



# Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**Bioacumulación de Cd y Pb en Trigo (*Triticum durum* L)  
Cosechados y Expuestos al Parque Automotor para Mejorar  
su Expendio - Abancay 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Saavedra Quispe, Neyder Omar ([orcid.org/0000-0002-9117-5791](https://orcid.org/0000-0002-9117-5791))

Valencia Díaz, Edwin Crosby ([orcid.org/0000-0001-7737-0833](https://orcid.org/0000-0001-7737-0833))

**ASESOR:**

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel ([orcid.org/0000-0001-7889-7928](https://orcid.org/0000-0001-7889-7928))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, a nuestros padres, hermanos y familiares, a cada uno de nuestros mentores quienes nos brindaron todos sus conocimientos para lograr culminar la carrera profesional, a nuestras amistades que nos acompañaron en toda la etapa universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos y darnos salud para poder cumplir nuestro objetivo de titulación y de todo el proceso que conlleva, a nuestros padres quienes nos dieron la vida y nos mostraron el camino para lograr cada objetivo trazado, a nuestros hermanos y familiares quienes estuvieron en cada uno de nuestros pasos y siendo sostén en cada momento que sea necesario.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| CARÁTULA.....  | i    |
| DEDICATORIA .....  | ii   |
| AGRADECIMIENTO .....   | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....  | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....   | vi   |
| RESUMEN.....   | vii  |
| ABSTRACT .....   | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....   | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....  | 5    |
| III. METODOLOGÍA .....   | 16   |
| 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....   | 17   |
| 3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....  | 17   |
| 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS .....  | 18   |
| 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....   | 20   |
| 3.5. PROCEDIMIENTOS.....   | 20   |
| 3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....  | 24   |
| 3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....  | 24   |
| IV. RESULTADOS.....  | 25   |
| 4.1. BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGO ( <i>Triticum durum L</i> ) COSECHADOS<br>26   |      |
| 4.2. BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGO ( <i>Triticum durum L</i> ) EXPUESTOS AL<br>PARQUE AUTOMOTOR.....  | 30   |
| 4.3. COMPARACIÓN DE LA BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGOS ( <i>Triticum<br/>        durum L</i> ) COSECHADOS Y EXPUESTOS AL PARQUE AUTOMOTOR..... | 32   |
| 4.4. PROPUESTA DE PLAN PARA MEJORA DE EXPENDIO DE CEREALES<br>(TRIGO).....   | 35   |
| 4.5. BIOACUMULACIÓN DE CD Y PB EN TRIGO ( <i>Triticum Durum L</i> ) COSECHADOS<br>Y EXPUESTOS AL PARQUE AUTOMOTOR.....                             | 35   |
| V. DISCUSIÓN.....  | 38   |
| VI. CONCLUSIONES .....   | 42   |
| VII. RECOMENDACIONES .....   | 44   |
| REFERENCIAS .....  | 46   |
| ANEXOS .....   | 55   |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. Población .....  | 18 |
| TABLA 2. Muestra .....  | 19 |
| TABLA 3. Muestreo .....   | 19 |
| TABLA 4. Resultados de la prueba de normalidad. ....  | 27 |
| TABLA 5. Resultados de Cd en (mg/kg) de muestras de trigo cosechados .....  | 28 |
| TABLA 6. Resultados de Pb en (mg/kg) de muestras de trigo cosechados .....  | 29 |
| TABLA 7. Resultados de Cd en (mg/kg) de muestras de trigo en puestos de expendio y expuestas al parque automotor..... | 30 |
| TABLA 8. Resultados de Pb en (mg/kg) de muestras de trigo en puestos de expendio y expuestas al parque automotor..... | 31 |
| TABLA 9. Resultados del aumento porcentual entre las muestras de chacra y puestos de expendio en el Cd. ....          | 32 |
| TABLA 10. Resultados del aumento porcentual entre las muestras de chacra y puestos de expendio en el Pb. ....         | 34 |
| TABLA 11. Resultados de la bioacumulación de Cd y Pb en trigo cosechados y expuestos .....                            | 36 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. Diagrama de flujo para determinar el Cd. ....  | 21 |
| FIGURA 2. Diagrama de flujo para determinar el Plomo. ....   | 22 |
| FIGURA 3. Incremento de la concentración de cadmio .....   | 33 |
| FIGURA 4. Incremento de la concentración de plomo .....  | 35 |
| FIGURA 5. Bioacumulación de Cd y Pb en muestras de trigo cosechados y<br>expuestos al parque automotor. .... | 37 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los niveles de bioacumulación de cadmio (Cd) y plomo (Pb) en trigo, cosechados y luego expuestos al parque automotor. Es de tipo aplicada, cuantitativa, no experimental y descriptiva transversal. Las muestras fueron obtenidas del distrito de Kishuara provincia Andahuaylas y del centro de abastos “Las Américas” del distrito de Abancay provincia Abancay, tres de cada lugar, para el análisis se utilizó la espectrofotometría de absorción atómica (técnica horno de grafito). Los resultados del Cd en trigos cosechados de la chacra 1 (0.009 mg/kg), chacra 2 (0.036 mg/kg), chacra 3 (0.061 mg/kg) y del Pb en la chacra 1 (0.089 mg/kg), chacra 2 (0.150 mg/kg) y chacra 3 (0.110 mg/kg). Llevados al expendio, el contenido para el Cd en el puesto 1 (0.044 mg/kg), puesto 2 (0.055 mg/kg), puesto 3 (0.081 mg/kg) y para Pb en el puesto 1 (0.245 mg/kg), puesto 2 (0.235 mg/kg) y puesto 3 (0.197 mg/kg). Concluyendo que la comparación entre trigos cosechados y llevados a los puestos de expendio existe un incremento porcentual en Cd 71.43% y en Pb 94.83%.

**Palabras clave:** Cadmio, Plomo, bioacumulación, espectrofotometría de absorción atómica.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the bioaccumulation levels of cadmium (Cd) and lead (Pb) in wheat, harvested and then exposed to the vehicle fleet. It is an applied, quantitative, non-experimental and descriptive cross-sectional study. The samples were obtained from the district of Kishuara, Andahuaylas province, and from the "Las Américas" supply center in the district of Abancay, Abancay province, three from each place, using atomic absorption spectrophotometry (graphite furnace technique) for the analysis. The results for Cd in wheat harvested from farm 1 (0.009 mg/kg), farm 2 (0.036 mg/kg), farm 3 (0.061 mg/kg) and for Pb in farm 1 (0.089 mg/kg), farm 2 (0.150 mg/kg) and farm 3 (0.110 mg/kg). Taken to the outlet, the content for Cd in stall 1 (0.044 mg/kg), stall 2 (0.055 mg/kg), stall 3 (0.081 mg/kg) and for Pb in stall 1 (0.245 mg/kg), stall 2 (0.235 mg/kg) and stall 3 (0.197 mg/kg). It is concluded that the comparison between wheat harvested and taken to the retail outlets there is a percentage increase in Cd 71.43% and in Pb 94.83%.

**Keywords:** Cadmium, Lead, bioaccumulation, atomic absorption spectrophotometry.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas socio ambientales es la súper población y el impacto que trae consigo al ambiente como también a la salud de las personas, en la actualidad según (WORDLDOMETERS, 2021) hay 7. 9 mil millones de habitantes en el mundo y para el 2050 se estiman 9. 7 mil millones, el Perú cuenta con 32 millones de habitantes y en Apurímac 405 759 que representa el 1.4% según el último censo (INEI, 2018). Este aumento poblacional tiene como consecuencia el incremento del parque automotor, mayor demanda de alimentos y recursos naturales. El parque automotor en el mundo según (Kondo Marie 2021) tiene 1. 42 millones de vehículos, en el Perú para el 2019 se registraron en (SUNARP 2020) 701 681 vehículos y en Apurímac 1 147.

Los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, emisiones evaporativas y emisiones por el tubo de escape, así como emisiones de partículas por el desgaste de los frenos como de las llantas. El Plomo (Pb) se encuentra en la emisión por el tubo de escape ya que se emplea como antidetonante en la gasolina (INE-SEMARNAT 2006), el Cadmio (Cd) está presente en la combustión de aceite y gasolina (Nordberg et al. 2001).

Los principales inconvenientes de la retención de plomo (Pb) son la encefalopatía, los problemas de desarrollo fetal, neurofisiológicos, auditivos, la fluctuación del pulso, la palidez, la hipertensión y la inmunosupresión.(Skerfving y Bergdahl 2015); y en Cadmio (Cd): náuseas, vómitos, dolores abdominales, diarrea intensa con colapso, daños en huesos y los riñones (García Pérez y Cruz Azcona 2012).

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria teniendo en cuenta los efectos tóxicos del Cadmio estableció una ingesta semanal tolerable de Cd de 2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal (Comisión Europea 2021), por otra parte adoptó un dictamen sobre el Plomo en los alimentos, hay varios parámetros críticos, como la neurotoxicidad para el desarrollo y la neurotoxicidad en adultos, por lo tanto, no puede deducirse que haya una ingesta semanal tolerable (REGLAMENTO (UE) 2021/1317 2021).

Los metales se encuentran en el ambiente de manera natural y antrópica, cumplen una función importante dentro del sistema terrestre y en los organismos que habitan de ella; en este último se encuentran los seres humanos quienes requieren de concentraciones reducidas de ciertos metales pesados para

algunas de sus funciones biológicas (Londoño Franco, Londoño Muñoz y Muñoz García 2016). Existen varias formas de contaminación con estos metales, uno de ellos es la ingestión de alimentos contaminados. En el caso de que éstos contengan focos algo elevados, pueden actuar de forma adversa, causando graves daños dietéticos, toxicológicos y, sorprendentemente, oncológicos en las personas y problemas eco tóxicos en el ambiente. (Ferré-Huguet et al. 2007).

El grano que tomamos (trigo) como muestra en esta investigación se cosecharon en campos agrícolas que tienen poca exposición al parque automotor, en la Avenida Venezuela de la ciudad de Abancay, donde se encuentra el mercado Las Américas y se expende alimentos es una de las zonas más transitadas por automóviles y vehículos pesados los mismos que producen contaminación, se requiere determinar cuál es el nivel de contaminación por la concentración de metales pesados absorbidos debido al parque automotor. (MINAN, 2015), indica, que el aire de esta avenida no se encuentra en las condiciones óptimas para el ecosistema.

Como **problema general** de la investigación se plantea ¿Cuál es la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados y expuestos al parque automotor para la mejorar su expendio - Abancay 2022? Además de los **problemas específicos**: ¿Cuál es la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados? ; ¿Cuál es la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) en puestos de expendio?; ¿La comparación de la bioacumulación de Cd y Pb del trigo (*Triticum durum L*) cosechados y llevados a puestos de expendio y expuestos al parque automotor?; ¿Cuál es la propuesta de plan para la mejorar el expendio de trigo (*Triticum durum L*) que disminuirá la bioacumulación de Cd y Pb?

La justificación desde el punto de vista teórico se tiene la información suficiente sobre la acumulación de Cd y Pb en trigo para ello se utilizó técnicas espectrofotométricas de absorción atómica, que garantiza los resultados de análisis de las muestras respectivas; esta investigación se justifica socialmente debido a que los resultados obtenidos permitirán tomar medidas de precaución frente a la polución ambiental por el parque automotor y a la acumulación de metales pesados (Cd y Pb) en alimentos expendidos al parque automotor con fines de proteger la salud de la población que se provee de alimentos de estos centros de expendios cercanos al parque automotor; ambientalmente los

resultados permitirán tomar medidas de precaución sobre la contaminación por Cd y Pb generada por el parque automotor; técnicamente se justifica porque se incluyen métodos de análisis de metales pesados como la técnica espectrofotométrica (horno de grafito) amigables con el ambiente; económicamente, las políticas tomadas frente a la contaminación por Cd y Pb permitirán reducir los gastos del consumidor (familias) en aspectos de la salud. Asimismo, se planteó como **objetivo general**: Determinar el nivel de bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados y expuestos al parque automotor para la mejorar su expendio - Abancay 2022. Además de los **objetivos específicos**: Determinar la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados; Determinar la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) llevados a puestos de expendio y expuestos al parque automotor; Comparar la bioacumulación de Cd y Pb del trigo (*Triticum durum L*) cosechados y llevados a puestos de expendio y expuestos al parque automotor; Presentar una propuesta de plan para la mejora del expendio de trigo (*Triticum durum L*) que disminuirá la bioacumulación de Cd y Pb.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Schencke, (2010) estudio los metales pesados (Pb, Hg, Cd, As, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg y Fe) fundamentales y no fundamentales para el ser humano, en el arroz (*Oryza sativa*) y el trigo (*Triticum aestivum*). Los focos obtenidos para los metales fundamentales (Cu, Mn, Zn, Ca, Mg y Fe) en ejemplos de arroz (*Oryza sativa*) y trigo (*Tas qritricum aestivum*) estaban dentro de las calidades dadas. La presencia de As se encontró en todos los ensayos de arroz revisados. En el total de los ejemplos disecados, tanto el arroz como el trigo los rangos de fijación obtenidos fueron: Hg (0 - 0,03 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Cd (0 - 0,58 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, As (0 - 0,98 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Cu (1,55 - 3,00 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Mn (6. 24 - 11, 8 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Zn (6,93 - 19,2 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Ca (15,3 - 409 mg kg - 1) peso seco, Mg (158 - 1091 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco, Zn (6,93 - 19,2 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco.

Díaz-Aguilar et al., (2001) evaluó los efectos del aumento de las concentraciones de metales en brotes, espigas y semillas de trigo para comprender los procesos fisiológicos de toxicidad de las plantas causados por el plomo. Las dosis de plomo aplicadas fueron de 10, 20, 50 y 100 mg Pb L<sup>-1</sup> en cultivo hidropónico. Se observaron los siguientes cambios en las etapas de desarrollo de la planta: madurez vegetativa, de espiga y fisiológica. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el análisis discriminante canónico. Con base en el análisis de brotes y espigas, se presentaron altas concentraciones de Pb en la etapa de madurez fisiológica, con las dosis de 50 y 100 µg g<sup>-1</sup>. La concentración de 1915.2 µg Pb g<sup>-1</sup> en la materia seca de los brotes redujo el peso seco de la planta en un 34%, y también provocó una disminución de los nutrientes de las plantas como N, P, Zn y Fe en los brotes y espigas. La semilla solo acumuló 111.7 µg Pb g<sup>-1</sup>, este hecho sugirió que concentraciones muy altas de Pb en la solución nutritiva podrían incrementar las concentraciones en las semillas. La cantidad de semillas producidas por las plantas tratadas con 10 y 20 µg Pb L<sup>-1</sup> fue similar a las plantas testigo, que solo contenían trazas de Pb.

Bouziani et al., (2019) Los objetivos de esta revisión son probar el impacto de un rango de fijación de cadmio de 0 a 200 mg L<sup>-1</sup> Cd<sup>+2</sup> en los límites de germinación de dos surtidos de trigo harinero Anza e Hiddab. Los resultados muestran que la fitotoxicidad aumenta, según la expansión del Cd compacto en la tasa de germinación, la longitud de las raíces y los brotes, el peso seco de las raíces y los brotes y el archivo de resistencia en contraste con el control para los

dos surtidos considerados; no obstante, el surtido Hiddab presenta una mayor capacidad de respuesta en contraste con el surtido Anza. El impacto inhibitor del cadmio en la etapa de germinación podría continuar en las fases de alto nivel del ciclo de la planta y ajustar sus puntos de vista fisiológicos.

Idrees, (2015) este estudio tenía por objeto evaluar el impacto del Cd en los cultivos de trigo (*Triticum aestivum* L.) NARC-11 y Galaxy en el marco de la acuicultura. Se evaluó el impacto de tres agrupaciones de CdCl<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O (150 μM, 200 μM y 250 μM) en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas. La revisión duró 36 días y las fijaciones de Cd se aplicaron después de un lapso de tiempo de 7 días. La configuración del ensayo fue aleatoria. Los resultados mostraron que el Cd compacto disminuyó en conjunto la germinación de las semillas (20 % y 30 %), el peso de las plántulas nuevas (32 % y 28 %) y secas (31 % y 30 %), la longitud del tallo (13 % y 14 %) y de la raíz (12,5 % y 9,5 %), el contenido completo de clorofila (10 % en ambos), el contenido relativo de agua (24 % y 36 %) y la fiabilidad de la membrana (18,5 % y 27 %) en NARC-11 y Galaxy. Se observó un destacado contraste en los dos surtidos de trigo.

Insuasty et al., (2006) probaron la versatilidad del cadmio en los suelos desarrollados por el trigo con muestras de testigos de algunos suelos con barrena se tomaron 11cm de diámetro y 40cm de longitud. En estas muestras de suelo, 0, 50, 100 y Se les aplicó 150 ppm de cadmio y se incubaron durante 4 meses bajo capacidad de campo más tarde, el contenido de Cd total y Cd intercambiable en el superior, Se analizó la parte mediana e inferior de los núcleos. El contenido total de cadmio en control no superar el límite permisible establecido por la OMS-FAO que es de 3 ppm de cadmio. Los La concentración más alta de cadmio aplicada en la forma de Cd total y Cd intercambiable fue se encuentra en el tercio superior de los núcleos, lo que indica una baja movilidad del elemento en el perfil del suelo.

Regalado et al., (2019) investigaron la presencia de impurezas de contaminantes químicos (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn, Cianuro y hg) en los ejemplares de *Solanum tuberosum* "Patata", *Triticum aestivum* "Trigo" y *Lupinus mutabilis* "Tarwi" procedentes de la actividad minera de Shiracmaca, Huamachuco. Por este motivo, se han realizado análisis de peso no inmovilizados en ejemplares de *Solanum tuberosum* "Patata", *Triticum aestivum* "Trigo" y *Lupinus mutabilis* "Tarwi", a partir de 54 ejemplares de cada uno de ellos, utilizando la técnica de

absorción atómica para determinar el Cu, el Pb, el Cd, el Fe y el Zn. Los resultados encontrados en los ejemplares de *Solanum tuberosum* "Patata" reportan convergencias normales de 109,8 mg/kg en hierro, en los ejemplares de *Triticum aestivum* "Trigo" reportan centralizaciones normales de 54,40 mg/kg en cadmio, y en los ejemplares de *Lupinus mutabilis* "Tarwi" reportan agrupaciones normales de 75,54 mg/kg en hierro, mostrando que están por encima de los niveles razonables respectivamente.

Salous et al, (2018) evaluaron la presencia de Cd, Pb y ocratoxina en la harina de las cáscaras de los surtidos de cacao Nacional Arriba (local, fino o de olor) y Colección Castro Naranjal (CCN 51) de Ecuador, para su uso en la elaboración de golosinas y pan. Se tomaron cinco ejemplares de 2000 g cada uno de 5 partes distintas para cada surtido de cacao en dos empresas de cacao en el territorio del Guayas. Los ejemplares fueron molidos con una fábrica Oster, homogeneizados y 700 g de las cáscaras molidas de cada surtido de cacao fueron embutidos en paquetes de polietileno de bajo espesor para el aseguramiento de cadmio, plomo y ocratoxina. Consecuencias del aseguramiento del cadmio y del plomo en la harina de las estructuras de cacao CCN 51 (Cd 0,54 mg kg<sup>-1</sup> y Pb 0,17 mg kg<sup>-1</sup>), Después efectos del aseguramiento del cadmio y del plomo en la harina de los cuerpos de cacao de Nacional Arriba (Cd 1,11 mg kg<sup>-1</sup> y Pb 0,34 mg kg<sup>-1</sup>).

Maldonado, (2018) en el objetivo de su estudio fue evaluar las concentraciones completas de Ar y Cd en el arroz para reconocer el nivel de contaminación presente en este alimento. Las pruebas de arroz fueron recogidas en la zona de Guayaquil. Los ejemplares fueron manipulados y disecados utilizando el método de Espectroscopia Absorción Atómica con Horno de Grafito (GFAAS). Las consecuencias del foco del disco compacto fueron de 0,060 ± 0,038 mg/kg, y fueron de 0,011 a 0,124 mg/kg, estas cualidades están por debajo de la mayor convergencia de 0,500 mg/kg.

López et al., (2017) estudio la contaminación por cadmio y plomo en la soya de cuatro de los sectores comerciales fundamentales de Guayaquil, así como en la soya en polvo y líquida que se vende en las principales tiendas de comestibles. Una vez elegidos los ejemplares, se llevaron al Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales de la Universidad de Guayaquil (IIRN), donde se

manipularon y diseccionaron por espectrofotometría de absorción atómica de llama (Perkin-Elmer Analyst100), convergencias de hasta  $0,183 \pm 0,044$  mg/Kg de Cd y  $3,066 \pm 1,240$  mg/Kg de Pb en el grano,  $0,151 \pm 0,043$  mg/Kg de Cd y  $6,390 \pm 2,470$  mg/Kg de Pb en el polvo y  $0,496 \pm 0,038$  mg/Kg de Pb en la soja fluida, siendo el punto de corte razonable más extremo  $0,20$  mg/Kg para el Cd y el Pb según la Asociación Europea.

Jara, (2020) evaluaron la presencia de Cadmio (Cd) en un cultivo de arroz a nivel de suelo, al momento de la siembra, y en el grano cosechado, en un espacio situado en el municipio de Canaguaro, distrito de Granada, Colombia. Las pruebas del suelo y del arroz paddy se adquirieron en el campo. Por lo tanto, se enviaron a un laboratorio autorizado por el ICA para su examen utilizando el método ICP-OES; se eligió este procedimiento por ser uno de los más vigorosos y flexibles, que permite reconocer y medir las contaminaciones metálicas de manera particular y en los niveles esperados. De ello se desprende que la tierra tiene focos de Cadmio que están dentro del ámbito de  $0,01$ - $2$  mg/kg, valores considerados típicos para suelos según indica la EPA de EEUU. Por otro lado, se encontró que los focos de Cadmio en el arroz con cáscara superaron los niveles establecidos por la FAO de  $0,4$  mg/kg. En el tejido foliar, se encontraron agrupaciones de  $10,4$  y  $38,8$  mg/kg de Cadmio en el arroz con cáscara, información obtenida en las fincas en estudio.

Nikazar et al., (2005) estudio la absorción de Pb, Cd y Cr sobre paja y salvado de trigo empleando técnicas de columna. Se investiga el efecto del pH, la concentración inicial de metales, la cantidad de adsorbente, la temperatura, el tamaño medio de partícula de la paja y la velocidad de flujo de la disolución sobre la adsorción de plomo, cadmio y cromo por la paja y el salvado de trigo. El modelo de *Freundlich* es el que mejor representa los datos de las isothermas de equilibrio. Se observa que la adsorción de Pb, Cd y Cr aumenta al crecer el pH, y disminuye cuando se aumenta la temperatura y la velocidad de flujo de la disolución. Se obtienen las condiciones óptimas (pH=4 (plomo y cadmio), pH=2 (cromo), concentración inicial de metales pesados =  $10$  ppm, temperatura =  $25$  OC, velocidad de flujo =  $10$  ml/min, cantidad de adsorbentes =  $40$  gr/l) para conseguir el máximo de adsorción.

Hualán et al., (2019) En la presente investigación cuantificó la cantidad de arsénico y cadmio en 30 bebidas preparadas a base de quinua, comercializada en el distrito de Santa Anita – Lima Metropolitana. Para obtener la concentración se empleó la técnica de Absorción Atómica con Horno de Grafito. La recolección se realizó en 3 puntos del distrito elegidos al azar: Cruce de la Av. Industrial con Av. Las Torres, cruce de la Av. Marie Curie con Av. Luis Pasteur y el cruce de la Av. Marie Curie con Av. Gutenberg. Se obtuvo un promedio los niveles encontrados, para arsénico se obtuvo 0.048 ppm cuyo punto mayor es de 0.0875 ppm y el menor 0.0109 ppm; para el cadmio se obtuvo 0.031 ppm, un punto mayor de 0.1189 ppm y uno menor de 0.0108 ppm.

Huamani et al., (2012) en este trabajo se evaluó la bioacumulación de Cd, Cr, Pb, As y Hg en cultivos de las municipalidades de Actopan e Ixmiquilpan, en el Valle del Mezquital, estado de Hidalgo. Se tomaron muestras de cultivos mayoritarios como nopales, magueyes, habas y maíz, cultivados en diferentes variedades de suelos con texturas variadas y que son regados con aguas negras. Se encontraron concentraciones elevadas de Pb (valores hasta 22.86 mg kg<sup>-1</sup>) y relativamente altas en As y Hg (valores hasta 0.69 y 1.45 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente), por lo cual es necesario emprender acciones con el fin de restaurar tanto la calidad del agua de riego, así como de los suelos sobre los cuales se siembran dichos cultivos. Para los restantes metales, se pueden considerar bioacumulaciones de nivel bajos. Hace falta mayor investigación respecto a los factores que rigen la bioacumulación selectiva de elementos traza en los cultivos, ya que existe mucha controversia respecto a los mecanismos que gobiernan el paso de dichos elementos desde un medio contaminado hacia los cultivos.

Chambi, (2015) El presente trabajo tiene por objeto determinar cuantitativamente la presencia de hierro en sus estados y también la presencia de metales pesados en harinas de trigo fortificado por el método espectrofotométrico de Ultravioleta-Visible, absorción atómica a llama y absorción atómica por horno grafito, además la estandarización del método de determinación de sulfato ferroso en harinas de trigo fortificado. El análisis de metales pesados se realizó en diferentes puntos 28 muestras de vigilancia del departamento de Oruro y La Paz (EMAPA). Los niveles permisibles de arsénico en los alimentos de consumo humano son de 1,0 (mg/kg), Cadmio 0.2 (mg/kg) y Plomo 0,2 (mg/kg). Las concentraciones de

Arsénico van en rangos de (0.45 a 1.80 mg/kg), en Cadmio las concentraciones van en rangos de (0.03 a 0.09 mg/kg) y en plomo las concentraciones van en rangos de (0.11 a 0.88 mg/kg).

Tejera et al., (2013) estudio y determino el contenido de doce metales en 50 muestras de harina de trigo procedentes de una industria harinera. Se analizaron los macroelementos sodio, potasio, magnesio y calcio, los microelementos manganeso, hierro, cobre, zinc, cromo y níquel y los elementos traza tóxicos cadmio y plomo. Se determinó la ingesta diaria estimada de cada metal y su contribución porcentual a las IDRs (macro y microelementos) y a las PTWIs (elementos tóxicos). La contribución de las PTWIs para el Cd y Pb fue muy baja y se determinó en harina de trigo A concentraciones de Cd  $0.027 \pm 0.002$  mg/kg y concentraciones Pb  $0.037 \pm 0.013$  mg/kg, en la harina de trigo B concentraciones de Cd  $0.023 \pm 0.002$  mg/kg y concentraciones de Pb  $0.056 \pm 0.045$  mg/kg.

Cuba, (2018) en su investigación tuvo por finalidad, el análisis de papa Rosada Única sembrada, recolectadas de chacras del distrito de Yura y muestras de papa Rosada Harinosa, obtenidas de mercados del mismo distrito, en los años 2016, 2017 y 2018, con la finalidad de determinar su valor nutricional, así como cuantificar plomo por espectroscopía de absorción atómica. Como resultado del análisis del plomo de papa Rosada Única en Julio del 2017 se obtuvo una concentración de 11.52 mg/kg, sin embargo, en enero del 2018 la concentración fue de 0.20 mg/kg. Por otro lado, en papa Rosada Harinosa, en Julio del 2017 se obtuvo una concentración de 14.43 mg/kg, sin embargo, en enero del 2018 la concentración fue de 10.54 mg/kg. Así pues, todas las muestras de papa analizadas en el presente proyecto se encuentran por encima de los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius para tubérculos que es de 0.1 mg/kg.

Durán et al., (2019) estudio la concentración de metales en muestras de suelo y trigo regado con agua residual tratada (ART) de la PTAR - "Arenitas" localizada en el Valle de Mexicali, Baja California, México. Se seleccionaron dos parcelas; una regada con ART y otra con agua fresca. Se determinó la concentración de metales totales y extractables en muestras. La concentración promedio de metales totales en suelo regado con ART fueron para Cd  $1.66 \pm 0.01$ ; Cr  $24.14 \pm 1.56$ ; Cu  $31.20 \pm 3.04$ ; Pb  $37.20 \pm 3.44$ ; Zn  $78.46 \pm 8.00$  y Ni  $28.37 \pm 1.82$ ,

expresados en mg/kg. La prueba Tukey indica un nivel de significancia alto entre ambas parcelas ( $p < 0.05$ ). Se concluye que la concentración de metales extractables en muestras de suelo se encuentra abajo de los límites permisibles la Norma Oficial Mexicana NOM-021 SEMARNAT-2000. Las concentraciones de Pb y Cd en planta y semilla de trigo se encontraron arriba de los límites establecidos por la US-EPA (2012). La concentración de metales totales en muestras de planta y semilla de trigo de este estudio presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre trigo regado con ART y trigo regado con AF los valores de concentración promedio. En Planta AF Pb  $2.82 \pm 0.21$ , Cd  $0.54 \pm 0.03$ , ART Pb  $2.46 \pm 0.28$ , Cd  $0.42 \pm 0.06$  y en semilla AF Pb  $1.53 \pm 0.42$ , Cd  $0.54 \pm 0.03$ , ART Pb  $2.31 \pm 0.44$ , Cd  $0.29 \pm 0.03$ .

Los metales pesados se consideran probables venenos ecológicos, y entre sus atributos más normales están la persistencia, la bioacumulación, la biotransformación y la alta toxicidad (Rodríguez-Heredia 2017).

La absorción de estos metales posiblemente venenosos en la planta depende de los atributos físicos y químicos de la tierra, y de las especies desarrolladas (Li et al. 2018). En el momento en que se encuentran en la cadena alimenticia, pueden bioacumularse hasta convertirse en peligrosas, donde los consumidores pueden sufrir consecuencias de bienestar por su ingestión (Siegel 2002). La Agencia de Protección ambiental elaboró una lista de contaminaciones necesarias y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer decidió una lista de pruebas distintivas de los peligros cancerígenos para las personas que están divididos en grupos: Grupo 1: Carcinogénico para humanos; Grupo 2: A: Probablemente carcinogénico para humanos; Grupo 2B: posiblemente carcinogénico para humanos; Grupo 3: No clasificado como carcinogénico para humanos (International Agency for Research on Cancer IARC 2021).

El cadmio (*cadmia en latín y kadmeia en griego, que significa "calamina", antiguo nombre del carbonato de zinc*) fue encontrado en Alemania en 1817 por Friedrich Stromeyer como contaminante en el carbonato de zinc (Ramírez 2013), es un xenobiótico, por lo tanto, un metal venenoso y superfluo para la entidad orgánica que se acumula en los tejidos y es retenido a través de los sistemas respiratorio y gastrointestinal. Las intoxicaciones de cadmio son resultado de la apertura natural y moderna, encontrándose en ciertas fuentes de alimentos, en el humo

del tabaco, en el humo de los vehículos y en el comportamiento del aire de las aglomeraciones metropolitanas (Pérez et al. 2005).

El plomo (Pb) es un metal pesado que se describe por sus impactos venenosos en la parcela gastrointestinal, en el sistema renal y en el sistema nervioso central y periférico, así como la obstrucción con sistema enzimáticos (Rubio 2004), El Pb tiene la capacidad de bioacumularse, por lo que su fijación en las plantas y criaturas se amplía a lo largo de la cadena alimenticia. (Halliwell, Turoczy y Stagnitti 2000) con lo cual puede penetrar en el organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y cutánea, siendo ésta última de escasa proporción (Abadin et al. 2002), el plomo que llega a la piel pasa a través de los folículos pilosos y los órganos sebáceos y sudoríferos directamente al sistema circulatorio; en la especie humana la asimilación del plomo a través del curso de la respiración interna es insignificante en contraste con el curso relacionado con el estómago (Klaassen C.D.(Ed.) 2013).

Para diseccionar los metales en los alimentos, utilizamos procedimientos de espectrometría de emisión atómica. Se utilizan procedimientos y equipos excepcionalmente modernos, ya que es importante llegar a límites de localización extremadamente bajos, en la solicitud de 1 ppm (parte por millón). Para comprender lo que significan estos límites de localización, tenemos este modelo: es algo similar reconocer niveles de 1ppm, que distinguir un grano de arroz en 30Kg, por cierto, es lo mismo, encontrar un grano de arroz perdido entre 30 fardos ordinarios de 1 Kg. Sin embargo, estos métodos tendrían la opción de llegar a niveles múltiples veces inferiores, a pesar de que no es necesario para nuestras motivaciones (AINIA 2011).

La espectrofotometría de absorción atómica, es una estrategia instrumental de investigación que decide un amplio surtido de componentes, principalmente metálicos. La norma de esta estrategia es la estimación de la energía consumida por el componente compuesto no del todo establecido después de que una radiación de luz monocromática particular es episodio en un ejemplo que contiene ese componente. El retenido no enteramente establecido por el contraste entre la radiación de ocurrencia (inicio) y la radiación después de la colaboración con el ejemplo. La iota comprende un núcleo englobado por electrones. Cada componente tiene un número particular de electrones

relacionados con el núcleo nuclear en una construcción orbital que es especial para cada componente. Los electrones poseen situaciones orbitales de forma ordenada y sin sorpresas. El diseño electrónico más estable de una molécula, que además tiene la menor energía, se caracteriza por ser el "estado básico". En el caso de que se aplique energía con una frecuencia específica ( $\lambda$ ) a una partícula en el espacio de tierra, esta energía será consumida por la molécula y un electrón será elevado a un orbital de mayor energía, llegando la ión a una configuración menos estable (estado energizado). Esta interacción se denomina retención nuclear. En vista de la capacidad de una molécula para retener la luz en frecuencias explícitas, se crea el método científico instrumental llamado Espectrofotometría de Absorción Atómica (Martínez 2020).

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) son caracterizados por el reglamento ecológico peruano como "la fijación o nivel de componentes, sustancias o límites físicos, compuestos y naturales que describen una emanación o un flujo de salida, que al ser sobrepasados pueden hacer daño al bienestar, a la asistencia gubernamental humana y al ambiente". El rasgo principal de las LMP es que su cumplimiento es legítimamente exigible; es decir, el titular de la acción útil que no las consienta puede ser objeto de una autorización (MAE 2010).

Bioacumulación en toxicología, la bioconcentración o bioacumulación es el proceso de acumulación de sustancias sintéticas en los seres vivos con el objetivo de que lleguen a fijaciones más altas que los focos en el clima o en los alimentos. Las sustancias propensas a la bioacumulación alcanzan focos cada vez mayores a medida que se asciende en el nivel trófico en el orden jerárquico establecido. Dependiendo de la sustancia, esta agregación puede producirse a partir de fuentes abióticas (suelo, aire, agua) o bióticas (otras formas de vida). Las principales vías de presentación de una sustancia compuesta en una forma de vida viva son la respiratoria, la estomacal y la tegumentaria.

Los bioacumuladores son seres vivos dotados de la capacidad de asimilar sustancias específicas del clima y almacenarlas dentro de sus propios tejidos sin matarlas mediante ciclos metabólicos. La principal utilización de estas formas de vida es como bioindicadores: observando las sociedades de bioacumuladores es posible evaluar el nivel de contaminación de los sistemas biológicos,

investigando variables como la presencia de metales pesados (plomo, vanadio, cadmio, cromo, zinc, níquel, manganeso), hidrocarburos, otras sustancias nocivas y componentes radiactivos, por ejemplo, el cesio-137 (**Gappa, 2008**)

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, Cruz, Velázquez y Briones (2019) considera confrontar la teoría con la realidad, utilizando los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general, además del bagaje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina. En tal sentido, esta investigación utilizó los conocimientos de la especialidad para determinar los contenidos de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*), cuyas elevadas concentraciones afectan la salud del consumidor.

Es de enfoque cuantitativo porque representa un conjunto de procesos de forma secuencial y probatoria, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) ya que la investigación identificó en trigo (*Triticum durum L*) presencia de Cd y Pb usando la espectrofotometría de absorción atómica.

Este trabajo de investigación es de diseño no experimental, descriptivo transversal, porque especifica las características del proceso de contaminación del trigo (*Triticum durum L*) expuestos al parque automotor de la ciudad de Abancay y del distrito de Kishuara, estimó la cantidad la cantidad de contaminantes de Cd y Pb Hernández, Fernández y Baptista (2014).

### **3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN**

(Ver Anexo 1)

**Variable independiente:**

**Bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados y expuestos al parque automotor**

Producto natural o elaborado susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable para el consumo (FAO 2013).

**Variable dependiente:**

**Mejorar en el expendio de alimentos**

El expendio de alimentos es un establecimiento destinado a la venta de alimentos para consumo humano, el establecimiento deberá cumplir con los requisitos sanitarios que garanticen la inocuidad de los alimentos que se ofrecen al consumidor (Saludpasto.gov.co 2018).

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS

#### Población

Está conformada por el trigo proveniente del distrito de Kishuara, alejado de vías de comunicación y de la población (baja polución ambiental) y provenientes del centro de abastos “Las Américas” de la ciudad de Abancay (alta polución ambiental) tal como se muestras en la Tabla 1.

**TABLA 1. Población**

| CHACRA (Kishuara) |                | MERCADO (Abancay) |               |
|-------------------|----------------|-------------------|---------------|
| T R I G O         |                |                   |               |
| CHACRA 1          | 450 kg         | PUESTO 1          | 100 kg        |
| CHACRA 2          | 500 kg         | PUESTO 2          | 120 kg        |
| CHACRA 3          | 350 kg         | PUESTO 3          | 80 kg         |
| <b>TOTAL</b>      | <b>1300 kg</b> | <b>TOTAL</b>      | <b>300 kg</b> |

La Tabla 1 representa la población que considera el total de la producción de cada chacra y de la cantidad total del cual se expenden en cada puesto del centro de abastos.

#### Muestra

Se tomó la cantidad de 6 muestras, 3 de parcelas agrícolas del distrito de Kishuara y 3 del centro de abastos “Las Américas” de Abancay los que fueron analizados en los laboratorios de la UNAMBA y laboratorios privados tal como se muestras en la Tabla 2.

**TABLA 2. Muestra**

| <b>CHACRA (Kishuara)</b> |      | <b>MERCADO (Abancay)</b> |      |
|--------------------------|------|--------------------------|------|
| T R I G O                |      |                          |      |
| CHACRA 1                 | 1 kg | PUESTO 1                 | 1 kg |
| CHACRA 2                 | 1 kg | PUESTO 2                 | 1 kg |
| CHACRA 3                 | 1 kg | PUESTO 3                 | 1 kg |
| SUBTOTAL                 | 3 kg | SUBTOTAL                 | 3 kg |

La tabla 2 presenta las cantidades de muestra de las parcelas agrícolas representadas por chacra 1, chacra 2, chacra 3 haciendo un total de 3 kg. Estas parcelas agrícolas están ubicadas en el distrito de Kishuara – provincia Andahuaylas.

Las muestras extraídas de los puestos de expendio de cereales (trigo) están representados por puesto 1, puesto 2, puesto 3, haciendo un total de 3 kg. Estos puestos de expendio se ubican en centro de abastos “Las Américas” de la ciudad de Abancay – provincia de Abancay.

### **Muestreo**

Se realizó el muestreo de trigo proveniente de 3 parcelas agrícolas del distrito de Kishuara – provincia Andahuaylas como también muestras de 3 puestos de expendio del centro de abastos “Las Américas” en la ciudad de Abancay – provincia de Abancay, los cuales en todos los casos el muestreo fue probabilístico como se aprecia en la tabla 3.

**TABLA 3. Muestreo**

| <b>CHACRA (Kishuara)</b> |      | <b>MERCADO (Abancay)</b> |      |
|--------------------------|------|--------------------------|------|
| T R I G O                |      |                          |      |
| CHACRA 1                 | 1 kg | PUESTO 1                 | 1 kg |
| CHACRA 2                 | 1 kg | PUESTO 2                 | 1 kg |
| CHACRA 3                 | 1 kg | PUESTO 3                 | 1 kg |

La tabla 3 indica las cantidades de muestra obtenidas de cada chacra y cada puesto de expendio los cuales luego de ser empacados y rotulados se trasladó

al laboratorio para que posteriormente ser analizadas como se muestra en el Anexo 10.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis es el trigo (*Triticum durum L*) proveniente de parcelas agrícolas del distrito de Kishuara y del centro de abastos “Las Américas” de la ciudad de Abancay.

## **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **Técnicas**

Se utilizó la técnica de observación en el pesaje de las muestras y de los resultados de los análisis en el laboratorio la cual se basa en categorías, conceptos, variables o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que alteremos el objeto de investigación, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos (Moreno Tapia 2014).

### **Instrumentos**

Validación por especialistas.

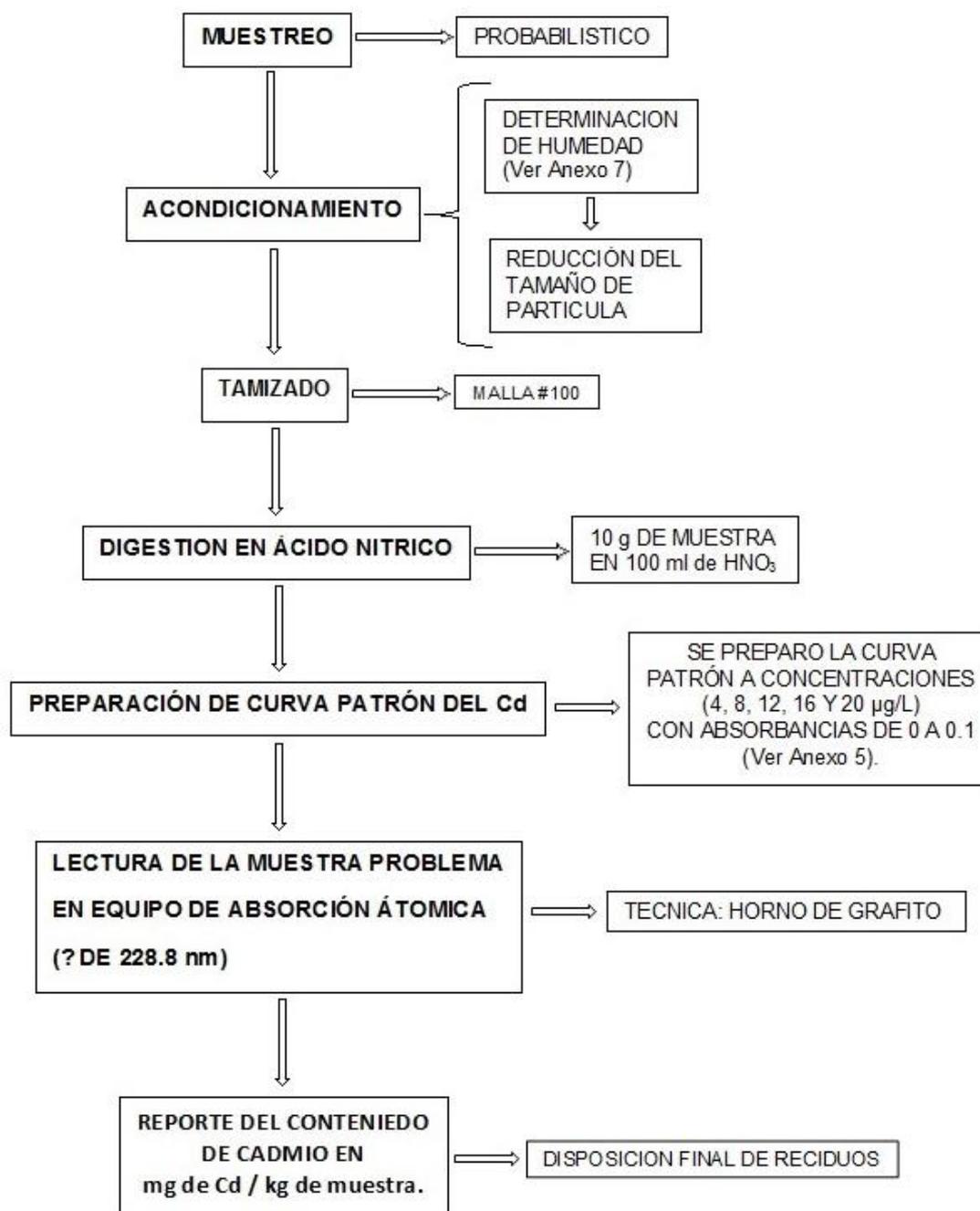
Los instrumentos utilizados fueron la toma de muestras, la cual fue probabilística; la estadística para poder saber la cantidad de automóviles. (Ver Anexo 2)

## **3.5. PROCEDIMIENTOS**

### **Ubicación**

El procedimiento se realizó en el departamento de Apurímac provincia de Andahuaylas distrito Kishuara y en la provincia de Abancay distrito de Abancay en el mercado Las Américas. (Ver Anexo 3, 4)

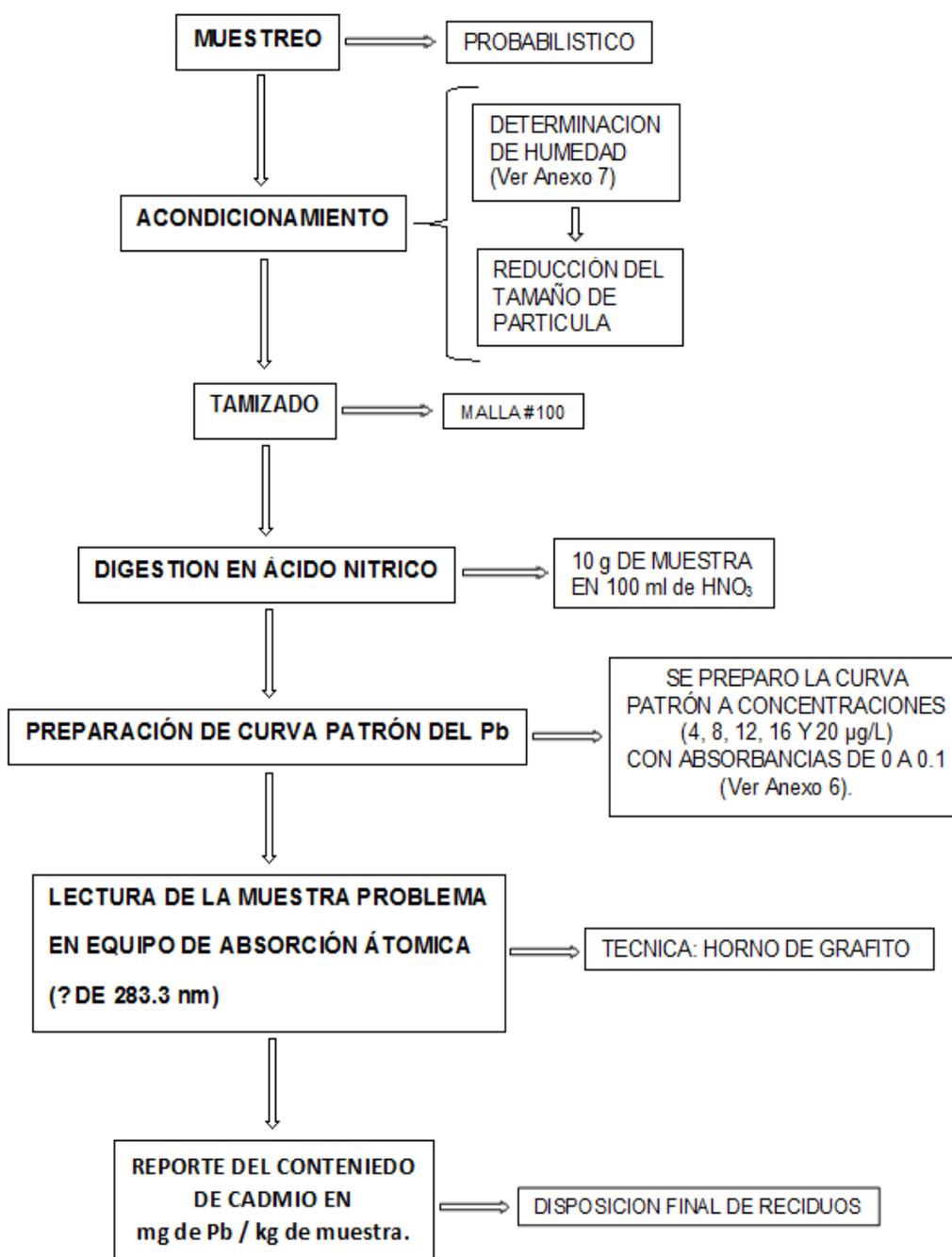
## Diagrama de flujo para determinar el Cadmio



**FIGURA 1. Diagrama de flujo para determinar el Cd.**

La figura 1 muestra el diagrama de flujo que expresa los procedimientos que se llevaron a cabo para el análisis de cadmio en las muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas de Kishuara y de los puestos de expendio de cereales en Abancay diagrama que permite expresar el contenido de Cd en la muestra.

## Diagrama de flujo para determinar el Plomo



**FIGURA 2. Diagrama de flujo para determinar el Plomo.**

La figura 2 muestra el diagrama de flujo que expresa los procedimientos que se llevaron a cabo para el análisis de cadmio en las muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas de Kishuara y de los puestos de expendio de cereales en Abancay diagrama que permite expresar el contenido de Pb en la muestra.

## **Procedimiento para análisis de Cd y Pb**

### **Solución Muestra**

Para el análisis del contenido de Cd y Pb, las muestras se prepararon por incineración en seco, se tomaron 10 gramos de cada tipo de muestra. La muestra inicial fue homogeneizada, pesada y transferida a un crisol limpio que es etiquetado de acuerdo con el número de la muestra. Posteriormente, las muestras son colocadas en un horno tipo mufla a una temperatura de 600°C durante 9 horas hasta obtener un residuo de ceniza de color blanco. Se mezcla el residuo con 2.5 ml de HNO<sub>3</sub> al 50% (v/v) y se calienta en placa por 15 min, el residuo se filtra a través de papel filtro y luego se diluye con agua desionizada hasta enrasar en un matraz aforado de 100 ml.

### **Curva de Calibración**

Para generar la curva de calibración se utilizaron los reactivos indicados líneas arriba. Se utilizaron 4 puntos para generar la curva de calibración en los analitos de Cd y Pb. Para el Pb la concentración de los estándares son 5 µg/L, 10 µg/L, 20 µg/L y 30 µg/L, mientras que para el Cd son 2 µg/L, 5 µg/L, 10 µg/L y 15 µg/L. Las curvas de calibración presentan una buena linealidad en todo el rango de concentraciones. Los límites de detección para el Pb es 0.6 µg/L y para el Cd es 0.08 µg/L. (Ver Anexo 5)

### **Solución Blanco**

Es lo mismo que la solución estándar excepto sin los analitos de Cd y Pb.

### **Análisis**

Preparamos el instrumento usando la solución Blanco. Seguidamente determinamos las absorbancias de las soluciones estándar y de la solución muestra. Ploteamos las absorbancias de las soluciones estándar y de la solución muestra. Extrapolamos la curva uniendo los puntos del gráfico y determinamos las concentraciones del Cd y Pb en las soluciones muestra.

### **3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial (ANOVA) para comparar los promedios, para el análisis de varianza se utilizó el procedimiento TUKEY todo ello se realizó en el software Minitab 2019. Para la elaboración de tablas se utilizó el software Microsoft Excel.

### **3.7. ASPECTOS ÉTICOS**

La tesis presenta originalidad por el contexto en donde se realizará la investigación, por no tener estudios previos del objeto de estudio en nuestra localidad.

Los investigadores nos comprometimos a respetar la veracidad de los resultados experimentales, se respetó la propiedad intelectual utilizando las citas bibliográficas de los diferentes autores evitando el plagio, siendo sometido continuamente a la supervisión por medio del programa TURNITIN para ver el grado de similitud.

La investigación respeta los aspectos éticos de la Universidad Cesar Vallejo expuestos en la resolución de consejo universitario N° 0262-2020/UCV remitido por el Dr. Jorge Salas Ruiz vicerrector de investigación de la UCV.

## **IV. RESULTADOS**

#### **4.1. BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGO (*Triticum durum L*) COSECHADOS**

Para realizar la comparación de contenidos de Cd y Pb dentro de las parcelas, entre parcelas, dentro de los puestos de expendio, entre puestos de expendio y la diferencia de la bioacumulación de Cd y Pb en trigo proveniente de parcelas agrícolas y centros de expendio se realizó la prueba de normalidad con la finalidad de determinar si los resultados de bioacumulación en las muestras provienen de poblaciones con distribución normal.

##### **a) PRUEBA DE NORMALIDAD**

Se realizó la prueba de normalidad de los resultados del contenido de Cd y Pb en las muestras tomadas en las parcelas agrícolas y en el centro de expendio obteniéndose los resultados que expresa la Tabla 4.

Para la prueba de normalidad se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula ( $H_0$ ) las muestras provienen de poblaciones con distribución normal.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ) al menos una muestra no proviene de poblaciones con distribución normal.

Se acepta la hipótesis nula cuando el Valor  $P > 0.05$

Se rechaza la hipótesis nula cuando el Valor  $P < 0.05$

Para un nivel de significancia del 95%.

**TABLA 4. Resultados de la prueba de normalidad.**

| MUESTRA TRIGO |              | PLOMO (Pb)            | Normalidad | CADMIO (Cd)           | Normalidad |
|---------------|--------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| MUESTRA       | REPETICIONES | Concentración (mg/kg) | Valor p    | Concentración (mg/kg) | Valor P    |
| M1-MERCADO    | R1           | 0.241                 | 0.631      | 0.046                 | 0.334      |
|               | R2           | 0.249                 |            | 0.042                 |            |
|               | R3           | 0.245                 |            | 0.045                 |            |
| M2-MERCADO    | R1           | 0.234                 | 0.057      | 0.058                 | 0.565      |
|               | R2           | 0.238                 |            | 0.055                 |            |
|               | R3           | 0.234                 |            | 0.053                 |            |
| M3-MERCADO    | R1           | 0.200                 | 0.399      | 0.080                 | 0.631      |
|               | R2           | 0.198                 |            | 0.082                 |            |
|               | R3           | 0.193                 |            | 0.081                 |            |
| M1-CHACRA     | R1           | 0.087                 | 0.631      | 0.011                 | 0.487      |
|               | R2           | 0.089                 |            | 0.008                 |            |
|               | R3           | 0.091                 |            | 0.009                 |            |
| M2-CHACRA     | R1           | 0.154                 | 0.316      | 0.033                 | 0.487      |
|               | R2           | 0.135                 |            | 0.039                 |            |
|               | R3           | 0.160                 |            | 0.037                 |            |
| M3-CHACRA     | R1           | 0.109                 | 0.249      | 0.064                 | 0.565      |
|               | R2           | 0.108                 |            | 0.061                 |            |
|               | R3           | 0.113                 |            | 0.059                 |            |

La presente tabla tiene como resultados la normalidad de los datos obtenidos de cada muestra de trigo, se tuvo muestras en chacra y centro de abastos con sus respectivas repeticiones, para ello se utilizó el software minitab versión 2019. (Ver Anexo 9)

#### **b) PROCESO DE BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGO (*Triticum durum L*) COSECHADOS**

Los resultados de Cd y Pb bioacumulados en muestras de trigo cosechados fueron obtenidos mediante un análisis de espectrofotometría de absorción atómica, en unidades (mg/kg) de muestra obteniéndose diferentes niveles de bioacumulación en tres lugares muestreados (Chacra 1, 2 y 3). Los análisis se realizaron con tres repeticiones (R1, R2 y R3) por muestra cuyos resultados se presentan en las Tablas 5 y 6.



**TABLA 6. Resultados de Pb en (mg/kg) de muestras de trigo cosechados**

| Muestra    | Concentración      |       |       |          |
|------------|--------------------|-------|-------|----------|
|            | Plomo (Pb) (mg/kg) |       |       |          |
|            | R1                 | R2    | R3    | Promedio |
| Chacra (1) | 0.087              | 0.089 | 0.091 | 0.089    |
| Chacra (2) | 0.154              | 0.135 | 0.160 | 0.150    |
| Chacra (3) | 0.109              | 0.108 | 0.113 | 0.110    |

Los resultados obtenidos de bioacumulación de Pb en trigo cosechados son diferentes en promedio como se indica en la Tabla 6, para corroborar la diferencia de promedios se planteó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula            Todas las medias del contenido de Pb en trigo cosechado son iguales

Hipótesis alterna            No todas las medias del contenido de Pb en trigo cosechado son iguales.

Hipótesis que se probó con un valor  $P < 0.05$  y un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se acepta la hipótesis nula cuando el valor de  $P > 0.05$  y se rechaza la hipótesis nula cuando  $P < 0.05$ , aceptándose la hipótesis alterna.

**Análisis de Varianza de Pb en Trigo Cosechado**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 2  | 0.005695  | 0.002847  | 47.11   | 0.000   |
| Error  | 6  | 0.000363  | 0.000060  |         |         |
| Total  | 8  | 0.006058  |           |         |         |

Del análisis de varianza se interpreta que existen diferencias significativas de la bioacumulación de Pb en muestras de trigo cosechadas.

#### 4.2. BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGO (*Triticum durum* L) EXPUESTOS AL PARQUE AUTOMOTOR

Los resultados de Cd y Pb bioacumulados en muestras de trigo expuestos al parque automotor fueron obtenidos mediante un análisis de espectrofotometría de absorción atómica, en unidades (mg/kg) de muestra obteniéndose diferentes niveles de bioacumulación en tres lugares muestreados (Puesto de Mercado 1, 2 y 3). Los análisis se realizaron con tres repeticiones (R1, R2 y R3) por muestra cuyos resultados se presentan en las Tablas 7 y 8.

**TABLA 7. Resultados de Cd en (mg/kg) de muestras de trigo en puestos de expendio y expuestas al parque automotor.**

| Muestra            | Concentración       |       |       |          |
|--------------------|---------------------|-------|-------|----------|
|                    | Cadmio (Cd) (mg/kg) |       |       |          |
|                    | R1                  | R2    | R3    | Promedio |
| Puesto Mercado (1) | 0.046               | 0.042 | 0.045 | 0.044    |
| Puesto Mercado (2) | 0.058               | 0.055 | 0.053 | 0.055    |
| Puesto Mercado (3) | 0.080               | 0.082 | 0.081 | 0.081    |

Los resultados obtenidos de bioacumulación de Cd en trigo en puestos de expendio de cereales son diferentes en promedio, para corroborar la diferencia de promedios se planteó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula                      Todas las medias del contenido de Cd en trigo expuesto al parque automotor son iguales.

Hipótesis alterna                      No todas las medias del contenido de Cd en trigo expuesto al parque automotor son iguales

ads

Hipótesis que se probó con un valor  $P < 0.05$  y un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se acepta la hipótesis nula cuando el valor de  $P > 0.05$  y se rechaza la hipótesis nula cuando  $P < 0.05$ , aceptándose la hipótesis alterna.

**Análisis de Varianza de Cd en Trigo en Puestos de Expendio y Expuestos al Parque Automotor**

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Factor | 2  | 0.002124  | 0.001062  | 273.11  | 0.000   |
| Error  | 6  | 0.000023  | 0.000004  |         |         |
| Total  | 8  | 0.002148  |           |         |         |

Del análisis de varianza se interpreta que existen diferencias significativas de la bioacumulación de Cd en muestras de trigo expuesto al parque automotor.

**TABLA 8. Resultados de Pb en (mg/kg) de muestras de trigo en puestos de expendio y expuestas al parque automotor.**

| Muestra            | Concentración      |       |       |          |
|--------------------|--------------------|-------|-------|----------|
|                    | Plomo (Pb) (mg/kg) |       |       |          |
|                    | R1                 | R2    | R3    | Promedio |
| Puesto Mercado (1) | 0.241              | 0.249 | 0.245 | 0.245    |
| Puesto Mercado (2) | 0.234              | 0.238 | 0.234 | 0.235    |
| Puesto Mercado (3) | 0.200              | 0.198 | 0.193 | 0.197    |

Los resultados obtenidos de bioacumulación de Pb en trigo expuestos al parque automotor son diferentes en promedio, para corroborar la diferencia de promedios se planteó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula                      Todas las medias del contenido de Pb en trigo expuestos al parque automotor son iguales

Hipótesis alterna                      No todas las medias del contenido de Pb en trigo expuestos al parque automotor son iguales

Hipótesis que se probó con un valor  $P < 0.05$  y un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se acepta la hipótesis nula cuando el valor de  $P > 0.05$  y se rechaza la hipótesis nula cuando  $P < 0.05$ , aceptándose la hipótesis alterna.

#### **Análisis de Varianza de Pb en Trigo en Puestos de Expendio y Expuestos al Parque Automotor**

|               | <b>Fuente</b> | <b>GL</b> | <b>SC Ajust.</b> | <b>MC Ajust.</b> | <b>Valor F</b> | <b>Valor p</b> |
|---------------|---------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Del :<br>bioa | Factor        | 2         | 0.003867         | 0.001933         | 168.94         | 0.000          |
|               | Error         | 6         | 0.000069         | 0.000011         |                |                |
|               | Total         | 8         | 0.003936         |                  |                |                |

#### **4.3. COMPARACIÓN DE LA BIOACUMULACIÓN DE Cd Y Pb EN TRIGOS (*Triticum durum L*) COSECHADOS Y EXPUESTOS AL PARQUE AUTOMOTOR.**

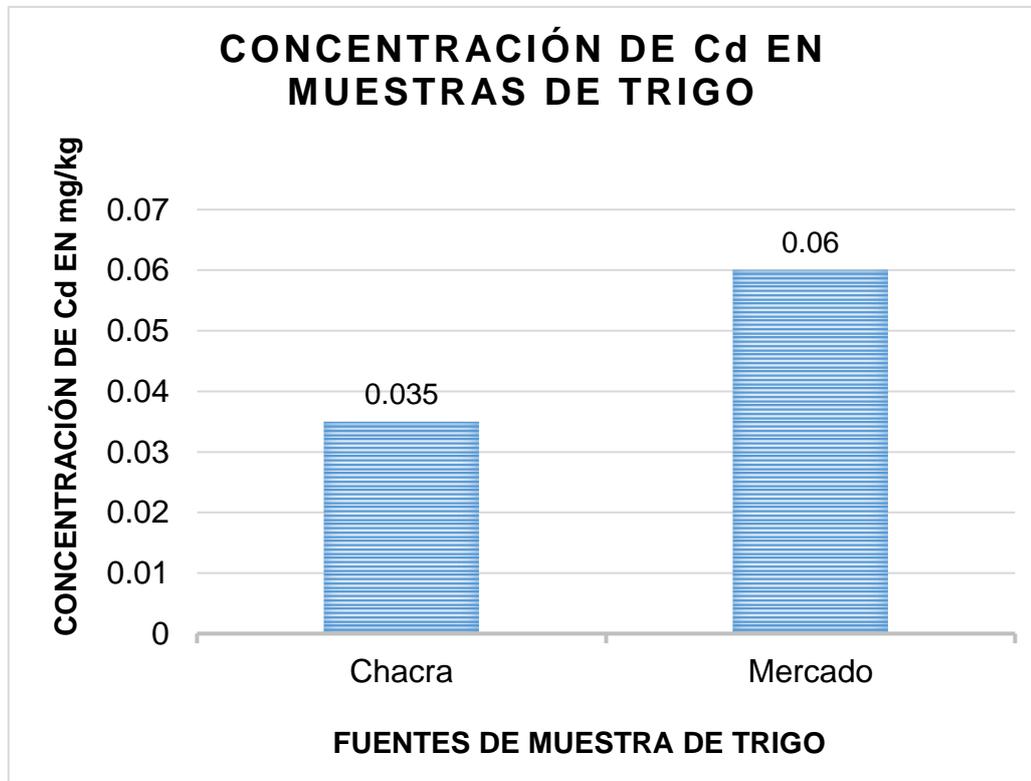
La comparación de las muestras de trigo cosechados y llevados a puestos de expendio, muestra que existe un incremento porcentual en el contenido de Cd del 68.84% y en el contenido de Pb del 34.88%. Como se expresa en las Tabla 9 y 10.

**TABLA 9. Resultados del aumento porcentual entre las muestras de chacra y puestos de expendio en el Cd.**

| <b>Muestra</b> | <b>Concentración</b>       |                 |                           |
|----------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|
|                | <b>Cadmio (Cd) (mg/kg)</b> |                 |                           |
|                | <b>Resultados</b>          | <b>Promedio</b> | <b>Aumento Porcentual</b> |
| Chacra (1)     | 0.009                      | 0.035           | 71.43%                    |

|                    |       |       |
|--------------------|-------|-------|
| Chacra (2)         | 0.036 | 0.060 |
| Chacra (3)         | 0.061 |       |
| Puesto Mercado (1) | 0.044 |       |
| Puesto Mercado (2) | 0.055 |       |
| Puesto Mercado (3) | 0.081 |       |

La tabla 9 representa el resultado del incremento porcentual de Cd de muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas comparadas con las muestras de trigo comercializadas en puestos de expendio del centro de abastos “Las Américas”.



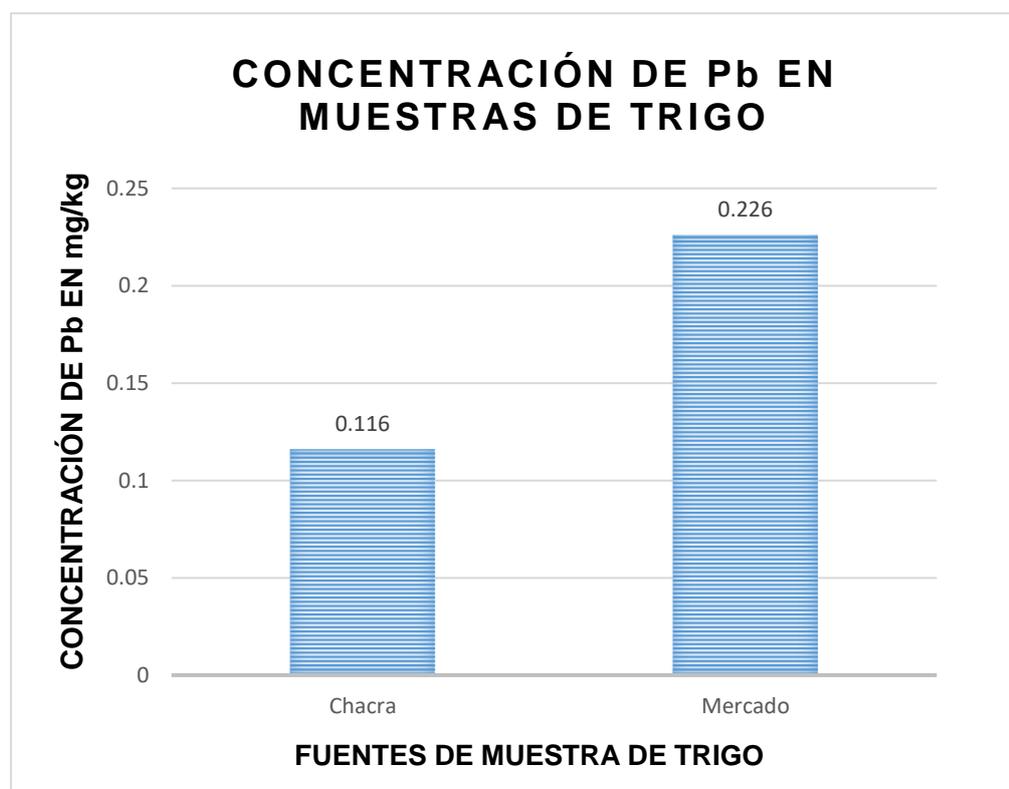
**FIGURA 3. Incremento de la concentración de cadmio**

La figura 3 representa el incremento porcentual de 71.43% de la concentración de cadmio en trigo de muestras cosechadas y del centro de abastos “Las Américas” Abancay, observándose que existe una elevada concentración de Cd en las muestras del centro de abastos respecto a las muestras cosechadas (parcelas agrícolas provenientes de Kishuara).

**TABLA 10. Resultados del aumento porcentual entre las muestras de chacra y puestos de expendio en el Pb.**

| Muestra            | Concentración      |          |                    |
|--------------------|--------------------|----------|--------------------|
|                    | Plomo (Pb) (mg/kg) |          |                    |
|                    | Resultados         | Promedio | Aumento Porcentual |
| Chacra (1)         | 0.089              | 0.116    | 94.82%             |
| Chacra (2)         | 0.15               |          |                    |
| Chacra (3)         | 0.11               |          |                    |
| Puesto Mercado (1) | 0.245              | 0.226    |                    |
| Puesto Mercado (2) | 0.235              |          |                    |
| Puesto Mercado (3) | 0.197              |          |                    |

La tabla 10 representa el resultado del incremento porcentual de Cd de muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas comparadas con las muestras de trigo comercializadas en puestos de expendio del centro de abastos “Las Américas”.



#### **FIGURA 4. Incremento de la concentración de plomo**

La figura 4 representa el incremento porcentual de 94.82% de la concentración de plomo en trigo de muestras cosechadas y de centro de abastos “Las Américas” Abancay, observándose que existe una elevada concentración de Pb en el centro de abastos respecto a las muestras cosechadas (parcelas agrícolas provenientes de Kishuara).

#### **4.4. PROPUESTA DE PLAN PARA MEJORA DE EXPENDIO DE CEREALES (TRIGO)**

La propuesta del plan de mejora de expendio de cereales (trigo) se realiza considerando que existe un incremento porcentual en la bioacumulación de Cd en muestras de trigo proveniente de parcelas agrícolas y muestras de trigo provenientes de centros de abastos “Las Américas” en la ciudad de Abancay del 71.43% y en Pb del 94.83%.

En muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas el contenido promedio de Cd es de 0.035 mg/kg, y en muestras de trigo provenientes del centro de abastos los resultados del contenido de Cd en promedio son de 0.060 mg/kg.

En muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas el contenido promedio de Pb es de 0.116 mg/k, y en muestras de trigo provenientes del centro de abastos “Las Américas” los resultados del contenido de Pb en promedio son de 0.226 mg/kg.

Estos resultados del incremento del contenido de Cd y Pb representan la razón principal de la elaboración de la propuesta del plan para mejora de expendio de cereales (trigo). Propuesta que abarca aspectos a considerar desde las labores agrícolas, almacenamiento, transporte y comercialización del trigo para minimizar el incremento de la bioacumulación de estos metales. (Ver anexo 9)

#### **4.5. BIOACUMULACIÓN DE CD Y PB EN TRIGO (*Triticum Durum L*) COSECHADOS Y EXPUESTOS AL PARQUE AUTOMOTOR**

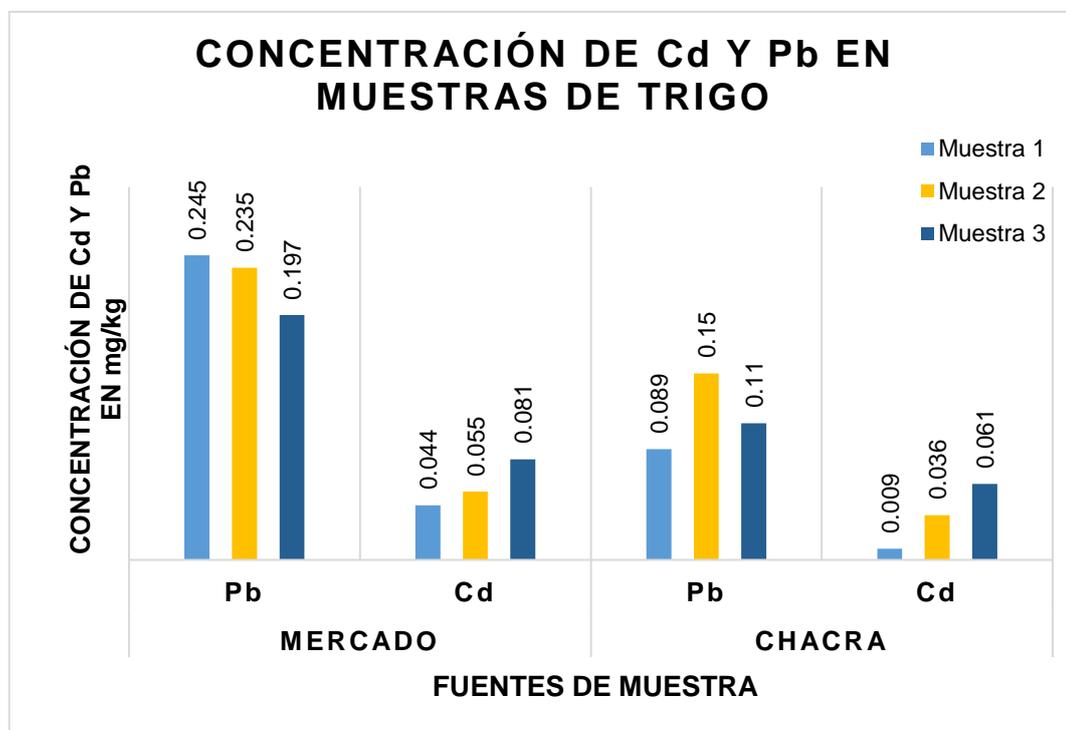
El resultado promedio de la bioacumulación de Cd y Pb de trigo cosechados y expuestos al parque automotor se presentan en la tabla 11, que indica que el

cereal (trigo) procedente de muestras de parcelas agrícolas de Kishuara y del centro de abastos “Las Américas” de Abancay, presentan concentraciones de metales pesados (Cd y Pb) siendo el plomo el metal de mayor bioacumulación en las muestras de trigo que proceden del centro de abastos.

**TABLA 11. Resultados de la bioacumulación de Cd y Pb en trigo cosechados y expuestos**

| RESULTADOS DE BIOACUMUACIÓN (mg/kg) |         |       |        |       |
|-------------------------------------|---------|-------|--------|-------|
| MUESTRA                             | MERCADO |       | CHACRA |       |
|                                     | Pb      | Cd    | Pb     | Cd    |
| Muestra 1                           | 0.245   | 0.044 | 0.089  | 0.009 |
| Muestra 2                           | 0.235   | 0.055 | 0.15   | 0.036 |
| Muestra 3                           | 0.197   | 0.081 | 0.11   | 0.061 |

La tabla 11 representa los resultados promedio de bioacumulación de Cd y Pb en muestras de trigo cosechados de parcelas agrícolas y del centro de abasto “La Américas” como indica las tablas 7, 8, 9 y 10.



**FIGURA 5. Bioacumulación de Cd y Pb en muestras de trigo cosechados y expuestos al parque automotor.**

La figura 5 representa los resultados obtenidos del análisis en muestras de trigo cosechadas y expuestas al parque automotor, observándose que los contenidos de Cd y Pb en muestras expuestas al parque automotor son mayores a muestras cosechadas.

Los contenidos de Cd y Pb en muestras de trigo expendidos en el centro de abasto "Las Américas" indican que los residuos inorgánicos generados por el parque automotor influyen en el incremento de bioacumulación de Cd y Pb a comparación de las muestras de trigo provenientes de las parcelas agrícolas.

Las muestras de trigo de ambas fuentes (parcelas agrícolas y puestos de expendio) nos indican que existe bioacumulación de Cd y Pb.

El trigo (*Triticum durum L*) tiene la capacidad de bioacumular metales pesados (Cd y Pb) como muestra la figura 5.

## V. DISCUSIÓN

El trigo (*Triticum durum* L), cereal cultivado en diferentes parcelas agrícolas tiene la capacidad de bioacumular metales pesados, en cantidades traza y significativas que se corrobora en la presente investigación al hallar contenidos Cd y Pb en concentraciones de Cd; 0.044, 0.055 y 0.061 mg/kg y Pb; 0.091, 0.150 y 0.197 mg/kg.

Regalado et al., 2019 investigaron la presencia de impurezas de contaminantes químicos (Cd, Cu, Fe, Pb, Zn, Hg y Cianuro) en muestras de *Solanum tuberosum* "Patata", *Triticum aestivum* "Trigo" y *Lupinus mutabilis* "Tarwi" procedentes de parcelas agrícolas cercanos a la minera de Shiracmaca, Huamachuco. En los ejemplares de *Triticum aestivum* "Trigo" reportan centralizaciones normales de 54,40 mg/kg en Cd, y en Pb centralizaciones normales de 27,27 mg/kg.

Schencke, 2010 estudio metales traza (Pb, Hg, Cd, As, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg y Fe) fundamentales y no fundamentales para el ser humano, en arroz (*Oryza sativa*) y trigo (*Triticum aestivum*), determino concentraciones para Cd en trigo (*Triticum aestivum*) en rangos de (0 - 0,58 mg kg<sup>-1</sup>) peso seco y de Pb en rangos de (0 – 1.94mg kg<sup>-1</sup>).

Durán et al., (2019) estudio la concentración de metales en muestras de suelo y trigo regado con agua residual tratada (ART) de la PTAR - "Arenitas" localizada en el Valle de Mexicali, Baja California, México. Se seleccionaron dos parcelas; una regada con ART y otra con agua fresca. Se determinó la concentración de metales totales y extractables en muestras. La concentración promedio de metales totales en suelo regado con ART fueron para Cd  $1.66 \pm 0.01$ ; Cr  $24.14 \pm 1.56$ ; Cu  $31.20 \pm 3.04$ ; Pb  $37.20 \pm 3.44$ ; Zn  $78.46 \pm 8.00$  y Ni  $28.37 \pm 1.82$ , y para suelo regado con agua fresca se encontraron valores de: Cd  $1.48 \pm 0.09$ ; Cr  $21.16 \pm 2.76$ ; Cu  $21.51 \pm 1.23$ ; Pb  $26.09 \pm 2.46$ ; Zn  $53.48 \pm 5.12$  y Ni  $22.20 \pm 1.75$  expresados en mg/kg. La prueba Tukey indica un nivel de significancia alto entre ambas parcelas ( $p < 0.05$ ).

Los antecedentes mostrados corroboran los resultados de la investigación e indican que el trigo cosechado posee la capacidad de bioacumular metales pesados (Cd y Pb).

En el centro de abastos "Las Américas" – Abancay, el trigo comercializado presenta contenidos de Cd y Pb en las siguientes concentraciones: Cd en

concentraciones 0.009, 0.036 y 0.081 mg/kg de muestra y en Pb concentraciones 0.245, 0.235 y 0.110 mg/kg muestra.

Los resultados de la investigación realizada son corroborados con la investigación realizada por Chambi, 2015 que determinó cuantitativamente la presencia de hierro en sus estados y también la presencia de metales pesados en harinas de trigo fortificado por el método de absorción atómica por horno grafito y otros. El análisis de metales pesados se realizó en diferentes puntos del departamento de Oruro y La Paz, 28 muestras de vigilancia. Cuantificando que las concentraciones de Arsénico van en rangos de (0.45 a 1.80 mg/kg), en Cadmio las concentraciones van en rangos de (0.03 a 0.09 mg/kg) y en plomo las concentraciones van en rangos de (0.11 a 0.88 mg/kg).

Tejera et al., 2013 estudio y determino el contenido de doce metales en 50 muestras de harina de trigo procedentes de una industria harinera. Se analizaron los macroelementos: sodio, potasio, magnesio y calcio, microelementos: manganeso, hierro, cobre, zinc, cromo y níquel y los elementos traza tóxicos cadmio y plomo. Se determinó la ingesta diaria estimada de cada metal y su contribución porcentual a las macros y micro elementos y a los elementos tóxicos. La contribución de los elementos tóxicos para el Cd y Pb fue muy baja y se determinó en harina de trigo A concentraciones de Cd  $0.027 \pm 0.002$  mg/kg y concentraciones Pb  $0.037 \pm 0.013$  mg/kg, en la harina de trigo B concentraciones de Cd  $0.023 \pm 0.002$  mg/kg y concentraciones de Pb  $0.056 \pm 0.045$  mg/kg, demuestra que en productos procesados a base trigo (harina de trigo) contienen metales pesados (Cd y Pb) en menor cantidad comparados a las muestras de trigo expandidas en el centro de abasto "Las Américas" de la presente investigación.

En la presente investigación los contenidos de Cd y Pb de trigo cosechados en parcelas agrícolas difieren respecto a muestras de trigo expandidos en el centro de abastos "Las Américas" con un incremento porcentual para el Cd de 71.43% y del Pb de 94.83%, este incremento porcentual indica que la bioacumulación de Pb y Cd son superiores en los centros de expendio ubicados en la ciudad respecto a las parcelas agrícolas ubicadas fuera del casco urbano (terrenos agrícolas rurales).

Los resultados de la investigación realizada son corroborados con la investigación realizada por Cuba, 2018 quien analizó el contenido de Pb en papa Rosada Única sembrada de chacras del distrito de Yura y muestras de papa Rosada Harinosa obtenidas de mercados del mismo distrito; siendo el resultado del análisis de Pb en papa Rosada Única (procedentes de chacras) concentraciones de 0.20 a 11.52 mg/kg de muestra, por otro lado, en papa Rosada Harinosa (procedentes de mercados) concentraciones de 10.54 a 14.43 mg/kg de muestra. Evidenciando que existe un incremento porcentual del contenido promedio de 113.14% en las concentraciones de Pb de muestras de papa rosada única cosechadas (chacra) y muestras de papa rosada harinosa procedentes de centros de abastos (mercados) del distrito de Yura.

La presente investigación demuestra que existe bioacumulación de Cd y Pb en muestras de trigo (*Triticum durum L*) procedentes de parcelas agrícolas y del centro de expendio. Siendo mayor la bioacumulación de cd y Pb en muestras de trigo procedentes de centros de expendio respecto a las muestras obtenidas de parcelas agrícolas resultados que son corroborados por Regalado et al., 2019, Schencke, 2010, Durán et al., (2019), Chambi, 2015, Tejera et al., 2013, Cuna, 2018.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se determinó la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) cosechados dando como resultado en Cd 0.009, 0.036 y 0.061 en mg/kg y en Pb los resultados fueron 0.089, 0.150 y 0.110 en mg/kg.
- Se determinó la bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum L*) llevados a puestos de expendio y expuestos al parque automotor dando como resultado en Cd 0.044, 0.055 y 0.081 en mg/kg y en Pb los resultados fueron 0.245, 0.235 y 0.197 en mg/kg.
- La comparación entre trigo cosechado y llevados a puestos de expendio indican un incremento porcentual en Cd 71.43% y en Pb 94.83%, resultados que muestran que los centros de expendio son más contaminantes en cd y Pb respecto a las parcelas agrícolas.
- Se presentó la propuesta de plan que permitirá disminuir la bioacumulación de metales pesados (Cd y Pb) y la mejora del expendio en puestos de comercialización de trigo.
- El trigo (*Triticum durum L*) cosechado y en puestos de expendio bioacumulan Cd y Pb; siendo estos diferentes niveles de bioacumulación como se indica en los resultados. El análisis de Cd se realizó a una longitud de onda de ( $\lambda$  228.8 nm) y en el Pb ( $\lambda$  283.3 nm).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Elaborar una línea de base del contenido de metales pesados (Cd y Pb) en cuencas productoras de trigo y en ambientes que ocupan los principales centros de expendio en las ciudades.
- Realizar monitoreo en el aire, suelo y agua en lugares de producción de trigo y lugares de expendio para garantizar la salud de la población.
- Implementar y evaluar la propuesta de plan para disminuir la bioacumulación en cereales (trigo).
- Realizar un diagnóstico de contaminantes generados por el parque automotor y elaborar un plan para su mitigación

## REFERENCIAS

- ABADIN, H., TAYLOR, J., BUSER, M., SCINICARIELLO, F. y PRZYBYLA, J., 2002. Toxicological Profile for Lead. *ATSDR's Toxicological Profiles* [en línea]. August 202. S.l.: s.n., pp. 583. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>.
- AINIA, 2011. Metales pesados en alimentos, ¿Cómo se analizan? - AINIA. 12 de Julio [en línea]. [Consulta: 19 abril 2022]. Disponible en: <https://www.ainia.es/ainia-news/metales-pesados-en-alimentos-como-se-analizan/>.
- BOUZIANI, Y., DEGAICHIA, H. y BENMOUSSA, M., 2019. Effect of cadmium on the germinative parameters of bread wheat. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 301-309. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v10i2.1476. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n2/2007-0934-remexca-10-02-301.pdf>.
- CHAMBI YANA, E., 2015. *DETERMINACIÓN DE HIERRO Y METALES PESADOS EN HARINAS FORTIFICADAS PARA EVALUAR SU CALIDAD E INOCUIDAD* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9280>.
- COMISIÓN EUROPEA, 2021. REGLAMENTO (UE) 2021/1323 DE LA COMISIÓN de 10 de agosto de 2021. , vol. 10, no. 1, pp. 13-18.
- CRUZ, E., 2019. Formas, Enfoques y Tipos de Investigación. S/I [en línea]. S.l.: Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf).
- CUBA, J., 2018. Determinación de Pb+2 por espectroscopía de absorción atómica (AAS) en Solanum Tuberosum L. (papa) cosechadas y comercializadas en Yura, 2016 al 2018. [en línea]. Disponible en: [http://bolsa-trabajo.upads.edu.pe/bitstream/handle/UPADS/25/TESIS JOSE WILFREDO CUBA FUENTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bolsa-trabajo.upads.edu.pe/bitstream/handle/UPADS/25/TESIS_JOSE_WILFREDO_CUBA_FUENTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- DÍAZ-AGUILAR, I., LARQUÉ-SAAVEDRA, M.U., ALCÁNTAR-GONZÁLEZ, G., CARRILLO-GONZÁLEZ, R. y VÁZQUEZ-ALARCÓN, A., 2001. Alteración

de algunos procesos fisiológicos en trigo por la adición de plomo. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 17, no. 2, pp. 79-90. ISSN 01884999.

DURÁN HERNÁNDEZ, D., TZINTZUN CAMACHO, O., GRIMALDO-JUÁREZ, O., GONZÁLEZ-MENDOZA, D., CECEÑA-DURÁN, C., CERVANTES DÍAZ, L., MICHEL LÓPEZ, C.Y. y RUIZ ALVARADO, C., 2019. *Compendio Científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología (Vol 2)* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en:

[https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5QafKf-5Lb75kGxycalMbGZaleO062vGaAaeSsYmVbELw6x8EJf8yQtwAa\\_8CschzvcrvgaCH6Xw5ass6J-Ry37TC0DgjLySZn\\_tAyau5f529y1uzVcVnLZH680-NzyUWxyeEFy4dmlIGOhXJ8huU9N\\_oJ0pho95qVxM7WdJJJUZXKbZVa9WrQxxn1k8YAiP3xsuJJ](https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5QafKf-5Lb75kGxycalMbGZaleO062vGaAaeSsYmVbELw6x8EJf8yQtwAa_8CschzvcrvgaCH6Xw5ass6J-Ry37TC0DgjLySZn_tAyau5f529y1uzVcVnLZH680-NzyUWxyeEFy4dmlIGOhXJ8huU9N_oJ0pho95qVxM7WdJJJUZXKbZVa9WrQxxn1k8YAiP3xsuJJ).

EL SALOUS, A. y PASCUAL, A., 2018. Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador. *I+D Tecnológico* [en línea], vol. 14, no. 1, pp. 49-53. ISSN 1680-8894. DOI 10.33412/idt.v14.1.1802. Disponible en: <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/1802>.

FERRÉ-HUGUET, N., SCHUHMACHER, M., LLOBET, J.M. y DOMINGO, J.L., 2007. Metales pesados y salud. *Mapfreseguridad*, no. 108, pp. 50-58.

GARCÍA PÉREZ, P.E. y CRUZ AZCONA, M.I., 2012. Los efectos del cadmio en la salud. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, vol. 17, no. 3, pp. 199-205. ISSN 10285938.

HALLIWELL, D., TUROCZY, N. y STAGNITTI, F., 2000. Lead concentrations in *Eucalyptus* sp. in a small coastal town. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* [en línea], vol. 65, no. 5, pp. 583-590. [Consulta: 6 abril 2022]. ISSN 00074861. DOI 10.1007/s0012800163. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s0012800163>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M.D.P., 2021. Metodología de la Investigación. *Medwave* [en línea], vol. 21, no. 5, pp. e8210. ISSN 07176384. DOI

10.5867/medwave.2021.05.8210. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

HUALÁN SANDOVAL, L.F. y MAGALLANES QUISPE, J.H., 2019.

*Determinación de niveles de arsénico y cadmio en bebidas preparadas a base de quinua comercializadas como desayuno en zonas industriales de Santa Anita - Lima Metropolitana* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0000000299.

Disponible en:

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10918/Hualan\\_sl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10918/Hualan_sl.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

HUAMANÍ YUPANQUI, H.A., HUAUYA ROJAS, M.Á., MANSILLA MINAYA, L.G., FLORIDA ROFNER, N. y NEIRA TRUJILLO, G.M., 2012. Presencia

de metales pesados en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico.

*Acta Agronomica* [en línea], vol. 61, no. 4, pp. 339-344. ISSN 01202812.

Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28122012000400006&lng=es&nrm=iso%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28122012000400006&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000400006&lng=es&nrm=iso%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000400006&lang=pt).

IDREES, S., SHABIR, S., ILYAS, N., BATOOL, N. y KANWAL, S., 2015.

Assessment of cadmium on wheat (*Triticum aestivum* L.) in hydroponics medium. *Agrociencia* [en línea], vol. 49, no. 8, pp. 917-929. ISSN

14053195. Disponible en:

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952015000800008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000800008).

INE-SEMARNAT, 2006. *Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 19 abril 2022]. ISBN

9786078246526. Disponible en:

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/618/vehiculos.pdf>.

INE, 2018. Características de la Población. *Perú: Perfil Sociodemográfico 2017* [en línea], pp. 12-94. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1539/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1539/cap01.pdf).

- INSUASTY, L., BURBANO, H. y MENJIVAR, J., 2006. Movilidad del cadmio en suelos cultivados con trigo en Tangua, Nariño, Colombia. *Acta Agronómica* [en línea], vol. 55, no. 2, pp. 29-32. Disponible en: [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/214/533](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/214/533).
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER IARC, 2021. MONOGRAFÍAS DE LA IARC SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS CANCERÍGENOS PARA LOS SERES HUMANOS. *MONOGRAFÍAS DE LA IARC SOBRE LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS CANCERÍGENOS PARA LOS SERES HUMANOS* [en línea]. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: <https://monographs.iarc.who.int/fr/agents-classes-par-les-monographies-du-circ-2/>.
- JARA MOGOLLÓN, B., 2020. Evaluación de los niveles de cadmio en cultivos de arroz a nivel de suelo y grano, ubicados en la vereda Canaguaro del municipio de Granada Meta. [en línea], pp. 44-45. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28273>.
- KLAASSEN C.D.(ED.), 2013. *Toxicología de Casarett y Doull la ciencia básica de los venenos* [en línea]. 2013. S.l.: s.n. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: <https://accesspharmacy.mhmedical.com/content.aspx?bookid=958&sectionid=53483226>.
- KONDO MARIE, 2021. Motor de arranque: ¿Cuántos autos hay en el mundo? *Artículo Periodístico* [en línea]. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://noticias.autocosmos.com.mx/2021/03/06/motor-de-arranque-cuantos-autos-hay-en-el-mundo>.
- LI, Y.J., WANG, Z.K., QIN, F.X., FANG, Z.Q., LI, X.L. y LI, G., 2018. Potentially Toxic Elements and Health Risk Assessment in Farmland Systems around High-Concentrated Arsenic Coal Mining in Xingren, China. *Journal of Chemistry* [en línea], vol. 2018, pp. 1-10. [Consulta: 6 abril 2022]. ISSN 20909071. DOI 10.1155/2018/2198176. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2018/2198176/>.

LONDOÑO FRANCO, L.F., LONDOÑO MUÑOZ, P.T. y MUÑOZ GARCIA, F.G., 2016. LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 145. [Consulta: 14 marzo 2022]. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/bsaa(14)145-153. Disponible en: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/1707>.

LÓPEZ, J.D. y SANTOS, B.P., 2017. Determinación de cadmio y plomo en soya (*Glycine max L.*) en grano, en polvo y líquida comercializada en la ciudad de Guayaquil-Ecuador. [en línea], pp. 64. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20968>.

MAE, 2010. Calidad Ambiental. [en línea]. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>.

MARTÍNEZ, M.R., 2020. Análisis Instrumental. Espectrometría de Absorción Atómica (EAA). *Universidad Politécnica de Valencia* [en línea], pp. 1-10. Disponible en: <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/138418>.

MINAM, 2015. Propuesta de plan de acción para la mejora de la calidad del aire en la zona de atención prioritaria de la cuenca atmosférica de Abancay. [en línea], Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/plan-accion-mejora-calidad-aire-zona-atencion-prioritaria-cuenca-7>.

MORENO TAPIA, J., 2014. Tipos de Investigación. *DIVULGARE Boletín Científico de la Escuela Superior de Actopan* [en línea], vol. 1, no. 1. [Consulta: 12 mayo 2022]. ISSN 2395-8596. DOI 10.29057/esa.v1i1.1580. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/divulgare/article/view/1580>.

NIKAZAR, M. y AFSHARI, N., 2005. Removal of heavy metals (Pb(II), Cd(II), Cr(VI)) from aqueous solutions by agricultural solid waste (straw and wheat husk) adsorption. *Afinidad* [en línea], vol. 62, no. 518, pp. 326-336. ISSN 00019704. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1339685&info=resumen&idioma=SPA>.

NORDBERG, G., LANGARD, S., SUNDERMAN, F.W., MAGER STELLMAN, J., OSINSKY, D., MARKKANEN, P., DINMAN, B.D. y ATSDR, 2001. Metales: propiedades químicas y toxicidad. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* [en línea], pp. 1-76. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+63.+Metales+propiedades+químicas+y+toxicidad>.

PÉREZ, A.A., FAJARDO, M.A., STROBL, A.M., PÉREZ, L.B. y PIÑEIRO, A., 2005. Contenido de plomo, cromo y cadmio en moluscos comestibles del Golfo San Jorge (Argentina). *Acta Toxicol. Argent.* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 20-25. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/sanjorge.pdf>.

RAMÍREZ, A., 2013. Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de la Facultad de Medicina* [en línea], vol. 63, no. 1, pp. 51. ISSN 1609-9419. DOI 10.15381/anales.v63i1.1477. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/1477>.

REGALADO SÁNCHEZ, F. y PELÁEZ PELÁEZ, F., 2019. Determinación de contaminantes químicos en alimentos cultivadospro-cedentes de la minería en Shiracmaca Huamachuco - La Libertad 2012-2013. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA* [en línea], vol. 15, no. 2, pp. 27-40. ISSN 2306-2002. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2371>.

REGLAMENTO (UE) 2021/1317, 2021. REGLAMENTO (UE) 2021/1317 DE LA COMISIÓN de 9 de agosto de 2021 por el que se modifica el Reglamento (CE) n.o 1881/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de plomo en determinados productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, vol. 8, no. 2010, pp. 13-16.

RODRÍGUEZ-HEREDIA, D., 2017. Intoxicación ocupacional por metales

pesados. *Medisan* [en línea], vol. 21, no. 12, pp. 3372-3385. [Consulta: 6 abril 2022]. ISSN 1029-3019. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017001200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012).

RUBIO, C. et al., 2004. Revista de toxicología organo oficial de la Asociacion Española de Toxicología. *Revista de Toxicología* [en línea], vol. 21, no. 2-3. ISSN 0212-7113. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/html/919/91921303/>.

SCHENCKE, V.P., 2010. Determinación de elementos traza (Pb, Hg, Cd, As, Cu, Mn, Zn, Ca, Mg y Fe) en arroz (*Oryza Sativa*) y trigo mote (*Triticum Aestivum*) de diferentes marcas comerciales. [en línea], pp. 1-68. Disponible en:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fcs324d/doc/fcs324d.pdf>.

SIEGEL, F.R., 2002. Geochemistry in Ecosystem Analysis of Heavy Metal Pollution. *Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals* [en línea]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 1-14. [Consulta: 6 abril 2022]. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-04739-2\\_1](http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-04739-2_1).

SKERFVING, S. y BERGDAHL, I.A., 2015. Manual sobre toxicología de los metales. *Handbook on the Toxicology of Metals* [en línea]. Cuarta Edi. S.I.: Elsevier, pp. 911-967. [Consulta: 14 marzo 2022]. ISBN 9780123973399. Disponible en:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444594532000433>.

SUNARP, 2020. Sunarp: número de autos que circulan en el país acumula una década de crecimiento continuo. [en línea]. 2020. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en:  
<https://www.sunarp.gob.pe/PRENSA/inicio/post/2020/01/08/sunarp-numero-de-autos-que-circulan-en-el-pais-acumula-una-decada-de-crecimiento-continuo>.

TEJERA, R.L., LUIS, G., GONZÁLEZ-WELLER, D., CABALLERO, J.M., GUTIÉRREZ, Á.J., RUBIO, C. y HARDISSON, A., 2013. Metales en harina

de trigo; estudio comparativo y control de su seguridad. *Nutricion Hospitalaria* [en línea], vol. 28, no. 2, pp. 506-513. ISSN 02121611. DOI 10.3305/nh.2013.28.2.6287. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23822705>.

TIERRA, W., OTERO, X., RUALES, J. y MALDONADO–ALVARADO, P., 2018. Cadmio y arsénico en chocolate y arroz de Quito, Guayaquil y Cuenca – Ecuador. *Bionatura* [en línea], vol. 01, no. Bionatura Conference Serie. ISSN 13909347. DOI 10.21931/rb/cs/2018.01.01.12. Disponible en:  
<https://www.revistabionatura.com/cs-2018.01.01.12.html>.

WORDLDOMETERS, 2021. Población Mundial: 7.8 Billones de Personas (2021) - Worldometer. [en línea]. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en:  
<https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/>.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Variables   | Definición Conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones  | Indicadores              | Escalas de medición      |
|---|---|--|--|--------------------------|--------------------------|
| <b>1.Variable independiente</b>   | Producto natural o elaborado susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable para el consumo (FAO 2013).  | Para determinar los indicadores de esta variable dependiente se utilizara el laboratorio siguiendo los procedimientos para obtener cada resultado, tanto de humedad como de la concentración de Cd y Pb en el trigo. | Bioacumulación de Cd y Pb en trigo cosechado                       | Humedad                  | Gramos                   |
| Bioacumulación de Cd y Pb en trigo ( <i>Triticum durum L</i> ) cosechados y expuestos al parque automotor |   |  |  | Cd                       | Partes por millón (ppm). |
|   |   |  |  | Pb                       |                          |
|   |   |  | Bioacumulación de Cd y Pb en trigo expendido                       | Humedad                  | Gramos                   |
| Cd  |   |  |  | Partes por millón (ppm). |                          |
| Pb  |   |  |  |                          |                          |
| Comparación de Cd y Pb en chacra y mercado acumulados en trigo.   | Concentración de Cadmio (Cd)  | Partes por millón (ppm).   |  |                          |                          |
|   | Concentración de Plomo (Pb)   |  |  |                          |                          |
| <b>2.Variable dependiente</b>   | El expendio de alimentos es un establecimiento destinado a la venta de alimentos para consumo humano, el establecimiento deberá cumplir con los requisitos sanitarios que garanticen la inocuidad de los alimentos que se ofrecen al consumidor (Saludpasto.gov.co 2018). | Se propondrá un plan para minimizar la contaminación de los alimentos por metales pesados (Cd y Pb), para ello también se apoyara mediante medios de capacitación para mejora de la Educación Ambiental.             | Propuesta de un plan para mejorar el expendio de cereales (trigo). | Vitrinas                 | Unidades                 |
| Mejorar en el expendio de alimentos   |   |  |  | Tachos con tapas         | Unidades                 |
|   |   |  |  | Filtros                  | Unidades                 |
|   |   |  |  | Sacos Impermeables       | Unidades                 |

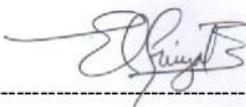
ANEXO 2: INSTRUMENTOS VALIDADOS

INSTRUMENTO N° 1: FORMATO DE HUMEDAD Y CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO DEL TRIGO

|   |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
|---|--|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|
| <br><b>TÍTULO:</b> | <b>FORMATO DE HUMEDAD Y CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO DEL TRIGO</b>  |           |           |                      |           |           | <b>INSTRUMENTO: N°01</b> |           |           |
|   | <b>FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION</b>   |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
|   | Bioacumulación de Cd y Pb en trigo ( <i>Triticum durum L</i> ) cosechados y expuestos al parque automotor para la mejora en el expendio - Abancay 2022 |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>LINEA DE INVESTIGACIÓN:</b>  | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>FACULTAD:</b>  | Ingeniería Ambiental   |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>AUTORES:</b>   | Saavedra Quispe Neyder Omar – Valencia Díaz Edwin Crosby   |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>ASESOR:</b>  | MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>FECHA:</b>   | 24 de Agosto del 2022  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>MUESTRA:</b>   |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| <b>Muestra</b>  | <b>Humedad</b>   |           |           | <b>Concentración</b> |           |           |                          |           |           |
|   |  |           |           | <b>Cadmio</b>        |           |           | <b>Plomo</b>             |           |           |
|   | <b>R1</b>  | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>R1</b>            | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>R1</b>                | <b>R2</b> | <b>R3</b> |
| Chacra (1)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| Chacra (2)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| Chacra (3)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| Puesto Mercado (1)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| Puesto Mercado (2)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |
| Puesto Mercado (3)  |  |           |           |                      |           |           |                          |           |           |



  
 ING. PERCY LUIS GRIJALVA ARONI  
 DNI: 46460354 CIP: 221016

  
 DR. EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFÁN  
 DNI: 40231227 CIP: 92135

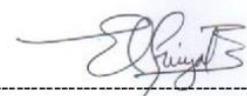
  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 Ing. Jorge Beitran Mendoza Larrea  
 CIP N° 84735  
 DNI: 09760599

**INSTRUMENTO N° 2: FORMATO DE VALORACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR**

|   |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
|---|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|------------|--|
|  | <b>FORMATO DE VALORACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR</b>  |            |            |            |            |            |            | <b>INSTRUMENTO: N°02</b> |            |  |
|   | <b>FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION</b>   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>TÍTULO:</b>  | Bioacumulación de Cd y Pb en trigo ( <i>Triticum durum L</i> ) cosechados y expuestos al parque automotor para la mejora en el expendio - Abancay 2022 |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b>  | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>FACULTAD:</b>  | Ingeniería Ambiental   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>AUTORES:</b>   | Saavedra Quispe Neyder - Valencia Díaz Edwin Crosby Omar   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>ASESOR:</b>  | MSc. Quijano Pacheco, Wilber   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>FECHA:</b>   | 24 de Agosto del 2022  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>LUGAR DE ESTUDIO:</b>  | <b>H O R A R I</b>   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
|   | MAÑANA   |            |            | TARDE      |            |            | NOCHE      |                          |            |  |
| <b>TIPO DE AUTOMOVILES</b>  | 07:00 a.m.   | 09:00 a.m. | 11:00 a.m. | 01:00 p.m. | 03:00 p.m. | 05:00 p.m. | 07:00 p.m. | 09:00 p.m.               | 11:00 p.m. |  |
| MOTOS   |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| AUTOS   |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| CAMIONETAS  |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| CAMIONES - TRAILER  |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| <b>LUGAR DE ESTUDIO:</b>  | <b>H O R A R I</b>   |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
|   | MAÑANA   |            |            | TARDE      |            |            | NOCHE      |                          |            |  |
| <b>TIPO DE AUTOMOVILES</b>  | 07:00 a.m.   | 09:00 a.m. | 11:00 a.m. | 01:00 p.m. | 03:00 p.m. | 05:00 p.m. | 07:00 p.m. | 09:00 p.m.               | 11:00 p.m. |  |
| MOTOS   |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| AUTOS   |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| CAMIONETAS  |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |
| CAMIONES - TRAILER  |  |            |            |            |            |            |            |                          |            |  |




ING. PERCY LUIS GRIJALVA ARONI  
DNI: 46460354 CIP: 221016



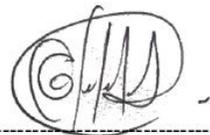
DR. EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFÁN  
DNI: 40231227 CIP: 92135



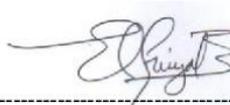
DNI: 09760599

### INSTRUMENTO N° 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

|   | MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES   |  |  | INSTRUMENTO N° 3   |                          |
|--|---|--|--|--------------------|--------------------------|
| <b>TÍTULO:</b>   | Bioacumulación de Cd y Pb en trigo ( <i>Triticum durum L</i> ) cosechados y expuestos al parque automotor para la mejora en el expendio - Abancay 2022  |  |  |                    |                          |
| <b>LINEA DE INVESTIGACIÓN:</b>   | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales   |  |  |                    |                          |
| <b>FACULTAD:</b>   | Ingeniería Ambiental  |  |  |                    |                          |
| <b>AUTORES:</b>  | Saavedra Quispe Neyder Omar - Valencia Díaz Edwin Crosby  |  |  |                    |                          |
| <b>ASESOR:</b>   | MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel   |  |  |                    |                          |
| <b>FECHA:</b>  | 24 de Agosto del 2022   |  |  |                    |                          |
| Variables  | Definición Conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones  | Indicadores        | Escalas de medición      |
| <b>1.Variable independiente</b><br><br>Bioacumulación de Cd y Pb en trigo ( <i>Triticum durum L</i> ) cosechados y expuestos al parque automotor | Producto natural o elaborado susceptible de ser ingerido y digerido, cuyas características lo hacen apto y agradable para el consumo (FAO 2013).  | Para determinar los indicadores de esta variable dependiente se utilizara el laboratorio siguiendo los procedimientos para obtener cada resultado, tanto de humedad como de la concentración de Cd y Pb en el trigo. | Características del trigo chacra                           | Humedad            | Gramos                   |
|  |   |  |  | Cd                 | Partes por millón (ppm). |
|  |   |  |  | Pb                 |                          |
|  |   |  | Características del trigo expuesto al parque automotor     | Humedad            | Gramos                   |
|  |   |  |  | Cd                 | Partes por millón (ppm). |
|  |   |  |  | Pb                 |                          |
| Comparación de Cd y Pb en chacra y mercado acumulados en trigo.  | Concentración de Cadmio (Cd)  | Partes por millón (ppm).   |  |                    |                          |
|  |   |  | Concentración de Plomo (Pb)                                |                    |                          |
| <b>2.Variable dependiente</b><br><br>Mejorar en el expendio de alimentos   | El expendio de alimentos es un establecimiento destinado a la venta de alimentos para consumo humano, el establecimiento deberá cumplir con los requisitos sanitarios que garanticen la inocuidad de los alimentos que se ofrecen al consumidor (Saludpasto.gov.co 2018). | Se propondrá un plan para minimizar la contaminación de los alimentos por metales pesados (Cd y Pb), para ello también se apoyara mediante medios de capacitación para mejora de la Educación Ambiental.             | Propuesta de un plan para mejorar el expendio de Alimentos | Vitrinas           | Unidades                 |
|  |   |  |  | Tachos con tapas   | Unidades                 |
|  |   |  |  | Filtros            | Unidades                 |
|  |   |  |  | Sacos Impermeables | Unidades                 |

ING. PERCY LUIS GRIJALVA ARONI  
DNI: 46460354 CIP: 221016



DR. EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFÁN  
DNI: 40231227 CIP: 92135



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
- Ing Bertran Mendoza Careres  
CIP N° 84735

DNI: 09760599

Anexo 3: UBICACIÓN DEL ESTUDIO: MERCADO LAS AMERICAS – ABANCAY

ÁREA DE ESTUDIO: MERCADO LAS AMERICAS



**LEYENDA**

|  |                 |
|--|-----------------|
|  | Tercer Abastec. |
|  | Línea Paved.    |
|  | Línea Principal |

**Mapa de Ubicación del Área de Estudio**

Región: Apurímac  
 Provincial: Abancay  
 Distrito: Abancay

Diseñado por:  
 - Neyder Omar Saavedra Quispe  
 - Edwin Crosby Valencia Diaz

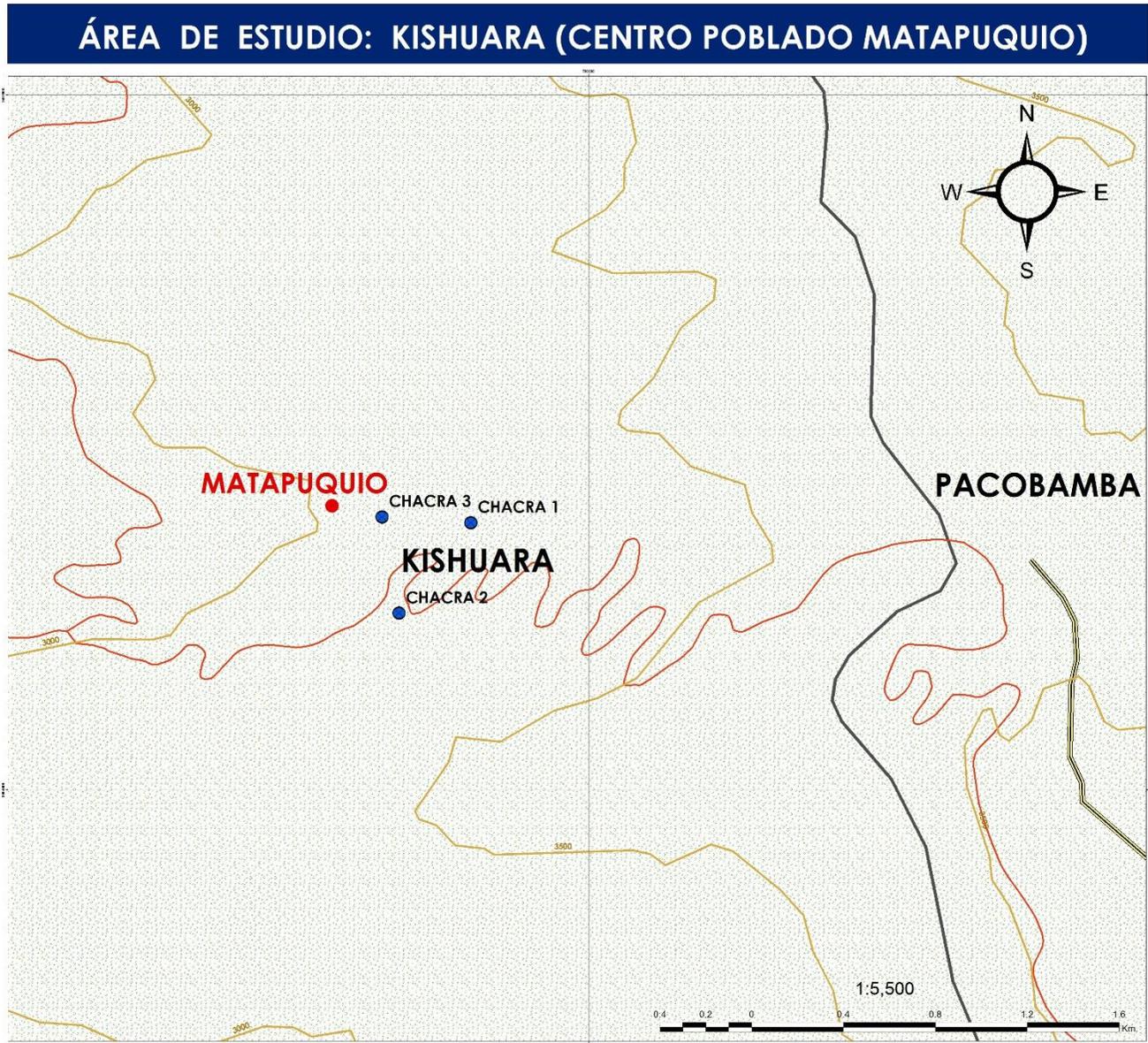
01

Fuente:  
 Elaboración Propia

Datum y Proyección:  
 UTM WGS 84

Mostrado en: Scale

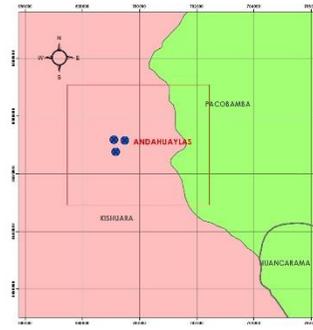
# Anexo 4: UBICACIÓN DEL ESTUDIO: CHACRAS – KISHUARA



**Mapa de la Ubicación Regional**



**Mapa de la Ubicación Provincial**

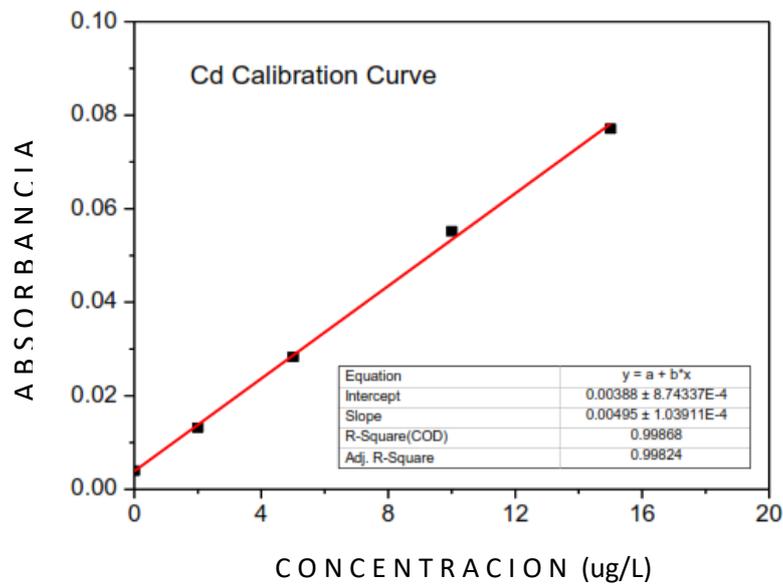


**Mapa de Ubicación del Área de Estudio**

|  |  |
|--|--|
| Región: Apurímac<br>Provincia: Andahuaylas<br>Distrito: Kishuara | Diseñado por:<br>- Neyder Omar Saavedra Quispe<br>- Edwin Crosby Valencia Diaz |
| Fuente:<br>Elaboración Propia                                    | Datum y Proyección:<br>UTM WGS 84  |
| 02   |  |
| Instituto Geográfico   |  |

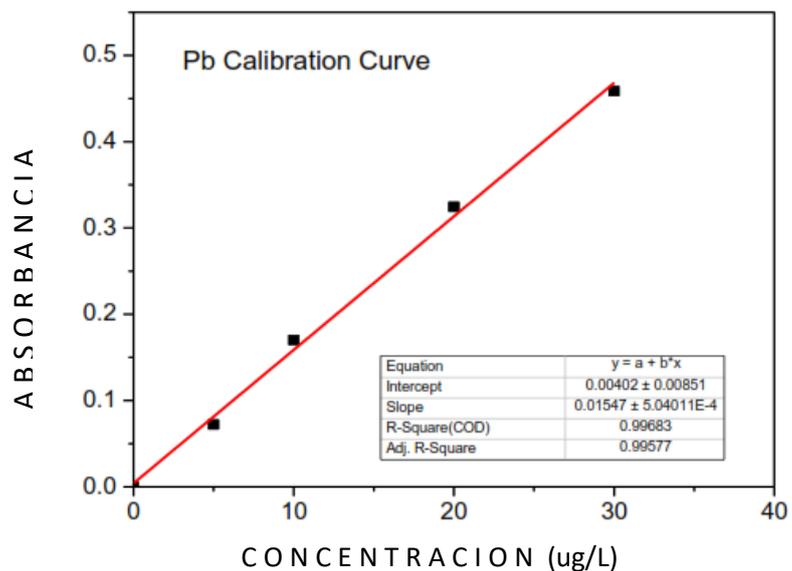
## ANEXO 5: CURVA DE CALIBRACIÓN DEL CADMIO

| MUESTRA | Absorbancia | Concentración Leída (ug/L) |
|---------|-------------|----------------------------|
| Blanco  | 0.0005      | 0                          |
| Std 1   | 0.0132      | 2.0                        |
| Std 2   | 0.0283      | 5.0                        |
| Std 3   | 0.0552      | 10.0                       |
| Std 4   | 0.0771      | 15.0                       |



## ANEXO 6: CURVA DE CALIBRACIÓN DEL PLOMO

| MUESTRA | Absorbancia | Concentración Leída (ug/L) |
|---------|-------------|----------------------------|
| Blanco  | 0.0004      | 0                          |
| Std 1   | 0.0722      | 5.0                        |
| Std 2   | 0.1701      | 10.0                       |
| Std 3   | 0.3245      | 20.0                       |
| Std 4   | 0.4585      | 30.0                       |



## ANEXO 7: ANALISIS DE HUMEDAD

### Preparación de Muestras

Se trituro las muestras agranel mediante la técnica del taban, que es una forma de molino artesanal entre piedras, para no contaminar las muestras tanto de la chacra como del mercado; seguidamente se llevaron al laboratorio para el análisis.

### Análisis

- Se utilizó la balanza analítica marca SARTORIUS para pesar las muestras distribuidas en luna de reloj, cada una debidamente rubricada; luego se llevó a la estufa marca MEMMERT a 100°C; se tomó nota de la temperatura máxima y mínima del ambiente, la humedad relativa máxima y mínima del ambiente para poder compáralos con los resultados obtenidos a diferentes intervalos de tiempo que se sometió cada una de las muestras en la estufa, resultados a los 40 minutos y a los 80 minutos. Los resultados se tabularon obteniendo el porcentaje de humedad y de materia seca.
- Para el análisis de muestras de trigo cosechados y expuestos al parque automotor se determinó la humedad y materia seca, obteniéndose de muestras de trigo cosechadas los siguientes resultados de humedad 11.37% y materia seca de 88.62%, muestras de trigo expuestas al parque automotor obteniendo los resultados de humedad 12.21% y materia seca 87.78%.

Resultados del contenido de humedad y materia seca del trigo expuesto al parque automotor

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| <b>% Humedad</b>      | 12.21 |
| <b>% Materia Seca</b> | 87.78 |

Resultados del contenido de humedad y material seca del trigo cosechado

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| <b>% Humedad</b>      | 11.37 |
| <b>% Materia Seca</b> | 88.62 |

**ANALISIS DE HUMEDAD EN MUESTRAS DE PUESTOS DE EXPENDIO DE TRIGO**

| Muestra          | W Placa Vacía | T <sub>0</sub> |                   | T <sub>40</sub> |                   | T <sub>80</sub> |                   |
|------------------|---------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|                  |               | W Muestra      | W Placa + Muestra | W Muestra       | W Placa + Muestra | W Muestra       | W Placa + Muestra |
| Puesto Mercado 1 | 30.970        | 3.001          | 33.971            | 2.650           | 33.620            | 2.633           | 33.603            |
| Puesto Mercado 2 | 30.870        | 3.001          | 33.870            | 2.651           | 33.521            | 2.638           | 33.507            |
| Puesto Mercado 3 | 30.761        | 3.001          | 33.762            | 2.649           | 33.410            | 2.633           | 33.394            |
| <b>PROMEDIO</b>  |               | <b>3.001</b>   |                   | <b>2.650</b>    |                   | <b>2.634</b>    |                   |

| RESULTADO     |               | TEMPERATURA |      | HUMEDAD RELATIVA |     | TEMPERATURA ESTUFA |
|---------------|---------------|-------------|------|------------------|-----|--------------------|
| %HUMEDAD      | <b>12.211</b> | MAX         | 22°C | MAX              | 49% | 100°C              |
| %MATERIA SECA | <b>87.788</b> | MIN         | 15°C | MIN              | 25% |                    |

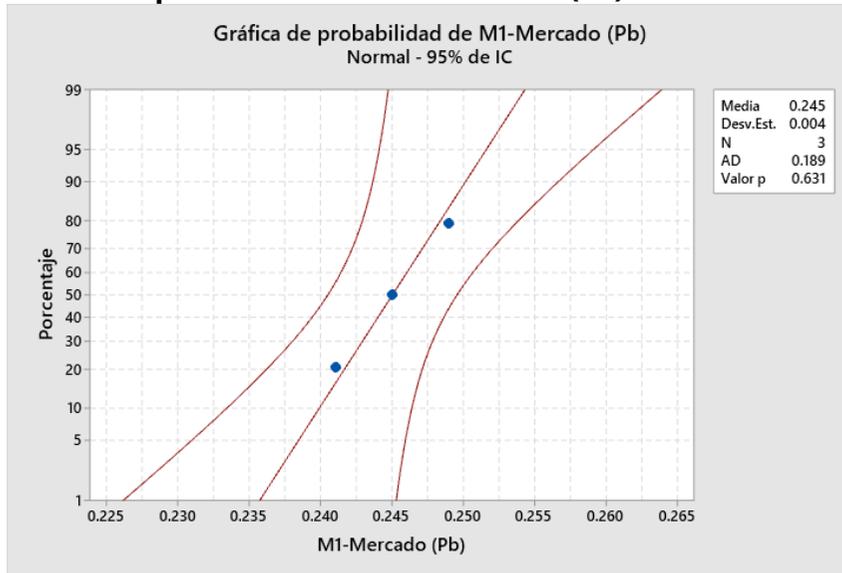
**ANALISIS DE HUMEDAD EN MUESTRAS DE CHACRA DE TRIGO**

| Muestra         | W Placa Vacía | T <sub>0</sub> |                   | T <sub>40</sub> |                   | T <sub>80</sub> |                   |
|-----------------|---------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|                 |               | W Muestra      | W Placa + Muestra | W Muestra       | W Placa + Muestra | W Muestra       | W Placa + Muestra |
| Chacra 1        | 28.850        | 3.002          | 31.852            | 2.698           | 31.548            | 2.663           | 31.513            |
| Chacra 2        | 30.731        | 3.003          | 33.733            | 2.697           | 33.428            | 2.666           | 33.397            |
| Chacra 3        | 28.076        | 3.003          | 31.079            | 2.682           | 30.758            | 2.653           | 30.730            |
| <b>PROMEDIO</b> |               | <b>3.003</b>   |                   | <b>2.692</b>    |                   | <b>2.661</b>    |                   |

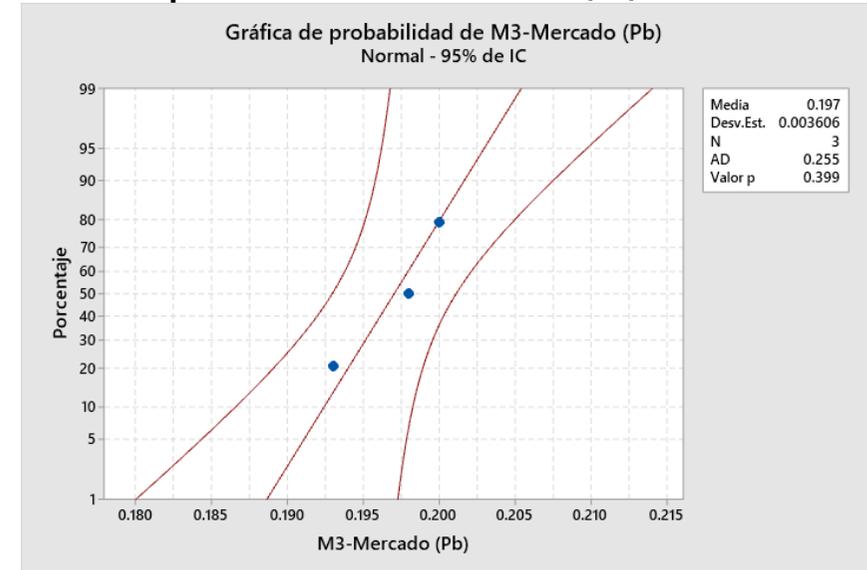
| RESULTADOS    |        | TEMPERATURA |      | HUMEDAD RELATIVA |     | TEMPERATURA ESTUFA |
|---------------|--------|-------------|------|------------------|-----|--------------------|
| %HUMEDAD      | 11.379 | MAX         | 21°C | MAX              | 50% | 100°C              |
| %MATERIA SECA | 88.621 | MIN         | 15°C | MIN              | 23% |                    |

# ANEXO 8: GRAFICOS DE PRUEBA DE NORMALIDAD

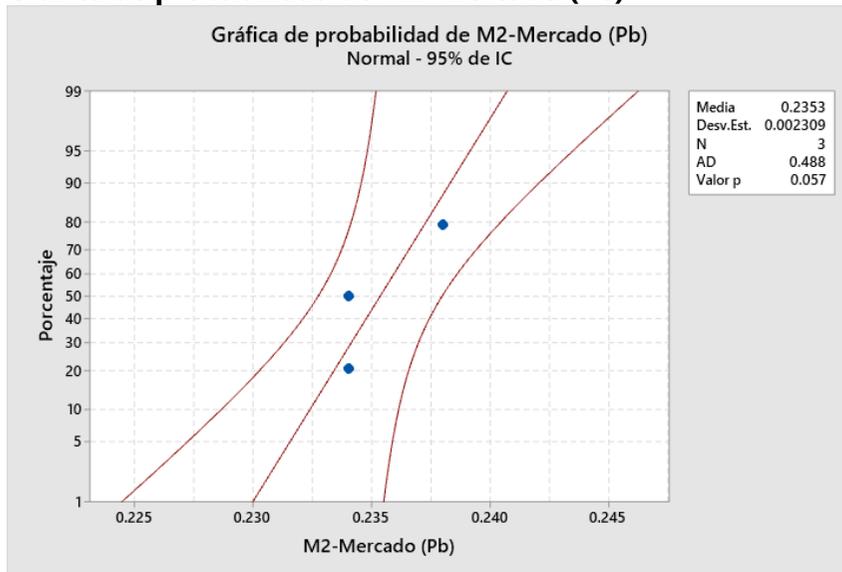
## Gráfica de probabilidad de M1-Mercado (Pb)



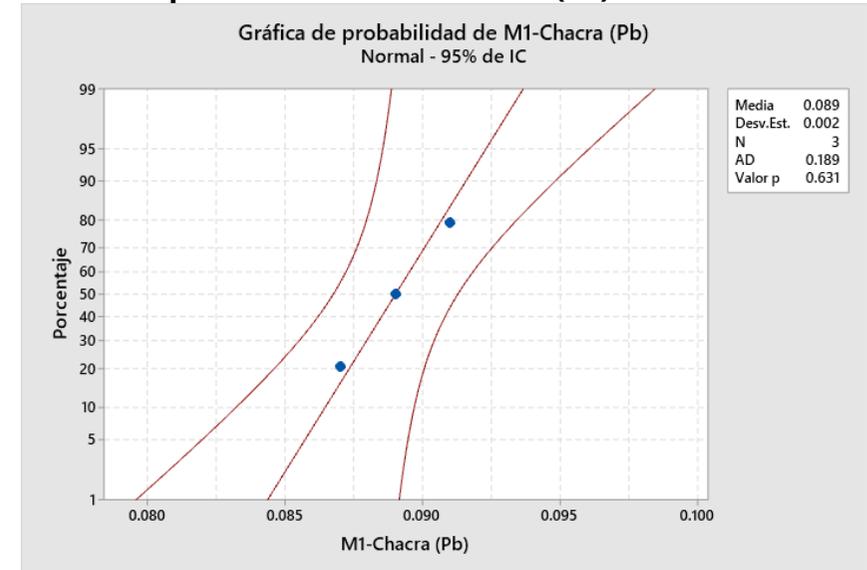
## Gráfica de probabilidad de M3-Mercado (Pb)



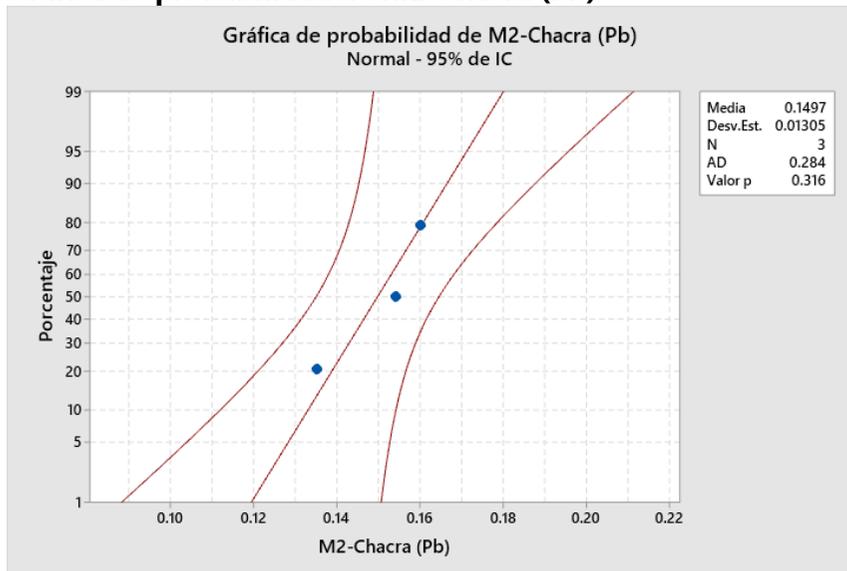
## Gráfica de probabilidad de M2-Mercado (Pb)



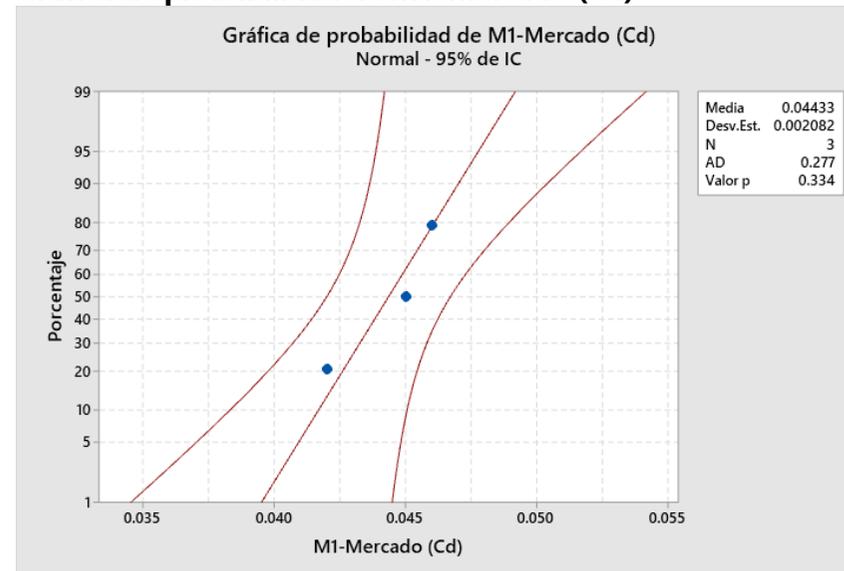
## Gráfica de probabilidad de M1-Chacra (Pb)



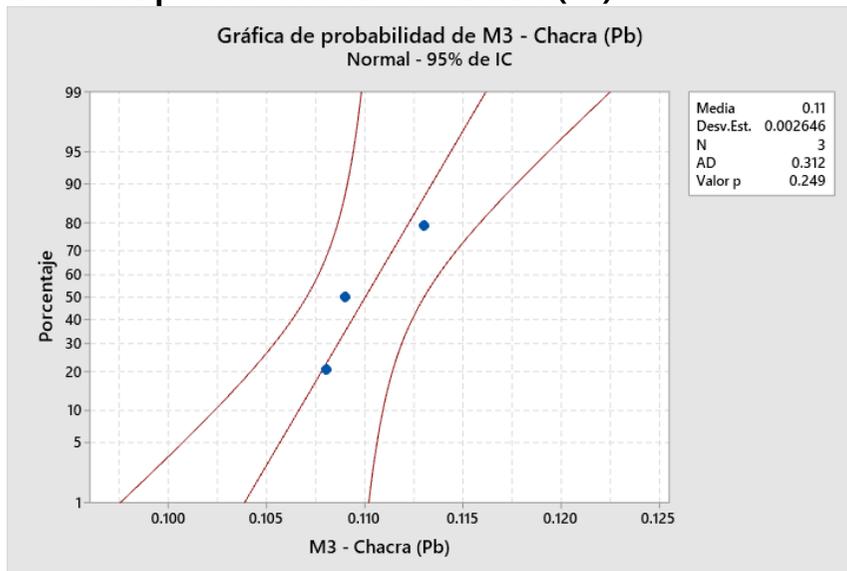
### Gráfica de probabilidad de M2-Chacra (Pb)



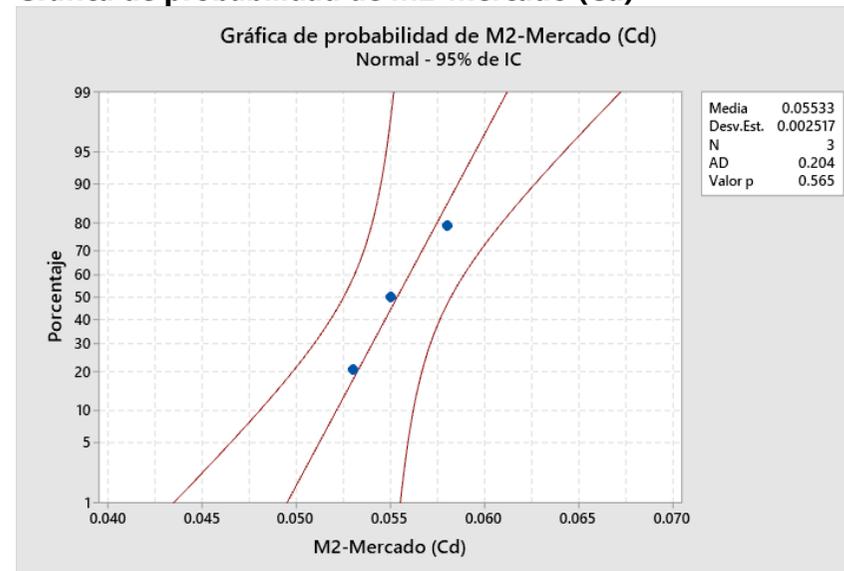
### Gráfica de probabilidad de M1-Mercado (Cd)



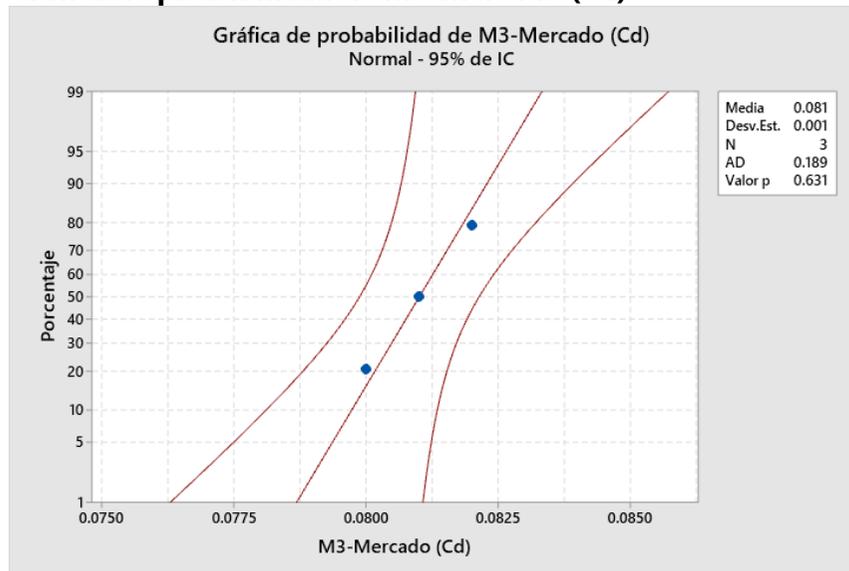
### Gráfica de probabilidad de M3 - Chacra (Pb)



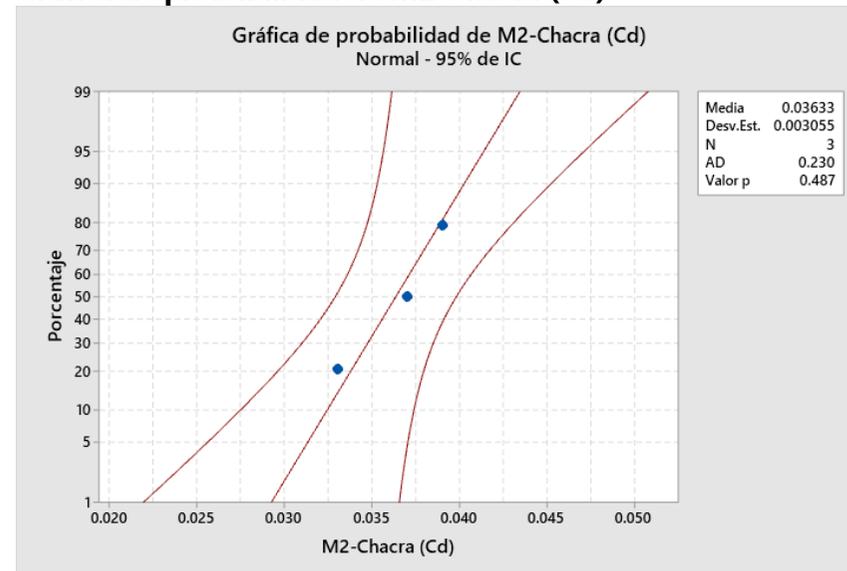
### Gráfica de probabilidad de M2-Mercado (Cd)



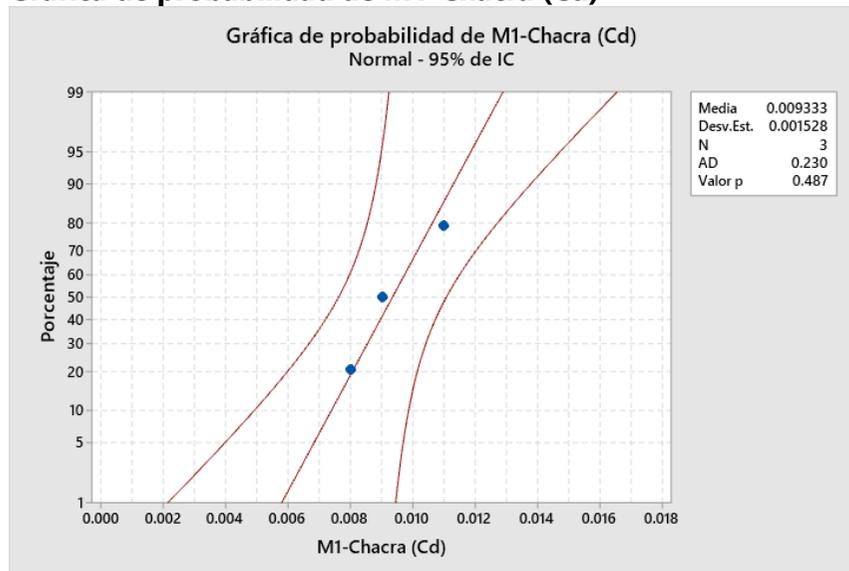
### Gráfica de probabilidad de M3-Mercado (Cd)



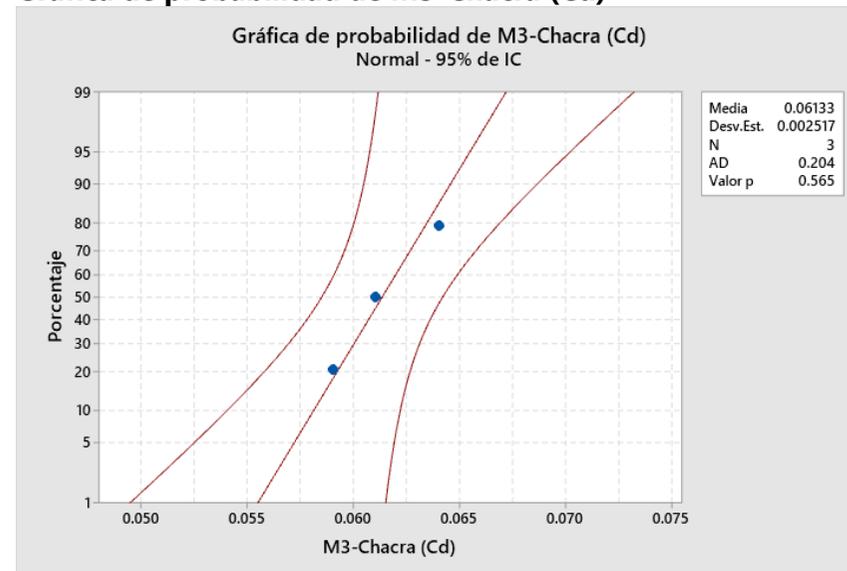
### Gráfica de probabilidad de M2-Chacra (Cd)



### Gráfica de probabilidad de M1-Chacra (Cd)



### Gráfica de probabilidad de M3-Chacra (Cd)



## **ANEXO 9: PROPUESTA DE PLAN PARA MEJORAR EL EXPENDIO DE CEREALES (TRIGO)**

### **TITULO**

Propuesta de plan para minimizar el contenido de Cd y Pb de trigo cosechado y llevado a expendio.

### **OBJETIVO**

Elaborar y aplicar plan de mejora de cosecha y expendio de cereales (trigo) para minimizar el contenido de Cd y Pb.

### **META**

Disminuir el contenido de Cd y Pb en trigo de chacra y llevados a expendio a mediano plazo (dos años).

### **METODOLOGÍA**

- **En chacra**

Realizar capacitaciones a los productores de trigo en minimizar el uso de insumos con altos contenidos de Cd y Pb.

Elaborar un plan de control de contenido de metales cd y pb en semillas, agua, suelo y aire. Con la finalidad de minimizar la bioacumulación de estos metales pesados.

Realizar el control de labores agrícolas en función al contenido de metales pesados en fertilizantes, insecticidas y abonos foliares.

Realizar el control de pb y cd en la cosecha, empaques y transporte de trigo a los lugares de expendio.

Implementar infraestructura adecuada para el almacenamiento de trigo e insumos con la finalidad de minimizar la contaminación con Cd y Pb.

Acciones contenidas en protocolos de cultivo, protocolos de almacenaje y protocolos de transporte con el objetivo de minimizar la contaminación por Cd y Pb.

- **En lugares de expendio.**

Elaborar capacitaciones mediante talleres y focusgrup a comerciantes en los efectos de la contaminación de pb y cd en la salud humana y en acciones a realizar para minimizar la contaminación por pb y cd en productos que expenden (trigo).

Elaborar material de sensibilización como volantes a comerciantes, consumidores y transportistas dando a conocer la importancia de la inocuidad de los alimentos y las fuentes de contaminación por Cd y Pb en la ciudad.

Elaborar protocolos (trazabilidad) de recepción de trigo con la finalidad de tener un registro de su inocuidad (Pb y Cd).

Elaborar protocolos de expendio con el objetivo de minimizar la contaminación por pb y cd generados por el parque automotor; consistentes capacitaciones, construcción de infraestructura, equipamiento (vitrinas, tachos con tapa, sacos impermeables y empaque del trigo), todos ellos libres de Cd y Pb.

## **APLICACIÓN DE PROTOCOLOS**

Los protocolos tienen el objetivo de minimizar la contaminación por metales pesados (Cd y Pb) en trigo desde las etapas de análisis de insumos (semillas, agua, suelo) antes de la siembra, durante las labores agrícolas, el almacenamiento del trigo en chacra, el transporte, almacenamiento en el expendio y las instalaciones para su comercialización.

## EVALUACIÓN

El proceso de evaluación se realizara en función a la elaboración y evaluación de indicadores propuestos en los propuestos en los protocolos en cada una de las etapas de la cadena productiva, transporte y comercialización del trigo.

## COSTOS

### ▪ Chacra

| ACTIVIDAD       | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO POR UNIDAD | TOTAL |
|-----------------|--------|----------|------------------|-------|
| Capacitaciones  | global | 2        | 4000             | 8000  |
| Sensibilización | global | 4        | 800              | 3200  |
| Protocolos      | unidad | 3        | 5000             | 15000 |
| Equipamiento    | global | 1        | 10000            | 10000 |
| Infraestructura | unidad | 1        | 30000            | 30000 |
|                 |        |          | <b>TOTAL</b>     | 66200 |

### ▪ Lugares de expendio

| ACTIVIDAD       | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO POR UNIDAD | TOTAL |
|-----------------|--------|----------|------------------|-------|
| Capacitaciones  | global | 2        | 4000             | 8000  |
| Sensibilización | global | 4        | 800              | 3200  |
| Protocolos      | unidad | 2        | 5000             | 10000 |
| Equipamiento    | global | 1        | 10000            | 10000 |
| Infraestructura | unidad | 1        | 30000            | 30000 |
|                 |        |          | <b>TOTAL</b>     | 61200 |

## CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN

| TRIMESTRE                              | TRIMESTRE 1     | TRIMESTRE 2     | TRIMESTRE 3     | TRIMESTRE 4     |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| MES                                    | ENE - FEB - MAR | ABR - MAY - JUN | JUL - AGO - SEP | OCT - NOV - DIC |
| ACTIVIDADES                            |                 |                 |                 |                 |
| Capacitaciones                         | X               |                 | X               |                 |
| Sensibilización                        | X               | X               | X               | X               |
| Elaboración y aprobación de protocolos |                 | X               | X               |                 |
| Equipamiento                           |                 |                 | X               | X               |
| Infraestructura                        |                 |                 | X               | X               |
| Aplicación de protocolos               |                 |                 |                 | X               |
| Evaluación                             | X               | X               | X               | X               |

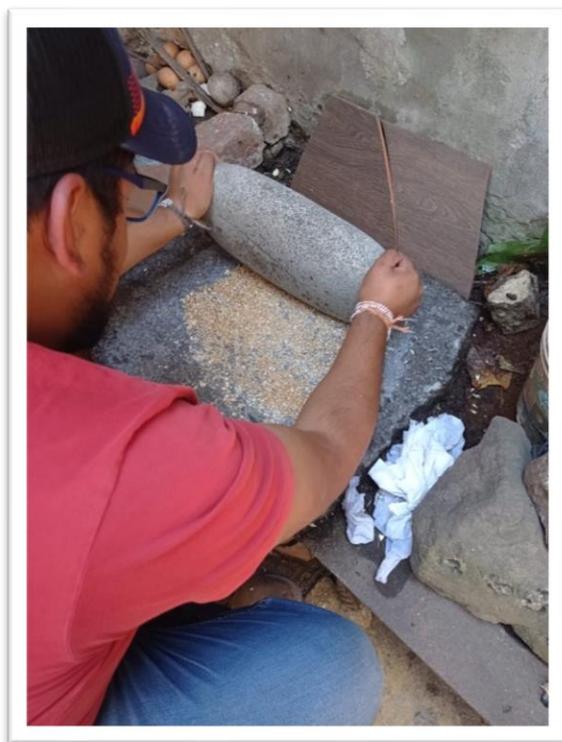
**ANEXO 10: PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTOGRAFIA 01: COCECHA DE TRIGO.**



**FOTOGRAFIA 02: COCECHA DE TRIGO.**



**FOTOGRAFIA 03: MOLIENDO MUESTRA (TRIGO).**



**FOTOGRAFIA 05 Y 06: PESADO DE MUESTRAS.**



**FOTOGRAFIA 07: PARQUE AUTOMOTOR.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Bioacumulación de Cd y Pb en trigo (*Triticum durum* L) cosechados y expuestos al parque automotor para mejorar su expendio - Abancay 2022", cuyos autores son VALENCIA DIAZ EDWIN CROSBY, SAAVEDRA QUISPE NEYDER OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 04 de Setiembre del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>   |
|---|--|
| QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL<br><b>DNI:</b> 06082600<br><b>ORCID:</b> 0000-0001-7889 -7928 | Firmado electrónicamente<br>por: WLSAMUELQUP el<br>07-09-2022 15:30:12 |

Código documento Trilce: TRI - 0426534