



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Reducción de concentración de Clorpirifos presentes en suelos  
agrícolas de Carabaylo mediante micronanoburbujas de aire,  
2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Br. Carrera Alva, Ashla Paola (ORCID: 0000-0001-6425-9538)

Br. Ramos Ochoa, Roger (ORCID: 0000-0002-5082-859X)

**ASESOR:**

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

Dios, por darnos el aliento de la vida y por permanecer con nosotros en cada paso que damos, por confortar nuestros corazones e irradiar nuestra mente. A nuestros padres: Marcelino Ramos Tomás, Felicita Ochoa Quincho, Margot Yobana Alva Varela, Marco Antonio Gamarra Varela, por darnos la vida, confiar en nosotros y por mostrarnos su apoyo incondicional. Con especial mención a la Sra. Bertha Genara Varela Cerrate que guía e ilumina desde el cielo a su nieta y la Sra. Vilma Ramos Ochoa por el apoyo incondicional hacia su hermano.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser ejemplo e inspiración de vida, por darme fuerza y aliento para no caer en los momentos de debilidad.

A nuestra familia, por su apoyo y motivación a lo largo de nuestra vida Universitaria. A nuestra amiga Matilde Castro por la colaboración y afán en el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por haber compartido su experiencia y conocimientos a lo largo de mi formación profesional, de manera especial, al Doctor Jhonny Valverde Flores, asesor de esta investigación quien nos ha guiado con entrega, paciencia y sabiduría.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, CARRERA ALVA ASHLA PAOLA y RAMOS OCHOA ROGER con DNI N° 70930696 y N° 42194624, bachilleres de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Los Olivos; declaramos que este Trabajo Académico de Investigación titulado: “REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CLORPIRIFOS PRESENTES EN SUELOS AGRÍCOLAS DE CARABAYLLO MEDIANTE MICRONANOBURBUJAS DE AIRE, 2019” es veráz y autentica para la obtención del grado académico/título profesional en Ingeniería Ambiental.



Carrera Alva Ashla Paola  
DNI N° 70930696



Ramos Ochoa Roger  
DNI N° 42194624

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En ejecución del Ley de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis Titulada: REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CLORPIRIFOS PRESENTES EN SUELOS AGRÍCOLAS DE CARABAYLLO MEDIANTE MICRONANOBURBUJAS DE AIRE, 2019, la misma que supedito a vuestra consideración y espero cumpla con los requerimientos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.



Carrera Alva Ashla Paola  
DNI N° 70930696



Ramos Ochoa Roger  
DNI N° 42194624

## ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	14
2.1 Diseño de investigación.	14
2.2 Variables, operacionalización.	16
2.3 Población y muestra.	17
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	17
2.5 Métodos de análisis de datos.	19
2.6 Aspectos éticos.	19
III. RESULTADOS	20
IV. DISCUSIÓN	31
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS	34
ANEXOS	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad.	6
Tabla 2: Clasificación de los plaguicidas según su vida media.	7
Tabla 3: Clasificación de los plaguicidas según la familia química.	8
Tabla 4: Información General de Clorpirifos.	9
Tabla 5: Estructura química de Clorpirifos.	9
Tabla 6: Compuestos multioxigenados formados en la oxidación de Clorpirifos y Clorpirifos-oxon	13
Tabla 7. Lista de docentes expertos.	17
Tabla 8. Técnica e Instrumento de Recolección de datos.	18
Tabla 9: Coordenadas del área de estudio.	21
Tabla 10: Concentración Inicial de Clorpirifos.	22
Tabla 11: Resultados de Parámetros Físicos – Químicos del Suelo (Antes del Tratamiento).	22
Tabla 12: Resultados Parámetros Físicos – Químicos después del Tratamiento con MNBs.	25
Tabla 13: Resultados de Concentración de Clorpirifos después del Tratamiento con MNBs.	26
Tabla 14. Porcentaje de Reducción de Clorpirifos.	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Nanoburbujas en agua.	10
Figura 2: Mecanismo de acción de las Nanoburbujas de agua.	11
Figura 3: Mecanismo de reacción propuesto para la oxidación de clorpirifos y clorpirifos-oxón con radical OH.	12
Figura 4: Ubicación del Área de Muestreo.	20
Figura 5: Investigador recolectando muestra de suelo.	21
Figura 6: Muestra contaminada contenida en un balde.	21
Figura 7: Descripción del equipo generador de Micro-nanoburbujas.	23
Figura 8: Tamaño de Micro-nanoburbujas.	24
Figura 9: Variación de Temperatura.	27
Figura 10: Variación de CE.	27
Figura 11: Variación de pH	28
Figura 12: Variación de Materia Orgánica.	28
Figura 13: Variación de Carbono Orgánico	29
Figura 14: Variación de Concentración de Clorpirifos	29
Figura 15: Realización de la técnica de CUARTEO al suelo contaminado.	45
Figura 16: Suelo tamizado y contaminado de Clorpirifos.	45
Figura 17: Suelo contaminado en la rejilla fina para el tratamiento.	46
Figura 18: Rejilla Fina después del tratamiento con MNBs.	46

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo reducir la concentración de clorpirifos presentes en suelos agrícolas de Carabaylo mediante Micronanoburbujas de aire. Para identificar la problemática se realizó la toma de muestras según la Guía de Muestreo de suelos, tomándose tres muestras simples de 5 kg cada una, considerándose a ello un muestreo de identificación, lo cual evidenció la presencia de concentración de clorpirifos que excedían los Límites Máximos Residuales (LMR) establecido en el NTS N ° 128 – MINSA/2016/DIGESA. Adicionalmente se recolectaron muestras de suelo para realizar el post tratamiento con Micronanoburbujas de aire. El tratamiento con MNBs se realizó en tres tiempos: 30 min, 60 min y 90 min, con rejilla fina. El resultado de los análisis fue: reducción de concentración de clorpirifos en un 99.98% (concentración inicial de 135.4 mg/kg a una concentración de 0.031 mg/kg) a los 90 minutos utilizando rejilla fina.

**Palabra claves:** micronanoburbujas, clorpirifos, suelo agrícola, aire.

## **ABSTRACT**

The objective of this research is to reduce the concentration of chlorpyrifos present in agricultural soils of Carabayllo through Micronan air bubbles. To identify the problem, samples were taken according to the Soil Sampling Guide, taking three simple samples of 5 kg each, considering this an identification sampling, which evidenced the presence of chlorpyrifos concentration that exceeded the Maximum Limits Residuals (MRL) established in the NTS N ° 128 - MINSA / 2016 / DIGESA. Additionally, soil samples were collected to carry out the post-treatment with air Micronanobubbles. Treatment with MNBs was carried out in three times: 30 min, 60 min and 90 min, with a fine mesh. The result of the analyzes was: reduction of chlorpyrifos concentration by 99.98% (initial concentration of 135.4 mg / kg to a concentration of 0.031 mg / kg) at 90 minutes using fine mesh.

**Keywords:** micronanobubbles, chlorpyrifos, agricultural soil, air.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de pesticidas en la actualidad, es algo indispensable para la agricultura, ya que de esta forma se combate diversas plagas y malezas dentro de los cultivos. En el mundo el uso de pesticidas tales como glifosatos ( $C_3H_{11}C_8NO_5P$ ) y clorpirifos ( $C_9H_{11}C_{13}NO_3PS$ ) es masivo, ya que tienen un grado de efectividad alto. Por ello, Pérez (2017) infiere que “El clorpirifos es el insecticida más usado mundialmente, ya que desde su introducción al mercado en 1970 hasta la actualidad, se han consumido 9.4 millones de toneladas, ya que es muy fácil de aplicar y el grado de efectividad de combatir malezas es alto”. Ante ello, Sabatella (2011) menciona que “Clorpirifos es el insecticida más peligroso y muy usado en la Argentina, ya que causa impactos negativos en el ambiente y la salud de las personas”. Igualmente, argumenta que “en el 2010, se introdujeron 8 650 000 litros/kg de este tóxico, considerando a la introducción de este compuesto, descontrolada y creciente, que beneficia a la actividad agroindustrial, pero que no considera los derechos a la salud y al ambiente sano”.

SENASA (2017) infiere que “En el 2016 hubo una importación de agroquímicos de 922 633.41 kg, donde el principal compuesto activo fue Clorpirifos, considerándose a este, como el pesticida más usado en el Perú”. Ante ello Cruz (2017) sostiene que “La importación de pesticidas es exponencial, debido a la creciente demanda, para el abastecimiento del mercado peruano, por ello la venta de pesticidas ha ascendido enormemente en estos últimos años, por lo que representan el 95.5% de importaciones de agroquímicos al país”.

FORMAGRO (2017) refiere que “El 90% de productores y productoras de Carabayllo, utilizan pesticidas y fertilizantes químicos en sus chacras o parcelas, sin una adecuada asesoría sobre su uso y sin los implementos de protección personal, ya que los vendedores de estos agroquímicos funcionan como referentes técnicos locales, con la clara orientación a su favor”.

El empleo indiscriminado de pesticidas, específicamente clorpirifos en suelos agrícolas, produce condiciones adversas en el ecosistema, ocasionando una inestabilidad en toda la cadena trófica de un ciclo de vida, pérdida de fertilidad del suelo y perjudicando en la salud de los pobladores ubicados adentro de la zona de influencia, por ello la importancia de esta investigación, donde se evaluó parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento con Micronanoburbujas de Aire.

Gonzales, E (2014), en su investigación: “Evaluación del desempeño de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja Californiana) en la Degradación de los Pesticidas Organofosforados

Clorpirifos y Profenofos en suelos Arequipa-2014", se evaluó la capacidad de las lombrices (20 individuos) de adsorber clorpirifos y profenoles en un suelo artificial en base a 120 g de arena fina, 80 g de piedra pomex, fertilizada con cáscara de plátano, con humedad al 40%, en ausencia de Luz. Se tuvo 4 tratamientos (T1:40 mg/Kg de Clorpirifos-Lombrices, T2:40 mg/kg de Clorpirifos, T3:50mg/kg de Profenofos-Lombrices, T4: 50mg/kg de Profenofos). Para la evaluación de adsorción en lombrices se hizo mediante el método de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC-DAD). El suelo artificial del tratamiento T2 y T4 obtuvieron porcentajes de degradación de 37.16 y 63.52% para clorpirifos y profenofos respectivamente, mientras que los Tratamientos con *Eisenia foetida* T1 y T3 aceleraron la degradación, logrando porcentajes de 60.76% para Clorpirifos y 72.58% para profenofos. Además, el T1 y T3 reportaron resultados óptimos de parámetros fisicoquímicos tales como: pH con 6.8. Conductividad Eléctrica con 0.47 dS/m, Fosforo con 18.7 mg/kg, Carbono Orgánico con 2.45% y Nitrógeno Orgánico con 0.181%.

Luzuriaga, V (2014), en su investigación: "Diseño del proceso de Irradiación, para degradar a los pesticidas Clorotalonil, Metolaclor y Clorpirifos, presentes en aguas de una Florícola, mediante el efecto de la Radiación Ionizante  $\beta$  proveniente de un acelerador de electrones", se analizó el uso de la técnica de radiación ionizante  $\beta$  proveniente de un acelerador de electrones, se estudiaron tres tipos de pesticidas los cuales son clorpirifos, metolaclor y clorotalonil. Esta investigación se realizó mediante dos sistemas: uno a escala laboratorio con agua HPLC y el otro con agua de riego real, de una empresa florícola. En esta investigación se aplicaron tres dosis de irradiación de 2,3 y 5 kg y donde hubo una variación del pesticida que oscila de 1 a 20 ppb, además se analizaron parámetros fisicoquímicos, tales como pH y conductividad. Para el análisis estadístico se determinó mediante ANOVA, donde la dosis óptima de degradación de pesticidas es de 3 kg, obteniéndose resultados de 99.4% para el agua HPLC y 99.5 para el agua de riego.

Páliz, A (2018), en su investigación: "Evaluación de la capacidad de dos especies (*Euphorbaceaes*) para la degradación de plaguicidas en el suelo del Barrio San José de la Parroquia San Isidro de Patulú del Cantón Guano", utilizó la técnica de Fitoestimulación con las especies *Euphorbia pulcherrima* y *Euphorbia cotinifolia*. Se tomó en cuenta una solución madre y concentraciones de 100, 200, 300 y 400 ppm de malatión, a las cuales fueron expuestas las especies, teniendo como resultado 60% de plantas sobrevivientes, las cuales

fueron trasplantadas a macetas con suelo contaminado por plaguicidas. Al inicio de la investigación, la presencia del plaguicida fue mayor a 0.01 mg/kg, y al trasplantar las especies, se pudo determinar que estas especies degradaron este contaminante, ya que el resultado obtenido, fue menor a 0.01 mg/kg.

Gulati, D y Nisar, M (2016), en su investigación: “Aislamiento y Caracterización de Clorpirifos utilizando bacterias del suelo de campo de caña de azúcar”, se usó la técnica de aislamiento de bacterias degradantes de clorpirifos, mediante la dilución en serie, seguida de enriquecimiento selectivo en medio mínimo con clorpirifos, como única fuente de carbono, de muestras recogidas en campo, donde hay sembríos de azúcar en Telpur, India. Los aislamientos se caracterizaron por tinción y pruebas bioquímicas. Las cepas BI01 y BI02 se identificaron como *Bacillus sp.* y *Micrococcus sp.* Para la máxima degradación, los cultivos se optimizaron en diferentes parámetros, tales como, el tiempo de incubación, concentración del pesticida, la temperatura y el pH. El crecimiento microbiano se monitorizó midiendo la densidad óptica a 620 nm. Ambos cultivos mostraron crecimiento a temperaturas de 27 °C y 47 °C y un pH de 4 a 9. El mejor resultado de crecimiento microbiano fue en medio mínimo enriquecido con 10 ppm de clorpirifos a una temperatura de 37 °C, incubado durante 48 h a 150 rpm. Se encontró que el pH óptimo para BI01 era 9 y para BI02 mostró mejores resultados y puede tener capacidad para ser usado en la biorremediación de ambientes contaminados con clorpirifos.

Hamsavathani, V, Aysha, O y Raughul, A (2017), en su investigación: “Aislamiento e Identificación de los clorpirifos en bacterias degradadoras del suelo agrícola”, Se analizaron dos bacterias degradadoras de pesticidas y se aislaron de suelo contaminado con clorpirifos mediante una técnica de cultivo de enriquecimiento y se identificaron como *Kocuria kristinae* y *Staphylococcus aureus*. La respuesta de crecimiento y la degradación de clorpirifos por los aislamientos en caldo MSM suplementado con clorpirifos al 0,5% se monitorearon cada 48-72 horas en espectrofotómetro a 600 nm. *Kocuria sp* mostró un crecimiento máximo en 7 días que el *Staphylococcus aureus*. La eficiencia de degradación de las cepas se determinó y estimó mediante el porcentaje de eliminación de clorpirifos del cultivo líquido. El aislamiento mostró la capacidad de degradación de clorpirifos en MSM. El *S. aureus* aislado fue más potente en degradar el 80% del compuesto total del medio en 2 semanas de incubación que *K. kristinae*, que muestra un 35% de degradación. Estos

resultados se confirmaron aún más por GCMS, en el que *S. aureus* ha degradado 82.06% y *K. kristinae* ha degradado 30.78% de clorpirifos en el medio. Se analizaron también parámetros físicos y químicos mostrando los resultados más aptos con *Staphylococcus aureus* con un pH de 6.7, Conductividad Eléctrica de 1,79 dS/m, Materia Orgánica de 2.5%, Concentración de Fosforo de 42 ppm y Concentración de Potasio de 111 ppm. Este estudio indica que el aislado *Staphylococcus aureus* es más potente en la degradación de los clorpirifos en cultivos líquidos y también se puede usar en la biorremediación de suelos contaminados con clorpirifos.

Amiri, H, Nabizadeh, R, et al. (2017), en su investigación: “Modelo de metodología de superficie de respuesta para mejorar la degradación de clorpirifos en la agricultura. Uso de fotocatalizador solar de TiO<sub>2</sub> en un reactor de estanque de canalización”, esta investigación se basó en el uso de un reactor de estanque de canalización (RPR) como un fotorreactor alternativo para aplicaciones fotocatalíticas solares. Los reactores de estanque de Raceway son reactores comunes de bajo costo que pueden tratar grandes volúmenes de agua. Los experimentos se llevaron a cabo con TiO<sub>2</sub> en el agente agrícola enriquecido con clorpirifos (CPF) a pH neutral. La metodología de superficie de respuesta (RSM) se usó para encontrar los parámetros óptimos del proceso para maximizar la oxidación de CPF a partir de las ecuaciones del modelo matemático desarrolladas en este estudio utilizando el software R. Mediante ANOVA, el valor p de la falta de ajuste > 0.05 indicó que la ecuación estaba bien ajustada. La eficiencia teórica de la eliminación de CPF, en las condiciones óptimas de oxidación con energía solar UV de alrededor de 697 ± 5,33 lux, fue del 84,01%, lo que concuerda con el valor experimental medio (80 ± 1,42%) que confirma que el modelo de respuesta fue adecuado para la optimización.

Farner, J, Cooper, E, et al. (2017), en su investigación: “Degradación de clorpirifos a través de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> fotorreactivas: evaluación del impacto de un escenario de degradación de múltiples componentes”, se basó en la foto reactividad de las nanopartículas de dióxido de titanio, la capacidad de degradar los pesticidas clorpirifos y el efecto y el impacto sobre las bacterias durante el proceso de fotodegradación. La pérdida de clorpirifos en solución se debió únicamente a la oxidación fotocatalítica, con una degradación del 80% observada después de 24 h en nuestro reactor, ya sea en presencia o en ausencia de bacterias. La degradación de clorpirifos a clorpirifos oxon y 3,5,6 tricloro-2-piridinol se observó a

través de LC/MS-MS y se modeló efectivamente para las condiciones dadas del reactor. La inactivación bacteriana ocurrió durante 60 minutos y no se vio afectada por la presencia de clorpirifos. La afinidad relativa de las bacterias y los clorpirifos por la superficie de las nanopartículas disminuyó la cantidad de especies reactivas de oxígeno (ROS) detectadas en el volumen hasta en un 94%, lo que sugiere que las mediciones de ROS en sistemas simplificados pueden sobrestimar la reactividad de las nanopartículas.

Abate, B (2016), en su investigación: “Reducción de coliformes fecales del agua mediante micronanoburbujas de ozono y aire de la playa Los Pavos, Barranco”, se evaluó la capacidad de las micronanoburbujas para reducir coliformes fecales. Se realizó una muestra de 10 L para analizar los parámetros fisicoquímicos. Para aplicar la técnica de nanopartículas, inicialmente se corroboró que la burbuja se encuentre en la escala micro-nanométrica. Después de ello se aplicó una presión de aire de 90 PSI, con un flujo de aire de 4.67 L/min. Se analizaron tres pruebas, las cuales fueron: 3 Agua de mar/1 agua con MNBs, 1 Agua de mar/1 agua con MNBs, finalmente 1 Agua de mar/3 agua con MNBs, consiguiendo las siguientes eficiencias de 96%, 94.36% y 90.71% respectivamente.

Menendez, D (2017), en su investigación: “Eficiencia de las micronanoburbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias”, se evaluó el tratamiento con Micronanoburbujas para mejorar las condiciones fisicoquímicas del agua residual. Se obtuvo una burbuja de 2.2  $\mu\text{m}$ , la cual actuó, en intervalos de tiempo de 5, 10 y 15 minutos. Se pudo notar que el intervalo de 0-5 minutos obtuvo mayor eficiencia, teniéndose resultados de los dos ensayos de 8:00 am y 11:00 am, se logró los siguientes porcentajes: 85.8% para DQO 79.4% de SST, 78.75 para  $\text{DBO}_5$ , 88.2% de Turbiedad y 24.5% para Conductividad Eléctrica.

Cruz, R (2016), en su investigación: “Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micronanoburbujas de aire-ozono en el Distrito de Carhuaz, Ancash”, se empleó la técnica de nanoburbujas, empleando el generador de microburbujas con un caudal de 4.67 L/min. El tamaño promedio de las micronanoburbujas fue de 6.74  $\mu\text{m}$ . Se realizó un análisis inicial de la muestra, obteniéndose una concentración de 130000 NMP/100 mL de Coliformes Fecales y 240000 NMP/100mL para Coliformes Totales. Se realizaron 3 tratamientos, en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados de reducción:

En el Tratamiento 1, hubo una reducción a 1000 NMP/100mL y 4500 NMP/100mL, en el Tratamiento 2, la reducción fue a 500 NMP/100mL y 2500 NMP/100mL, en Tratamiento 3, la reducción fue a 100 NMP/100mL y 100 NMP/100mL. Como resultado general, el tratamiento tuvo una eficiencia de reducción de 99.58% en Coliformes Fecales y 99.01% de Coliformes Totales.

Ramírez, A (2017), en su investigación: “Degradación de Pesticidas Organofosforados mediante Nanopartículas Bimetálicas Cero Valentés”, en este estudio, se sintetizó químicamente nanopartículas bimetálicas de hierro y níquel, mediante borohidruro de sodio, de la cuál se obtuvo un polvo negro, del cual midieron el tamaño de las partículas, el tamaño de la partícula fue de 104.6 nm. Las nanopartículas fueron inyectadas en las muestras de suelo contaminado. Con ello se evaluó la degradación de los pesticidas organofosforados, obteniéndose como resultados, que el profenofos, mostró una degradación del 99.9% a los 30 minutos y el clorpirifos del 100% a los 35 minutos.

Las **plaguicidas** juegan un rol importante en la agricultura actual o moderna, ya que tienen la función de controlar las diversas plagas, que afectan a los cultivos. En la actualidad la productividad y rentabilidad de un cultivo depende de la aplicación de un plaguicida. Pero el uso excesivo o indebido, refiere una amenaza para los productores, consumidores y el medio ambiente. Por ello es importante evaluar y estimar minuciosamente los riesgos asociados a los plaguicidas, para que de esta manera se intervenga con políticas, que permitan evitar impactos adversos (Yanggen et al, 2003; Diaz y Aguilar, 2018; Horton et al., 2012; Piolas, 2014)

Según la OMS (2018), **Clasificación de Plaguicidas** en base a su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, siendo esta la capacidad de daño del pesticida, al estar expuesto en un tiempo determinado.

**Tabla 1: Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad**

Clase	Toxicidad	Ejemplos
Clase IA	Extremadamente Peligroso	Paration, dieldrin
Clase IB	Altamente Peligrosos	Eldrin, diclorvos, Clorpirifos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, Clordano

Clase III	Ligeramente Peligrosos	Malation
-----------	------------------------	----------

Fuente: Ramírez y Lacasaña, 2001. *Plaguicidas*

Con respecto a su vida media, se clasifican en; plaguicidas permanentes, persistentes, moderadamente persistentes y no persistentes.

**Tabla 2: Clasificación de los plaguicidas según su vida media**

Persistencia	Vida media	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12 semanas	Malation, diazinon, carbarilo, diametrin
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses	Paration, lannate, clorpirifos
Persistente	De varios meses a 20 años	DDT, aldrin, dieldrin,
Permanentes	Indefinitivamente	Productos hechos a partir de mercurio, plomo, arsénico.
<p>★ Capacidad de una sustancia o un compuesto, de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, después de que ha cumplido el objetivo por el cual se aplicó.</p> <p>★ Lapso de tiempo necesario para que se degrada la mitad del compuesto o mezcla aplicada.</p>		

Fuente: Ramírez y Lacasaña, 2001. *Plaguicidas*

De acuerdo a su estructura química, los plaguicidas se clasifican en diversas familias, las cuales son:

Los Compuestos Organoclorados, aquellos plaguicidas ampliamente usados. Sus características son: Insoluble en agua, no volátil, altamente soluble en disolvente orgánico, alta estabilidad física y química, lenta biodegradabilidad. Productos representativos: DDT, aldrín, dieldrín y endrín.

Los Compuestos Organofosforados, contiene las siguientes características: descomposición lenta, se degradan por oxidación, insoluble en agua, persistente en el suelo, acumulable en el cuerpo humano. Productos representativos: paratión, malatión, clorpirifos y diclorvos.

Los Carbamatos, contiene las siguientes características, son relativamente inestables, tiempo corto de persistencia, degradación mediante oxidación. Productos representativos: lannate, carbarilo y carbyl.

Las Piretrinas, son consideradas las de efecto más potente, contiene las siguientes características, baja absorción dérmica, metabolismo rápido, no dejan residuos en el ambiente.

**Tabla 3: Clasificación de los plaguicidas según la familia química**

<b>Familia química</b>	<b>Ejemplos</b>
Organoclorados	DDT, aldrin, endosulfan, endrin
Organofosforados	Bromophos, diclorvos, malation, clorpirifos
Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxur
Tiocarbamatos	Ditiocarbamato, mancozeb, maneb
Piretroides	Cypermethrin, fenvalerato, permethrin
Derivados bipyridilos	Clorfenatol, diquat, paraquat
Derivados del ácido fenoxiacético	Dicloroprop, picram, silvex
Derivados cloronitrofenólicos	DNOC, dinoterb, dinocap
Derivados de triazinas	Atrazine, ametryn, desmetryn, simazine
Compuestos orgánicos del estaño	Cyhexatin, dowco, plictran
Compuestos inorgánicos	Arsénico pentóxido, obpa, fosfito de magnesio, cloruro de mercurio, arsenato del plomo, bromuro de metilo, antimonio, mercurio, selenio, talio y fosforo blanco
Compuestos de origen botánico	Rotenona, nicotina, aceite de canola

Fuente: Ramírez y Lacasaña, 2001. *Plaguicidas*

**Concentración de Clorpirifos en Suelos Agrícolas** es la contención de clorpirifos que continua un proceso físico, ya que la naturaleza química de este compuesto no sufre cambios, se produce depósito de clorpirifos en la superficie o la adhesión en las partículas del suelo. A estos procesos se les denomina sorción, ya que se produce acceso de clorpirifos a la matriz del suelo o enlace de clorpirifos con las partículas del suelo (Sposito, 2008). Clorpirifos tiene una persistencia en el suelo, que va de unos días hasta 4 años, todo ello depende de la dosis de aplicación y los factores ambientales (Gebremariam et al, 2012; EFSA, 2005).

EPA (2018) menciona “**Los clorpirifos** es un insecticida, acaricida y miticida organofosforado utilizado principalmente para controlar el follaje y las plagas de insectos

transmitidos por el suelo en una variedad de alimentos y cultivos”. ATSDR (2016) indica que “Clorpirifos es un insecticida de fisonomía cristalina y de fuerte aroma. No es soluble en agua, generalmente se mezcla con líquidos aceitosos, antes de su aplicación a cosechas”.

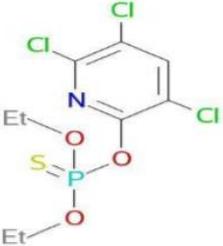
**Tabla 4: Información General de Clorpirifos**

Nombre Común	Clorpirifos
Nombre IUPAC	O,O-dietil O-3,5,6-tricloro-piridil-2-il fosforotiato
Número CAS	2921-88-2
Algunos nombres comerciales	Lorsban, Dursban, Suscon Green, Empire, Equity

Fuente: PubChem, 2005. *Chlorpyrifos*

### Estructura de Clorpirifos

**Tabla 5: Estructura química de Clorpirifos**

	Fórmula Molecular: $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$
	Peso Molecular: 350,6 g/mol

Fuente: PubChem, 2005. *Chlorpyrifos*.

**Características Físicas y Químicas del Suelo** son los siguientes como: **Textura** es la proporción de partículas de diferente tamaño menores a 2 nm de diámetro, tales como, la arena, arcilla y limo, presentes en los horizontes del suelo (FAO, 2010).

**Color** es la Propiedad física que permite distinguir los horizontes en el perfil del suelo, el color del suelo está relacionado con la presencia de hierro, por ello está directamente relacionado con el crecimiento radicular de una especie, por ende, la productividad (Andrades y Martínez, 2014).

**pH:** Propiedad química, que mide la acción de los  $H^+$  libres en el suelo y los  $H^+$  fijados sobre el complejo de cambio. El pH puede cambiar en un rango de 0 a 14, y según su

clasifican en:  $\text{pH} < 6.5$  suelo ácido,  $6.5 < \text{pH} < 7.6$  suelo neutro y  $\text{pH} > 7.5$  suelo básico (Andrades y Martínez, 2014).

**Materia Orgánica** es la descomposición de residuos de plantas y animales que se encuentran presentes en el suelo formando un proceso biológico netamente básico de carbono. Para ser aprovechado por las plantas, pasa por una serie de transformaciones (Andrades y Martínez, 2014).

**Carbono Orgánico** es Propiedad química, que indica la fertilidad, producción vegetal y volumen de retención de agua en el suelo. La presencia de carbono orgánico en el suelo depende de la cantidad y calidad de materia orgánica en la matriz del suelo. La capacidad del suelo para retener carbono orgánico está en función a su textura y CIC (Andrades y Martínez, 2014)

**Micro – nanoburbujas** son burbujas finas con un diámetro menor a  $1\mu\text{m}$ . El área de contacto del agua y las micro-nanoburbujas es 10000 veces mayor que el de una burbuja normal, aumentando la tasa de transferencia de gas suministrado y aumentando la actividad microbiana aeróbica en el líquido (Tsuge, 2014).

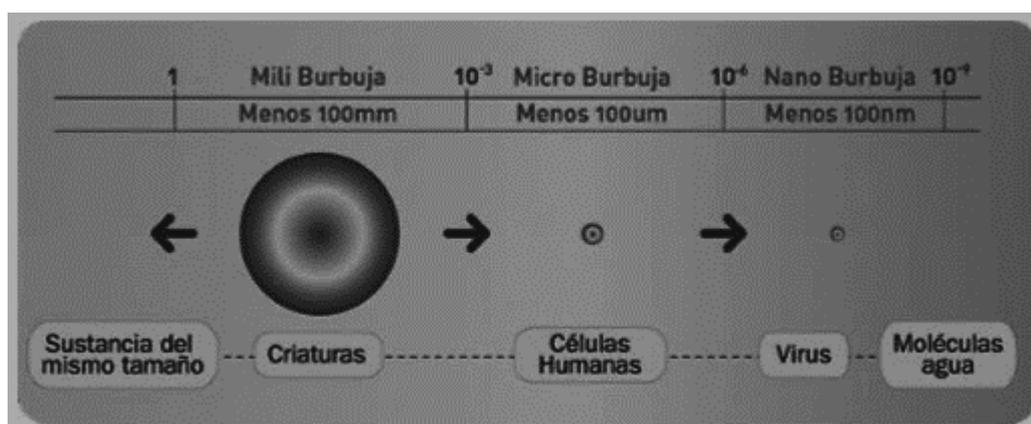


Figura 1: Nanoburbujas en agua

Fuente: Tsuge, 2014.

Según TSUGE (2014), **Presión Interna** se basa en la aplicación de la simetría esférica, mediante la ecuación de Laplace – Young, donde existe correlación entre el calibre de la burbuja y la fuerza. En el caso de las Micro-nanoburbujas existen dos superficies de contacto entre el agua y el aire, una dentro de la burbuja y el otro al exterior, haciendo de esta manera equilibrio de fuerzas. La ecuación de Laplace es la siguiente:

Dónde:

$\Delta P$ : Presión de la Burbuja

$\sigma$ : Tensión superficial

d: Diámetro

$$\Delta P = \frac{4\sigma}{d}$$

**Velocidad de Ascenso** de las micro-nanoburbujas tienen un comportamiento de esferas fluidas y sólidas, contenidas por aire, por lo que su velocidad se determina mediante la ecuación de Stokes. Por ello su velocidad de las características físicas de los líquidos (TSUGE, 2014).

Donde:

U: Velocidad de ascenso

p: Densidad del líquido

g: Aceleración de la gravedad

d: Diámetro de la burbuja

$\mu$ : Viscosidad del líquido

$$U = \frac{pgd^2}{18\mu}$$

**Mecanismo de Acción de las Micro-nanoburbujas** contienen cargas negativas, esto a causa del aumento de la concentración de iones alrededor de la interfase gas-agua. Mientras las micronanoburbujas flotan, captan los sólidos (contaminantes) suspendidos en el medio, llevándolos a la superficie (TSUGE, 2014).

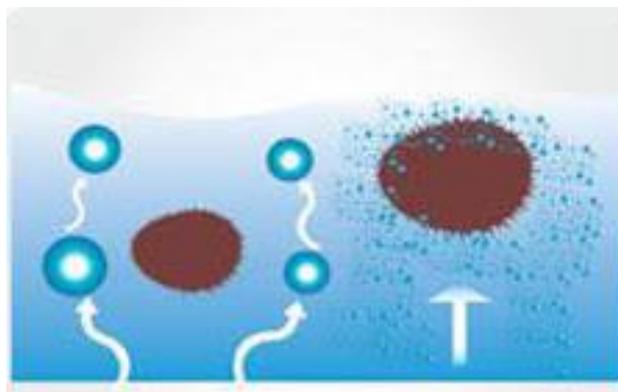


Figura 2: Mecanismo de acción de las Nanoburbujas de agua

Fuente: TSUGE, 2014.

## Mecanismo de Degradación de Clorpirifos

**Oxidación:** Es el proceso o reacción química a partir de la cuál una molécula, átomo o ión; transfiere electrones, por ello aumenta su estado de oxidación.

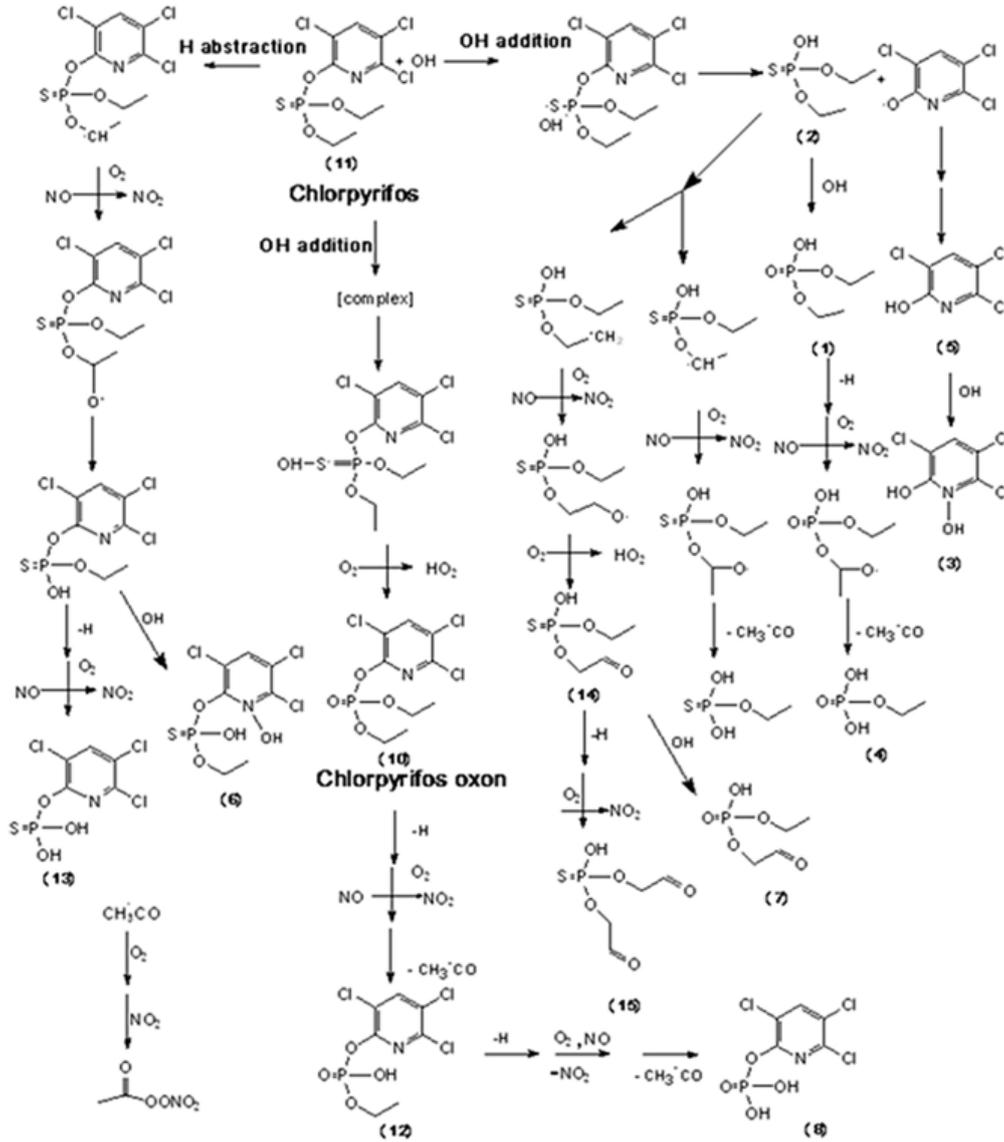


Figura 3: Mecanismo de reacción propuesto para la oxidación de clorpirifos y clorpirifos-oxón con radical OH

Fuente: Muñoz et al, 2017; Borrás et al, 2017.

En la siguiente Tabla, se muestra el nombre de los compuestos generados, en el proceso de oxidación de Clorpirifos.

**Tabla 6: Compuestos multioxigenados formados en la oxidación de Clorpirifos y Clorpirifos-oxon**

Código	r.t Nombre	Fórmula
1	8.2 Dietil Hidrógeno Fosfato	$C_4H_{11}O_4P$
2	8.3 O, O- Dietil Hidrógeno Fosforotioato	$C_4H_{11}O_3PS$
3	9.7 3,5,6 Tricloropiridina-2,4-diol	$C_5H_2Cl_3NO_2$
4	9.9 Etil dihidrógeno fosfato	$C_2H_7O_4P$
5	12.1 3,5,6-Tricloropiridin-2-ol	$C_5H_2Cl_3NO$
6	15.7 O-etil O-(3,5,6-tricloro-4-hidroxipiridin-2-il)hidrogenofosfotioato	$C_7H_7Cl_3NO_4PS$
7	15.9 Etil 2-oxoetil hidrógeno fosfato	$C_4H_9O_5P$
8	16.6 3,5,6-tricloropiridin-2-il dihidrogenofosfato	$C_5H_3Cl_3NO_4P$
9	17.7 Metilglioxal	$C_3H_4O_2$
10	18.1 Diel 3,5,6-tricloropiridin-2-ilfosfato	$C_9H_{11}Cl_3NO_4P$
11	18.3 O.O-Dietil O-(3,5,6-tricloropiridin-2-il)fosforotioato	$C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$
12	18.9 Hidrogenosfato de etilo 3,5,6-tricloropiridin-2-ilo	$C_7H_7Cl_3NO_4P$
13	19.2 O-(3,5,6-tricloropiridin-2-il)dihidrógeno fosforotioato	$C_5H_3Cl_3NO_3PS$
14	19.7 O-etil O-(2-oxoetil)hidrógeno fosforotioato	$C_4H_9O_4PS$
15	22.1 O,O-bis (2-oxoetil)hidrógeno fosforotioato	$C_7H_7O_5PS$

Fuente: Borrás, 2017.

El Problema General queda establecido como: ¿Es posible reducir la concentración de clorpirifos presentes en suelos agrícolas de Carabayllo mediante Micronanoburbujas de aire? En consecuencia, los Problemas Específicos son (a) ¿Cuáles son los parámetros físicos de suelos agrícolas de Carabayllo antes y después, mediante Micronanoburbujas de aire?; (b) ¿Cuáles son los parámetros químicos de suelos agrícolas de Carabayllo antes y después, mediante Micronanoburbujas de aire?; (c) ¿Cuál es la eficiencia de reducción de la concentración de clorpirifos de suelos agrícolas de Carabayllo después del tratamiento con Micronanoburbujas de aire?

La justificación del estudio de la presente investigación, se justifica debido a que el plaguicida denominado Clorpirifos, se adhiere mínimamente a las plantas y mayoritariamente al suelo, generando pérdida de nutrientes, por ende, pérdida de fertilidad. Por ello, se plantea la técnica de Micronanoburbujas, una técnica amigable y sostenible con el ambiente, ya que, no se añade ningún producto químico y posee un costo bajo de implementación con respecto a otras técnicas. Esta técnica permitirá reducir la presencia de clorpirifos en suelos agrícolas, para que, de esta manera, la comunidad se desarrolle de manera sustentable.

La hipótesis general pretende demostrar si es posible reducir la concentración de clorpirifos presentes en suelos agrícolas de Carabayllo mediante la aplicación de Micronanoburbujas de aire. Las hipótesis específicas son (a) Los valores de los parámetros físicos de suelos agrícolas Carabayllo mejora significativamente al aplicar Micronanoburbujas de aire, (b) Los valores de los parámetros químicos de suelos agrícolas de Carabayllo mejora significativamente al aplicar Micronanoburbujas de aire, (c) La eficiencia de reducción de la concentración de clorpirifos de suelos agrícolas de Carabayllo incrementa después del tratamiento con Micronanoburbujas de aire.

El objetivo general ha sido Reducir la concentración de clorpirifos presentes en suelos agrícolas de Carabayllo mediante Micronanoburbujas de aire. Los objetivos específicos han sido (a) Determinar los valores de los parámetros físicos de suelos agrícolas de Carabayllo antes y después mediante Micronanoburbujas de aire, (b) Determinar los valores de los parámetros químicos de suelos agrícolas de Carabayllo antes y después mediante Micronanoburbujas de aire, (c) Determinar la eficiencia de reducción de la concentración de clorpirifos de suelos agrícolas de Carabayllo después del tratamiento con micronanoburbujas de aire.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

**Tipo de Investigación:** Investigación Aplicada, con enfoque cuantitativo. Ante ello Hernández et al. (2014), menciona: “Un enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, cada etapa precede a la siguiente y no se puede brincar o eludir pasos” (p.04)

**Nivel de Investigación:** Nivel Explicativo, ya que se manipularon dos variables, independiente y dependiente. Hernández et. al. (2014) refiere: “Se dará razón a la ocurrencia de un fenómeno y las condiciones que se manifiestan, en síntesis pretenden establecer las causas de los fenómenos que se estudian”. (p.96)

**Diseño de Investigación:** Experimental. Según Hernández et. al. (2014) sintetiza: “Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p.130).

**Tipo Pre Experimento.** Según Hernández et. al. (2014) sintetiza: “El investigador analiza el efecto de aplicar diversos tratamientos experimentales al sujeto (cuerpo receptor), estos casos son diseños con tratamientos múltiples” (p.48).

## 2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de Medida	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>MICRONANOBURBUJAS DE AIRE</b>	Las Micronanoburbujas son burbujas finas con un diámetro menor a 1µm, son aplicadas en temas ambientales, para mitigar problemas que afecten a los recursos naturales del medio ambiente (Tsuge, 2014)	Para medir la aplicación de nanoburbujas de aire se tendrá en cuenta las características físicas y el tiempo de experimentación.	Características Físicas de las Nanoburbujas	Tamaño de NB	µm	Razón
				Presión Interna de NB	atm	Razón
				Velocidad de ascenso	cm/s	Razón
				Tiempo de Tratamiento	min	Razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>REDUCCIÓN DE CLORPIRIFOS EN SUELOS AGRÍCOLAS</b>	Para la reducción de clorpirifos en el suelo, es necesario utilizar tecnologías para aislar el contaminante, para que no se alteren la calidad de los parámetros físicos y químicos de la fuente (Marquez, 2001).	Para medir la Reducción de Clorpirifos, se considerará la concentración del plaguicida y las condiciones de los parámetros físicos y químicos del suelo.	Concentración de Clorpirifos	Concentración Inicial	mg/kg	Razón
				Concentración Final	mg/kg	Razón
				Eficiencia	%	Intervalo
			Parámetros Físicos	Conductividad Eléctrica	dS/m	Razón
				Temperatura	°C	Razón
			Parámetros Químicos	pH	Unidad de pH	Intervalo
				Materia Orgánica	%	Razón
Carbono Orgánico	%	Razón				

## 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** La Población está representada por los suelos agrícolas contaminados por clorpirifos con sembrío de tomate en la Urbanización Floresta, entre la Avenida los Gallinazos y Calle 4, en el Distrito de Carabaylo que tiene un área de 35000  $m^2$ .

**Muestra:** La muestra está representada por una parcela del suelo agrícola contaminado por clorpirifos con sembrío de tomate, que tiene un área de 900  $m^2$ . Del cual se extrajo 8 kg de suelo.

## 2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

**2.4.1 Técnica:** Se basó en la observación y cálculo directo con los instrumentos. La técnica de observación consiste en la inspección válida, sistemática y confiable de la conducta del objeto en cuestión (HERNÁNDEZ et al, 2014). Medición directa es el proceso en el cual se recopila datos de la experimentación en función a los instrumentos.

**2.4.2 Instrumentos:** Fichas elaboradas para la recolección de datos, las cuales están validadas por tres ingenieros docentes expertos y colegiados.

### 2.4.3 Validación del Instrumento

Los docentes colegiados especialistas que validaron estos instrumentos fueron:

**Tabla 7: Lista de docentes expertos**

Docente Experto 1	Docente Experto 2	Docente Experto 3
Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Jhonny Wilfredo	Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Apellidos y Nombres: Jiménez Calderón, César Eduardo
Grado Académico: Doctor en Ciencias e Ingeniería	Grado Académico: Doctor en Ingeniería Ambiental	Grado Académico: Doctor en Gestión Universitaria
N° de Colegiatura: 79862	N° de Colegiatura: 25450	N° de Colegiatura: 42355
Promedio de Valoración: 85%	Promedio de Valoración: 85%	Promedio de Valoración: 85%

Fuente: Elaboración propia, 2019

### 2.4.4 Etapas de la Recolección de Datos

A continuación, en el sucesivo cuadro se detalla las distintas etapas que se realizaron en el procedimiento de experimentación:

**Tabla 8: Técnica e Instrumento de Recolección de datos**

ETAPA	FUENTE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Exploración de la Zona de Estudio	Suelos agrícolas de Carabaylo (Urbanización Floresta)	Observación	Mapa de la Chacra	Lugar de Investigación.
Recolección de la muestra de Suelo Agrícola y análisis	Suelos agrícolas de Carabaylo (Urbanización Floresta)	Observación	Ficha 1: Recolección de la Muestra Ficha 2: Concentración de Clorpirifos en el Suelo	Recolección de la Muestra Inicial. Concentración inicial de Clorpirifos.
Análisis Inicial de la Muestra (Parámetros Físicos y Químicos)	Suelos agrícolas de Carabaylo (Urbanización Floresta)	Observación	Ficha 4: Parámetros Físicos del Suelo Ficha 5: Parámetros Químicos del Suelo	Parámetros físicos – químicos obtenidos.
Tratamiento mediante Micronanoburbujas de Aire	Laboratorio	Experimentación	Ficha 3: Características Físicas de las Micronanoburbujas	Generación y Aplicación de Micronanoburbujas en el Suelo Contaminado
Análisis Después del Tratamiento (Concentración de Clorpirifos, Parámetros Físicos y Químicos)	Muestra del Suelo Agrícola después del tratamiento	Observación	Ficha 2: Concentración de Clorpirifos en el Suelo Ficha 4: Parámetros Físicos del Suelo Ficha 5: Parámetros Químicos del Suelo	Verificación de remoción de Clorpirifos
Análisis Estadístico e Interpretación	Gabinete	Análisis de Resultados	Libreta de Apuntes	Resultados Obtenidos procesados e interpretados

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En esta investigación se realizaron las siguientes etapas:

#### **ETAPA 1: Exploración de la Zona de Estudio**

Delimitación del área y coordenadas del lugar de estudio.

## **ETAPA 2: Recolección de la muestra de Suelo Agrícola y análisis**

Mediante la técnica CUARTEO TIPO MALLA, se extrajeron pequeñas cantidades de suelo por cada cuadrante, para una muestra representativa de 5 kg para la determinación de clorpirifos inicial.

## **ETAPA 3: Análisis Inicial de la Muestra (Parámetros Físicos y Químicos)**

Determinación de los parámetros físicos (Conductividad Eléctrica y Temperatura), químicos (pH, Materia Orgánica y Carbono Orgánico). Los Parámetros físicos y químicos fueron analizados en el Laboratorio SGS PERU acreditado por INACAL.

## **ETAPA 4: Tratamiento mediante Micronanoburbujas de Aire**

El tratamiento mediante Micronanoburbujas de aire, se realizó mediante el equipo generador de micronanoburbujas patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores.

## **ETAPA 5: Análisis Después del Tratamiento (Concentración de Clorpirifos, Parámetros Físicos y Químicos)**

Determinación de los parámetros físicos (Textura del Suelo, Color del Suelo y Temperatura), parámetros químicos (pH, CIC, Materia Orgánica y Carbono Orgánico) después del tratamiento con Micronanoburbujas. Los parámetros físicos y químicos fueron analizados en el Laboratorio SGS PERU acreditado por INACAL. También los resultados de clorpirifos fueron entregados al laboratorio para su análisis.

## **ETAPA 6: Análisis Final e Interpretación**

Obtenidos ya los resultados del Laboratorio SGS se procesaron mediante el programa SPSS V24, y las figuras y tablas se realizaron mediante el programa Excel.

## **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos, como producto de los análisis en laboratorio fueron procesados de la siguiente manera:

Microsoft Excel 2017: Para la elaboración de tablas y gráficos.

IBM SPSS Estadístico v24: Para el procesamiento de datos y para la realización de la prueba de hipótesis.

## **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

La recolección de datos y resultados obtenidos en la investigación son veraces, sin generar alteraciones de la información recaudada en fuentes bibliográficas vinculadas al tema. Asimismo, la confiabilidad y autenticidad de la data, se obtuvo del laboratorio SGS PERU acreditado por INACAL. Teniendo presente la comunicación de otros autores mediante citas bibliográficas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 ETAPA 1: Exploración de la Zona de Estudio

El lugar de estudio, está situado en la Urbanización Floresta, entre Avenida los Gallinazos y Calle 4, en el Distrito de Carabaylo. Se identificó este lugar, ya que, en estos terrenos agrícolas se usa de manera indiscriminada, productos químicos, todo ello con el fin de combatir las distintas plagas que afectan a los sembríos, pero que afectan de manera directa al suelo, y seres vivos presentes en ello.

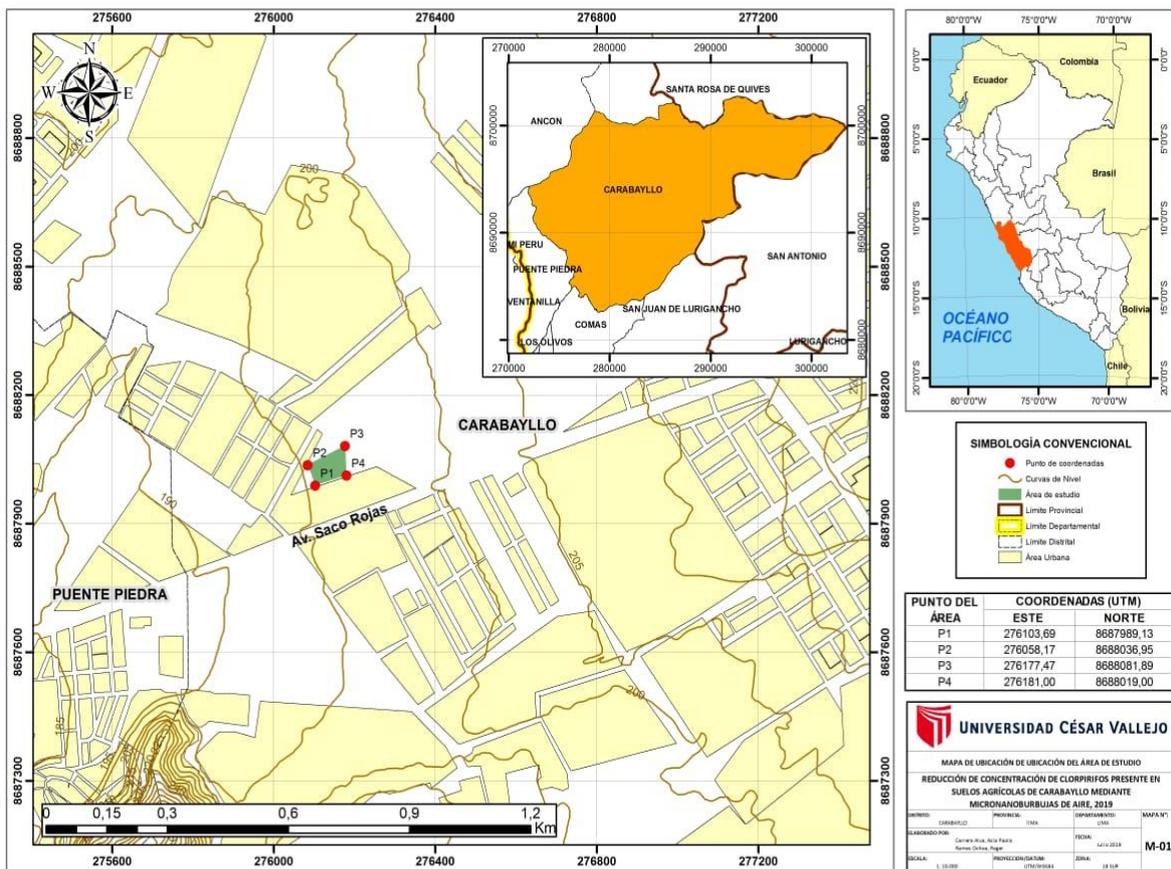


Figura 4: Ubicación del Área de Muestreo.

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

**Tabla 9: Coordenadas del área de estudio**

LATITUD	LONGITUD
11°51.6610'S	77°3.3180'O
11°51.6350'S	77°3.3280'O
11°51.6110'S	77°3.2770'O
11°51.6480'S	77°3.2750'O

Fuente: Elaboración Propia, 2019

### 3.2 ETAPA 2: Recolección de la muestra de Suelo Agrícola y análisis

Para la toma de muestras, se realizó de acuerdo a la Guía para el Muestreo de Suelos en el Marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM, el tipo de muestro utilizado, fue el muestreo de identificación, ya que éste, permite identificar si el suelo está contaminado. Se procedió a recolectar tres muestras simples, en distintos puntos del terreno. Cada punto de muestreo tuvo una profundidad de 200 cm, las muestras recolectadas fueron de 5 kg cada una, que se mandó a analizar a laboratorio. Añadido a eso, se recolecto 6 kg más, por punto de muestreo, para poder aplicar la técnica de micronanoburbujas de aire.



*Figura 5: Investigador recolectando muestra de suelo*  
Fuente: Elaboración propia, 2019



*Figura 6: Muestra contaminada contenida en un balde*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

La muestra recolectada fue tamizada mediante el Tamiz N° 10, posteriormente se mandó a analizar la concentración inicial de clorpirifos en el Laboratorio de SGS del cuál los resultados fueron entregados después de 15 días hábiles.

**Tabla 10: Concentración Inicial de Clorpirifos**

<b>Muestra inicial de Chlorpyryfos en Suelo Agrícola</b>	<b>Limites Máximo de Residuos – Tomate</b>
135.4 mg/kg	0.01 mg/kg

Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se observa en la Tabla 9, la concentración inicial de Clorpirifos en la muestra de Suelo agrícola, supera los Límites Máximos de Residuos de Plaguicida de Uso Agrícola, establecido en NTS N°128-MINSA/2016/DIGESA.

### 3.3 ETAPA 3: Análisis Inicial de la Muestra (Parámetros Físicos y Químicos)

Para realizar el análisis inicial, se utilizó el laboratorio de SGS, donde se analizaron los parámetros físicos y se obtuvieron estos resultados:

**Tabla 11: Resultados de Parámetros Físicos – Químicos del Suelo (Antes del Tratamiento)**

<b>PÁRAMETROS FÍSICOS – QUÍMICOS</b>	<b>Muestra inicial</b>
Peso (g)	2070
Temperatura (°C)	23.6
Conductividad Eléctrica (dS/m)	2.53
Carbono total (%)	1.48
Carbono Orgánico (%)	1.31
Materia Orgánica (%)	2.04
Nitrógeno total (%)	0.10
pH	7.4

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la Tabla 10, se evidencia el resultado de los parámetros físico-químicos de las 2 muestras de suelo infectado, antes del tratamiento con Micronanoburbujas de aire.

### 3.4 ETAPA 4: Tratamiento mediante Micronanoburbujas de Aire

Para la obtención de las micro-nanoburbujas, se siguieron los siguientes procedimientos:

- Se agregan 12 litros de agua destilada en el primer compartimiento, en el siguiente compartimiento se colocó 500 g de suelo agrícola sobre la rejilla fina.
- Se procedió a utilizar el equipo generador de micronanoburbujas de aire a una presión de 90 PSI.
- Se cuantificaron los tiempos del tratamiento a los 30, 60 y 90 minutos en rejillas finas, luego se caracterizaron las micro-nanoburbujas de aire.



Figura 7: Descripción del equipo generador de Micro-nanoburbujas

## Tamaño de las Micronanoburbujas

En esta investigación se usó el microscopio Trinocular Modelo N120T, agregado a esto una cámara de 5 megapíxeles de marca BOECO. Para la generación y visualización de las micronanoburbujas se utilizó una presión de 90PSI.

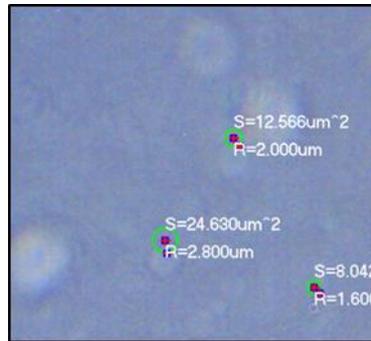


Figura 8: Tamaño de Micro-nanoburbujas  
Fuente: Elaboración propia, 2019

Como se observa en la Figura 8, el mínimo valor de las micro-nanoburbujas fué de 1.6 μm y el máximo valor fué de 2.8 μm. Como promedio se obtuvo 2.13 μm.

**Presión Interna de Micro-nanoburbujas:** Se determinará mediante la siguiente expresión algebraica:

$$PI = PL + \frac{4\sigma}{d}$$

**Dónde:**

PI: Presión Interna de la burbuja (atm)

PL: Presión del Líquido (1.45 atm)

$\sigma$ : Tensión superficial (0.00728 N/m)

d: diámetro de la MNB ( $2.13 \times 10^{-6}m$ )

**Al reemplazar:**

$$PI = 1.45 \text{ atm} + \frac{4(0.00728 \frac{N}{m})}{2.13 \times 10^{-6}m}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 13671.361 \frac{N}{m^2}$$

$$PI = 1.45 \text{ atm} + 0.135 \text{ atm}$$

$$PI = 1.585 \text{ atm}$$

**Velocidad de Ascenso de MNBs:** Se determinó mediante la siguiente expresión algebraica:

**Dónde:**

$$U = \frac{p g d^2}{18 \mu}$$

U: Velocidad de ascenso

p: Densidad del líquido (1g/mL = 1000g/L = 1000kg/m<sup>3</sup>)

g: Aceleración de la gravedad (9.8 m/s<sup>2</sup>)

d: Diámetro de la burbuja (2.13 x 10<sup>-6</sup>)

μ: Viscosidad del líquido (1.005 x 10<sup>-3</sup> kg/ms)

**Reemplazando:**

$$U = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 9.8 \frac{m}{s^2} * (2.13 \times 10^{-6} m)^2}{18 (1.005 \times 10^{-3} \frac{kg}{m^3})}$$
$$U = 2.46 \times 10^{-6} \frac{m}{s}$$

### **3.5 ETAPA 5: Análisis Después del Tratamiento (Concentración de Clorpirifos, Parámetros Físicos y Químicos)**

En la siguiente tabla se detalla los resultados obtenidos después de aplicar el tratamiento mediante Micro-nanoburbujas de aire.

**Tabla 12: Resultados Parámetros Físicos – Químicos después del Tratamiento con MNBs**

PARÁMETROS	M3
Temperatura (°C)	21.98
Conductividad Eléctrica (dS/m)	6.93
pH	7.5
Materia Orgánica (%)	2.20
Carbono Orgánico (%)	1.33

En la Tabla 13, se presenta los resultados de concentración de Clorpirifos después del tratamiento con MNBs de aire.

**Tabla 13: Resultados de Concentración de Clorpirifos después del Tratamiento con MNBs**

Nombre	M1	M2	M3
Clorpirifos (mg/kg)	9.004	6.366	0.031
Peso (g)	500	500	500

**Tabla 14. Porcentaje de Reducción de Clorpirifos**

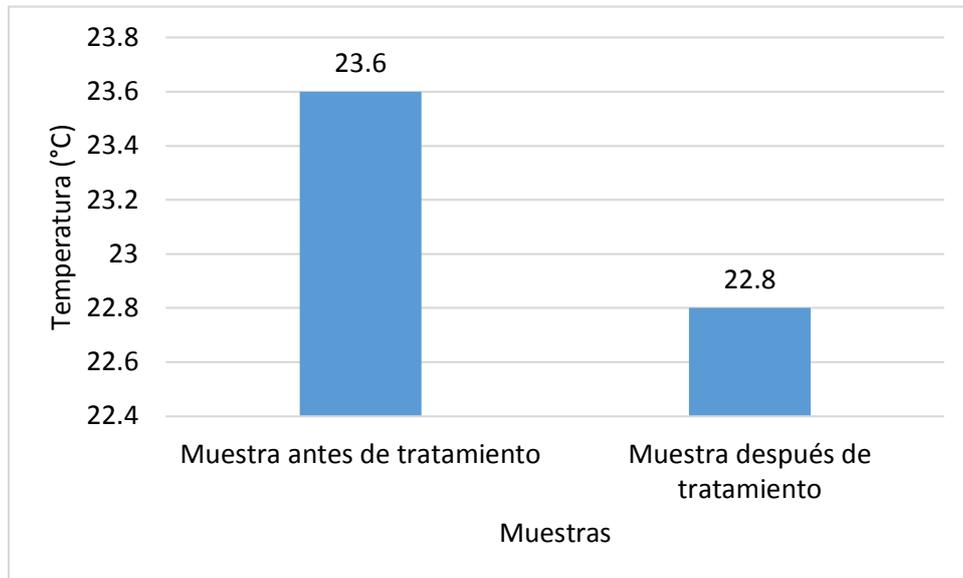
unidades	Muestra inicial	Muestra después de tratamiento			Porcentaje		
	M0	M1	M2	M3	%M1	%M2	%M3
mg/kg	135.4	9.004	6.366	0.031	93.35%	95.30%	99.98%

### 3.6 ETAPA 6: Análisis Estadístico e Interpretación

Se elaboraron figuras comparativas de los parámetros físicos y químicos, concentración de clorpirifos mediante Microsoft Excel. Además, se determinaron los porcentajes de reducción de clorpirifos después del tratamiento con MNBs de aire.

a) **Parámetros Físicos: (Temperatura y Conductividad Eléctrica)**

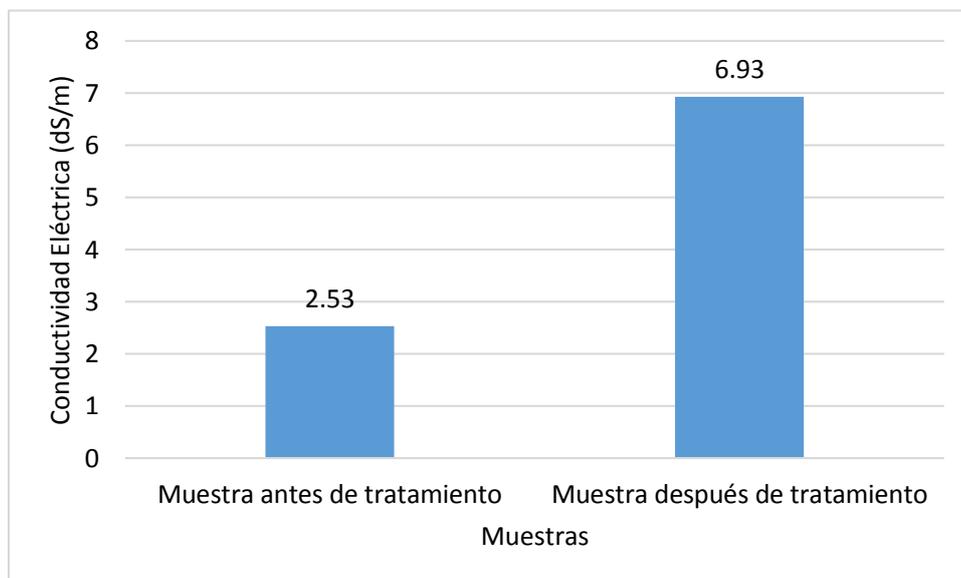
**Temperatura**



*Figura 9: Variación de Temperatura*

**Interpretación:** Como se observa en la Figura 9, la temperatura inicial tuvo un promedio de 23.6°C, y después del tratamiento mediante MNBs se dio un promedio de 22.8°C.

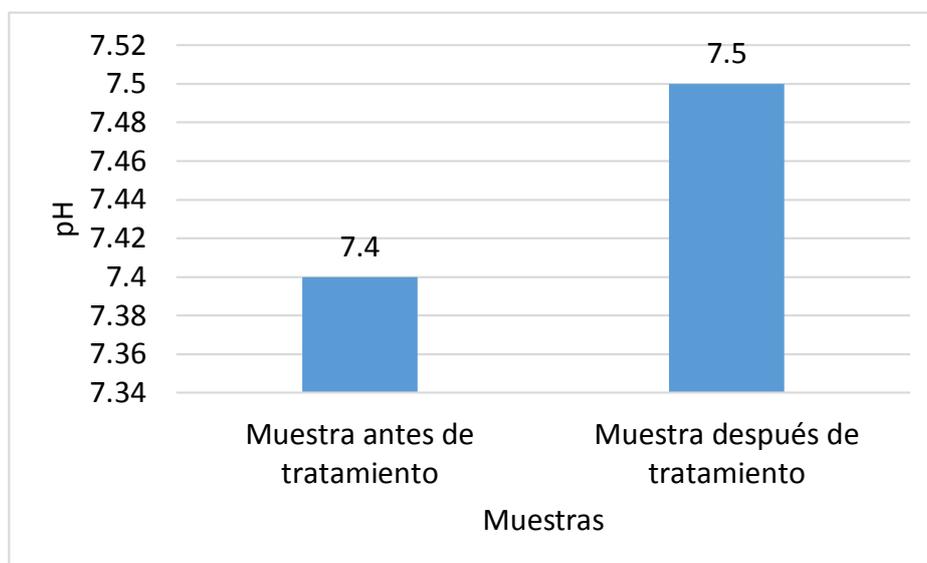
**Conductividad Eléctrica**



*Figura 10: Variación de CE*

**Interpretación:** Como se aprecia en la Figura 10, la conductividad eléctrica tuvo un incremento de 2.53 a 6.93 dS/m a los 90 minutos.

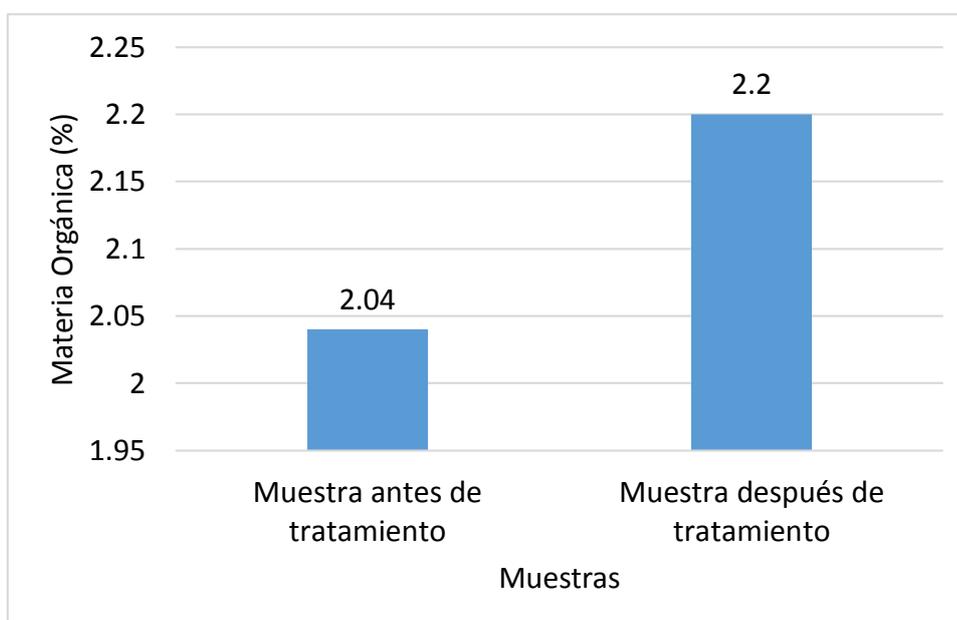
**b) Parámetros Químicos (pH, Materia Orgánica y Carbono Orgánico)**



*Figura 11: Variación de pH*

**Interpretación:** Como se observa en la Figura 11, el pH incrementó ligeramente de 7.4 a 7.5.

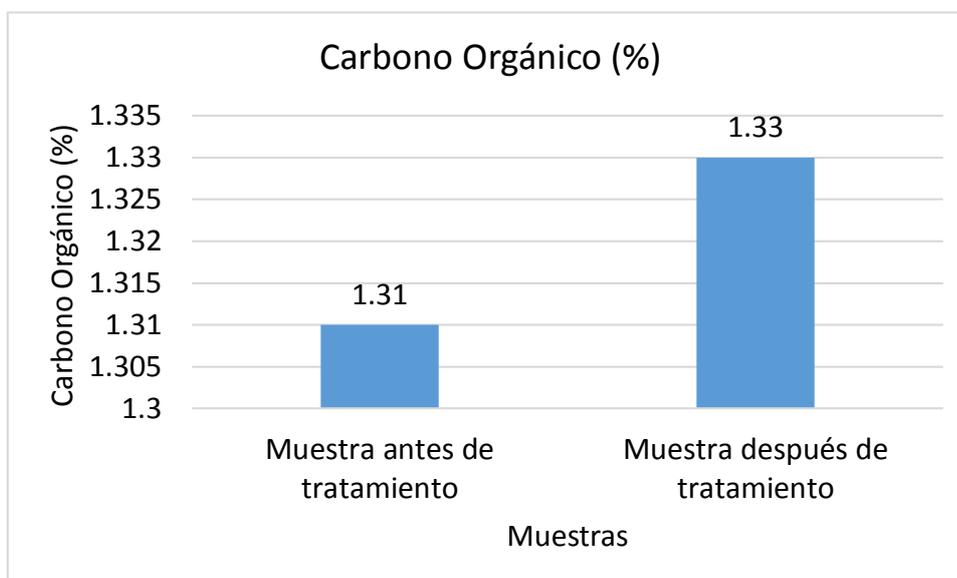
**Materia Orgánica**



*Figura 12: Variación de Materia Orgánica*

**Interpretación:** Como se muestra en la Figura 12, la materia orgánica aumentó ligeramente de 2.04% a 2.2%.

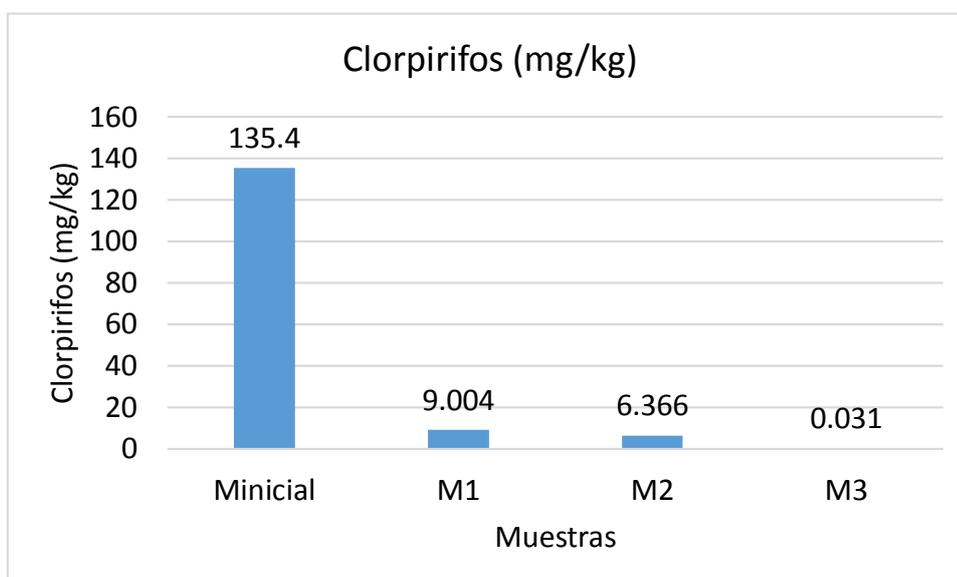
### Carbono Orgánico



*Figura 13: Variación de Carbono Orgánico*

**Interpretación:** Como se aprecia en la Figura 13, el carbono orgánico aumentó ligeramente de 1.31% a 1.33%.

### Concentración de Clorpirifos



*Figura 14: Variación de Concentración de Clorpirifos*

**Interpretación:** Como se aprecia en la Figura 14, la concentración de Clorpirifos disminuyó significativamente, de 135.4mg/kg a 0.031mg/kg a los 90 minutos.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se discutieron con los antecedentes para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

**Con respecto al Objetivo 1:** Gonzales, E (2014), reportó resultados óptimos de parámetros fisicoquímicos tales como: pH con 6.8. Conductividad Eléctrica con 0.47 dS/m, Fosforo con 18.7 mg/kg, Carbono Orgánico con 2.45% y Nitrógeno Orgánico con 0.181%. La presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados: Temperatura de 23.6 a 22.8 y Conductividad Eléctrica de 2.53 a 6.93 dS/m, esto se debe a que el tratamiento con MNBs de aire mejora la calidad de los parámetros físicos.

**Con respecto al Objetivo Específico 2:** Hamsavathani, V, Aysha, O y Raughul, A (2017), reportaron resultados de parámetros físicos y químicos en el Tratamiento con *Staphylococcus aureus* con un pH de 6.7, Conductividad Eléctrica de 1,79 dS/m, Materia Orgánica de 2.5%. La presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados pH de 7.4 a 7.5, Materia Orgánica de 2.04 a 2.2% y Carbono Orgánico de 1.31 a 1.33%, esto se debe a que el tratamiento con MNBs de aire mejora la calidad de los parámetros químicos.

**Con respecto al Objetivo Específico 3:** Amiri, H, Nabizadeh, R, et al. (2017), usaron fotocatalizador solar de TiO<sub>2</sub> en un reactor de estanque de canalización, La eficiencia teórica de la eliminación de CPF, en las condiciones óptimas de oxidación con energía solar UV de alrededor de  $697 \pm 5,33$  lux, fue del 84,01%, lo que concuerda con el valor experimental medio ( $80 \pm 1,42\%$ ) que confirma que el modelo de respuesta fue adecuado para la optimización. La presente investigación se obtuvo una reducción de 135.4 mg/kg a 0.031 mg/kg. Esto se debe a que el tratamiento con MNBs, mediante la generación de nubosidad oxidada al contaminante.

**Con respecto al Objetivo general:** Farner, J, Cooper, E, et al. (2017), mediante la fotorreactividad de las nanopartículas de dióxido de titanio, determinaron la capacidad de degradar los pesticidas clorpirifos y el efecto y el impacto sobre las bacterias durante el proceso de fotodegradación. La pérdida de clorpirifos en solución se debió únicamente a la oxidación fotocatalítica, con una degradación del 80% observada después de 24 h en el reactor. Según Ramírez, A (2017) evaluó la degradación de los pesticidas organofosforados, obteniéndose

como resultados, que el profenofos, mostró una degradación del 99.9% a los 30 minutos y el clorpirifos del 100% a los 35 minutos. La presente investigación mostró los siguientes resultados, de una concentración inicial de 135.4, después de aplicar el tratamiento con MNBs de aire, con un tiempo de 90 minutos, se obtuvo una concentración final de 0.031, mostrando así una eficiencia del 99.98% después del tratamiento con MNBs de aire.

## V. CONCLUSIONES

- Después del Tratamiento con Micronanoburbujas de aire se mejoró la calidad física del suelo agrícola de la Urbanización La Floresta, Carabayllo, obteniendo los siguientes resultados: el pH inicial fue de 7.4 y el pH después del tratamiento fue de 7.5, la temperatura tuvo una ligera variación, la cual inicialmente fue de 23.6 llegando hasta 22.8.
- Después del Tratamiento con Micronanoburbujas de aire se mejoró la calidad química del suelo agrícola de la Urbanización La Floresta, Carabayllo, obteniendo los siguientes resultados: la conductividad eléctrica inicial fue de 2.53 dS/m llegando hasta 6.93 dS/cm, la materia orgánica inicial fue de 2.04% llegando hasta 2.2%, el carbono orgánico inicial fue de 1.31% llegando hasta 1.33%.
- Después del Tratamiento con Micronanoburbujas de aire se logró una eficiencia mayor de 99.98% a los 90 minutos de aplicado el Tratamiento con la rejilla Fina.
- Se determinó la presencia de concentración inicial de clorpirifos en el suelo agrícola de Carabayllo de 135.4 mg/kg llegando a una concentración final de 0.031 mg/kg, demostrando una alta reducción del contaminante.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar investigaciones con otros tipos de rejillas para evaluar la acción de las Micronanoburbujas de aire en el subsuelo.
- Se recomienda realizar un barrido completo de los parámetros de los micronutrientes presentes en el suelo agrícola para evaluar su toxicidad.
- Se recomienda realizar investigaciones futuras de suelos contaminados por otros pesticidas en la agricultura, mediante la aplicación de Micronanoburbujas de aire o oxígeno al subsuelo.
- Se recomienda la aplicación de Micronanoburbujas de aire IN SITU en suelos contaminados con clorpirifos.

## REFERENCIAS

- ABATE, Benazir. Reducción de Coliformes Fecales del agua de mar mediante micronanoburbujas de ozono y aire de la Playa Los Pavos, Barranco. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2016, 92 pp.
- AMIRI, H; NABIZADEH, R; et al. Response surface methodology modeling to improve degradation of Chlorpyrifos in agricultura runoff using TiO<sub>2</sub> solar photocatalytic in a raceway pond reactor. *Ecotoxicol Environ Saf*, 147: 919-925.
- ANDRADES, M. y MARTINEZ, M.E.. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 2014.
- ATSDR. Resúmenes de salud pública clorpirifos [en línea] 2016. Citado el 20/09/18. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs84.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs84.html)
- BORRÁS, E., Ródenas, M., Vera, T., and Muñoz, A., **2017**. Particulate matter formation from photochemical degradation of currently used herbicides. In: *International Conference on Aerosol Cycle Sources. Aging-sinks-Impact (ICAC 2017), March 21-23, Lille (France)*.
- CRUZ, Alvaro. Situación actual del consumo de pesticidas en el Perú. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Agrónoma). Lima: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017. 84 pp.
- CRUZ, Rudy. Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micro-nanoburbujas de aire – ozono en el distrito de Carhuaz. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2016, 87 pp.
- DÍAZ, Omar; AGUILAR, C. Carmen Rosa Betancourt. Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2018, vol. 6, no 2, p. 14-30.
- EFSA. Review report for the active substance chlorpyrifos [en línea] 2005. Citado el 8/10/18. Disponible en: [http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.selection](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.selection)
- FAO. TEXTURA DEL SUELO. S.f. [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/.!33791!x6706s06.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/.!33791!x6706s06.htm)
- FARNER, J, COOPER, E, et al. Chlorpyrifos degradation via photoreactive TiO<sub>2</sub> nanoparticles: Assesing the impact of a multi-component degradation scenario. *J Hazard Mater*. 2017, 372: 61-68.

FORMAGRO. Ancash: Fortaleciendo la resiliencia del productor y la productora agropecuaria andino frente al cambio climático [en línea] 2017. Citado el 25/09/2018. Disponible en: <http://www.formagro.org/ancash-fortaleciendo-la-resiliencia-del-productor-agropecuario-andino-frente-al-cambio-climatico/>

GEBREMARIAM et l. Plaguicidas en Latinoamérica. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 34(1): 35-43, 2012. ISSN: 0188-4999

GONZALES, Elvis. Evaluación del Desempeño de Eisenia foetida (Lombriz Roja Californiana) en la Degradación de los Pesticidas Organofosforados Clorpirifos y Profenofos en Suelos, Arequipa – 2014. Tesis (Bachiller en Farmacia y Bioquímica). Arequipa: Universidad Católica Santa María, 2014, 77 pp.

GULATI, Deepti y NISAR, Mehvish. Isolation and Characterization of Chlorpyrifos Utilizing Bacteria from Sugarcane Field Soil. Artículo de J Pharm Biomed Sci. 05(09): 765-770, 2016. ISSN: 2230-7885.

HAMSAVATHANI, V; AYSHA, O y RAUGHUL, A. Isolation and Identification of Chlorpyrifos degrading bacteria from Agricultural Soil. International Journal of Advanced Research. 5(5): 1209-1221.

ISSN: 2320-5407

HERNÁNDEZ, Benito. Uso de Lombrices de Tierra en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Tesis (Doctor en Ciencias en Ecología y Biotecnología). Xalapa: Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, 2013. 129 pp.

HERNÁNDEZ et al. (2014). Metodología de la Investigación. Recuperado de <http://upla.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2017/01/Hern%C3%A1ndez-R.-2014-Metodologia-de-la-Investigacion.pdf.pdf>

HORTON , KAHN , PERERA , BARR y RAUH. Does the home environment and the sex of the child modify the adverse effects of prenatal exposure to chlorpyrifos on child working memory?. 2012. Citado el 12/10/18

LUZURIAGA, Vanessa. Diseño del Proceso de Irradiación, para degradar a los pesticidas Clorortalonil, Metaclor y Clorpirifos, presentes en aguas de una Florícola, mediante el efecto de la Radiación Ionizante  $\beta$  proveniente de un acelerador de electrones. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Química). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2014, 135 pp.

MÁRQUEZ S. Evaluación de Algunos Efectos de la Contaminación por Aplicación de Lorsban (Clorpirifos) en un Suelo y un Cultivo de Kikuyo en el Norte Antioqueño. Trabajo de Grado en Maestría, Universidad de Antioquia, Medellín, 2001. 142 p.

MENENDEZ, Deessiree. Eficiencia de las micro-nanoburbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017, 81 pp.

Muñoz, A., Borrás, E., Ródenas, M., Vera, T., and Pedersen, H. A., 2017. Atmospheric degradation of thiocarbamate herbicides under atmospheric conditions. In: 3rd ACTRIS-2 General Meeting. February 1-2, 2017. Granada, Spain.

OMS. Hazardous Substances Data Bank. TOXNET, Toxicology Data Network, United States National Library of Medicine. [en línea] 2018. Citado el 14/10/18. Disponible en: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~CQJad:1>

PÁLIZ, Andrea. Evaluación de la Capacidad de dos especies (Euphorbaceae) para la degradación de plaguicidas en el suelo del barrio San José de la Parroquia San Isidro de Patulú del Cantón Guano. Tesis (Licenciatura en Biotecnología Ambiental). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018, 99 pp.

PÉREZ, Raúl. La guerra contra el glifosato y los clorpirifos [en línea] 2017. Citado el 25/09/2018. Disponible en: <https://www.elnuevodia.com/opinion/columnas/laguerracontraelglisofatoylosclorpirifos-columna-2355219/>

PIOLAS, Lucas. Ensayos ecotoxicológicos para la evaluación del impacto de plaguicidas en suelos agrícolas de Argentina. Tesis (Doctor en Ecotoxicología). Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 2014. 202 pp.

PUBCHEM. Clorpirifos. [en línea] 2005. Citado el 25/09/2018. Disponible en : <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlorpyrifos>.

RAMIREZ, Ángel. Degradación de pesticidas organofosforados mediante Nanopartículas bimetalicas cero valentes. Tesis (Magister en Química del Medio Ambiente). Arequipa: Universidad Católica Santa María, 2017, 108 pp.

RAMÍREZ, J. A. y LACASAÑA, Matias. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor, 2001, vol. 4, no 2, p. 67-75.

SABATELLA, Ignacio. Clorpirifos, el insecticida organofosforado más utilizado en Argentina [en línea] 2011. Citado el 25/09/2018. Disponible en: <http://reduas.com.ar/clorpirifos-el-insecticida-organofosforado-mas-utilizado-en-la-argentina/>

SPOSITO, A . Empirical and modeling evidence of regional atmospheric transport of current-use pesticides. Environ Toxicol Chem 23(10):2421-32, 2008

YANGGEN et al. Plaguicidas con mayor incidencia de intoxicaciones en el area de salud de los Santos entre los años 2012 a 2016. Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica, 2003, vol. 84, no 623.

TSUGE. Micro- and Nanobubbles: Fundamentals and Applications. CRC Press. 2014.

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**Ficha 1: Recolección de la Muestra**

DATOS DEL MUESTREO					OBSERVACIONES
Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM	Descripción (Origen, Localidad, Distrito, Provincia, Departamento)	Fecha	Hora	

Ficha 2: Concentración de Clorpirifos en el Suelo

	<b>FORMATO CONCENTRACIÓN DE CLORPIRIFOS EN EL SUELO</b>		<b>Responsables:</b> Ashla Paola Carrera Alva Roger Ramos Ochoa			
			<b>Versión: 001</b>			
<b>Tratamiento de Micronanoburbujas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad</b>	<b>Antes del Tratamiento</b>	<b>Después del Tratamiento</b>		
	<b>Concentración de Clorpirifos</b>			<b>T1 (30min)</b>	<b>T2 (60min)</b>	<b>T3(90min)</b>

Ficha 3: Características Físicas de las Micronanoburbujas

	<b>FORMATO CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS MICRONANOBURBUJAS</b>		<b>Responsables:</b> <b>Ashla Paola Carrera Alva</b> <b>Roger Ramos Ochoa</b>
			<b>Versión: 002</b>
<b>Tratamiento de Micronanoburbujas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>
	<b>Tamaño de NB</b>	<b>µm</b>	
	<b>Presión Interna de NB</b>	<b>Atm</b>	
	<b>Velocidad de ascenso</b>	<b>cm/s</b>	
	<b>Tiempo de Tratamiento</b>	<b>Min</b>	

Ficha 4: Parámetros Físicos del Suelo

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p align="center"><b>FORMATO PARÁMETROS FÍSICOS DEL SUELO</b></p>		<p><b>Responsables:</b> Ashla Paola Carrera Alva Roger Ramos Ochoa</p>			
			<p><b>Versión: 003</b></p>			
<p align="center"><b>Tratamiento de Micronanoburbujas</b></p>	<p align="center"><b>Indicadores</b></p>	<p align="center"><b>Unidad</b></p>	<p align="center"><b>Antes del Tratamiento</b></p>	<p align="center"><b>Después del Tratamiento</b></p>		
				<p align="center"><b>T1 (10min)</b></p>	<p align="center"><b>T2 (20min)</b></p>	<p align="center"><b>T3(30min)</b></p>
	<p><b>Conductividad Eléctrica</b></p>	<p align="center"><b>dS/m</b></p>				
<p><b>Temperatura</b></p>	<p align="center"><b>°C</b></p>					

Ficha 5: Parámetros Químicos del Suelo

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p align="center"><b>FORMATO PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO</b></p>		<p><b>Responsables:</b> Ashla Paola Carrera Alva Roger Ramos Ochoa</p>			
			<p><b>Versión: 004</b></p>			
<p align="center"><b>Tratamiento de Micronanoburbujas</b></p>	<p align="center"><b>Indicadores</b></p>	<p align="center"><b>Unidad</b></p>	<p align="center"><b>Antes del Tratamiento</b></p>	<p align="center"><b>Después del Tratamiento</b></p>		
				<p align="center"><b>T1 (10min)</b></p>	<p align="center"><b>T2 (20min)</b></p>	<p align="center"><b>T3(30min)</b></p>
	pH	-				
	Materia Orgánica	%				
Carbono Orgánico	%					

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: VALVERDE FLORES JHONNY WILFREDO.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias E INGENIERIA.  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DATOS DE MUESTRAS.  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: CARRERA ALVA ASHIA PAOLA - RAMOS OCHOA ROGER.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %

Lima..... del 201

  
**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI No..... Telf:.....

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

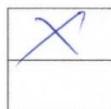
- 1.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR ENSTERIO ROBARIO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: INGENIERIA QUIMICA AMBIENTAL
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DATOS DE MMS
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: CARRERA ALVA, ASHUA PAOLA - RAMOS OCHOA ROGER

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

**85** %

Lima, 24 DE JUNIO del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP 25450  
 DNI No 0830695 Telf: 97942836

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALDERON CESAR EDUARDO.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES.  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DATOS DE MAB.  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: CARRERA ALVA ASHIA PAOLA - RAMOS OCHOA, ROGER

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										✓			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										✓			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

X

85 %



*Dr. César Eduardo Jiménez Calderón*  
CIP. 42355

Lima, ..... del 201

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI No..... Telf.: .....

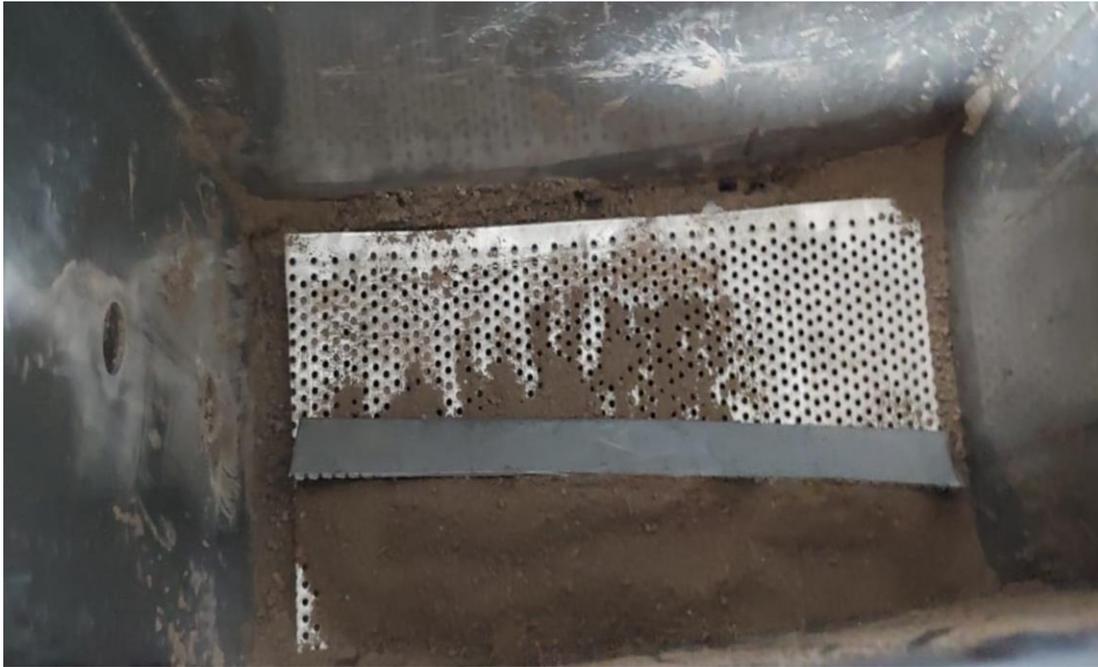
## ANEXOS FOTOGRÁFICOS



*Figura 15: Realización de la técnica de CUARTEO al suelo contaminado.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019



*Figura 16: Suelo tamizado y contaminado de Clorpirifos.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019



*Figura 17: Suelo contaminado en la rejilla fina para el tratamiento.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019



*Figura 18: Rejilla Fina después del tratamiento con MNBs.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

NTS Nº 128 -MINSA/2016/DIGESA  
**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS (LMR) DE  
 PLAGUICIDAS DE USO AGRICOLA EN ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO**

	MATRIZ VEGETAL	PRINCIPIO ACTIVO	LMR (ppm)
38	SOYA, grano seco ( <i>Glycine max</i> )	CYPERMETHRINS (incluidas alpha- y zeta-cypermethrin)	0.05
		DELTAMETHRIN	0.05
		METHOMYL	0.2
		METRIBUZIN	0.1
39	TOMATE, fresco ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	ABAMECTIN	0.02
		ACEPHATE	1
		ACETAMIPRID	0.2
		BENALAXYL	0.2
		BUPROFEZIN	1
		CAPTAN	5
		CARBARYL	5
		CARBENDAZIM	0.5
		CHLOROTHALONIL	5
		CHLORPYRIFOS	0.5
		CHLORANTRANILIPROLE	0.8
		CLOTHIANIDIN	0.05
		CYMOXANIL	0.2
		COPPER OXYCHLORIDE	5
		COPPER OXIDE	5
		CYFLUTHRIN/BETA-CYFLUTHRIN	0.2
		CYPERMETHRINS (incluidas alpha- y zeta-cypermethrin)	0.2
		CYROMACINE	0.5
		DELTAMETHRIN	0.3
		DIAZINON	0.5
		DIFENOCONAZOLE	2
		DIMETHOATE	2
		DIMETHOMORPH	1
EMAMECTIN BENZOATE	0.02		
ETOFENPROX	1		
FENHEXAMID	2		
FENPROPATHRIN	1		



M. Trujillo



### REPORTE DE ANÁLISIS

1. A solicitud de : ROGER RAMOS OCHOA
2. Análisis a realizar : Determinación de Chlorpyrifos
3. Producto identificado como : SUELO INICIAL
4. Cantidad de muestra recibida : 0.5 Kg.
5. Fecha de recepción de la muestra : 06 de marzo, 2020.
6. Características y condiciones de recepción de la muestra : En bolsa de plástico transparente.
7. Fecha de finalizados los análisis : 13 de marzo, 2020.

De acuerdo con el Informe de Ensayo RM\* 60140 de laboratorio tercero acreditado, los resultados se transcriben a continuación:

Determinación (*)	Unidad	Resultados	LOQ	Método de ensayo
Chlorpyrifos	mg/Kg	135,4	0.01	Analysis of multi-residues of pesticides by QuEChERS in fruits and vegetables, juices, wines and food with high fat content using GC-MS and LC-MS/MS

LOQ: Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en el presente Informe de Análisis corresponden a los ensayos solicitados y realizados a la muestra recibida descrita en el ítem 3.

  
SGS del Peru S.A.C.  
Maria Gracia Verand  
Agriculture, Food and Life

### REPORTE DE ANÁLISIS

- |    |  |   |                                    |
|----|--|---|------------------------------------|
| 1. | A solicitud de   | : | ROGER RAMOS OCHOA                  |
| 2. | Análisis a realizar                                      | : | Determinación de Chlorpirifos.     |
| 3. | Producto identificado como                               | : | SUELO 1                            |
| 4. | Cantidad de muestra recibida                             | : | 0.5 Kg.                            |
| 5. | Fecha de recepción de la muestra                         | : | 06 de marzo, 2020.                 |
| 6. | Características y condiciones de recepción de la muestra | : | En bolsa de plástico transparente. |
| 7. | Fecha de finalizados los análisis                        | : | 13 de marzo, 2020.                 |

De acuerdo con el informe de Ensayo RM\* 60138 de laboratorio tercero acreditado, los resultados se transcriben a continuación:

Determinación (*)	Unidad	Resultados	LOQ	Método de ensayo
Chlorpirifos	mg/Kg	9,004	0,01	Analysis of multi-residues of pesticides by QuEChERS in fruits and vegetables, juices, wines and food with high fat content using GC-MS and LC-MS/MS

(\*) los multiresiduos evaluados se muestran en el Anexo 1  
LOQ: Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en el presente Informe de Análisis corresponden a los ensayos solicitados y realizados a la muestra recibida descrita en el ítem 3.

  
SGS del Perú S.A.C.  
María Gracia Verand  
Agriculture, Food and Life



Informe N° 391501/770915  
File: O/L AGR/AG-230396-02

Lima (Perú), marzo 13, 2020

Pág. 1 de 1

### REPORTE DE ANÁLISIS

1. A solicitud de : ROGER RAMOS OCHOA
2. Análisis a realizar : Determinación de Chlorpyrifos.
3. Producto identificado como : SUELO 2
4. Cantidad de muestra recibida : 0.5 Kg.
5. Fecha de recepción de la muestra : 06 de marzo, 2020.
6. Características y condiciones de recepción de la muestra : En bolsa de plástico transparente.
7. Fecha de finalizados los análisis : 13 de marzo, 2020.

De acuerdo con el Informe de Ensayo RM\* 60139 de laboratorio tercero acreditado, los resultados se transcriben a continuación:

Determinación (*)	Unidad	Resultados	LOQ	Método de ensayo
Chlorpyrifos	mg/Kg	6,366	0.01	Analysis of multi-residues of pesticides by QuEChERS in fruits and vegetables, juices, wines and food with high fat content using GC-MS and LC-MS/MS

LOQ: Limite de Cuantificación

Los resultados emitidos en el presente Informe de Análisis corresponden a los ensayos solicitados y realizados a la muestra recibida descrita en el ítem 3.

SGS del Peru S.A.C.  
Maria Gracia Verand  
Agriculture, Food and Life

### REPORTE DE ANÁLISIS

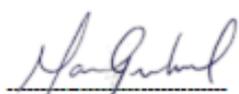
- |    |  |   |                                    |
|----|--|---|------------------------------------|
| 1. | A solicitud de   | : | ROGER RAMOS OCHOA                  |
| 2. | Análisis a realizar                                      | : | Determinación de Chlorpyrifos.     |
| 3. | Producto identificado como                               | : | SUELO 3                            |
| 4. | Cantidad de muestra recibida                             | : | 0.5 Kg.                            |
| 5. | Fecha de recepción de la muestra                         | : | 06 de marzo, 2020.                 |
| 6. | Características y condiciones de recepción de la muestra | : | En bolsa de plástico transparente. |
| 7. | Fecha de finalizados los análisis                        | : | 13 de marzo, 2020.                 |

De acuerdo con el Informe de Ensayo RM\*60137 de laboratorio tercero acreditado, los resultados se transcriben a continuación:

Determinación (*)	Unidad	Resultados	LOQ	Método de ensayo
Chlorpyrifos	mg/Kg	0,031	0.01	Analysis of multi-residues of pesticides by QuEChERS in fruits and vegetables, juices, wines and food with high fat content using GC-MS and LC-MS/MS

LOQ: Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en el presente Informe de Análisis corresponden a los ensayos solicitados y realizados a la muestra recibida descrita en el ítem 3.

  
SGS del Perú S.A.C.  
Maria Gracia Verand  
Agriculture, Food and Life

**INFORME DE ENSAYO  
SA2002040 Rev. 0**

Página 1 de 1

<b>A solicitud de:</b>	ROGER RAMOS OCHOA		
<b>Por cuenta de:</b>	ROGER RAMOS OCHOA		
<b>Producto descrito como:</b>	Suelos	<b>Cantidad Muestras:</b>	2
<b>Tipo de Análisis:</b>	ANALISIS QUIMICO	<b>Fecha de Recepción:</b>	14/10/2020
<b>Localidad de preparación:</b>	CALLAO	<b>Fecha de Ensayo:</b>	Del 14/10/2020 Al 23/10/2020
<b>Descripción del Estado y Condición de la Muestra:</b>	En bolsas de plástico engrapado		
	Suelos		
	Peso aprox. de 2070 a 2740 g húmedas.		
<b>Referencia Cliente:</b>	OL231275 ROGER RAMOS OCHOA		
<b>Notas:</b>	MUESTRAS RECIBIDAS		

Esquema	Método
SA_COND2H	SGS-MN-ME-190 /Abril 2015 Rev.02 / Suelos Agrícolas: Conductividad eléctrica
SA_CSA21V	SGS-MN-ME-207 / Marzo.2011 Rev.02 / Suelos Agrícolas: Materia Orgánica
SA_MOV1D	SGS-MN-ME-212/ Agosto-2014 Rev 01 / Suelos Agrícolas: Materia Orgánica por Volumetría - Método Walkley y Black
SA_PH32H	SGS-MN-ME-188 / Diciembre 2014 Rev.02 / Suelos Agrícolas: pH en agua
PMI_CHGR	Peso de Muestra Recibido

Elemento Esquema Unidad Límite de Detección	C.E. SA_COND2H dS/ m 0.01	C_Total SA_CSA21V % 0.01	C_ORG SA_CSA21V % 0.01	Materia Orgánica SA_MOV1D % 0.01	N_total SA_MOV1D % 0.01	pH (1:1 v/v) SA_PH32H 0.1	Peso Muestra PMI_CHGR g
SUELO /MUESTRA 1	2.53	1.48	1.31	2.04	0.10	7.4	2070
SUELO /MUESTRA 2	6.93	1.34	1.33	2.20	0.11	7.5	2740
DUP SUELO /MUESTRA 1	2.54	1.38	1.28	1.99	0.10	7.4	-

**Emitido en Callao-Perú el , 23/10/2020**

**Claudio Lizarbe Yllescas  
Jefe de Departamento  
C.I.P. 137983**

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definida en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas y 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. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 - Callao 1 | t(51-1) 517.1900 | f(51-1) 517.4089 | [www.pe.sgs.com](http://www.pe.sgs.com)

Miembro del Grupo SGS