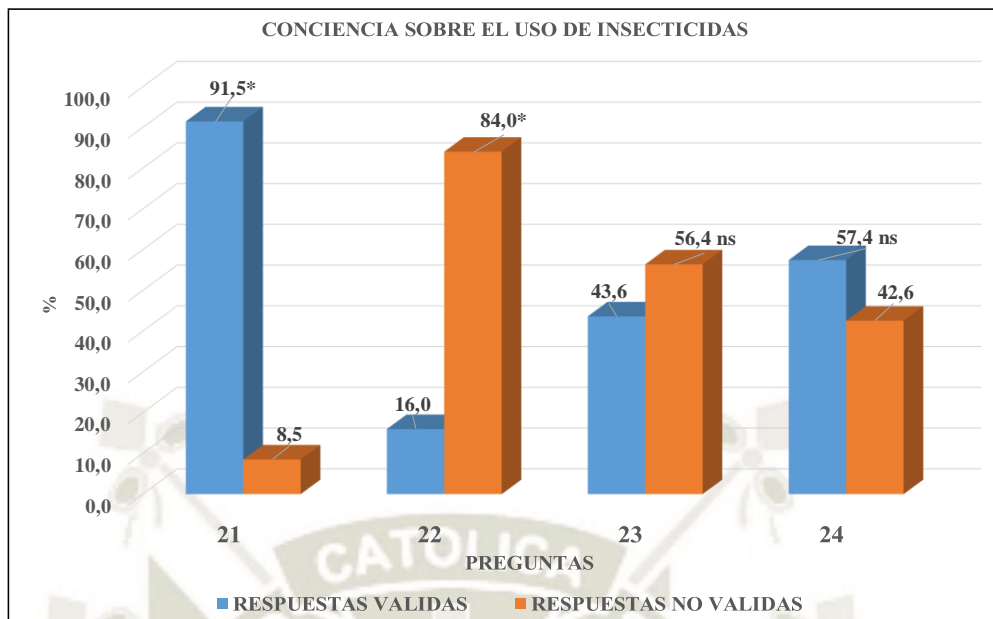


Figura 8. Significancia entre respuestas válidas y no válidas para cada pregunta vinculada con la conciencia sobre el uso de insecticidas, expresada en porcentaje

3.3.7 Resultados globales en la percepción de uso y manejo de insecticidas

a) Comparación entre total de respuestas válidas y no válidas por localidad

La comparación entre el total de respuestas válidas y no válidas por cada localidad mediante la prueba de χ^2 , determina en primera instancia que tanto en Majes Pedregal, Camaná y Joya Antigua, el número de respuestas válidas y no válidas son significativamente iguales, indicando proporcionalmente que la mitad de los agricultores encuestados desconocen los temas abordados en el uso y manejo de insecticidas en estos lugares. En contraste, para la localidad de Corire en el Valle Majes las respuestas válidas de los agricultores son estadísticamente superiores (Figura 9)

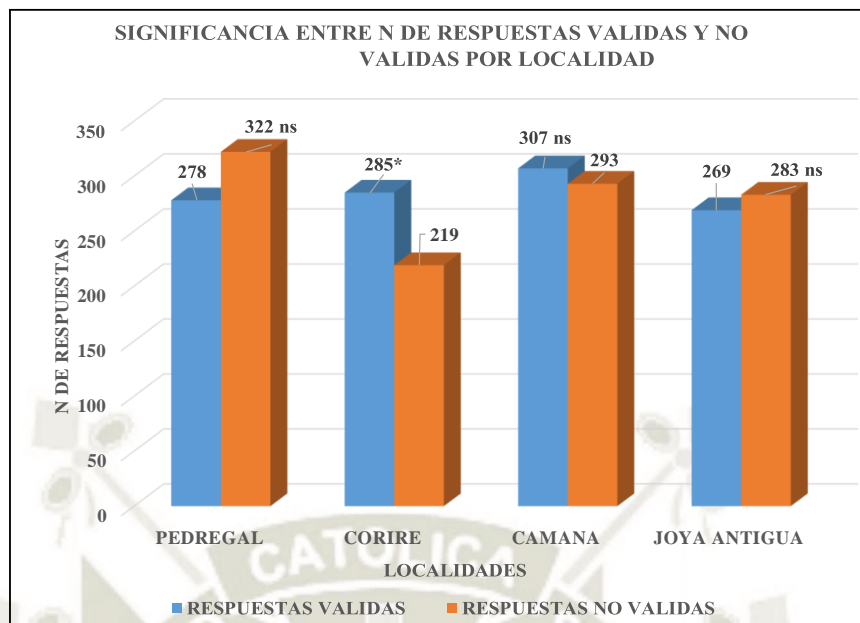


Figura 9. Significancia entre el número total de respuestas válidas y no válidas por localidad, sobre la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa

b) Comparación de respuestas válidas entre las 4 localidades

Para el total de las respuestas válidas emitidas por los agricultores en cada localidad, no existen diferencias significativas mediante la prueba de χ^2 (5%) para la comparación entre las 4 localidades, lo cual demuestra que las respuestas correctas son iguales en los 4 lugares de evaluación.

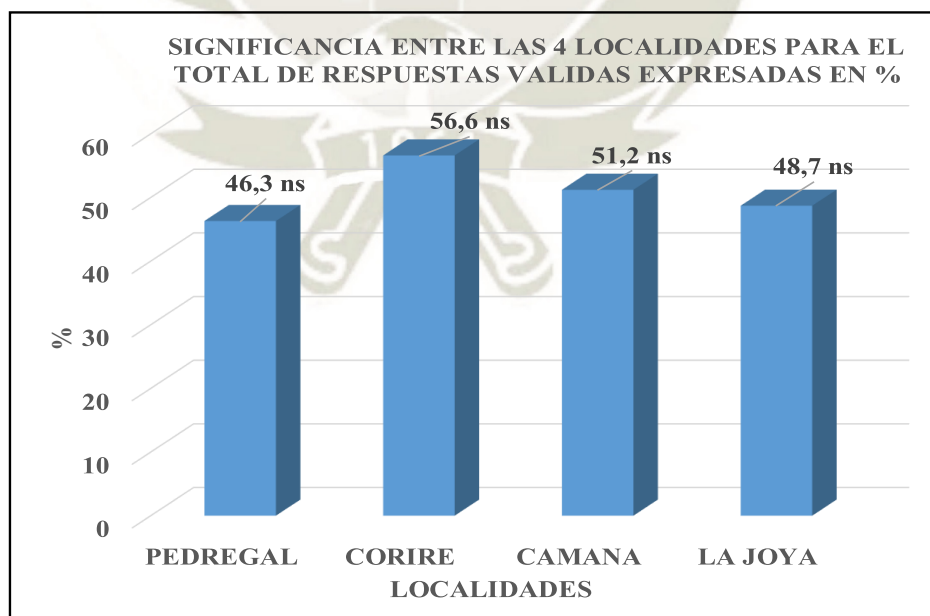


Figura 10. Significancia entre localidades para el total de respuestas válidas sobre la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa, expresadas en porcentaje

c) Comparación de respuestas válidas entre los 6 grupos de preguntas

Se puede apreciar que únicamente para el grupo de preguntas referidas al cuidado del medio ambiente y plaguicidas (G5), significativamente fue menor el porcentaje de respuestas válidas (40.2%) en tanto que, para los demás grupos de preguntas las respuestas válidas fueron superiores al G5, pero iguales entre sí, ello evaluado mediante la prueba de Chi² (Figura 11).

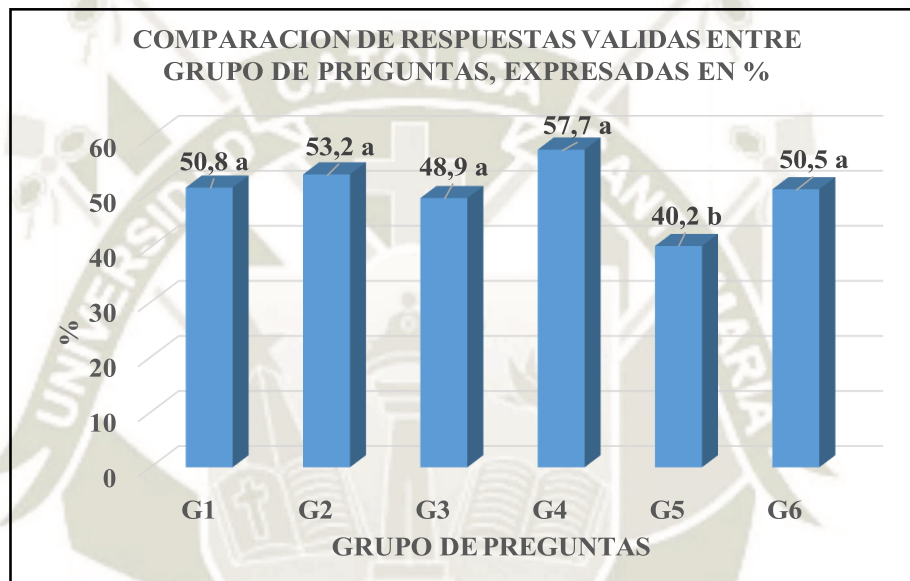


Figura 11. Significancia entre grupos de preguntas para el total de respuestas válidas, relacionadas a la percepción de uso y manejo de insecticidas en la Región Arequipa, expresadas en porcentaje.

CONCLUSIONES

1. En los lugares muestreados se registra residuos de Clorpirifos en frutos de tomate siendo el máximo valor 0.283 mg/kg, correspondiente a la muestra compuesta de Supermercado 1, Supermercado 2, y Supermercado 3 en Arequipa. El valor no supera los límites máximos de residuos establecidos.
2. El 60% de las muestras de tomate analizadas presentan residuos de Clorpirifos pero inferiores a los límites máximos de residuos permitidos y no presentan riesgos para la salud humana.
3. Con respecto a la percepción de uso y manejo de los insecticidas por los agricultores evaluados, estadísticamente el 50% de los entrevistados refleja que tienen conocimiento sobre los insecticidas (G1); responsabilidad en el uso y manejo (G2); capacitación en manejo de insecticidas (G3) y conciencia sobre el uso de los insecticidas (G6). El 57.7% de los encuestados realiza un manejo eficiente de los insecticidas (G4), en tanto que un 59.8% no tiene en consideración el cuidado del medio ambiente y plaguicidas (G5).

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones vinculadas a la cuantificación de residuos de plaguicidas en un mayor número de productos vegetales de consumo humano teniendo en cuenta además diversos insecticidas de uso frecuente y muestreos en diferentes fechas del año y localidades.
2. Teniendo en cuenta los resultados encontrados en la presente investigación, es importante formular estrategias de capacitación en los lugares evaluados con la finalidad de mejorar el nivel de uso y manejo de los pesticidas.
3. Con respecto al manejo de residuos vegetales de los mercados entre ellos frutos de tomate, los cuales son abandonados en los entornos de las instalaciones o arrojados en botaderos ilegales, causando descomposición inadecuada con alta generación de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera; se recomienda su recolección oportuna y tratamiento controlado de descomposición como el compostaje, que además de proveer fertilizantes reduciría la emisión de gases de efecto invernadero y alivio de los rellenos sanitarios.

CAPITULO IV: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abhilash, P. C., & Singh, N. (2009). Pesticide use and application: An Indian scenario. *Journal of Hazardous Materials*, 165(1–3), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.10.061>
- Abraham, J., & Silambarasan, S. (2013). Biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolyzing metabolite 3,5,6-trichloro-2-pyridinol by *Sphingobacterium* sp. JAS3. *Process Biochemistry*, 48(10), 1559–1564. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2013.06.034>
- Abrahams, P. W. (2002). Soils: Their implications to human health. *Science of the Total Environment*, 291(1–3), 1–32. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(01\)01102-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)01102-0)
- Agarwal, P. K. (2017). *Impact of Pesticide: An Overview*. 10(August), 1341–1344.
- Aggarwal, V., Deng, X., Tuli, A., & Goh, K. S. (2013). Diazinon - Chemistry and environmental fate: A California perspective. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (Vol. 223). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5577-6-5>
- Ahad, K., Anwar, T., Ahmad, I., Mohammad, A., Tahir, S., Aziz, S., & Baloch, U. K. (2000). Determination of insecticide residues in groundwater of Mardan Division, NWFP, Pakistan: A case study. *Water SA*, 26(3), 409–412.
- Aislabie, J., & Lloyd-Jones, G. (1995). A review of bacterial degradation of pesticides. *Australian Journal of Soil Research*, 33(6), 925–942. <https://doi.org/10.1071/SR9950925>
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Al-Saleh, I. A. (1994). Pesticides: a review article. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology: Official Organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer*, 13(3), 151-161.
- Albendín García, G., García, C., & Molina Rodríguez, J. (2012). Potencial de uso de extractos vegetales disponibles comercialmente en el manejo integrado de plagas de la fresa. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 38(2), 223–232.
- Ali Mohammad Latifi. (2012). Isolation and characterization of five chlorpyrifos degrading bacteria. *African Journal of Biotechnology*, 11(13). <https://doi.org/10.5897/ajb11.2814>
- Amaraneni, S. R., & Pillala, R. R. (2001). Concentrations of pesticide residues in tissues of

- fish from Kolleru Lake in India. *Environmental Toxicology*, 16(6), 550–556.
<https://doi.org/10.1002/tox.10016>
- An, X., Ji, X., Wu, M., Hu, X., Yu, R., Zhao, X., & Cai, L. (2014). Risk assessment of applicators to chlorpyrifos through dermal contact and inhalation at different maize plant heights in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(29), 7072–7077.
<https://doi.org/10.1021/jf501027s>
- Anwar, S., Liaquat, F., Khan, Q. M., Khalid, Z. M., & Iqbal, S. (2009). Biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolysis product 3,5,6-trichloro-2-pyridinol by *Bacillus pumilus* strain C2A1. *Journal of Hazardous Materials*, 168(1), 400–405.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.02.059>
- Arshad, M., Hussain, S., & Saleem, M. (2008). Optimization of environmental parameters for biodegradation of alpha and beta endosulfan in soil slurry by *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Microbiology*, 104(2), 364–370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03561.x>
- Badii, M., & Varela, S. (2008). Insecticidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, (28), 5–17.
- Barr, D. B., & Angerer, J. (2006). Potential uses of biomonitoring data: A case study using the organophosphorus pesticides chlorpyrifos and malathion. *Environmental Health Perspectives*, 114(11), 1763–1769. <https://doi.org/10.1289/ehp.9062>
- Beena Kumari, V. K. Madan, Jagdeep Singh, S. S. and, & Kathpat, T. S. (2004). *MONITORING OF PESTICIDAL CONTAMINATION OF FARMGATE VEGETABLES FROM HISAR*. 65–71. Retrieved from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46430130/b_3Aemas.0000003566.63111.f620160612-12337-rzdw88.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1494834757&Signature=4omDxgTIDoRA8ZlfN5I80%2Fepn%2Fo%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filena
- Benítez-Díaz, P., & Miranda-Contreras, L. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de latinoamérica. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 29(SPEC.ISSUE), 7–23.
- Bhanti, M., & Taneja, A. (2007). Contamination of vegetables of different seasons with organophosphorous pesticides and related health risk assessment in northern India. *Chemosphere*, 69(1), 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.04.071>
- Bishnu, A., Chakrabarti, K., Chakraborty, A., & Saha, T. (2009). Pesticide residue level in

- tea ecosystems of Hill and Dooars regions of West Bengal, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 149(1–4), 457–464. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0222-9>
- Blanchet, P. -F., & St-George, A. (1982). Kinetics of chemical degradation of organophosphorus pesticides; hydrolysis of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl in the presence of copper(II). *Pesticide Science*, 13(1), 85–91. <https://doi.org/10.1002/ps.2780130113>
- Boucard, T. K., Parry, J., Jones, K., & Semple, K. T. (2004). Effects of organophosphate and synthetic pyrethroid sheep dip formulations on protozoan survival and bacterial survival and growth. *FEMS Microbiology Ecology*, 47(1), 121–127. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(03\)00253-8](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(03)00253-8)
- Briceño, G., Fuentes, M. S., Palma, G., Jorquera, M. A., Amoroso, M. J., & Diez, M. C. (2012). Chlorpyrifos biodegradation and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol production by actinobacteria isolated from soil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 73, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.06.002>
- Burauel, P., & Baßmann, F. (2005). Soils as filter and buffer for pesticides - Experimental concepts to understand soil functions. *Environmental Pollution*, 133(1), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.04.011>
- Cáceres, T., He, W., Naidu, R., & Megharaj, M. (2007). Toxicity of chlorpyrifos and TCP alone and in combination to *Daphnia carinata*: The influence of microbial degradation in natural water. *Water Research*, 41(19), 4497–4503. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.06.025>
- Camino-Sánchez, F. J., Zafra-Gómez, A., Ruiz-García, J., Bermúdez-Peinado, R., Ballesteros, O., Navalon, A., & Vílchez, J. L. (2011). UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 accredited method for the determination of 121 pesticide residues in fruits and vegetables by gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(3), 427–440. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.11.009>
- Canada., H. (2013). *Second Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada: Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 2 (2009 –2011). English, French*. Retrieved from http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/sc-hc/H128-1-10-601-1-eng.pdf
- Castro, R. D., Daiuto, É. R., & Vieites, R. L. (2016). Análise Microbiológica e de Pesticidas em Tomates Consumidos em Restaurantes em Botucatu-SP. *Nativa*, 4(6), 398–402. <https://doi.org/10.14583/2318-7670.v04n06a09>

- CDC. (2009). (*Centers for Disease Control and Prevention*), 2009. *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA (Retrieved from). Retrieved from <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/>
- CFIA. (2012). (*Canadian Food Inspection Agency*). *National Chemical Residue Monitoring Program (NCRMP)*. Canadian Food Inspection Agency, Food safety division, Chemical Evaluation, Ottawa, ON Report.
- Chai, L. K., Wong, M. H., & Bruun Hansen, H. C. (2013). Degradation of chlorpyrifos in humid tropical soils. *Journal of Environmental Management*, 125, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.005>
- Chishti, Z., Hussain, S., Arshad, K. R., Khalid, A., & Arshad, M. (2013). Microbial degradation of chlorpyrifos in liquid media and soil. *Journal of Environmental Management*, 114, 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.032>
- Cho, K. M., Math, R. K., Islam, S. M. A., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M., ... Yun, H. D. (2009). Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1882–1889. <https://doi.org/10.1021/jf803649z>
- Chowdhury, M. A. Z., Jahan, I., Karim, N., Alam, M. K., Rahman, M. A., Moniruzzaman, M., ... Fakhruddin, A. N. M. (2014). Determination of carbamate and organophosphorus pesticides in vegetable samples and the efficiency of gamma- radiation in their removal. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/145159>
- Cisneros Vera, Fausto, H. (2012). Control Químico de la Plagas Agrícolas. *SOLVIMA GRAF SAC. Lima-Perú*, 288pp.
- Clara., V. (2014). *Acción del Plaguicida Organofosforado Clorpirifos Sobre la Carcinogénesis Mamaria*. título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires-Argentina.
- Cycoń, M., Zmijowska, A., Wójcik, M., & Piotrowska-Seget, Z. (2013). Biodegradation and bioremediation potential of diazinon-degrading *Serratia marcescens* to remove other organophosphorus pesticides from soils. *Journal of Environmental Management*, 117, 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.031>
- Das, S., & Adhya, T. K. (2015). Degradation of chlorpyrifos in tropical rice soils. *Journal of Environmental Management*, 152, 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.025>

- Deng, S., Chen, Y., Wang, D., Shi, T., Wu, X., Ma, X., ... Li, Q. X. (2015). Rapid biodegradation of organophosphorus pesticides by *Stenotrophomonas* sp: G1. *Journal of Hazardous Materials*, 297, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.04.052>
- Dhanya, M. S. (2014). Advances in microbial biodegradation of chlorpirifos. *Journal of Environmental Research and Development*, 9(1), 232–240.
- Diario Oficial de la Unión Europea: Reglamento (UE) 2018/686 de la Comisión. 16 de Mayo del 2018.* (2018).
- Diop, A., Diop, Y. M., Thiaré, D. D., Cazier, F., Sarr, S. O., Kasprowiak, A., ... Delattre, F. (2016). Monitoring survey of the use patterns and pesticide residues on vegetables in the Niayes zone, Senegal. *Chemosphere*, 144, 1715–1721. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.058>
- Dos Santos, G. M. A. D. A., Teixeira, L. J. Q., Pereira, O. S., Dos Santos, A. R., Fronza, M., Da Silva, A. G., & Scherer, R. (2015). Pesticide residues in conventionally and organically grown tomatoes in Espírito Santo (Brazil). *Química Nova*, 38(6), 848–851. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150051>
- Dubey, K. K., & Fulekar, M. H. (2012). Chlorpyrifos bioremediation in *Pennisetum* rhizosphere by a novel potential degrader *Stenotrophomonas maltophilia* MHF ENV20. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1715–1725. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0982-1>
- EFSA. (2005). Review report for the active substance chlorpyrifos. SANCO/3059/99 - Rev. 1.5, 3 June 2005. European Food Safety Authority.
- El Peruano.* (2008). *Normas Legales, Decreto Legislativo 1062.* 375002-375008pp. Lima sábado 28 de junio del 2008.
- EN, M. C. L. N. H., & EL MUNDO, E. D. (2002). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- EPA. (2013). (US Environmental Protection Agency). *Organophosphate Insecticides Recognition and Management of Pesticide Poisonings (Sixth Edition ed.)*. Washington DC: US Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs.43–55.
- EPA, C. (2008). *Evidence on the developmental and reproductive toxicity of chlorpyrifos.*

- Draft. California Environmental Protection Agency.*
- EPA, U. (2006). Reregistration Eligibility Decision for Chlorpyrifos. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 241. Retrieved from http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/factsheets/chlorpyrifos_fs.htm.
- EPA, U. (2009). Chlorpyrifos Summary Document Registration Review: Initial Docket March 2009. Docket Number: EPA-HQ-OPP-2008-0850. Case #0100. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Retrieved from US EPA website: https://archive.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/web/html/reg_review_status.htm
- 1
- Ewald, J. A., & Aebischer, N. J. (2000). Trends in pesticide use and efficacy during 26 years of changing agriculture in Southern England. *Environmental Monitoring and Assessment*, 64(2), 493–529. <https://doi.org/10.1023/A:1006295917190>
- Fang, H., Qin Xiang, Y., Jie Hao, Y., Qiang Chu, X., Dong Pan, X., Quan Yu, J., & Long Yu, Y. (2008). Fungal degradation of chlorpyrifos by *Verticillium* sp. DSP in pure cultures and its use in bioremediation of contaminated soil and pakchoi. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 61(4), 294–303. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2007.10.001>
- FAO/OMS. (2000). Códex Alimentarius. Residuos de plaguicidas en los Alimentos – Límites máximo de residuos Volumen. *Comisión Del Codex Alimentarius*, 2B, 89. Retrieved from file:///C:/Users/YOANNIS/Downloads/al28_31s (2).pdf
- FAO. (2012). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortifrutícola. In *Fiat Panis* (Vol. 2). Retrieved from <http://www.fao.org/>
- FAO. (2017). *Preservación y evaluación de los datos sobre residuos de plaguicidas para la estimación de los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos*.
- FAO - OMS. (2017). *Manual sobre la elaboración y uso de las especificaciones de plaguicidas de la FAO y la OMS: Tercera revisión de la primera edición*.
- FAOSTAT. (2017). Récord en producción mundial de tomate: 170.750 millones de kilos. Retrieved from Horto Info website: <http://www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/5897-inf-tomate-2017>
- Farhan, Muhammad, A.U Khan, A. W. M. A. and F. A. (2012). *Biodegradation of Chlorpyrifos Using Indigenous Pseudomonas sp. Isolated from Industrial Drain* (pp. 11: 1183-1189.). pp. 11: 1183-1189. Retrieved from <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2012.1183.1189>
- Fenik, J., Tankiewicz, M., & Biziuk, M. (2011). Properties and determination of pesticides

- in fruits and vegetables. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 30(6), 814–826.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2011.02.008>
- Flaskos, J. (2012). The developmental neurotoxicity of organophosphorus insecticides: A direct role for the oxon metabolites. *Toxicology Letters*, 209(1), 86–93.
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.11.026>
- Fortenberry, G. Z., Hu, H., Turyk, M., Barr, D. B., & Meeker, J. D. (2012). Association between urinary 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinol, a metabolite of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl, and serum T4 and TSH in NHANES 1999-2002. *Science of the Total Environment*, 424, 351–355. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.02.039>
- Fulekar, M. H., & Geetha, M. (2008). Bioremediation of Chlorpyrifos by *Pseudomonas aeruginosa* using scale up technique. *Applied Biosciences*, 12, 657–660.
- Gao, Y., Chen, S., Hu, M., Hu, Q., Luo, J., & Li, Y. (2012). Purification and characterization of a novel chlorpyrifos hydrolase from *Cladosporium cladosporioides* Hu-01. *PLoS ONE*, 7(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038137>
- GARCÍA RÍOS, A., RODRÍGUEZ VIDA, C. C., RESTREPO MONTES, E., & SÁNCHEZ LÓPEZ, A. (2017). RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) COMERCIALIZADO EN ARMENIA, COLOMBIA. *Revista Vitae*, 2(2), 68–79. [https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2\(2\)a08](https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2(2)a08)
- Garfitt, S. J., Jones, K., Mason, H. J., & Cocker, J. (2002). Exposure to the organophosphate diazinon: Data from a human volunteer study with oral and dermal doses. *Toxicology Letters*, 134(1–3), 105–113. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(02\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(02)00178-9)
- Getzin, L. W. (1985). Factors influencing the persistence and effective nessochlorpyrifos in soil. *J. Econ. Entomol.*, 2(78), 412–418.
- Ghanem, I., Orfi, M., & Shamma, M. (2007). Biodegradation of chlorpyrifos by *klebsiella* sp. isolated from an activated sludge sample of waste water treatment plant in damascus. *Folia Microbiologica*, 52(4), 423–427. <https://doi.org/10.1007/BF02932098>
- Golge, O., & Kabak, B. (2015). Determination of 115 pesticide residues in oranges by high-performance liquid chromatography-triple-quadrupole mass spectrometry in combination with QuEChERS method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 41, 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.02.007>
- González-Alzaga, B., Lacasaña, M., Aguilar-Garduño, C., Rodríguez-Barranco, M., Ballester, F., Rebagliato, M., & Hernández, A. F. (2014). A systematic review of neurodevelopmental effects of prenatal and postnatal organophosphate pesticide exposure. *Toxicology Letters*, 230(2), 104–121.

- <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.11.019>
- Gowda, S.R., Somashekar, R. (2012). Monitoring of pesticide residues in farmgate samples of vegetables in Karnataka, India. *Inter. J. Sci. Nature*, 3(2), 563–570.
- Grigoryan, H., & Lockridge, O. (2009). Nanoimages show disruption of tubulin polymerization by chlorpyrifos oxon: Implications for neurotoxicity. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 240(2), 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2009.07.015>
- Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., & Wu, L. (2011). Pesticides Industry Sales and Usage: 2006 and 2007 Market Estimates. *U.S. Environmental Protection Agency*, 1–41. https://doi.org/https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/market_estimates2007.pdf
- Guerrero, J. A. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 21(3), 198–209.
- Guha, A., Kumari, B., Bora, T. C., & Roy, M. K. (1997). Possible Involvement of Plasmids in Degradation of Malathion and Chlorpyrifos by *Micrococcus* sp. *Folia Microbiologica*, 42(6), 574–576. <https://doi.org/10.1007/BF02815468>
- Gunnell, D. J., & Eddleston, M. (2003). Suicide by intentional ingestion of pesticides: A continuing tragedy in developing countries. *International Journal of Epidemiology*, 32(6), 902–909. <https://doi.org/10.1093/ije/dyg307>
- Hermanson MH, Isaksson E, Teixeira C, Muir DCG, Compher KM, Li YF, Igarashi M, K. K. (2005). Current-Use and Legacy Pesticide History in the Austfonna Ice Cap, Svalbard, Norway. *Environmental Science and Technology*, 31(21), 8163-9. <https://doi.org/10.1021/es00047a034>
- Hjorth, K., Johansen, K., Holen, B., Andersson, A., Christensen, H. B., Siivinen, K., & Toome, M. (2011). Pesticide residues in fruits and vegetables from South America - A Nordic project. *Food Control*, 22(11), 1701–1706. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.05.017>
- Horton, M. K., Kahn, L. G., Perera, F., Barr, D. B., & Rauh, V. (2012). Does the home environment and the sex of the child modify the adverse effects of prenatal exposure to chlorpyrifos on child working memory? *Neurotoxicology and Teratology*, 34(5), 534–541. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2012.07.004>
- Hossain, M. S., Chowdhury, M. A. Z., Pramanik, M. K., Rahman, M. A., Fakhruddin, A. N. M., & Alam, M. K. (2015). Determination of selected pesticides in water samples adjacent to agricultural fields and removal of organophosphorus insecticide chlorpyrifos using soil bacterial isolates. *Applied Water Science*, 5(2), 171–179.

- <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0178-6>
- Howard, A. S., Bucelli, R., Jett, D. A., Bruun, D., Yang, D., & Lein, P. J. (2005). Chlorpyrifos exerts opposing effects on axonal and dendritic growth in primary neuronal cultures. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 207(2), 112–124. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2004.12.008>
- Hsieh, B. H., Deng, J. F., Ger, J., & Tsai, W. J. (2001). Acetylcholinesterase inhibition and the extrapyramidal syndrome: A review of the neurotoxicity of organophosphate. *NeuroToxicology*, 22(4), 423–427. [https://doi.org/10.1016/S0161-813X\(01\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0161-813X(01)00044-4)
- Iizuka, T., & Shimizu, A. (2014). Removal of pesticide residue from cherry tomatoes by hydrostatic pressure (Part 2). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.04.011>
- INEI. (2012). *Peru: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Encuesta familiar de presupuestos familiares (EENAPREF)*. 45–55. Retrieved from https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf
- Jabeen, H., Iqbal, S., & Anwar, S. (2015). Biodegradation of chlorpyrifos and 3, 5, 6- trichloro-2-pyridinol by a novel rhizobial strain Mesorhizobium sp. HN3. *Water and Environment Journal*, 29(1), 151–160. <https://doi.org/10.1111/wej.12081>
- Jameson, R. R., Seidler, F. J., Qiao, D., & Slotkin, T. A. (2006). Chlorpyrifos affects phenotypic outcomes in a model of mammalian neurodevelopment: Critical stages targeting differentiation PC12 cells. *Environmental Health Perspectives*, 114(5), 667– 672. <https://doi.org/10.1289/ehp.8750>
- John, E. M., & Shaik, J. M. (2015). Chlorpyrifos: pollution and remediation. *Environmental Chemistry Letters*, 13(3), 269–291. <https://doi.org/10.1007/s10311-015-0513-7>
- Johnson, S., Saikia, N., Kumar, A. (2006). *CSE Report: Analysis of pesticide residues in soft drinks ANALYSIS OF PESTICIDE RESIDUES IN SOFT DRINKS POLLUTION MONITORING LABORATORY CSE Report: Analysis of pesticide residues in soft drinks*. (August).
- Kitamura, K., Maruyama, K., Hamano, S., Kishi, T., Kawakami, T., Takahashi, Y., & Onodera, S. (2014). Effect of hypochlorite oxidation on cholinesterase-inhibition assay of acetonitrile extracts from fruits and vegetables for monitoring traces of organophosphate pesticides. *Journal of Toxicological Sciences*, 39(1), 71–81. <https://doi.org/10.2131/jts.39.71>
- Kongtip, P., Sasrisuk, S., Preklang, S., Yoosook, W., & Sujirarat, D. (2013). Assessment of

- occupational exposure to malathion and bifenthrin in mosquito control sprayers through dermal contact. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet Thangphaet*, 96 Suppl 5(7), 82–91.
- Koutroulakis, D., Sifakis, S., Tzatzarakis, M. N., Alegakis, A. K., Theodoropoulou, E., Kavvalakis, M. P., ... Tsatsakis, A. M. (2014). Dialkyl phosphates in amniotic fluid as a biomarker of fetal exposure to organophosphates in Crete, Greece; association with fetal growth. *Reproductive Toxicology*, 46, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2014.03.010>
- Krieger, R. I., Chen, L., Ginevan, M., Watkins, D., Cochran, R. C., Driver, J. H., & Ross, J. H. (2012). Implications of estimates of residential organophosphate exposure from dialkylphosphates (DAPs) and their relevance to risk. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 64(2), 263–266. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2012.08.012>
- Kulshrestha, G., & Kumari, A. (2011). Fungal degradation of chlorpyrifos by *Acremonium* sp. strain (GFRC-1) isolated from a laboratory-enriched red agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils*, 47(2), 219–225. <https://doi.org/10.1007/s00374-010-0505-5>
- KUMAR, S., KAUSHIK, G., DAR, M. A., NIMESH, S., LÓPEZ-CHUKEN, U. J., & VILLARREAL-CHIU, J. F. (2018). Microbial Degradation of Organophosphate Pesticides: A Review. *Pedosphere*, 28(2), 190–208. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60017-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60017-7)
- Kumar, S., Kaushik, G., & Villarreal-Chiu, J. F. (2016). Scenario of organophosphate pollution and toxicity in India: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(10), 9480–9491. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6294-0>
- Kumari, B., Kumar, R., Madan, V. K., Singh, R., Singh, J., & Kathpal, T. S. (2003). Magnitude of pesticidal contamination in winter vegetables from Hisar, Haryana. *Environmental Monitoring and Assessment*, 87(3), 311–318. <https://doi.org/10.1023/A:1024869505573>
- Kumari, B., Madan, V. K., & Kathpal, T. S. (2008). Status of insecticide contamination of soil and water in Haryana, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136(1–3), 239–244. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9679-1>
- Kumari, B., Singh, J., Singh, S., & Kathpal, T. S. (2005). Monitoring of butter and ghee (clarified butter fat) for pesticidal contamination from cotton belt of Haryana, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 105(1–3), 111–120. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-3159-2>
- Lanno, R., Wells, J., Conder, J., Bradham, K., & Basta, N. (2004). The bioavailability of

- chemicals in soil for earthworms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 57(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2003.08.014>
- Lari, S. Z., Khan, N. A., Gandhi, K. N., Meshram, T. S., & Thacker, N. P. (2014). Comparison of pesticide residues in surface water and ground water of agriculture intensive areas. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/2052-336X-12-11>
- Laura, M., Snchez-Salinas, E., Dantn Gonzalez, E., & Luisa, M. (2013). Pesticide Biodegradation: Mechanisms, Genetics and Strategies to Enhance the Process. *Biodegradation - Life of Science*. <https://doi.org/10.5772/56098>
- Lawrence, M. A. M., Davies, N. A., Edwards, P. A., Taylor, M. G., & Simkiss, K. (2000). Can adsorption isotherms predict sediment bioavailability? *Chemosphere*, 41(7), 1091–1100. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00559-7](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00559-7)
- LEY N° 27314. (2000). Ley General de Residuos Sólidos. *Congreso de La Republica Del Peru*.
- Li, X., He, J., & Li, S. (2007). Isolation of a chlorpyrifos-degrading bacterium, *Sphingomonas* sp. strain Dsp-2, and cloning of the mpd gene. *Research in Microbiology*, 158(2), 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2006.11.007>
- Li, X., Jiang, J., Gu, L., Ali, S. W., He, J., & Li, S. (2008). Diversity of chlorpyrifos - degrading bacteria isolated from chlorpyrifos-contaminated samples. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 62(4), 331–335. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.03.001>
- Liu, Z., Chen, X., Shi, Y., & Su, Z. C. (2012). Bacterial degradation of chlorpyrifos by *Bacillus cereus*. *Advanced Materials Research*, 356–360, 676–680. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.356-360.676>
- Iizuka, T., & Shimizu, A. (2014). Removal of pesticide residue from cherry tomatoes by hydrostatic pressure (Part 2). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.04.011>
- Lu, P., Li, Q., Liu, H., Feng, Z., Yan, X., Hong, Q., & Li, S. (2013). Biodegradation of chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol by *Cupriavidus* sp. DT-1. *Bioresource Technology*, 127, 337–342. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.09.116>
- Mai, S., Ninga, E., Cara, M., & Mukaj, M. (2016). Determination of Chlorpyrifos Residues in Lettuce by GC MS/MS. *Proceedings of The 4th Global Virtual Conference*, 4, 285–287. <https://doi.org/10.18638/gv.2016.4.1.762>

- Mandal, K., & Singh, B. (2010). Magnitude and frequency of pesticide residues in farmgate samples of cauliflower in Punjab, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 85(4), 423–426. <https://doi.org/10.1007/s00128-010-0107-9>
- Marchis, D., Ferro, G. L., Brizio, P., Squadrone, S., & Abete, M. C. (2012). Detection of pesticides in crops: A modified QuEChERS approach. *Food Control*, 25(1), 270–273. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.055>
- Mathur, H. B., Agarwal, H. C., Johnson, S., & Saikia, N. (2005). *Analysis Of Pesticide Residues In Blood Samples From Villages Of Punjab INVESTIGATORS CSE Report: Analysis of Pesticide Residues in blood samples from villages of Punjab.*
- Maya, K., Singh, R. S., Upadhyay, S. N., & Dubey, S. K. (2011). Kinetic analysis reveals bacterial efficacy for biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolyzing metabolite TCP. *Process Biochemistry*, 46(11), 2130–2136. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.08.012>
- Meeker, J. D., Ravi, S. R., Barr, D. B., & Hauser, R. (2008). Circulating estradiol in men is inversely related to urinary metabolites of nonpersistent insecticides. *Reproductive Toxicology*, 25(2), 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.12.005>
- Mendieta, C., Ortega, N., Solano-Cueva, N., & Figueroa, J. (2017). Metodología para la Determinación de Pesticidas Organoclorados mediante Cromatografía de Gases Acoplado Espectrometría de Masas y Detector de Captura de Electrones. *Revista Politécnica*, 40(1), 21–28. <https://doi.org/10.33333/rp.v40i1.891>
- MINAGRI. (2011). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria. Decreto Supremo N° 004-2011-AG-Lima-Perú. *El Peruano*.
- MINAGRI. (2015). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola , Decreto Supremo N° 001-2015-AG-Lima-Perú. *El Peruano*.
- MINAGRI. (2017). Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera.I Trimestre 2017. SIEIA. Lima –Perú. Retrieved from Ministerio de Agricultura y Riego. 2017. website: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola-y-ganadera-2017>
- MINSA. (2016). Resolución Ministerial N° 1006-2016, Norma Sanitaria que establece los Límites Máximo de Residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano. Retrieved from Ministerio de Salud website: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/191407-1006-2016-minsa>
- Moffat, C. (1999). Environmental Contaminants in Food. England. *Academic Press Ltda.*

- Montaño Riveros, E. (2009). *Determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en muestras de tomates comercializados en la ciudad de La Paz por cromatografía gaseosa*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS MAESTRIA EN BROMATOLOGIA.
- Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L., & Reyes, M. (2009). Characteristics of the use of chemical pesticides and health risks in farmers in the central highlands of Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 26(4), 466–472. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2009.264.1409>
- Morales, L.-, Belisario Valdez-Torres, B., Angulo-Escalante, M., & Sarmiento Sánchez, J. (2017). Monitoring of pesticides residues in northwestern Mexico rivers. *Acta Universitaria*, 27(1), 45–54. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1203>
- Mortland, M. M., & Raman, K. V. (1967). Catalytic Hydrolysis of Some Organic Phosphate Pesticides by Copper (II). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 15(1), 163–167. <https://doi.org/10.1021/jf60149a015>
- Muhamad, H., Ai, T. Y., Sahid, I., & Map, N. (2010). Downward movement of chlorpyrifos in the soil of an oil palm plantation in sepang, Selangor, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 22(APRIL), 721–728.
- Mukherjee, I. (2003). Pesticides residues in vegetables in and around Delhi. *Environmental Monitoring and Assessment*, 86(3), 265–271. <https://doi.org/10.1023/A:1024057420937>
- Mulchandani, A., Kaneva, I., & Chen, W. (1999). Detoxification of organophosphate nerve agents by immobilized Escherichia coli with surface-expressed organophosphorus hydrolase. *Biotechnology and Bioengineering*, 63(2), 216–223. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0290\(19990420\)63:2<216::AID-BIT10>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0290(19990420)63:2<216::AID-BIT10>3.0.CO;2-0)
- Muñoz-Quezada, M. T., Lucero, B., Iglesias, V., & Muñoz, M. P. (2014). Vías de exposición a plaguicidas en escolares de la Provincia de Talca, Chile. *Gaceta Sanitaria*, 28(3), 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.01.003>
- Muñoz Piña, C., & Ávila Forcada, S. (2005). Los efectos de un impuesto ambiental a los plaguicidas en México. *Gaceta Ecológica*, (74), 43–53.
- National Research Council, B. of A. (1987). *Regulating pesticides in food. The Delaney Paradox*. National Academy Press. Washington D.C.
- Nolan, R. J., Rick, D. L., Freshour, N. L., & Saunders, J. H. (1984). Chlorpyrifos: in Human Volunteers. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 73(1976), 8–15.

- Oates, L., Cohen, M., Braun, L., Schembri, A., & Taskova, R. (2014). Reduction in urinary organophosphate pesticide metabolites in adults after a week-long organic diet. *Environmental Research*, 132, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.03.021>
- OMS. (2009). *OMS Specifications and Evaluations for Public Health Pesticides. Chlorpyrifos O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate*. World Health Organization, Geneva. Retrieved from http://www.oms.int/OMSpes/quality/Chlorpyrifos_OMS_specs_eval_Mar_2009.pdf.
- Páez M, M. I., Varona Uribe, M., Díaz, S. M., Castro, R. A., Barbosa, E., Carvajal, N., & Londoño, A. (2012). Evaluación de Riesgo en Humanos por Plaguicidas en Tomate Cultivado con Sistemas Tradicional y BPA (Buenas Prácticas Agrícolas). *Revista de Ciencias*, 15, 153–166. <https://doi.org/10.25100/rc.v15i0.523>
- Parveen, Z., Khuhro, M. I., Rafiq, N., & Kausar, N. (2004). Evaluation of multiple pesticide residues in apple and citrus fruits, 1999-2001. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73(2), 312–318. <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0429-6>
- Pedro Benítez-Díaz, L. M.-C., Balza-Quintero, A., Sánchez-Gil, B., & Molina-Morales, y Y. (2015). Residuos de plaguicidas en fresa (*Fragaria x ananassa*) cosechada en una región agrícola del estado Mérida. *Bioagro*, 27(3), 181-188.
- Peng, G., He, Q., Lu, Y., Mmereki, D., & Zhong, Z. (2016). Determination of organophosphorus pesticides and their major degradation product residues in food samples by HPLC-UV. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(19), 19409–19416. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7071-9>
- Pérez, M. Antonia, Segura, A., García, R., Colinas, T., Pérez, M., Vázquez, A., & Navarro, H. (2009). Residuos de plaguicidas organofosforados en cabezuela de brócoli (*Brassica oleracea*) determinados por cromatografía de gases. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(2), 103–110.
- Pérez, Ma Antonia, Navarro, H., & Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: Problemática y riesgo en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(SPEC.ISSUE), 45–64.
- Peruano, E. (2016). *Normas Legales. Resolución Ministerial N° 1006 -2016/MINSA viernes 30 de Diciembre 2016. 610573*).
- Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: Environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 8(1), 17–29. <https://doi.org/10.1007/BF02286399>
- PPDB. (2012). Pesticide Properties DataBase, Univ.

- Ragnarsdottir, K. V. (2000). Environmental fate and toxicology of organophosphate pesticides. *Journal of the Geological Society*, 157(4), 859–876. <https://doi.org/10.1144/jgs.157.4.859>
- Ramadan, G., Shawir, M., El-Bakary, A., & Abdelgaleil, S. (2016). Dissipation of four insecticides in tomato fruit using high performance liquid chromatography and QuECHERS methodology. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76(1), 129–133. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392016000100018>
- Ramírez-Bustos, I. I., López-Martínez, V., Juárez-Lopez, P., Alía-Tejacal, I., Guillén-Sánchez, D., Saldarriaga-Noreña, H., & León-Rivera, I. (2018). Monitoring of pesticides in the cultivation of nopal vegetable (*Opuntia ficus-indica* (L.) mill, morelos, México. *Agriculture (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture8110174>
- Rani, M., Saini, S., & Kumari, B. (2013). Persistence and effect of processing on chlorpyrifos residues in tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 95, 247–252. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.04.028>
- Rauch, S. A., Braun, J. M., Barr, D. B., Calafat, A. M., Khoury, J., Montesano, M. A., ... Lanphear, B. P. (2012). Associations of prenatal exposure to organophosphate pesticide metabolites with gestational age and birth weight. *Environmental Health Perspectives*, 120(7), 1055–1060. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104615>
- Rauh, V. A., Perera, F. P., Horton, M. K., Whyatt, R. M., Bansal, R., Hao, X., ... Peterson, B. S. (2012). Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(20), 7871–7876. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203396109>
- Rauh VA, E. al. (2006). *Impact of prenatal chlorpyrifos exposure on neurodevelopment in the first 3 years of life among inner-city children. Pediatrics*. (118), 1845–1859.
- Redagícola K, P. T. (2018, February). *Redagícola*. 12–13. Retrieved from <http://www.redagricola.com/pe/assets/uploads/2018/02/ra-peru-45.pdf>
- Reddy, A. V. B., Madhavi, V., Reddy, K. G., & Madhavi, G. (2013). Remediation of chlorpyrifos-contaminated soils by laboratory-synthesized zero-valent nano iron particles: Effect of pH and aluminium salts. *Journal of Chemistry*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/521045>
- Rekha, Naik, S. N., & Prasad, R. (2006). Pesticide residue in organic and conventional food-risk analysis. *Journal of Chemical Health and Safety*, 13(6), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.chs.2005.01.012>

- Richardson, M. (1998). Pesticides - Friend or foe? *Water Science and Technology*, 37(8), 19–25. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(98\)00257-1](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(98)00257-1)
- Rozas Me. (2003). *Plaguicidas: Costos sociales y ambientales en América Latina. En: Resúmenes del V Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.*
- Ruiz, G. M. (2017). *Producción de Semillas Híbridas de Tomates (Solanum lycopersicum L.) Determinados e Indeterminados en el valle de Cañete*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Saidi, I., Mouhouche, F., & Abri, H. (2017). Determination of pesticide residues on tomatoes from greenhouses in Boudouaou and Douaouda, Algeria. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 9(2), 207–212. <https://doi.org/10.3920/QAS2015.0716>
- Salas, J. H., González, M. M., Noa, M., Pérez, N. A., Díaz, G., Gutiérrez, R., ... Osuna, I. (2003). Organophosphorus pesticide residues in Mexican commercial pasteurized milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15), 4468–4471. <https://doi.org/10.1021/jf020942i>
- Samadi, N., Abadian, N., Akhavan, A., Fazeli, M.R., Tahzibi, A., Jamalifar, H. (2007). *Producción de biosurfactantes por la cepa aislada del suelo contaminado.* (pp. 7: 1266-1269). pp. 7: 1266-1269. <https://doi.org/10.3923/jbs.2007.1266.1269>
- Samarawickrema, N., Pathmeswaran, A., Wickremasinghe, R., Peiris-John, R., Karunaratna, M., Buckley, N., ... De Silva, J. (2008). Fetal effects of environmental exposure of pregnant women to organophosphorus compounds in a rural farming community in Sri Lanka. *Clinical Toxicology*, 46(6), 489–495. <https://doi.org/10.1080/15563650701837030>
- Sanghi, R., Pillai, M. K. K., Jayalekshmi, T. R., & Nair, A. (2003). Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in breast milk from Bhopal, Madhya Pradesh, India. *Human and Experimental Toxicology*, 22(2), 73–76. <https://doi.org/10.1191/0960327103ht321oa>
- Sardar, D., & Kole, R. K. (2005). Metabolism of chlorpyrifos in relation to its effect on the availability of some plant nutrients in soil. *Chemosphere*, 61(9), 1273–1280. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.078>
- Sasikala, C., Jiwal, S., Rout, P., & Ramya, M. (2012). Biodegradation of chlorpyrifos by bacterial consortium isolated from agriculture soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(3), 1301–1308. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0879-z>
- SENASA. (2014). *Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y otros Contaminantes en Granos de Quinoa (Chenopodium quinoa), Subdirección de Inocuidad*

- Agroalimentaria/DIAIA. Lima-Perú. 28pp.*
- Serdar, C. M., & Gibson, D. T. (1985). Enzymatic hydrolysis of Organophosphates: Cloning and expression of a parathion hydrolase gene from *pseudomonas diminuta*. *Bio/Technology*, 3(6), 567–571. <https://doi.org/10.1038/nbt0685-567>
- Sherman, J. D. (1996). Chlorpyrifos (dursban) -associated birth defects: Report of four cases. *Archives of Environmental Health*, 51(1), 5–8. <https://doi.org/10.1080/00039896.1996.9935986>
- Silipunyo, T., Hongsibson, S., Phalaraksh, C., Laoyang, S., Kerdnoi, T., Patarasiri, V., & Prapamonto, T. (2016). Determination of Organophosphate Pesticides Residues in Fruits, Vegetables and Health Risk Assessment Among Consumers in Chiang Mai Province, Northern Thailand. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 11(1), 20–27. <https://doi.org/10.3923/rjet.2017.20.27>
- Singh, B.K., Walker, A., Wright, D. J. (2006). Bioremedial potential of fenamiphos and chlorpyrifos degrading isolates: influence of different environmental conditions. *Soil Biol. Biochem.*, 38(9), 2682–2693.
- Singh, B., & Gupta, A. (2002). Monitoring of pesticide residues in farmgate and market samples of vegetables in a semiarid, irrigated area. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68(5), 747–751. <https://doi.org/10.1007/s001280317>
- Singh, B. K., & Walker, A. (2006). Microbial degradation of organophosphorus compounds. *FEMS Microbiology Reviews*, 30(3), 428–471. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2006.00018.x>
- Singh, B. K., Walker, A., Morgan, J. A. W., & Wright, D. J. (2003). Effects of soil pH on the biodegradation of chlorpyrifos and isolation of a chlorpyrifos-degrading bacterium. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(9), 5198–5206. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.9.5198-5206.2003>
- Singh, B. K., Walker, A., Morgan, J. A. W., & Wright, D. J. (2004). Biodegradation of chlorpyrifos by *Enterobacter* strain B-14 and its use in bioremediation of contaminated soils. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(8), 4855–4863. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.8.4855-4863.2004>
- Singh, P. B., Sharma, S., Saini, H. S., & Chadha, B. S. (2009). Biosurfactant production by *Pseudomonas* sp. and its role in aqueous phase partitioning and biodegradation of chlorpyrifos. *Letters in Applied Microbiology*, 49(3), 378–383. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2009.02672.x>
- Singh, Pratap B., Singh, V., & Nayak, P. K. (2008). Pesticide residues and reproductive dysfunction in different vertebrates from north India. *Food and Chemical Toxicology*,

- 46(7), 2533–2539. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.04.009>
- Singleton, I. (2001). Fungal remediation of soils contaminated with persistent organic pollutants. *Br. Mycol. Soc.*, (Symp. Ser. 23.), 79–96.
- Sinha, S. N., Bhatnagar, V. K., Doctor, P., Toteja, G. S., Agnihotri, N. P., & Kalra, R. L. (2011). A novel method for pesticide analysis in refined sugar samples using a gas chromatography-mass spectrometer (GC-MS/MS) and simple solvent extraction method. *Food Chemistry*, 126(1), 379–386. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.110>
- Sinha, S. N., Rao, M. V. V., & Vasudev, K. (2012). Distribution of pesticides in different commonly used vegetables from Hyderabad, India. *Food Research International*, 45(1), 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.028>
- Skovgaard, M., Renjel Encinas, S., Jensen, O. C., Andersen, J. H., Condarco, G., & Jørs, E. (2017). Pesticide Residues in Commercial Lettuce, Onion, and Potato Samples From Bolivia—A Threat to Public Health? *Environmental Health Insights*, 11, 117863021770419. <https://doi.org/10.1177/1178630217704194>
- Slotkin, T. A. (2004). Guidelines for developmental neurotoxicity and their impact on organophosphate pesticides: A personal view from an academic perspective. *NeuroToxicology*, 25(4 SPEC. ISS.), 631–640. [https://doi.org/10.1016/S0161-813X\(03\)00050-0](https://doi.org/10.1016/S0161-813X(03)00050-0)
- Slotkin, T. A., & Seidler, F. J. (2007). Comparative developmental neurotoxicity of organophosphates in vivo: Transcriptional responses of pathways for brain cell development, cell signaling, cytotoxicity and neurotransmitter systems. *Brain Research Bulletin*, 72(4–6), 232–274. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.01.005>
- Slotkin TA, Levin ED, S. F. (2006). Comparative developmental neurotoxicity of organophosphate insecticides: effects on brain development are separable from systemic toxicity. *Environ Health Perspect* 114,746–751.
- Sokoloff, K., Fraser, W., Arbuckle, T. E., Fisher, M., Gaudreau, E., LeBlanc, A., ... Bouchard, M. F. (2016). Determinants of urinary concentrations of dialkyl phosphates among pregnant women in Canada - Results from the MIREC study. *Environment International*, 94, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.015>
- Stephenson, Gerald-Solomon, K.-C. R. (2013). *PLAGUICIDAS Y AMBIENTE* (Edit. UCR; ELIZABETH, Ed.).
- Sudakin, D. L., & Stone, D. L. (2011). Dialkyl phosphates as biomarkers of organophosphates: The current divide between epidemiology and clinical toxicology. *Clinical Toxicology*,

49(9), 771–781. <https://doi.org/10.3109/15563650.2011.624101>

- Tariq, M. I., Afzal, S., Hussain, I., & Sultana, N. (2007). Pesticides exposure in Pakistan: A review. *Environment International*, 33(8), 1107–1122. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.07.012>
- Theriot, C. M., & Grunden, A. M. (2011). Hydrolysis of organophosphorus compounds by microbial enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89(1), 35–43. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2807-9>
- Tiwari, M. K., & Guha, S. (2014). Kinetics of biotransformation of chlorpyrifos in aqueous and soil slurry environments. *Water Research*, 51, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.12.014>
- Tortella, G. R., Rubilar, O., Cea, M., Wulff, C., Martínez, O., & Diez, M. C. (2010). Biostimulation of agricultural biobeds with NPK fertilizer on chlorpyrifos degradation to avoid soil and water contamination. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(4), 464–475. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000200007>
- Usharani MV, S. T. (2013). Production and Qualitative Analysis of Biosurfactant and Biodegradation of the Organophosphate by *Nocardia mediterranea*. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 04(06), 4–11. <https://doi.org/10.4172/2155-6199.1000198>
- Ventura, C., Núñez, M., Miret, N., Martinel Lamas, D., Randi, A., Venturino, A., ... Cocco, C. (2012). Differential mechanisms of action are involved in chlorpyrifos effects in estrogen-dependent or -independent breast cancer cells exposed to low or high concentrations of the pesticide. *Toxicology Letters*, 213(2), 184–193. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2012.06.017>
- Vidya Lakshmi, C., Kumar, M., & Khanna, S. (2008). Biotransformation of chlorpyrifos and bioremediation of contaminated soil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 62(2), 204–209. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2007.12.005>
- Vidya Lakshmi, C., Kumar, M., & Khanna, S. (2009). Biodegradation of chlorpyrifos in soil by enriched cultures. *Current Microbiology*, 58(1), 35–38. <https://doi.org/10.1007/s00284-008-9262-1>
- Wang, L., Liu, Z., Zhang, J., Wu, Y., & Sun, H. (2016). Chlorpyrifos exposure in farmers and urban adults: Metabolic characteristic, exposure estimation, and potential effect of oxidative damage. *Environmental Research*, 149, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.011>
- Wang, P., Tian, Y., Wang, X. J., Gao, Y., Shi, R., Wang, G. Q., ... Shen, X. M. (2012).

- Organophosphate pesticide exposure and perinatal outcomes in Shanghai, China. *Environment International*, 42(1), 100–104. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.04.015>
- Wang, Z. W., Huang, J., Chen, J. Y., & Li, F. L. (2013). Time-dependent movement and distribution of chlorothalonil and chlorpyrifos in tomatoes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 93, 107–111. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.03.037>
- WHO. (2009). The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification. WHO, Geneva. *World Health Organization*, 2009.
- Won, J. L., Sandler, D. P., Blair, A., Samanie, C., Cross, A. J., & Alavanja, M. C. R. (2007). Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. *International Journal of Cancer*, 121(2), 339–346. <https://doi.org/10.1002/ijc.22635>
- Xu, G., Zheng, W., Li, Y., Wang, S., Zhang, J., & Yan, Y. (2008). Biodegradation of chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol by a newly isolated *Paracoccus* sp. strain TRP. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 62(1), 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2007.12.001>
- Yadav, M., Shukla, A. K., Srivastva, N., Upadhyay, S. N., & Dubey, S. K. (2016). Utilization of microbial community potential for removal of chlorpyrifos: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36(4), 727–742. <https://doi.org/10.3109/07388551.2015.1015958>
- Yalçın, M., & Turgut, C. (2016). Determinatin of Pesticide Residues in Tomatoes Collected From Aydin Province of Turkey. *Scientific Papers.*, LIX(A), 547–551.
- Yang, C., Liu, N., Guo, X., & Qiao, C. (2006). Cloning of mpd gene from a chlorpyrifos-degrading bacterium and use of this strain in bioremediation of contaminated soil. *FEMS Microbiology Letters*, 265(1), 118–125. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00478.x>
- YANG, G. ling, WANG, W., LIANG, S. miao, YU, Y. jun, ZHAO, H. yu, WANG, Q., & QIAN, Y. zhong. (2017). Pesticide residues in bayberry (*Myrica rubra*) and probabilistic risk assessment for consumers in Zhejiang, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(9), 2101–2109. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61600-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61600-3)
- Yang, L., Zhao, Y. H., Zhang, B. X., Yang, C. H., & Zhang, X. (2005). Isolation and characterization of a chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2- pyridinol degrading bacterium. *FEMS Microbiology Letters*, 251(1), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.07.031>
- Yongliang, Z., Lifang, L., Yuanyuan, F., Jianping, G., Jianping, F., & Weibin, J. (2013). A review on the detoxification of organophosphorus compounds by microorganisms.

African Journal of Microbiology Research , 7(20), 2127–2134.
<https://doi.org/10.5897/ajmr12.2017>

Yu, Y. L., Wu, X. M., Li, S. N., Fang, H., Zhan, H. Y., & Yu, J. Q. (2006). An exploration of the relationship between adsorption and bioavailability of pesticides in soil to earthworm.
Environmental Pollution, 141(3), 428–433.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.08.058>

Yuan, Y., Chen, C., Zheng, C., Wang, X., Yang, G., Wang, Q., & Zhang, Z. (2014). Residue of chlorpyrifos and cypermethrin in vegetables and probabilistic exposure assessment for consumers in Zhejiang Province, China. *Food Control*, 36(1), 63–68.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.008>

Zhang, Z., Jiang, W. W., Jian, Q., Song, W., Zheng, Z., Wang, D., & Liu, X. (2015). Changes of field incurred chlorpyrifos and its toxic metabolite residues in rice during food processing from-RAC-to-consumption. *PLoS ONE*, 10(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.011-6467>



ANEXOS
ANEXO 1. ANALISIS DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN
PUNTOS DE MUESTREO DE MAJES PEDREGAL Y LA JOYA ANTIGUA



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.005.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		N° Solicitud : 00108.2019		
Nombre o Razon Social : STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE		Motivo Análisis : Servicios Terceros		
Dirección : URB. ANGELES DE CAYMA K-14		Doc. Identificación : DNI: 30675663		
Lugar de Registro : SENASA - NIVEL CENTRAL		Doc. Referencia :		
Componente : NO APLICA				
Producto : NO APLICA				
Meta : NO APLICA				
2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 00108.005.2019		
Identificación Muestra : TOMATE (T5)		Fecha de Muestreo : 28/01/2019		
Variedad :		Responsable Muestreo : USUARIO - HUMBERTO JOSE STRETZ CHAVEZ		
Cantidad recibida : 1 BOLSAS DE PLASTICO 2 Kg		Lugar Muestreo : MERCADO PRINCIPAL DEL PEDREGAL Y MERCADO PRINCIPAL DE LA JOYA ANTIGUA		
Fabricante o Productor : MERCADOS EL PEDREGAL, LA JOYA ANTIGUA		Procedencia : AREQUIPA / AREQUIPA / AREQUIPA		
Código Lugar de Producción :		Fundo o Predio : NO CONSIGNA		
Fecha Fabricación : NO CONSIGNA		Fecha Recepción : 31/01/2019		
Fecha Vencimiento : NO CONSIGNA		Fecha Inicio Análisis : 31/01/2019		
N° Lote : No indica		Fecha Conclusión Análisis : 07/02/2019		
N° Registro SENASA : NO APLICA				
Titular Registro : NO APLICA				
Obs. en Recep. Muestra : PROVINCIAS DE CAYLLOMA Y AREQUIPA, DISTRITOS DEL PEDREGAL MAJES Y LA JOYA				
3. Ensayo(s) Solicitados(s)				
Cod. Metodo	Ensayo(s)	Referencia Método	Analito	Contenido Declarado
MET-UCCIRT/Res-40	(*) DETERMINACIÓN DE RESIDUOS PLAGUICIDAS (UN ANALITO) EN ALIMENTOS AGROPECUARIOS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA (GC/MS)	Ver información adicional	Chlorpyrifos	NO APLICA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por ANAB



!00108.005.2019!

La Molina, 08 de Febrero del 2019

- Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.
- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.
- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 17:15
REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación: LoD: Limite de Detección.
N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.005.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS						
1	Chlorpyrifos	GC-MS	N.D.	0.003	0.010	N/A mg/kg
Información Adicional AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate". Incertidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2					Especialista Responsable VENTOCILLA REAÑO ROXANA NOHELIA	



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 06/02/2019 17:15

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.005.2019!

ANEXO 2. ANALISIS DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN PUNTOS DE MUESTREO EN CORIRE VALLE MAJES



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.004.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		N° Solicitud : 00108.2019		
Nombre o Razon Social :	STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE	Motivo Análisis :	Servicios Terceros	
Dirección :	URB. ANGELES DE CAYMA K-14	Doc. Identificación :	DNI: 30675663	
Lugar de Registro :	SENASA - NIVEL CENTRAL	Doc. Referencia :		
Componente :	NO APLICA			
Producto :	NO APLICA			
Meta :	NO APLICA			
2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 00108.004.2019		
Identificación Muestra :	TOMATE (T4)	Fecha de Muestreo :	28/01/2019	
Variedad :		Responsable Muestreo :	USUARIO - HUMBERTO JOSE STRETZ CHAVEZ	
Cantidad recibida :	1 BOLSAS DE PLASTICO 2 Kg	Lugar Muestreo :	MERCADO CENTRAL DE CORIRE	
Fabricante o Productor :	MERCADO PRINCIPAL DE CORIRE	Procedencia :	AREQUIPA / CASTILLA / URACA	
Código Lugar de Producción :		Fundo o Predio :	NO CONSIGNA	
Fecha Fabricación :	NO CONSIGNA	Fecha Recepción :	31/01/2019	
Fecha Vencimiento :	NO CONSIGNA	Fecha Inicio Análisis :	31/01/2019	
N° Lote :	No Indica	Fecha Conclusión Análisis :	07/02/2019	
N° Registro SENASA :	NO APLICA			
Titular Registro :	NO APLICA			
Obs. en Recep. Muestra :	CENRO POBLADO: CORIRE			
3. Ensayo(s) Solicitados(s)				
Cod. Metodo	Ensayo(s)	Referencia Método	Analito	Contenido Declarado
MET-UCCIRT/Res-40	(*) DETERMINACIÓN DE RESIDUOS PLAGUICIDAS (UN ANALITO) EN ALIMENTOS AGROPECUARIOS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA (GC/MS)	Ver información adicional	Chlorpyrifos	NO APLICA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por ANAB



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 17:15

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.004.2019!



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.004.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados

Descripcion Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS						
1 Chlorpirifos	GC-MS	< 0.010	0.003	0.010	N/A	mg/kg
Información Adicional AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate". Incertidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2				Especialista Responsable VENTOCILLA REAÑO ROXANA NOHELIA		



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
OFICINA DE LOS CENTROS DE DIAGNÓSTICO Y PRODUCCION

Orlando A. Lucas Aguirre

Q.F. Orlando A. Lucas Aguirre
Director del Centro de Insumos y
Residuos Tóxicos

Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 17:15

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.004.2019!

ANEXO 3. ANALISIS DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN PUNTOS DE MUESTREO EN CAMANA



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.003.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		N° Solicitud : 00108.2019	
Nombre o Razon Social :	STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE	Motivo Análisis :	Servicios Terceros
Dirección :	URB. ANGELES DE CAYMA K-14	Doc. Identificación :	DNI: 30675663
Lugar de Registro :	SENASA - NIVEL CENTRAL	Doc. Referencia :	
Componente :	NO APLICA		
Producto :	NO APLICA		
Meta :	NO APLICA		
2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 00108.003.2019	
Identificación Muestra :	TOMATE (T3)	Fecha de Muestreo :	28/01/2019
Variedad :		Responsable Muestreo :	USUARIO - HUMBERTO JOSE STRETZ CHAVEZ
Cantidad recibida :	1 BOLSAS DE PLASTICO 2 Kg	Lugar Muestreo :	MERCADO PRINCIPAL DE CAMANA
Fabricante o Productor :	MERCADO CENTRAL DE CAMANA	Procedencia :	AREQUIPA / CAMANA / CAMANA
Código Lugar de Producción :		Fundo o Predio :	NO CONSIGNA
Fecha Fabricación :	NO CONSIGNA	Fecha Recepción :	31/01/2019
Fecha Vencimiento :	NO CONSIGNA	Fecha Inicio Análisis :	31/01/2019
N° Lote :	No indica	Fecha Conclusión Análisis :	07/02/2019
N° Registro SENASA :	NO APLICA		
Titular Registro :	NO APLICA		
Obs. en Recep. Muestra :			

3. Ensayo(s) Solicitados(s)				
Cod. Metodo	Ensayo(s)	Referencia Método	Análito	Contenido Declarado
MET-UCCIRT/Ree-40	(*) DETERMINACIÓN DE RESIDUOS PLAGUICIDAS (UN ANALITO) EN ALIMENTOS AGROPECUARIOS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA (GC/MS)	Ver información adicional	Chlorpyrifos	NO APLICA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por ANAB



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 17:15

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.003.2019!



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.003.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados							
Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad	
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS							
1	Chlorpyrifos	GC-MS	0.052	0.003	0.010	0.011	mg/kg
Información Adicional AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate". Incertidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2				Especialista Responsable VENTOCILLA REAÑO ROXANA NOHELIA			



!00108.003.2019!

Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.
- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 17:15
REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.
N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

ANEXO 4. ANALISIS DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN PUNTOS DE MUESTREO AREQUIPA PROVINCIA: MERCADO LA PARADA RIO SECO, MERCADO AVELINO Y MERCADO SAN CAMILO



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina Nº 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO Nº 00108.002.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		Nº Solicitud : 00108.2019	
Nombre o Razon Social :	STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE	Motivo Análisis :	Servicios Terceros
Dirección :	URB. ANGELES DE CAYMA K-14	Doc. Identificación :	DNI: 30675663
Lugar de Registro :	SENASA - NIVEL CENTRAL	Doc. Referencia :	
Componente :	NO APLICA		
Producto :	NO APLICA		
Meta :	NO APLICA		

2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 00108.002.2019	
Identificación Muestra :	TOMATE (T2)	Fecha de Muestreo :	27/01/2019
Variedad :		Responsable Muestreo :	USUARIO - HUMBERTO JOSE STRETZ CHAVEZ
Cantidad recibida :	1 BOLSAS DE PLASTICO 2 Kg		
Fabricante o Productor :	MERCADO AVELINO, PESQUERO Y SAN CAMILO	Lugar Muestreo :	PUNTO DE VENTAS MERCADO DE LA PARADA RIO SECO, MERCADO AVELINO, MERCADO SAN CAMILO
Código Lugar de Producción :		Procedencia :	AREQUIPA / AREQUIPA / AREQUIPA
Fecha Fabricación :	NO CONSIGNA	Fundo o Predio :	NO CONSIGNA
Fecha Vencimiento :	NO CONSIGNA	Fecha Recepción :	31/01/2019
Nº Lote :	No indica	Fecha Inicio Análisis :	31/01/2019
Nº Registro SENASA :	NO APLICA	Fecha Conclusión Análisis :	07/02/2019
Titular Registro :	NO APLICA		
Obs. en Recep. Muestra :	MUESTRAS DE LOS DISTRITOS CERRO COLORADO, JOSE BUSTAMANTE Y RIVERO		

3. Ensayo(s) Solicitados(s)				
Cod. Metodo	Ensayo(s)	Referencia Método	Analito	Contenido Declarado
MET-UCCIRT/Res-40	(*) DETERMINACIÓN DE RESIDUOS PLAGICIDAS (UN ANALITO) EN ALIMENTOS AGROPECUARIOS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS ACOPADA A ESPECTROMETRIA DE MASA (GC/MS)	Ver información adicional	Chlorpyrifos	NO APLICA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por ANAB



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 12:20

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación: LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.002.2019!



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.002.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS						
1 Chlorpirifos	GC-MS	N.D	0.003	0.010	N/A	mg/kg
Información Adicional AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate". Incertidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2				Especialista Responsable VENTOCILLA REAÑO ROXANA NOHELIA		



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 12:20

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.002.2019!

ANEXO 5. ANALISIS DE RESIDUOS DE CLORPIRIFOS EN PUNTOS DE MUESTREO AREQUIPA PROVINCIA: TIENDAS METRO CERRO COLORADO, SAGA CAYMA Y SUPERMERCADO FRANCO YANAHUARA



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 00108.001.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

1 - Datos del Solicitante		N° Solicitud : 00108.2019	
Nombre o Razon Social : STRETZ CHAVEZ HUMBERTO JOSE		Motivo Análisis : Servicios Terceros	
Dirección : URB. ANGELES DE CAYMA K-14		Doc. identificación : DNI: 30675663	
Lugar de Registro : SENASA - NIVEL CENTRAL		Doc. Referencia :	
Componente : NO APLICA			
Producto : NO APLICA			
Meta : NO APLICA			
2 - Datos de la Muestra:		Código de Muestra : 00108.001.2019	
Identificación Muestra : TOMATE (T1)			
Variedad :			
Cantidad recibida : 1 BOLSAS DE PLASTICO 2 Kg		Fecha de Muestreo: 27/01/2019	
Fabricante o Productor : METRO, SAGA Y FRANCO EN AREQUIPA		Responsable Muestreo: USUARIO - HUMBERTO JOSE STRETZ CHAVEZ	
Código Lugar de Producción :		Lugar Muestreo: PUNTOS DE VENTAS TIENDAS METRO CERRO COLORADO, SAGA DE CAYMA, FRANCO DE YANAHUARA EN AREQUIPA	
Fecha Fabricación : NO CONSIGNA		Procedencia: AREQUIPA / AREQUIPA / AREQUIPA	
Fecha Vencimiento : NO CONSIGNA			
N° Lote : No indica		Fundo o Predio : NO CONSIGNA	
N° Registro SENASA : NO APLICA		Fecha Recepción : 31/01/2019	
Titular Registro : NO APLICA		Fecha Inicio Análisis : 31/01/2019	
Obs. en Recep. Muestra : MUESTRAS DE LOS DISTRITOS DE CERRO COLORADO, CAYMA Y YANAHUARA		Fecha Conclusión Análisis : 07/02/2019	
3. Ensayo(s) Solicitados(s)			
Cod. Metodo	Ensayo(s)	Referencia Método	Análito
MET-UCCIRT/Res-40	(*) DETERMINACIÓN DE RESIDUOS PLAGICIDAS (UN ANALITO) EN ALIMENTOS AGROPECUARIOS POR CROMATOGRAFÍA DE GAS ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASA (GC/MS)	Ver información adicional	Chlorpyrifos
			Contenido Declarado NO APLICA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por ANAB



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad unicamente del cliente.

- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.

- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 12:20

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación: LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.001.2019!



SENASA
PERU

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA

Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos



AT-1824

Av. La Molina Nº 1915, Lima 12 - La Molina, Perú Teléfono (0511)-313- 3300 Anexo 1601 - 1646 Fax: (0511)-3401486 Anexo 1601

Pag 2 de 2

INFORME DE ENSAYO Nº 00108.001.2019-AG-SENASA-OCDP-UCCIRT

4. Resultados

Descripción Analito	Método/Técnica	Resultados	LoD	LoQ	Incertidumbre	Unidad
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS						
1 Chlorpirifos	GC-MS	0.283	0.003	0.010	0.032	mg/kg
Información Adicional AOAC Official Method 2007.01. "Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate". Incertidumbre de la medición: Factor de cobertura k=2				Especialista Responsable VENTOCILLA REAÑO ROXANA NOHELIA		



Nombre y Firma del Director (Sello Oficial)

La Molina, 08 de Febrero del 2019

Los resultados mencionados en este informe de ensayo solo corresponden a la muestra entregada por el cliente.

- Los datos del solicitante y de la muestra consignados en este informe de ensayo constituyen una declaración y son de responsabilidad únicamente del cliente.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

- Este informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente sin la aprobación escrita del SENASA.
- El diseño del informe de ensayo puede variar sin alterar los resultados (PRO-UCCIRT-Lab-09).

OLUCAS - 08/02/2019 12:20

REG-UCCIRT/Lab-14

LoQ: Limite de Cuantificación; LoD: Limite de Detección.

N.D.: NO DETECTABLE; N/A: NO APLICA

!00108.001.2019!

ANEXO 6. RESULTADO DE ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN MAJES PEDREGAL

Nº	ENUCIADOS	ENCUESTAS-PEDREGAL																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
GRUPO 1. CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS																											
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	CONOCE EL SIGNIFICADO DE "LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS" (LMR) DE UN PLAGUICIDA	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	1	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	
3	SABE EL SIGNIFICADO DE "PERIODO DE CARENIA" DE LOS PESTICIDAS	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
GRUPO 2. RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS																											
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	1	3	3	3	3	3	1	2	3	2	3	
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	2	2	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	3	3	3	3	1	3	3	2	3	
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	
GRUPO 3. CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS																											
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	2	2	3	2	2	2	2	1	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	3	
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	1	3	
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	1	2	2	2	3	2	1	3	3	3	2	
GRUPO 4. MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS																											
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	2	2	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	2	3	3	1	2	2	2	3	
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	2	3	2	3	
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3
GRUPO 5. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUICIDAS																											
17	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	2	2	3	1	2	1	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	3	2	3	1	2	3	2	2	
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	1	1	2	2	2	3	1	1	2	2	1	1	
20	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	
GRUPO 6. CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS																											
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	1	2	2	3	2	
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	3	3	3	3	3	3	1	2	2	2	

CATEGORIA	EQUIVALENCIA
RESPUESTA VALIDA	3
RESPUESTA NO VALIDA	2
SIN RESPUESTA	1

ANEXO 7. RESULTADO DE ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN CORIRE –VALLE MAJES

Nº	ENUCIADOS	ENCUESTAS-CORIRE																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
GRUPO 1. CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS																						
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	CONOCE EL SIGNIFICADO DE "LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS" (LMR) DE UN PLAGUICIDA	3	2	3	3	3	1	2	2	1	3	1	2	2	2	3	2	3	3	3	1	2
3	SABE EL SIGNIFICADO DE "PERIODO DE CARENANCIA" DE LOS PESTICIDAS	3	3	1	1	3	1	2	2	2	3	2	2	3	1	3	3	1	3	1	2	1
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GRUPO 2. RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS																						
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
GRUPO 3. CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS																						
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	1	3	2	2	3	2	2	1
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3
GRUPO 4. MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS																						
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3
GRUPO 5. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUICIDAS																						
17	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	2	3	3	3	3	1	2	2	1	2	1	2	3	1	3	2	3	3	3	2	1
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
20	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2
GRUPO 6. CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS																						
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2

CATEGORIA	EQUIVALENCIA
RESPUESTA VALIDA	3
RESPUESTA NO VALIDA	2
SIN RESPUESTA	1

ANEXO 8. RESULTADO DE ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN CAMANA

Nº	ENUCIADOS	ENCUESTAS-CAMANA																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
GRUPO 1. CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS																										
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	CONOCE EL SIGNIFICADO DE "LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS" (LMR) DE UN PLAGUICIDA	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3
3	SABE EL SIGNIFICADO DE "PERIODO DE CARENIA" DE LOS PESTICIDAS	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
GRUPO 2. RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS																										
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRENTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3
GRUPO 3. CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS																										
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GRUPO 4. MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS																										
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
GRUPO 5. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUICIDAS																										
17	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2
20	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2
GRUPO 6. CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS																										
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	3	3	1	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2

CATEGORIA	EQUIVALENCIA
RESPUESTA VALIDA	3
RESPUESTA NO VALIDA	2
SIN RESPUESTA	1

ANEXO 9. RESULTADO DE ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN LA JOYA ANTIGUA

Nº	ENUCIADOS	ENCUESTAS -LA JOYA ANTIGUA																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
GRUPO 1. CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS																								
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	CONOCE EL SIGNIFICADO DE "LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS" (LMR) DE UN PLAGUICIDA	3	3	3	2	1	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	SABE EL SIGNIFICADO DE "PERIODO DE CARENCIA" DE LOS PESTICIDAS	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2
GRUPO 2. RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS																								
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	2	2	3	3	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	2	2	2	2	1	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
GRUPO 3. CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS																								
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	1	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3
GRUPO 4. MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS																								
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUICIDAS	2	2	3	3	1	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2
GRUPO 5. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUICIDAS																								
17	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	2	3	3	2	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
GRUPO 6. CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS																								
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	1	2	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2

CATEGORIA	EQUIVALENCIA
RESPUESTA VALIDA	3
RESPUESTA NO VALIDA	2
SIN RESPUESTA	1

ANEXO 10. PRUEBA DE χ^2 (X^2 0.05, 1 gl) ENTRE RESPUESTAS VALIDAS TOTALES Y NO VALIDAS TOTALES POR CADA PREGUNTA-, ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN MAJES PEDREGAL, CORIRE, CAMANA Y JOYA ANTIGUA

PREGUNTA	GRUPO 1: (G1) CONOCIMIENTO SOBRE LOS INSECTICIDAS	RESPUESTAS		X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
		VALIDAS	NO VALIDAS		
1	LOS INSECTICIDAS SON SUSTANCIAS QUIMICAS QUE PUEDEN GENERAR RIESGOS EN LA SALUD HUMANA	93	1	90.04	3,84 *
2	CONOCE EL SIGNIFICADO DE "LIMITES MAXIMOS DE RESIDUOS" (LMR) DE UN PLAGUICIDA	31	63	10.89	3,84 *
3	SABE EL SIGNIFICADO DE "PERIODO DE CARENCIA" DE LOS PESTICIDAS	41	53	1.53	3,84 ns
4	PARA UN MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE PUEDE MEZCLAR DOS O MAS INSECTICIDAS	26	68	18.77	3,84 *
	TOTAL	191	185	0.10	3,84 ns
PREGUNTA	GRUPO 2 (G2): RESPONSABILIDAD EN EL USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS		X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
		VALIDAS	NO VALIDAS		
5	APLICA EL INSECTICIDA TENIENDO EN CUENTA LA DOSIS RECOMENDADA EN LA ETIQUETA DEL FRASCO	74	20	31.02	3,84 *
6	LA MEZCLA DE INSECTICIDA SOBRANTE LO REPASA EN EL CULTIVO YA FUMIGADO	21	73	28.77	3,84 *
7	UTILIZA FRECUENTEMENTE EL INSECTICIDA CLORPIRIFOS EN SUS CULTIVOS	40	54	2.09	3,84 ns
8	UTILIZA LOS INSECTICIDAS VENCIDOS INCREMENTANDO SU DOSIS DE APLICACIÓN	65	29	13.79	3,84 *
	TOTAL	200	176	1.53	3,84 ns
PREGUNTA	GRUPO 3 (G3): CAPACITACION EN MANEJO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS		X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
		VALIDAS	NO VALIDAS		
9	HA RECIBIDO CAPACITACION EN EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	52	42	1.06	3,84 ns
10	CUENTA CON UN MANUAL PARA EL USO SEGURO DE PLAGUICIDAS	31	63	10.89	3,84 *
11	LOS INSECTICIDAS QUE COMPRA TIENEN EL REGISTRO DE SENASA	69	25	20.60	3,84 *
12	USTED COMPRA LOS INSECTICIDAS PARA LA APLICACIÓN EN CAMPO, BASADO EN SU EXPERIENCIA	32	62	9.57	3,84 *
	TOTAL	184	192	0.17	3,84 ns

ANEXO 11. PRUEBA DE χ^2 (X^2 0.05, 1 gl) ENTRE RESPUESTAS VALIDAS TOTALES Y NO VALIDAS TOTALES POR CADA PREGUNTA- ENCUESTAS PERCEPCION DE USO Y MANEJO DE INSECTICIDAS EN MAJES PEDREGAL, CORIRE, CAMANA Y JOYA ANTIGUA

PREGUNTA	GRUPO 4 (G4): MANEJO EFICIENTE DE LOS INSECTICIDAS	RESPUESTAS VALIDAS	RESPUESTAS NO VALIDAS	X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
13	PARA APLICAR LOS INSECTICIDAS UTILIZA PROBETAS GRADUADAS Y BALANZAS	42	52	1.064	3,84 ns
14	REALIZA EL MANTENIMIENTO CONSTANTE DE SUS EQUIPOS DE FUMIGACION	82	12	52.128	3,84 *
15	CUENTA CON INSTALACIONES ADECUADAS PARA EL USO Y MANEJO DE PLAGUCIDAS	49	45	0.170	3,84 ns
16	TIENE UN REGISTRO DE FECHAS, DOSIS Y DEMAS DATOS DE APLICACIÓN DE INSECTICIDAS EN SU CAMPO	44	50	0.383	3,84 ns
	TOTAL	217	159	8.947	3,84 *

PREGUNTA	GRUPO 5 (G5): CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y PLAGUCIDAS	RESPUESTAS VALIDAS	RESPUESTAS NO VALIDAS	X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
17	LOS FRASCOS VACIOS DE INSECTICIDAS LOS ELIMINA EN SU PROPIEDAD	59	35	6.13	3,84 *
18	UTILIZA EL "CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS" EN SUS CULTIVOS	24	70	22.51	3,84 *
19	SUS COSECHAS ESTAN CERTIFICADAS POR ALGUN ORGANISMO COMPETENTE	10	84	58.26	3,84 *
20	EL OPERARIO USA EQUIPO Y ROPA DE PROTECCIÓN EN LAS APLICACIONES DE INSECTICIDAS	58	36	5.15	3,84 *
	TOTAL	151	225	14.56	3,84 *

PREGUNTA	GRUPO 6 (G6): CONCIENCIA SOBRE EL USO DE INSECTICIDAS	RESPUESTAS VALIDAS	RESPUESTAS NO VALIDAS	X^2_c	$X^2_{0.05,1}$
21	LOS RESIDUOS DE PLAGUCIDAS EN FRUTOS COMESTIBLES, PUEDE GENERAR PROBLEMAS DE SALUD EN LOS HUMANOS	86	8	64.72	3,84 *
22	CONSIDERA AL CLORPIRIFOS COMO UN INSECTICIDA MUY TOXICO AL SER HUMANO	15	79	43.57	3,84 *
23	EL MEJOR CONTROL DE LA PLAGA SE LOGRA AL INCREMENTAR LA DOSIS DEL INSECTICIDA	41	53	1.53	3,84 ns
24	PARA INICIAR LA COSECHA VERIFICA LA FECHA DE LA ULTIMA APLICACIÓN DEL INSECTICIDA	54	40	2.09	3,84 ns
	TOTAL	196	180	0.68	3,84 ns

ANEXO 12: PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Muestra Franco Supermercado-Yanahuara



Fotografía 2. Muestra Tiendas Metro Cerro Colorado



Fotografía 3. Muestra Supermercado Tottus-Cayma



Fotografía 4. Muestra Mercado San Camilo-Arequipa



Fotografía 5. Muestra Mercado Andres Avelino –Arequipa



Fotografía 6. Muestra Majes Pedregal -Caylloma



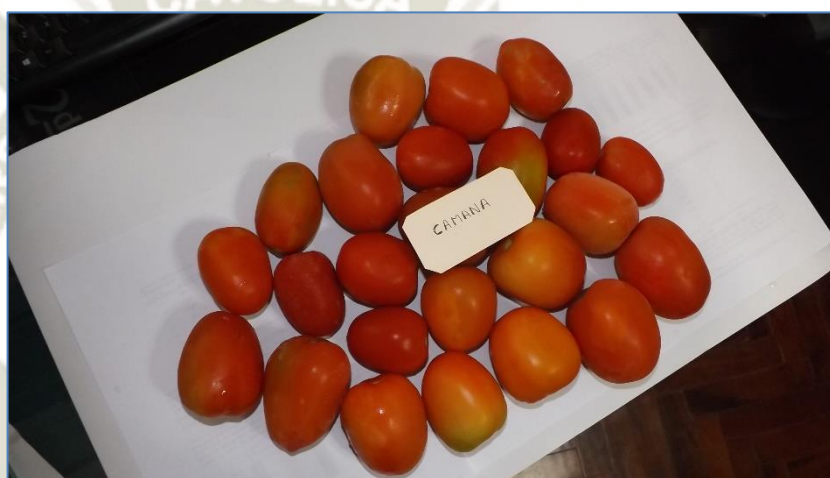
Fotografía 7. Muestra Mercado de Abastos Joya Antigua



Fotografía 8. Muestra Río Seco La Parada-Arequipa



Fotografía 9. Muestra Mercado de Abastos Corire- Valle Majes



Fotografía 10. Muestra Mercado Central de Camaná



Fotografía 11. Punto de toma de sub muestra –Camaná



Fotografía 12. Punto de toma de sub muestra –Corire Valle Majes



Fotografía 13. Punto de toma de sub muestra –Arequipa Río Seco

