Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Escuela Profesional de Toxicología

Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023

TESIS

Para optar el Título Profesional de Toxicóloga

AUTOR

Grecia Alessandra CARRUITERO MORAN

ASESORES

Dr. Mesías Moisés GARCÍA ORTIZ

Mg. Gloria Marina MARÍN VALLEJOS

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Carruitero G. Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Toxicología; 2024.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Grecia Alessandra Carruitero Moran
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72048373
URL de ORCID	https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-9202-6392
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Mesías Moisés García Ortiz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07200816
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7340-4757
Datos de coasesor	
Nombres y apellidos	Gloria Marina Marin Vallejos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09690135
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2087-0145
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carmen Gladys Peña Suasnabar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	20904674
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gustavo Antonio Guerra Brizuela

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08462723
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Luz Kathia Hernandez Calderon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40543862
Datos de investigación	
Línea de investigación	Toxicología alimentaria
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	No aplica
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Huancavelica Distritos: San Pedro de Coris (Latitud: -12.614987, Longitud: -74.482142) Churcampa (Latitud: -12.740415, Longitud: -74.387063)
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero – noviembre 2023
URL de disciplinas OCDE	Toxicología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.01.07

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América **Facultad de Farmacia y Bioquímica Decanato**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023

Que presenta la Bachiller en Toxicología:

GRECIA ALESSANDRA CARRUITERO MORAN

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, ha obtenido la siguiente calificación final:

18 (Dieciocho) Aprobada con mención honro

de conformidad con el Art. 14.° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para la obtención del Título Profesional de Toxicólogo (a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Lima, 18 de junio de 2024

Dra. Carmen Gladys Peña Suasnabar
Presidente

Mg. Gustavo Antonio Guerra Brizuela
Miembro

Mg. Luz Kathia Hernández Calderón
Miembro

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE TOXICOLOGÍA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **MESÍAS MOISÉS GARCÍA ORTIZ**, identificado con DNI N° 07200816 en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N°000018-2024-D-FFB/UNMSM de la Tesis, cuyo título es: **RIESGO TOXICOLÓGICO AL PLOMO POR CONSUMO DE SOLANUM TUBEROSUM (PAPA) EN SAN PEDRO DE CORIS Y CHURCAMPA – HUANCAVELICA, PERÚ 2023**., presentado por la bachiller **GRECIA ALESSANDRA CARRUITERO MORAN**, para optar el título profesional de Toxicólogo (a).

CERTIFICO: que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 19 % de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Jardín Botánico, 23 de mayo del 2024

.....

Firma del Asesor

DNI: Mesías Moisés García Ortiz

Nombres y apellidos del Asesor:

Huella dactilar del asesor

DEDICATORIA

A Dios quien me guía y protege en cada paso que doy; a mis ancestros que con su fortaleza, triunfos y alegrías marcaron el inicio de la historia de mi vida, abriendo los caminos que hoy transito.

A mi madre que con su exigencia, coherencia y fortaleza me han hecho ser la profesional que anhelaba de niña y que se convirtió en mi ejemplo a seguir como mujer.

A mi padre y hermanos por siempre enseñarme sobre la vida y su apoyo enorme que han sido para mí.

A Chato por su amor y compañía incondicional en cada paso que doy, en cada trasnochada durante mi carrera.

A mí misma por ser una mujer espectacular y siempre cuidarme, porque soy una mujer sin duda alguna líder, arriesgada y amorosa.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores el Dr. Mesías Moisés García Ortiz y la Mg. Gloria Marina Marin Vallejos por sus enseñanzas y apoyo en cada paso de mi proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos de toxicología que me apoyaron para poder terminar mi proyecto de investigación.

A mi universidad que me dio la base de los conocimientos para poder aplicarlos a la sociedad de manera responsable.

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS **15**

RESUMEN **17**

I. INTRODUCCIÓN **19**

I.1. Planteamiento del problema: 19

I.2. Objetivos 20

I.2.1. Objetivo general 20

I.2.2. Objetivos específicos 20

I.3. Importancia y alcance de la investigación 20

I.4. Limitaciones de la investigación 21

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA **22**

II.1. Marco teórico 22

II.1.1 Bases teóricas 22

II.1.2. Antecedentes del estudio 28

II.1.3. Glosario de términos 32

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES **33**

III.1. Hipótesis 33

III.2. Variables 34

III.3. Operacionalización de variables 34

IV. MATERIALES Y MÉTODOS **37**

IV.1. Área de estudio 37

IV.2. Diseño de investigación 37

IV.3. Población y muestra..... 37

IV.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información 38

IV.5. Análisis estadístico..... 40

V. RESULTADOS 40

V.1. Presentación y análisis de los resultados 40

V.1.1. Evaluación de la frecuencia de consumo, características demográficas y conocimientos de cosecha de *Solanum tuberosum* .. 40

V.1.2. Concentración de plomo en papa..... 44

V.1.3. Riesgo de exposición de plomo en papa..... 53

VI. DISCUSIÓN..... 56

VII. CONCLUSIONES..... 59

VIII. RECOMENDACIONES 59

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 60

X. ANEXOS (*)..... 68

X.1. Matriz de consistencia..... 68

X.2. Herramientas utilizadas para recolección de datos..... 73

X.3. Formatos de validación de encuesta hecho por expertos 75

X.4. Ficha de consentimiento informado para los participantes de la encuesta..... 79

X.5. Tabla de recojo de datos..... 79

X.6. Resultados de laboratorio..... 84

X.7. Evidencias fotográficas..... 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: "Taxonomía de *Solanum tuberosum*" 22

Tabla 2: "Composición nutricional de variedades de *Solanum tuberosum*" 23

Tabla 3: "Distribución de entrevistados de San Pedro de Coris y Churcampa por edades en el mes de agosto - 2023" 40

Tabla 4: "Distribución de entrevistados de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023" 41

Tabla 5: "Patrón de encuesta de consumo de papa en pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023" 42

Tabla 6: "Conocimiento sobre las temporadas de cosecha de los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto – 2023" 44

Tabla 7: "Concentración de plomo en las muestras de papa de Churcampa y de San Pedro de Coris" 44

Tabla 8: "Media, mediana, moda, desviación estándar, valor mínimo y máximo en las muestras de papa en San Pedro de Coris" 46

Tabla 9: "Media, mediana, moda, desviación estándar, valor mínimo y máximo en las muestras de papa de Churcampa"..... 47

Tabla 10: Prueba de Normalidad según Shapiro Wilk..... 50

Tabla 11: “Prueba T-student para muestras independientes de la concentración de plomo (mg/Kg) en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa”..... 51

Tabla 12: “Prueba T student para muestras independientes de la concentración de plomo (mg/Kg) en el distrito de San Pedro de Coris y el Codex Alimentarius”..... 52

Tabla 13: “Prueba de T-student para la concentración de plomo en papa en el distrito de Churcampa y el Codex Alimentarius”..... 53

Tabla 14: Datos de determinación para la dosis de exposición..... 55

Tabla 15: Resultados de la dosis de exposición en San Pedro de Coris y Churcampa..... 55

Tabla 16: Resultados del índice de peligrosidad en San Pedro de Coris y Churcampa..... 55

Tabla 17: Resultados del margen de exposición en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa. 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: "Perú: Consumo promedio per cápita anual de papa, según ámbito geográfico y principales ciudades (kg/persona)" 26

Figura 2: "Etapas para la evaluación del riesgo toxicológico" 28

Figura 3: "Tiempo de residencia de los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023"..... 41

Figura 4: "Frecuencia del consumo de papa durante la semana de pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023" 41

Figura 5: "Porcentaje de procedencias del consumo de papas en los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023" 43

Figura 6: "Conocimiento de entrevistados sobre las temporadas de cosecha en San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023" 43

Figura 7: "Histograma de la concentración de plomo en papas en San Pedro de Coris" 46

Figura 8: "Histograma de la concentración de plomo en papas de Churcampa"..... 47

Figura 9: "Concentración de plomo en papa en Churcampa" 48

Figura 10: "Concentración de plomo en papa en San Pedro de Coris" 48

Figura 11: “Frecuencia vs. Concentración de plomo en papas de Churcampa” 49

Figura 12: “Frecuencia vs. Concentración de plomo en papas de San Pedro de Coris” 49

Figura 13: “Comparación de medias de las concentraciones de plomo en San Pedro de Coris y Churcampa” 50

ÍNDICE DE ANEXOS

X.1. Matriz de consistencia 68

X.2. Herramientas utilizadas para recolección de datos 73

X.3. Formatos de validación de encuesta hecho por expertos 75

X.4. Ficha de consentimiento informado para los participantes de la encuesta 79

X.5. Tabla de recojo de datos 79

X.6. Resultados de laboratorio 84

X.7. Evidencias fotográficas 86

ABREVIATURAS

ATSDR	Agency for Toxic Substance and Disease Registry
C	Concentración
CICOTOX	Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión
CIP	Centro Internacional de la Papa
DE	Dosis de exposición
DRAH	Dirección Regional Agraria de Huancavelica
DRf	Dosis de referencia
EPA	Environmental Protection Agency (United States)
FE	Factor de exposición
GFAAS	Espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito
Ha	Hipótesis alternativa
Ho	Hipótesis nula
IDAL	Dosis de exposición por ingesta de alimento
INIA	Instituto Nacional de Información Agraria
IP	índice de peligrosidad
LMP	Límite máximo permisible
ME	Margen de exposición
Midragri	Ministerio de Agricultura y Riego
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
mg/Kg	Miligramos por kilogramos
mg/Kg/día	Miligramos por kilogramos al día (unidad de dosis)
NOAEL	No observed adverse effect level
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

PC	Peso corporal
Pb	Plomo
UMC	Unidad Minera Cobriza

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo el determinar la concentración de plomo en la papa (*Solanum tuberosum*) para hacer un análisis de evaluación de riesgos toxicológicos, teniendo en cuenta la frecuencia de consumo, las características demográficas y conocimientos de cosecha en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa, ubicados en Huancavelica. Se empleó una encuesta para determinar la frecuencia de consumo, variables demográficas y conocimientos, cuyos resultados se analizaron en el programa Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2205 compilación 16.0.15225.20278) de 64 bits y el programa IBM SPSS Statistics. Para el análisis de la concentración de plomo se empleó la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS) y para la evaluación de riesgos se empleó la metodología que estableció la FAO/OMS. Obteniéndose lo siguiente: La población de ambos distritos en su mayoría tiene la edad comprendida entre 27 a 59 años siendo una muestra analizada de 108 personas en San Pedro de Coris y 358 personas en Churcampa, teniendo una frecuencia de consumo diaria de 99.07% y 54.75%, respectivamente, con un conocimiento de cosechas de 75.93% en San Pedro de Coris y de 65.61% en Churcampa. La concentración de plomo asciende al valor promedio de 0.041 mg/Kg para San Pedro de Coris y de 0.030 mg/Kg para Churcampa con intervalo de confianza al 95%, resultados por debajo de Codex Alimentarius (C<0.1 mg/Kg); el índice de peligrosidad asciende a 0.044 para San Pedro de Coris y de 0.001 para Churcampa, los cuales no superan el valor de 1 indicando que no presenta un riesgo para la población; el margen de exposición fue de 946826.238 para San Pedro de Coris y 1.409 para Churcampa, los cuales superan el valor de 1 denotando que existe seguridad para la población en torno al consumo de la papa.

Palabras clave: Papa, plomo, riesgo toxicológico.

SUMMARY

The aim of this research is to determine the concentration of lead in potatoes (Solanum tuberosum) in order to carry out a toxicological risk assessment analysis, taking into account the frequency of consumption, demographic characteristics and knowledge of harvesting in the districts of San Pedro de Coris and Churcampa, located in Huancavelica. A survey was used to determine the frequency of consumption, demographic variables and knowledge, the results of which were analysed in Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (version 2205 build 16.0.15225.20278) 64-bit and IBM SPSS Statistics. Graphite furnace atomic absorption atomic absorption spectrophotometry (GFAAS) was used for lead concentration analysis and the FAO/WHO methodology was used for risk assessment. The following results were obtained: The population of both districts mostly has the age between 27 to 59 years being an analysed sample of 108 people in San Pedro de Coris and 358 people in Churcampa, having a daily consumption frequency of 99.07% and 54.75%, respectively, with a knowledge of harvests of 75.93% in San Pedro de Coris and 65.61% in Churcampa. The lead concentration amounts to an average value of 0.041 mg/kg for San Pedro de Coris and 0.030 mg/kg for Churcampa with 95% confidence interval, results below the Codex Alimentarius (C<0.1 mg/kg); the hazard index amounts to 0.044 for San Pedro de Coris and 0.001 for Churcampa, with an average value of 0.044 for San Pedro de Coris and 0.001 for Churcampa. 001 for Churcampa, which do not exceed the value of 1 indicating that it does not present a risk for the population; the margin of exposure was 946826.238 for San Pedro de Coris and 1.409 for Churcampa, which exceed the value of 1 denoting that there is safety for the population around the consumption of the potato.

Key words: Potato, lead, toxicological risk.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Planteamiento del problema:

La contaminación de metales pesados es un problema mundial que va en aumento, debido a las actividades del ser humano. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental se tiene a los vehículos, metalurgia, el aporte natural en acuíferos, la agricultura y la minería. La razón por la que esta última fuente se considera una de las principales, es debido a el manejo inadecuado de sus residuos denominados “jales mineros” (1).

Para todo ser vivo es un recurso sumamente indispensable, el consumo de agua, sin embargo, debido a la contaminación en la que expone un cuerpo de agua, se da la necesidad de realizar diversos análisis fisicoquímicos (2). Hay que tener en cuenta, por lo tanto, el impacto ambiental que tiene la minería en la contaminación del agua, como las aguas de salida del depósito de relaves (3).

En el país del Perú, existen diversos reglamentos y normas para analizar la contaminación del aire y de los recursos hídricos, pero no existe suficiente investigación para alimentos y nada sobre suelos. En cuanto a las normas existentes, estas datan de hace varios años por lo que están obsoletas y se necesita de una actualización (4).

En Huancavelica, existen diversos trabajos de investigación ligados a la contaminación ambiental originado por la presencia de mineras. Sin embargo, no existe más información de la contaminación hídrica ni alimentaria en el distrito de San Pedro de Coris, el cual representa un lugar significante para la minería en el Perú debido a la presencia de la mina Cobriza, a diferencia del distrito de Churcampa, el cual no posee actividad minera. Es por ello por lo que la presente investigación por objetivo el determinar la concentración de plomo en la papa (*Solanum tuberosum*) para hacer un análisis de evaluación de riesgos toxicológicos, teniendo en cuenta la frecuencia de consumo, las características demográficas y conocimientos de cosecha en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa, ubicados en el departamento de Huancavelica.

I.2. Objetivos

I.2.1. Objetivo general

Determinar la concentración de plomo en la papa (*Solanum tuberosum*) para hacer un análisis de evaluación de riesgos toxicológicos, teniendo en cuenta la frecuencia de consumo, las características demográficas y conocimientos de cosecha en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

I.2.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de plomo en *Solanum tuberosum* en el distrito de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.
2. Evaluar la frecuencia de consumo y su conocimiento de *Solanum tuberosum* en el distrito de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.
3. Comparar el riesgo toxicológico de plomo en *Solanum tuberosum* en los distritos de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.

I.3. Importancia y alcance de la investigación

Los metales pesados constituyen un problema importante debido a que son considerados como unos tóxicos ambientales muy peligrosos para la salud humana. Entre sus características está la elevada toxicidad, bioacumulación y biotransformación, ocasionando que tengan por un periodo largo en el ecosistema, debido a que su degradación es difícil (5).

Estos metales son capaces de provocar efectos nocivos en las cadenas tróficas, incluso en bajas concentraciones (6). Uno de los elementos más potencialmente tóxicos es el plomo (Pb), el cual se ha convertido en un contaminante concentrado en el suelo, logrando que su transferencia se realice a través de las cadenas tróficas y lo que lograría ser una fuente de contaminación de la papa (4, 7). La preocupación de este contaminante se da principalmente por que puede ingresar al organismo por las vías respiratorias, digestiva y cutánea, causando

efectos peligrosos para la salud humana a nivel celular, sin que pueda ser percibido a corto plazo (8).

El Perú no es ajeno a esta problemática, por tal la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2012 refiere que 1.6 millones de personas podrían estar expuestas por vivir en un radio de 5 km de una explotación minera activa o cerrada. En el caso de la Oroya, las emisiones de plomo expusieron a la población a este riesgo. En la provincia del Callao, donde la fuente principal fue el polvo de mineral emanado durante el transporte y depósitos del mineral. En otro de los casos, se tiene a Cerro de Pasco donde los niveles de plomo en suelo excedieron en 35 de las 74 ubicaciones sometidas y en Huaral donde 4 de las 47 ubicaciones superaron dicho estándar. Estos casos indican la necesidad de generar diversos tipos de acciones para disminuir la exposición poblacional (9). En Huancavelica, el Poder Judicial emitió una orden para que en conjunto con la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Dirección General Ambiental, se emita una declaratoria de emergencia ambiental debido a los altos niveles de plomo, arsénico y mercurio, presentes en el suelo y aire (10).

I.4. Limitaciones de la investigación

El distrito de San Pedro de Coris tiene una población dedicada a la agricultura de tubérculos en donde la crianza machista predomina, por tal no se pudo tener voluntarios hombres en su mayoría puesto que se reusaban a participar del presente estudio, influyendo así que la mayoría del porcentaje de voluntarios provengan de niños y mujeres. Asimismo, durante los meses de abril a junio fue el tiempo de cosecha de varios tipos de papas. Sin embargo, el viaje de investigación se dio en septiembre, fecha en donde la gran mayoría de variedades de papas ya habían sido cosechadas. Por otro lado, las referencias demográficas del distrito de San Pedro de Coris no están actualizadas y no se tiene información completa.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

II.1. Marco teórico

II.1.1 Bases teóricas

II.1.1.1 Papa

II.1.1.1.1 Origen

El origen de la papa *Solanum tuberosum* data de hace más de 7000 años cuando fue domesticada por los antiguos agricultores andinos. De acuerdo con diversas investigaciones parece probable que este tubérculo se iniciara en el Lago Titicaca entre 3500 y 4500 m.s.n.m. Sin embargo, con el pasar del tiempo este origen fue expandiéndose más, ingresando a regiones altas de Chile, Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia. Luego al ser colonizadas estas regiones por los españoles es que estos la introducen en Europa a finales del siglo XVI (11).

II.1.1.1.2 Aspecto taxonómico

La taxonomía de la papa *Solanum tuberosum* se define en el cuadro que se adjunta:

Tabla 1: "Taxonomía de *Solanum tuberosum*"

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae

Género	Solanum
Especie	Solanum tuberosum L.

Fuente: “Descripción botánica y taxonómica de la papa” (12).

II.1.1.1.3 Valor y composición nutricional

El valor nutricional de la papa es muy amplio ya que es fuente, para el organismo, de carbohidratos, minerales, vitaminas como la vitamina C que regulan las grasas junto con el ácido clorogénico y proteínas. Asimismo, es importante especificar que también brinda el 26% del requerimiento del cobre, 17% al 18% de potasio, fósforo, hierro y entre 5% al 13% de zinc, manganeso y magnesio (13, 14).

Tabla 2: “Composición nutricional de variedades de *Solanum tuberosum*”

Especie	Papa amarilla sin cáscara	Papa blanca	Papa huayro con cáscara
Energía (Kcal)	101	87	71
Agua (g)	73.2	74.5	81
Proteínas (g)	2	2.1	1.9
Grasa total (g)	0.4	0.1	0.1
Carbohidratos (g)	23.3	22.3	15.9
Carbohidratos disponibles (g)	22.9	19.9	0
Fibra dietaria (g)	0.4	2.4	0
Calcio (mg)	6	9	10

Fósforo (mg)	52	47	61
Zinc (mg)	0.29	0.29	0.33
Hierro (mg)	0.40	0.50	0.73
Tiamina (mg)	0.07	0.09	0.08
Riboflavina (mg)	0.06	0.09	0.03
Niacina (mg)	1.85	1.67	1.15
Vitamina C (mg)	9	14	8.60

Fuente: "Tablas peruanas de composición de alimentos" (15).

II.1.1.1.4 Cultivo en el Perú

La papa es uno de los tubérculos más importantes cultivados para el Perú puesto que representa el 25%PBI agropecuario y es el cuarto cultivo con más importancia a nivel mundial. A su vez, el Perú es el país con mayor variedad de papas que incluye a 8 especies nativas domesticadas, 2301 especies de las más de 4000 especies que abundan en Latinoamérica. Además, posee 91 especies que crecen de forma silvestre (16). A nivel nacional destacan las regiones de Puno con una producción de 742.924 toneladas, luego continúa Huánuco con 668.370 toneladas, La Libertad con 466.632 toneladas, Apurímac con 411.958 toneladas, Cuzco con 388.467 toneladas y, por último, Junín con 365.684 toneladas, convirtiendo así a este tubérculo como el sustento principal de 710 mil familias (17). Por otra parte, el efecto del cambio climático en los cultivos de papa ha ocasionado que haya un crecimiento notable y favorecedor pasando de un promedio de 1 540 000 toneladas a 3 116 000 toneladas con excepción del año de 1992 que no se cumple con este crecimiento por un tema de sequía. Este aumento de producción también se ve como consecuencia al aumento del área cosechada que paso de 146.435 ha como promedio en 1990 a 283.760 ha en el 2000 y que ha ido aumentando a medida del paso de los años (18). Tal es la

importancia de este tubérculo que se creó en 1971 el Centro Internacional de la Papa (CIP) que se encarga de dar enfoques innovadores para el cultivo de la papa en el país (19).

II.1.1.1.5 Consumo en el Perú

Es importante mencionar en este punto que la papa es uno de los alimentos base de alimentación en las zonas altoandinas (16). En Perú, el consumo de papa ha tenido un crecimiento importante comenzando con un consumo por persona de 50 kg/ persona en 1992, 76.2 kg/persona en el 2010, 80 kg/persona en el 2020. Sin embargo, se estima llegar a un promedio de 90 kg/por persona en un futuro cercano, además, debido a las diversas políticas públicas, expansión del comercio enfocados en este tubérculo y una fuerte relación con el área gastronómica es que se ha diversificado el consumo empleando diversas papas nativas tanto frescas como procesadas a nivel internacional y nacional (20, 21). Por último, es importante mencionar que las regiones que más consumen este tubérculo se tienen en primer lugar a Pasco con un promedio de 99.6 kg/persona, le sigue Cajamarca con 97.1 kg/persona, luego Huánuco con 88.7 kg/persona y por último Huancavelica con 87.8 kg/persona, lo que explicaría por qué la región sierra tiene un promedio de consumo de 116.5 kg/persona, siendo de manera específica el área rural como el que tiene mayor tendencia a consumir la papa con un promedio de 120 kg/persona (22).

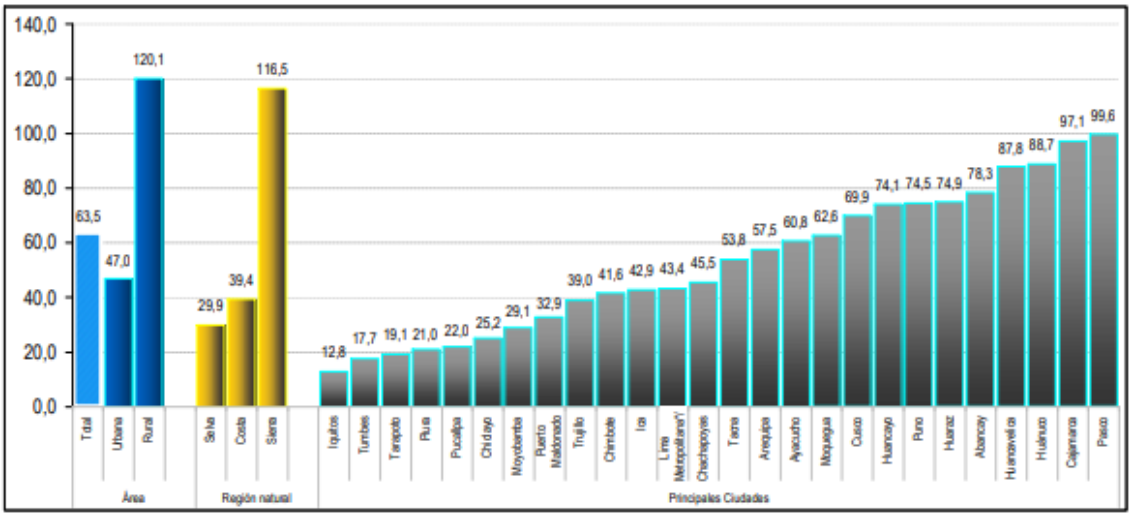


Figura 1: “Perú: Consumo promedio per cápita anual de papa, según ámbito geográfico y principales ciudades (kg/persona)”

Fuente: Consumo de alimentos y bebidas (22)

II.1.1.2 Plomo

II.1.1.2.1 Características fisicoquímicas

El elemento del plomo es conocido como un metal pesado con un color gris azulado con alta maleabilidad y ductilidad, pero baja conductividad. Asimismo, es conocido por ser el segundo metal más tóxico y competente el 0.02% de la corteza terrestre, teniendo un nivel natural de < 50 mg/kg (23). Tiene un peso atómico de 207.21 y un número atómico de 82. La fusión de este elemento se da a los 327 °C y el punto de ebullición es de 1525 °C. Asimismo, es importante mencionar que los derivados son insolubles al agua con excepción de los nitratos y el acetato de plomo (24).

II.1.1.2.2 Toxicocinética del plomo

La toxicocinética del plomo se centra en 2 vías. La primera se da por inhalación ya que absorben el 40% en un adulto, pero en el caso de los niños este porcentaje aumenta ya que absorben entre el 40% y 50%. En el caso de ingesta se absorbe un 10% a 15% en adultos, pero en niños es de 40% a 50%. Es importante mencionar que esta absorción será mayor si es que la persona tiene una deficiencia de hierro, cinc o calcio. Una vez distribuido este tóxico se almacena en huesos principalmente, pero también en el sistema nervioso central, corazón, bazo, hígado y riñón (23). La vida media del plomo en la sangre de 40 días. Sin embargo, tarda 2 años en eliminarse totalmente del cuerpo del área cerebral y 30 años de los huesos (25). La excreción a su vez se centra en la vía renal y en pocas cantidades mediante la leche materna, cabello, bilis, sudor y uñas (23).

II.1.1.2.3 Toxicodinamia del plomo

Existen insuficientes investigaciones para explicar cuáles son los mecanismos del plomo que causan toxicidad en el organismo, esto se explica porque no se conoce el órgano diana principal, pero se tiene una sospecha en que actúa al unirse con un grupo tiol de proteínas y enzimas que tienen una afinidad al zinc. A su vez reemplaza al calcio esto trae graves consecuencias en las transmisiones neuronales y la tonificación vascular, siendo así neurotóxico y desarrollando enfermedades como la hipertensión arterial (26).

II.1.1.2.4 Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones clínicas del plomo en intoxicaciones agudas incluyen síntomas como cefalea, dolor abdominal, irritabilidad, náuseas y vómitos (27). Sin embargo, todos estos síntomas varían acorde al nivel de exposición. Si es una exposición muy baja puede ocasionar disminución de la memoria, signos de hiperactividad, audición, pronunciación, atención y habilidad verbal. Si existe una exposición leve o moderada se tiene como manifestaciones clínicas las parestesias, estreñimiento, pérdida de pesos, dolor abdominal difuso, cansancio muscular, artralgias, mialgias, letargias y dificultad de concentración. Por último, una exposición alta tiene como consecuencia cólicos intermitentes, línea azul oscuras en las encías, parálisis, parestesias y encefalopatías (28).

II.1.1.3 Evaluación de riesgo toxicológico

Se define como un instrumento importante para prever los impactos negativos en el organismo de manera cuantitativa derivados de los tóxicos ambientales (29).



Figura 2: “Etapas para la evaluación del riesgo toxicológico”

Fuente: Evaluación de riesgo toxicológico al arsénico por consumo de arroz pulido expendido en el mercado productores de Santa Anita – Lima, Perú 2020 (29).

II.1.2. Antecedentes del estudio

- López L., García M., *et al* (2017) analizaron el plomo mediante el método de espectrometría a tres variedades de *Solanum tuberosum* L.: canchán, huayro y amarilla. Demostrando que en el caso de la variedad de la papa amarilla se encontró el Pb ligeramente superior (0.1018 mg/kg) al LMP. Se concluyó, por lo tanto, que el Pb no representa un riesgo potencial en las especies de canchán y huayro, pero sí en la papa amarilla (30).
- Ćwieląg-Drabek M., Piekut A., Gut K. y Grabowski M. (2020) evaluaron la contaminación de verduras y el suelo en los huertos de una de las zonas más contaminadas en Polonia, debido a las actividades mineras y de fundición. Se empleó 16 muestras de papa que se analizó mediante el método de espectroscopía de emisión atómica. Concluyendo que el contenido de plomo (0.10 mg/kg) en la papa superaba los límites máximos permisibles (LMP) de la Unión Europea más de 2 veces (31).

- Orellana E., Bastos M., *et al* (2020), realizaron una evaluación de plomo en suelo agrícola y en papa (*Solanum tuberosum spp. Andigena)* de cuatro distritos de la provincia de Junín (Quilcas, Comas, Ricran y San Juan de Jarpa). Para el estudio se empleó 26 muestras de las variedades de papa como: “Huayro macho” y “La Peruanita”. Estas muestras se analizaron mediante el método de Espectrofotometría de absorción atómica. En este estudio las muestras de papas superaban el límite máximo permisible (LMP) en plomo (0.203 mg/kg – 0.860 mg/kg). Asimismo, se diferenciaron estos niveles acordes a la especie, debido a que la especie Huayro macho tuvo más altas concentraciones de plomo que La Peruanita. Concluyeron que la ingesta diaria del plomo en adultos y niños puede representar un riesgo a la salud (32).
- Cuba J. (2018), analizó la presencia de plomo en la papa rosada Única y muestras de papa rosada Harinosa, durante los años 2016, 2017 y 2018. Mediante la técnica de espectroscopia de absorción atómica, concluyó como resultado que la papa rosada Única recolectada en el 2017 tuvo una concentración de 11.52 mg/kg, pero la muestra recolectada en el 2018 tuvo una concentración de 0.20 mg/kg. Por otra parte, la papa rosada Harinosa recolectada el 2017 tuvo una concentración de 14.43 mg/kg, por otro lado, la muestra recolectada en el 2018 tuvo una concentración de 10.54 mg/kg. Estos resultados representaron un nivel por encima de los LMP del Codex Alimentarius para tubérculos, concluyendo así un riesgo para la salud (33).
- Ordóñez A. (2017), realizó un análisis investigando la biosorción de Pb por biomasa de cáscara de papa, mediante la técnica de modelos isotérmicos, se logró calcular la tasa máxima de retención. Concluyendo que el biosorbente tiene una buena capacidad de biosorción de Pb con una tasa máxima de retención q*max* 14.59 mg/g al igual que el tiempo de contacto va a depender de forma directamente proporcional con la concentración inicial del metal (34).

- Garrido A., Strosnider W., Taylor R., *et al.* (2017), evaluaron la existencia de metales pesados en los cultivos de *Solanum tuberosum* en el desierto alto, cerca del centro minero histórico de Potosí en Bolivia, empleando el método EPA 300, además también se evaluó el cociente de peligro en el consumo de papa para adultos y niños. Concluyeron que las muestras de *Solanum tuberosum* tenían una concentración máxima de Pb que superaron los niveles de concentración permitidos y sus cocientes de riesgos (HQ) resultaron ser elevados para los niños (35).
- Vincula G (2021), determinó y comparó las concentraciones de plomo en 12 muestras de cada especie (papa blanca, amarilla y huayro) en Huánuco durante los meses de octubre y noviembre en zonas distintas. Los resultados indican que las concentraciones de plomo en la papa amarilla (media: 0.141 ppm) son ligeramente más elevadas que la papa blanca (media: 0.134 ppm) y la papa huayro (media: 0.133 ppm). Concluyendo que el plomo supera el límite establecido en el Codex alimentarius (36).
- Chacón S. (2019) determinó el efecto de cuatro concentraciones de plomo sobre el crecimiento e índice de tolerancia de plántulas in vitro de *Solanum tuberosum*. Teniendo como resultado las concentraciones en cada analito de T_0 = 0.00; T_1 = 310.77; T_2 = 621.54 y T_3 = 932.31 ppm y concluyendo que los resultados poseen una relación inversa que demostraron que, con mayor concentración de plomo, menor es el índice de tolerancia y crecimiento de las plántulas *in vitro* de papa (37).
- Borja O. (2019) analizó la biosorción de la corteza de papa con el fin de reducir la concentración de plomo que se descargan en los efluentes cerca de las minas. Se empleó aguas de una compañía minera con concentraciones iniciales de 0.8681 mg/L de Pb+2 a un pH de7.69 que después del tratamiento empleando un filtro de carbón activado, obtenido de la corteza de la papa, las concentraciones disminuyeron con la concentración final de 0.14 mg/L de Pb+2 a un pH

de 6.60, siendo un proceso eficiente para la remoción de estos metales debido a su gran afinidad (38).

- Khan Z., Ahmad K., et al (2017) evaluaron la presencia de plomo en *Solanum tuberosum* cultivados en Punjab, Pakistán. Este cultivo fue regado por aguas residuales, aguas subterráneas y aguas de canal, concluyendo que el cultivo y suelo regado con aguas residuales es el que contiene mayor concentración de este metal (Ingesta diaria de metales: 0.035) por lo que son una potente amenaza para la salud humana debido al aumento de la toxicidad de estos contaminantes (39).
- Ynocente C. & Olórtegui D. (2018) evaluaron el riesgo toxicológico en personas que han sido expuestas a suelos contaminados con plomo en Lima en la Urb. Carabayllo y la Urb. Villa del Norte. Los resultados se encontraron dentro del nivel establecido en el ECA del suelo (140 mg/kg) y la dosis de exposición para adultos fue de DE_{Pb}= 0.000046879 mg/kg/día y de DE_{Pb}= 0.000036 mg/kg/día, respectivamente. Por otro lado, la dosis de exposición para niños fue de DE_{Pb}= 0.0008203825 para la Urb. Carabayllo y de DE_{Pb}= 0.00062996 mg/kg/día para la Urb. Villa del Norte. Concluyendo así que hay un riesgo toxicológico mínimo por exposición al plomo en suelo (40).
- Medina J. (2022) identificó a la papa como patrimonio alimentario y su importancia con respecto al turismo, mediante el uso de encuestas con escala de Likert de cinco opciones a un total de 323 personas, teniendo como resultado la correlación de esta hipótesis y así poder llevar a cabo la elaboración de una ruta turística gastronómica (41).
- Allende V. & Vidarte N. (2021) evaluaron el riesgo toxicológico del arroz con respecto al arsénico, obteniendo un valor de 0,195 mg/Kg, un índice de peligrosidad en mujeres y hombres de 1,1351 y 1,10107 respectivamente y un riesgo incremental de cáncer $5{,}11 \times 10^{-5}$ y $4{,}55 \times 10^{-5}$, concluyendo así que el valor promedio del arsénico no supera los LMP del Codex Alimentarius (29).

- Terrazos S. (2022) evaluó el riesgo toxicológico del plomo en jugos de naranja comercializados en el distrito de Ate, teniendo como resultado la presencia de plomo de 0,0746 mg/kg ± 0,1629, superando el límite en el CODEX ALIMENTARIUS y MERCOSUR. Por otro lado, el análisis del riesgo toxicológico fue de: DE de 0,5328x 10-12 mg/kg/día, IP de 0,888 x 10-9 y ME de 4,692 x 106. Como resultado, se llegó a la conclusión que el consumo de jugo de naranja no implica riesgos toxicológicos (42).

II.1.3. Glosario de términos

Camotillo: Variedad de papa mantequillosa con cáscara de color púrpura, harinosa (43).

Churcampa: Distrito perteneciente a la provincia de Huancavelica (-12.740415, - 74.387063) (44).

Huayro: Variedad de papa de forma alargada, de color rosáceo, arenosa y suave (45).

Yungay: Variedad con piel bicolor, de ojos morados, con cáscara áspera (46).

Peruanita: Variedad de papa de color amarillo con rijoso y mantequillosa (47).

Plomo: Elemento tóxico que tiene efectos adversos por las vías respiratorios, digestiva y cutánea (8).

Riesgo toxicológico: Herramienta para determinar los efectos adversos en el cuerpo humano de manera cuantitativa (29).

San Pedro de Coris: Distrito perteneciente a la provincia de Huancavelica – (12.614987, -74.482142) (48).

Toxicodinamia: Proceso que tiene el tóxico dentro del cuerpo humano, donde se encuentran efectos específicos en el órgano diana (26).

Toxicocinética: Proceso que tiene el tóxico comenzando desde la fuente de exposición hasta la eliminación (23).

Límite de plomo permitido en papa: La Unión Europea establece como límite máximo permisible 0.1 mg/Kg, el cual se mantiene vigente hasta el presente (31).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

III.1. Hipótesis

- **1:**

Hipótesis alternativa (ha): Existe diferencias significativas en la media de la concentración de plomo en la papa entre el distrito de Churcampa y San Pedro de Coris debido a la presencia de la mina Cobriza.

Hipótesis nula (Ho): No existe diferencias significativas en la media de la concentración de plomo en la papa entre el distrito de Churcampa y San Pedro de Coris debido a la presencia de la mina Cobriza.

- **2:**

Hipótesis alternativa (Ha): La concentración de plomo entre el distrito de San Pedro de Coris es menor estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg).

Hipótesis nula (Ho): La concentración de plomo entre el distrito de San Pedro de Coris es mayor o igual estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg)

- **3:**

Hipótesis alternativa (Ha): La concentración de plomo entre el distrito de Churcampa es menor estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg).

Hipótesis nula (Ho): La concentración de plomo entre el distrito de Churcampa es mayor o igual estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg).

III.2. Variables

Variable independiente: Papa, personas que viven en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

Variable dependiente: Plomo, resultados de la encuesta, riesgo toxicológico existente en las concentraciones de plomo en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

III.3. Operacionalización de variables

VARIABLE(S)	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	OBSERVACIONES
Papa	Variable independiente	Tubérculo originario de la región que	Tubérculo que puede contener metales pesados	A) Muestra de Churcampa.		Cualitativa	

		compren de el altiplano.	para su evaluación.	B) Muestra de San Pedro de Coris.			
Personas que viven en los distritos de San Pedro de Coris y Churcam pa	Variable independie nte	Grupo de personas peruanas que viven en San Pedro de Coris y Churcam pa.	Grupo de personas que se puede medir su perfil alimentario.	A) Nombre B) Edad C) DNI D) Distrito de residenci a		Cualitativ a	
Plomo	Variable dependient e	Metal pesado	Contaminan te	Concentr ación	Espectrof otometría de absorción atómica con horno	Cuantitati va	

					de grafito (GFAAS)		
Resultados de la encuesta	Variable dependiente	Indicadores que muestran el perfil alimenticio.	Indicadores que muestran el perfil alimentario de las dos poblaciones analizadas.	A) Datos generales del entrevistado. B) Datos sobre el tipo de papa consumida.	A) Frecuencia de consumo de papa. B) Tipo de papa consumida.	Cualitativa	
Riesgo toxicológico existente en las concentraciones de plomo en los	Variable dependiente	Datos donde se recaba la información sobre los efectos tóxicos de una	Datos que predicen los posibles efectos adversos en la población.	A) Margen de exposición B) Índice de peligrosidad		Cuantitativa	

distritos de San Pedro de Coris y Churcampa		sustancia química.					

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1. Área de estudio

El área de estudio se centró en el departamento de Huancavelica, específicamente en los distritos de Churcampa (-12.740415, -74.387063) y en el distrito de San Pedro de Coris (-12.614987, -74.482142).

IV.2. Diseño de investigación

El presente trabajo es un estudio transversal y cuantitativo. Las unidades de análisis son la papa *Solanum tuberosum* y los pobladores de los lugares de análisis.

IV.3. Población y muestra

Población de la unidad de análisis 1:

Papas del distrito de San Pedro de Coris

Papas del distrito de Churcampa

Muestras:

20 kilos de papa del distrito de San Pedro de Coris

20 kilos de papa del distrito de Churcampa

Población de la unidad de análisis 2

Personas del distrito de San Pedro de Coris

Personas del distrito de Churcampa

Muestra:

108 personas del distrito de San Pedro de Coris

358 personas del distrito de Churcampa

IV.4. Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información

Evaluación de la frecuencia de consumo, características demográficas y conocimientos de cosecha de *Solanum tuberosum*

a) Diseño y validación de la encuesta:

La encuesta que se empleó para el presente trabajo fue estructurada específicamente para los pobladores de estas localidades. Para la elaboración de esta encuesta se tomó como referencia distintas tesis y trabajos de investigación publicados con la temática similar, la cual fue validada por tres profesores de la universidad. Para definir el tamaño de muestra se empleó una formula estadística considerando un margen de error de 5% con un nivel de confianza al 95% y un tamaño de muestra de 108 y 358 para el distrito de San Pedro de Coris y del distrito de Churcampa, respectivamente.

Criterios de inclusión: Pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa que estén viviendo un mínimo de 1 año en estas provincias y de nacionalidad peruana.

Criterios de exclusión: Todos los casos que no cumplan con las características que se requiere para el presente trabajo.

Determinación de la concentración de plomo en papa (*Solanum tuberosum*)

Para la preparación de la muestra se lavó 3 veces con agua potable para remover las partículas sólidas y algún contaminante superficial, luego se procedió a enjuagar con agua destilada, para poder luego hacer el secado a temperatura ambiente.

Las papas se dividieron a la mitad y se removió el núcleo con bisturí. Posteriormente, se trituraron hasta tener una consistencia homogénea. Se pesaron 5 g del analito en un recipiente de 150 mL y se cerró rápidamente para prevenir la oxidación de una muestra. A continuación, se añadieron 5 mL de ácido nítrico y 5 mL de agua destilada, calentando con una plancha térmica a 70°C, agitando de manera constante para eliminar los vapores nitrosos y llevándolo hasta la evaporación. Después, se permitió enfriar y se incluyó 4 mL de ácido perclórico (70%), agitando de manera continua hasta la evaporación. Tras el enfriamiento, se procedió a incorporar agua destilada para disolver el contenido del recipiente. Por último, se trasvasó a una fiola de 25 mL, se añadió 2 gotas de ácido nítrico y se enrasó con agua destilada. El método analítico empleado fue “Espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (GFAAS)”. El procedimiento fue según la metodología para metales GFAAS – USAQ – ME – 15 (49).

Determinación del riesgo de exposición al plomo en *Solanum tuberosum*

Para determinar el riesgo de exposición al plomo se calculará el Índice de Peligrosidad (IP) y el Margen de Exposición (ME).

El Índice peligrosidad tuvo en cuenta la Dosis de Exposición (DE) el cual se define como la cantidad de contaminante absorbida por la población en estudio, la cual se expresa en mg/kg/día y la Dosis de Referencia (RfD) que la EPA lo propone o la Dosis de Riesgo Mínimo que la ATSDR lo propone. Por otro lado, el ME comparará los índices de toxicidad NOAEL con la DE, calculando así si es que la exposición se encuentra en la población a analizar, el cual implicaría un daño a su salud (40, 50).

IV.5. Análisis estadístico

El procesamiento estadístico se realizó usando el programa Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (versión 2205 compilación 16.0.15225.20278) de 64 bits y el programa IBM SPSS Statistics.

V. RESULTADOS

V.1. Presentación y análisis de los resultados

V.1.1. Evaluación de la frecuencia de consumo, características demográficas y conocimientos de cosecha de *Solanum tuberosum*

Tabla 3: “Distribución de entrevistados de San Pedro de Coris y Churcampa por edades en el mes de agosto - 2023”

	San Pedro de coris		Churcampa	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
	n	%	n	%
0 – 11 años	14	12.96%	35	9.78%
12 – 26 años	35	32.41%	74	20.67%
27 – 59 años	45	41.67%	175	48.88%
≥ 60 años	14	12.96%	74	20.67%
Total	108	100.00%	358	100.00%

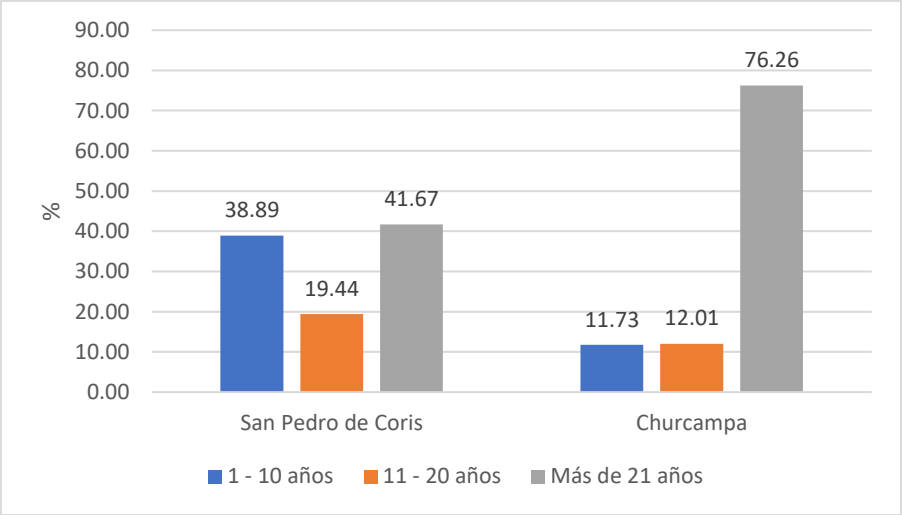
De la tabla 3 se aprecia que del total de pobladores de San Pedro de Coris (n=108), un 12.96% tienen edad de 0 a 11 años. Asimismo, un 32.41% tienen edad de 12 a 26 años; también un 41.67% tienen edad 27 a 59 años; y un 12.96% tienen ≥ 60 años. Del mismo modo, del total de pobladores de Churcampa (n=358), un 9.78% tienen edad de 0 a 11 años. Asimismo, un 20.67% tienen edad de 12 a 26 años; también un 48.88% tienen edad 27 a 59 años; y, un 20.67% tienen edad más de 60 años.

Tabla 4: “Distribución de entrevistados de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”

Distrito	Frecuencia	Porcentaje
San Pedro de Coris	108	23.18%
Churcampa	358	76.82%
Total	466	100%

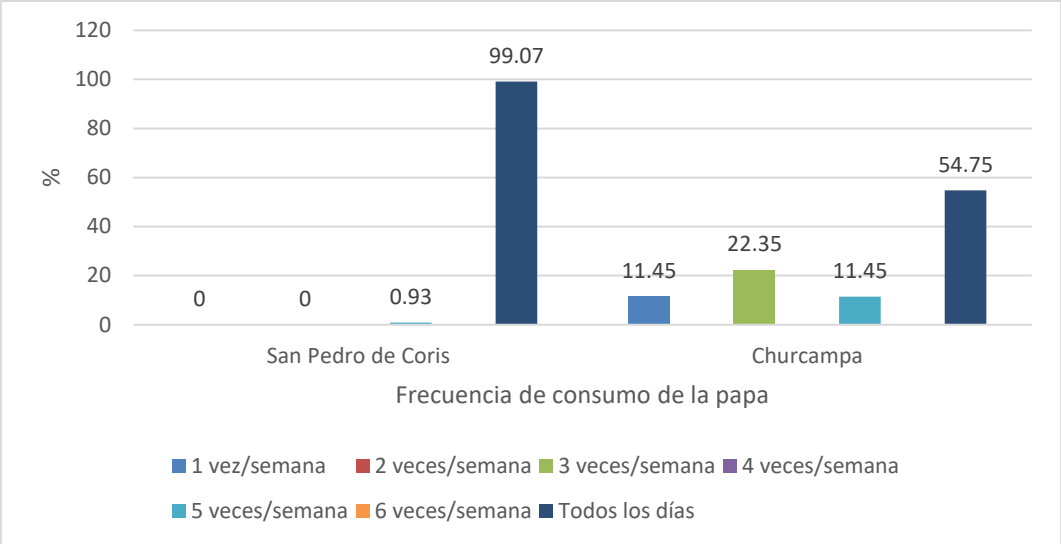
De la tabla 4 se aprecia que del total de pobladores (n=466), el 23.18% proviene de San pedro de Cori, mientras el 76.82% provienen de Churcampa.

Figura 3: “Tiempo de residencia de los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”



De la figura 3 se aprecia que del total de pobladores de San Pedro de Coris (n=108), un 41.67% tuvieron tiempo de residencia más de 21 años. Del mismo modo, del total de pobladores de Churcampa (n=358), un 76.26% tuvieron tiempo de residencia de más de 21 años.

Figura 4: “Frecuencia del consumo de papa durante la semana de pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”



De la figura 4 se aprecia que del total de pobladores de San Pedro de Coris (n=108), un 99.07% consumieron todos los días papa. Del mismo modo, del total de pobladores de Churcampa (n=358), un 54.75% consumieron todos los días papas.

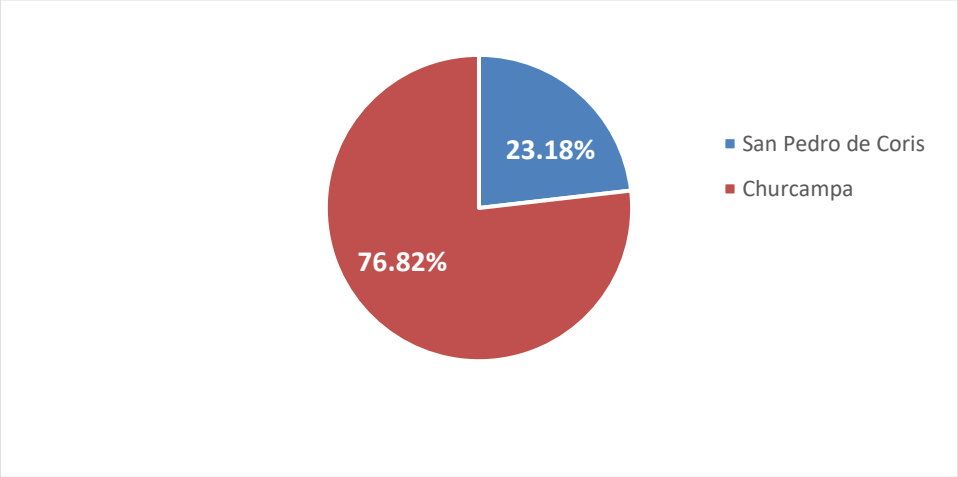
Tabla 5: “Patrón de encuesta de consumo de papa en pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”

Especies de papa	San Pedro de Coris		Churcampa	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Camotillo	11	10.19%	91	25.42%
Huayro	26	24.07%	109	30.45%
Yungay	28	25.93%	73	20.39%
Peruanita	43	39.81%	85	23.74%
Total	108	100%	358	100%

Fuente: Elaboración propia

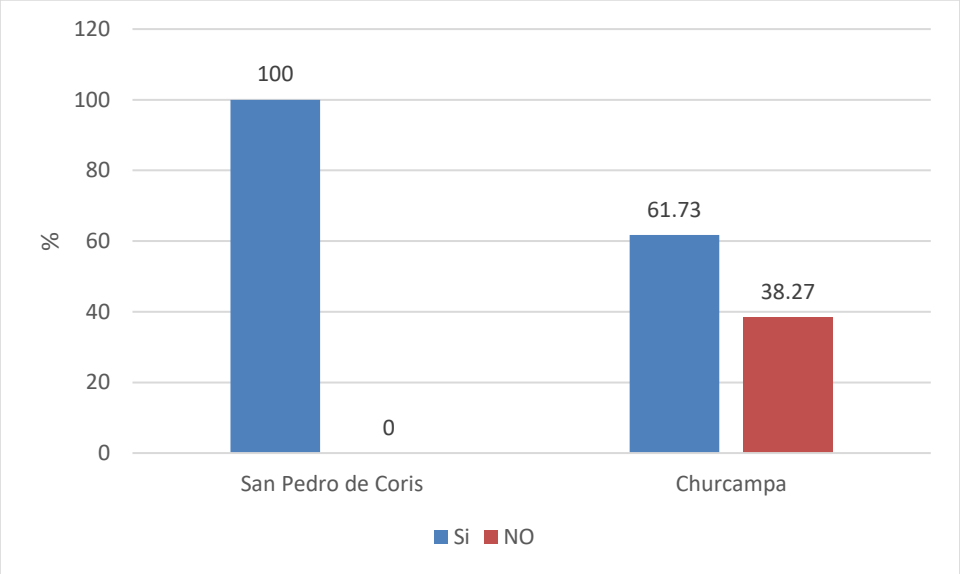
De la tabla 5 se aprecia que del total de pobladores de San Pedro de Coris (n=108), un 39.81% consumieron la especie de papa Peruanita. Del mismo modo, del total de pobladores de Churcampa (n=358), un 30.45% consumieron especie de papa Huayro.

Figura 5: “Porcentaje de procedencias del consumo de papas en los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”



De la figura 5 se aprecia que del total de pobladores (n=466), el 23.18% consumieron papa y procedieron de San pedro de Coris, mientras el 76.82% consumieron papa y procedieron de Churcampa.

Figura 6: “Conocimiento de entrevistados sobre las temporadas de cosecha en San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto - 2023”



De la figura 6 se aprecia que del total de pobladores de San Pedro de Coris (n=108), el 100% si tiene conocimiento sobre las temporadas de cosecha. Del

mismo modo, del total de pobladores de Churcampa (n=358), un 61.73% sí tiene conocimiento sobre las temporadas de cosecha.

Tabla 6: “Conocimiento sobre las temporadas de cosecha de los pobladores de San Pedro de Coris y Churcampa en el mes de agosto – 2023”

	Churcampa		San Pedro de Coris	
Meses	Cantidad		Cantidad	
	n	%	n	%
Enero - marzo	10	4.52	0	0
Abril - Junio	145	65.61	82	75.93
Julio - septiembre	10	4.52	8	7.41
Octubre - diciembre	56	25.34	18	16.67
Total	221	100	108	100

De la tabla 6 se aprecia que, del total pobladores de Churcampa, el 65.61% consideran que los meses de cosecha son de abril a junio, mientras del total pobladores de San Pedro de Coris, el 75.93% consideran que los meses de cosecha son de abril a junio.

V.1.2. Concentración de plomo en papa

Tabla 7: “Concentración de plomo en las muestras de papa de Churcampa y de San Pedro de Coris”

Codificación	Variedad	Distrito	Concentración (mg/Kg)
A1	Camotillo	Churcampa	0.026
A2			0.030
A3			0.024
B1	Huayro		0.021
B2			0.048

B3			0.016
C1	Yungay		0.049
C2			0.035
C3			0.022
D1	Peruanita		0.037
D2			0.026
D3			0.030
E1	Peruanita	San Pedro de Coris	0.022
E2			0.020
E3			0.039
F1	Huayro		0.034
F2			0.020
F3			0.111
G1	Camotillo		0.034
G2			0.053
G3			0.030
H1	Yungay		0.033
H2			0.044
H3			0.051

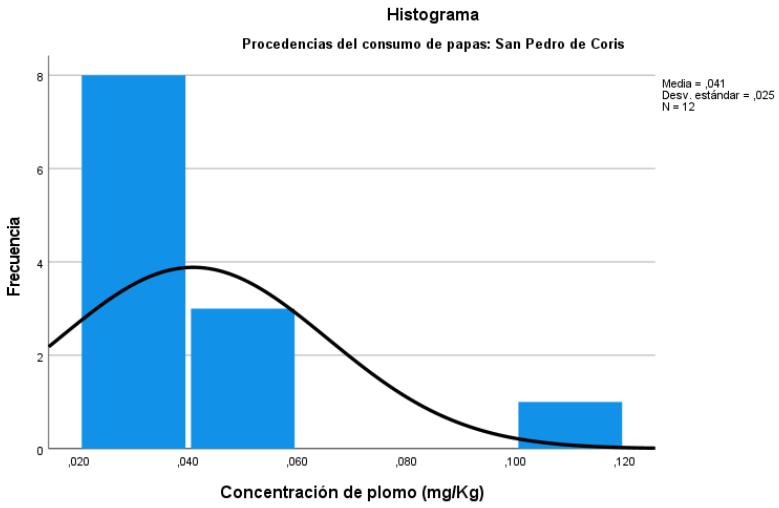
De la tabla 7, se aprecian las concentraciones halladas de plomo en las cuatro variedades de papa tanto de los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

Tabla 8: “Media, mediana, moda, desviación estándar, valor mínimo y máximo en las muestras de papa en San Pedro de Coris”

Estadísticos	Valor
N	12
Media	0.041 mg/Kg
Mediana	0.034 mg/Kg
Moda	0.020 mg/Kg
Desviación estándar	0.025 mg/Kg
Mínimo	0.020 mg/Kg
Máximo	0.111 mg/Kg

De la tabla 8 se aprecia que la media de la concentración de plomo 0.041 mg/Kg ±0.025 mg/Kg; el valor máximo fue de 0.111 mg/Kg y el valor mínimo fue de 0.020 mg/Kg, el valor más frecuente fue 0.02 mg/Kg y el 50% del total tienen concentraciones menor o igual a 0.034 mg/Kg en el distrito de San Pedro de Coris.

Figura 7: “Histograma de la concentración de plomo en papas en San Pedro de Coris”



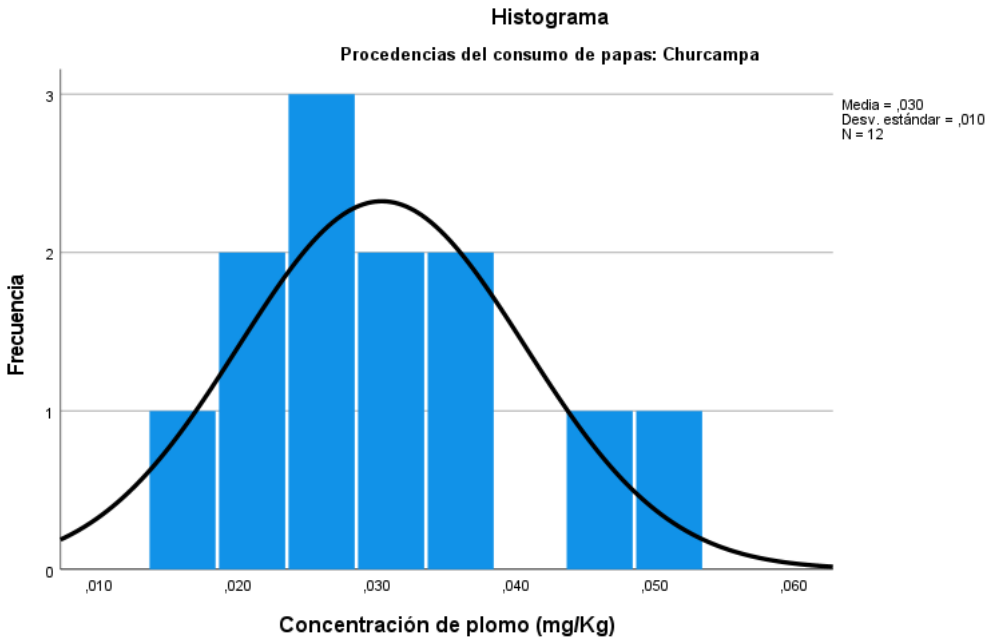
En la figura 7, se aprecia la concentración de plomo en el distrito de San Pedro de Coris con relación a la frecuencia para 12 muestras con una desviación estándar de 0.025.

Tabla 9: “Media, mediana, moda, desviación estándar, valor mínimo y máximo en las muestras de papa de Churcampa”

Estadísticos	Valor
N	12
Media	0.030 mg/Kg
Mediana	0.028 mg/Kg
Moda	,026 mg/Kg
Desviación estándar	0.010 mg/Kg
Mínimo	0.016 mg/Kg
Máximo	0.049 mg/Kg

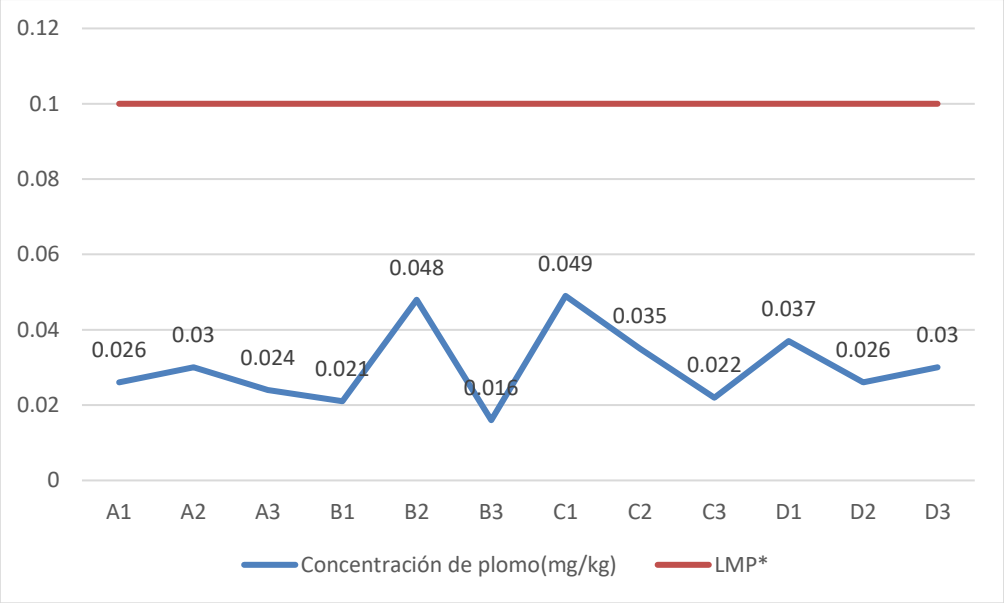
De la tabla 9, se aprecia que la media de la concentración de plomo fue 0.03 mg/Kg ±0.01 mg/Kg; el valor máximo fue de 0.049 mg/Kg y el valor mínimo fue de 0.016 mg/Kg, el valor más frecuente fue 0.026 mg/Kg y el 50% del total tienen concentraciones menor o igual a 0.028 mg/Kg.

Figura 8: “Histograma de la concentración de plomo en papas de Churcampa”



En la figura 8, se aprecia la concentración de plomo en el distrito de Churcampa con relación a la frecuencia para 12 muestras con una desviación estándar de 0.010.

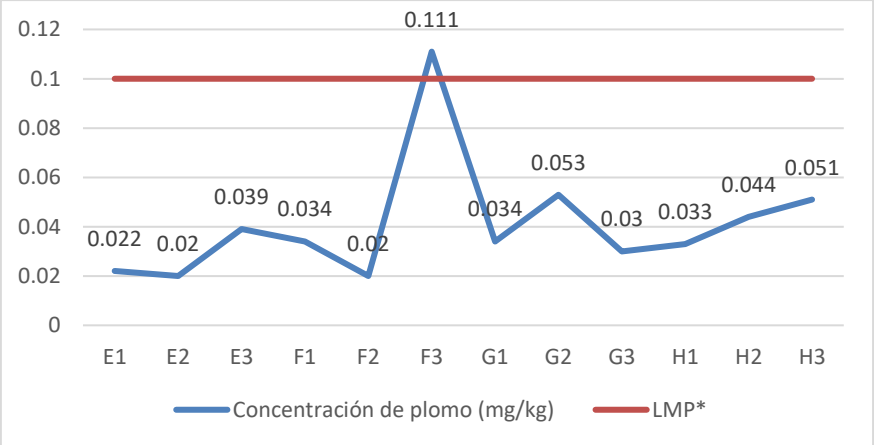
Figura 9: “Concentración de plomo en papa en Churcampa”



*LMP: Límite máximo permisible.

De la figura 9 se puede observar que el LMP, según las directrices que señala el Codex Alimentarius, es superior al resultado de la concentración de plomo en papa de Churcampa.

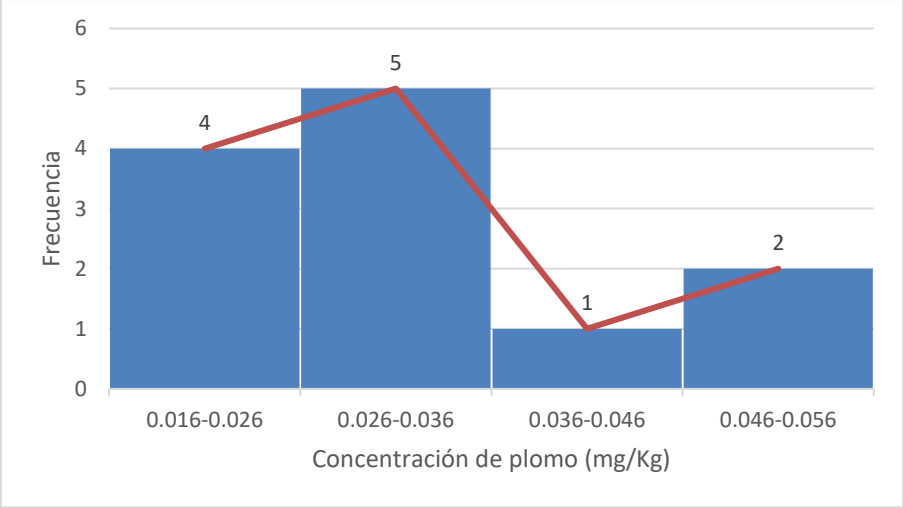
Figura 10: “Concentración de plomo en papa en San Pedro de Coris”



*LMP: Límite máximo permisible.

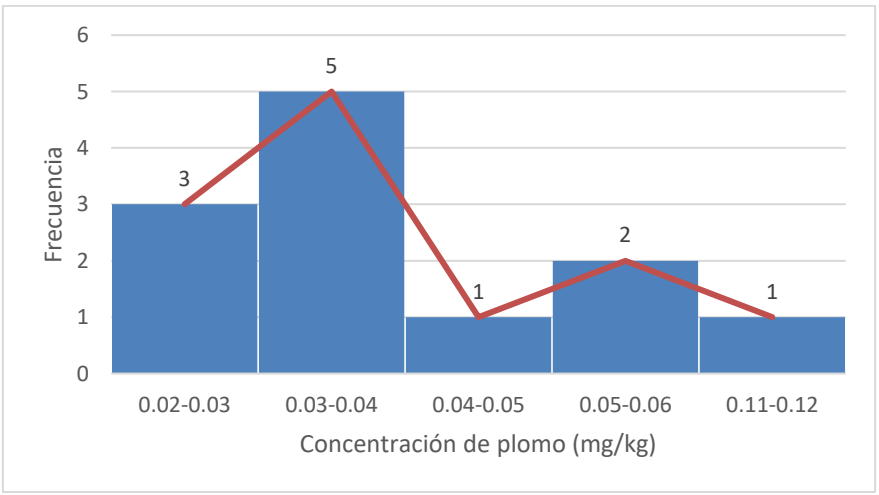
De la figura 10 se puede observar que el valor de la concentración de plomo en las papas en el distrito de San Pedro de Coris no supera el LMP que señala el Codex Alimentarius, excepto en el valor F3.

Figura 11: “Frecuencia vs. Concentración de plomo en papas de Churcampa”



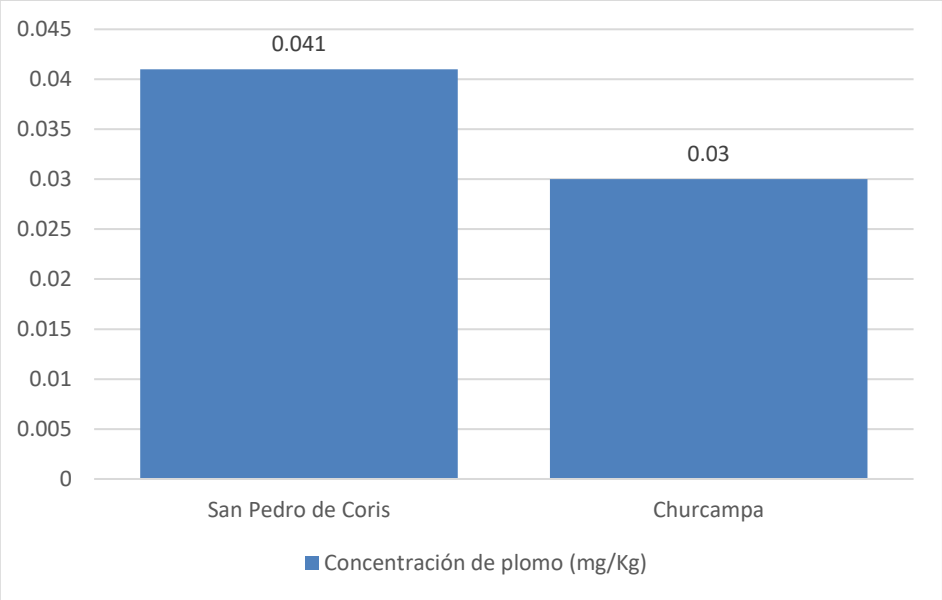
La figura 11 muestra que existen 5 muestras que están entre los rangos 0.026 mg/Kg y 0.036 mg/Kg. Sin embargo, sólo una muestra estaba en el rango de 0.036 mg/Kg y 0.046 mg/Kg en el distrito de Churcampa.

Figura 12: “Frecuencia vs. Concentración de plomo en papas de San Pedro de Coris”



A partir de la figura 12, se denota que existen 5 muestras que están entre los rangos 0.03 mg/Kg y 0.04 mg/Kg. Mientras que solamente una muestra estaba en el rango de 0.04 mg/Kg y 0.05 mg/Kg y en el rango de 0.11 mg/Kg y 0.12 mg/Kg en el distrito de San Pedro de Coris.

Figura 13: “Comparación de medias de las concentraciones de plomo en San Pedro de Coris y Churcampa”



La figura 13 compara las medias de las concentraciones de plomo en los distritos de San Pedro de Coris, siendo 0.041 mg/Kg y Churcampa, siendo de 0.03 mg/Kg.

Tabla 10: Prueba de Normalidad según Shapiro Wilk

	Concentración de plomo (mg/Kg)	
	San Pedro de Coris	Churcampa
N	12	12
Estadístico de prueba	0.74	0.92
p	0.21	0.30[e]

La tabla 10 muestra que la concentración de plomo en papas en San Pedro de Coris y Churcampa confirman la presencia de normalidad en los resultados.

1:

Nivel de significación

$\alpha = 0{,}05$ es decir (5%)

a) Prueba estadística

Se escoge la prueba T student para muestras independientes

Tabla 11: "Prueba T-student para muestras independientes de la concentración de plomo (mg/Kg) en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa"

	Procedencias del consumo de papas	N	Media	t	gl	p
Concentración de plomo (mg/Kg)	Churcampa	12	0.03033	-1.372	22	0.184
	San Pedro de Coris	12	0.04092			

Criterios de decisión

La hipótesis nula (Ho) es descartada en favor de la hipótesis alternativa (Ha) cuando el valor p es menor que el nivel de significancia α ($p<0{,}05$). En caso de que el valor p sea mayor que α, se acepta la hipótesis nula (Ho) y se descarta la hipótesis alternativa (Ha) ($p > 0{,}05$).

Decisión estadística

Como:

p = 0.184

α = 0.05

De la tabla 11, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Por consiguiente, no existe diferencias significativas en la media de la concentración de plomo en la papa entre el distrito de Churcampa y San Pedro de Coris.

2:

Nivel de significación

$\alpha = 0{,}05$ es decir (5%)

b) Prueba estadística

Se escoge la prueba T student para muestras independientes

Tabla 12: “Prueba T student para muestras independientes de la concentración de plomo (mg/Kg) en el distrito de San Pedro de Coris y el Codex Alimentarius”

	N	t	gl	p	Codex Alimentarius
Concentración de plomo (mg/Kg) en San Pedro de Coris	12	8.3	11	0.000*	0.1

Criterios de decisión

La hipótesis nula (Ho) es descartada en favor de la hipótesis alternativa (Ha) cuando el valor p es menor que el nivel de significancia α ($p<0{,}05$). En caso de que el valor p sea mayor que α, se acepta la hipótesis nula (Ho) y se descarta la hipótesis alternativa (Ha) ($p > 0{,}05$).

Decisión estadística

Como:

p = 0.000

α = 0.05

De la tabla 12, se reemplazan los valores existentes; (0.000 < 0.05) entonces p < 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo tanto, la concentración de plomo entre el distrito de San Pedro de Coris es menor estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius.

3:

Nivel de significación

$\alpha = 0{,}05$ es decir (5%)

c) Prueba estadística

Se escoge la prueba T student para muestras independientes.

Tabla 13: “Prueba de T-student para la concentración de plomo en papa en el distrito de Churcampa y el Codex Alimentarius”

	N	t	gl	p
Concentración de plomo (mg/Kg) en Churcampa	12	23	11	0.000*

Criterios de decisión

La hipótesis nula (Ho) es descartada en favor de la hipótesis alternativa (Ha) cuando el valor p es menor que el nivel de significancia α (p<0,05). En caso de que el valor p sea mayor que α, se acepta la hipótesis nula (Ho) y se descarta la hipótesis alternativa (Ha) (p > 0,05).

Decisión estadística

Como:

p = 0.000

α = 0.05

De la tabla 13, se reemplazan los valores existentes; (0.000 < 0.05) entonces p < 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por ende, la concentración de plomo entre el distrito de Churcampa es menor estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius.

V.1.3. Riesgo de exposición de plomo en papa

V.1.3.1. Cálculo de la dosis de exposición (DE):

Para la evaluación del riesgo de exposición se empleó el enfoque señalado por la ATSDR para calcular la cantidad de alimento consumido. Con este propósito se aplicaron las siguientes ecuaciones (44):

$$IDAL = \sum_{i=1}^{1} \frac{CxTIxFE}{P.C.}$$

Donde:

- IDAL: Dosis de exposición por ingesta de alimento (mg/Kg/día).
- C: Concentración del contaminante en el grupo de alimentos (mg/ Kg).
- FE: Factor de exposición (Sin unidades).
- TI: Tasa de ingesta (mg/día).
- P.C.: Peso promedio corporal (Kg).

El factor de exposición se encarga de promediar el intervalo del tiempo que durará la exposición y se calcula de la siguiente forma (26):

$$FE = \frac{fe * de}{T}$$

Donde:

- FE: Factor de exposición.
- fe: Frecuencia de exposición
- T: Tiempo de la exposición

Reemplazando para el caso del distrito de San Pedro de Coris:

$$FE = \frac{\left(6.9 \frac{días}{semana}\right) * \left(52 \frac{semanas}{año}\right)}{(365 \frac{días}{año})} = 0.98$$

Reemplazando para el distrito del distrito de Churcampa:

$$FE = \frac{3.8(\frac{días}{semana}))x\ 52(\frac{s}{año})}{365(\frac{días}{año})} = 0.54$$

Tabla 14: Datos de determinación para la dosis de exposición.

Distritos	San Pedro de Coris	Churcampa
FE	0.98	0.54
TI	460 g/día	460 g/día
Concentración	0.000041 mg/g	0.00003 mg/g
PC	70 kg	70 kg

Fuente: “Elaboración propia”

Con los datos de la tabla 14, se calculó la dosis de exposición para el plomo en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

Tabla 15: Resultados de la dosis de exposición en San Pedro de Coris y Churcampa.

Distritos	San Pedro de Coris	Churcampa
Dosis Exposición (mg/Kg/día)	0.00026404	0.000006457

Fuente: “Elaboración propia”

La tabla 15 contiene los resultados da la dosis de exposición para ambos distritos calculados con los datos de la tabla 14.

V.1.3.2. Cálculo del índice de peligrosidad (IP):

En la tabla 16 se calculó el índice de peligrosidad para lo cual se empleó la RfD (Dosis de referencia). En relación con el plomo, se utilizó el valor recomendado por la FDA para la ingesta de este tóxico que es de 0.006 mg/kg/día.

Tabla 16: Resultados del índice de peligrosidad en San Pedro de Coris y Churcampa.

Distritos	San Pedro de Coris	Churcampa
RfD (mg/Kg/día)	0.006	0.006

DE (mg/Kg/día)	0.00026404	0.000006457
Cálculo de IP	0.04400667	0.00177429

De la tabla 16 se aprecia que el índice de peligrosidad (IP) de 0.04400667 en San Pedro de Coris y 0.00177429 en Churcampa, ambos casos inferiores a 1, por lo que la presencia de plomo en las papas consumidas no constituye un riesgo toxicológico, indicando un nivel aceptable de seguridad.

V.1.3.3. Cálculo del margen de exposición (ME):

Para calcular el ME se empleó los valores de NOAEL y la DE. En el caso del plomo, el NOAEL fue de 250 mg/kg/día.

Tabla 17: Resultados del margen de exposición en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.

Distritos	San Pedro de Coris	Churcampa
NOAEL (mg/Kg/día)	250	250
DE (mg/Kg/día)	0.00026404	0.000006457
Cálculo del ME	946826.238	14090.2

De la tabla 17 se observa que tienen un margen exposición (ME) de 946826.238 en San Pedro de Coris y 14090.2 en Churcampa, ambos casos superiores a 1, por lo que se asegura una mayor protección para la población en términos de la cantidad de exposición al plomo presente en las papas analizadas.

VI. DISCUSIÓN

Acorde a los resultados obtenidos, se encontró que la población del distrito de San Pedro de Coris y de Churcampa está compuesta en su mayoría por personas entre 27 a 59 años (Tabla 3) con un resultado similar en el censo del 2017 donde el número de este grupo etario va en crecimiento (51). Siendo el 23.18% del total de entrevistados provenientes de San Pedro de Coris y el 76.82% de Churcampa (Tabla 4). Asimismo, debido a la localización geográfica uno de los alimentos más consumidos es la papa siendo de 99.07% la frecuencia

de consumo de todos los días en el distrito de San Pedro de Coris y de 54.75% en el distrito de Churcampa (Figura 4). Estos datos son corroborados a través de la Dirección Regional Agraria de Huancavelica (DRAH) donde la ingesta promedio por persona al año es de 169,39 kilos superando así a otros productos agrícolas como el olluco, maíz, entre otros (52), siendo el análisis de este alimento importante debido a la frecuencia de consumo de la población. El patrón de encuesta de consumo de papa muestra que la papa Peruanita es la que tiene mayor frecuencia de consumo en San Pedro de Coris, mientras que la papa Huayro es la de mayor frecuencia en Churcampa (tabla 5), lo cual podría significar un riesgo toxicológico latente en este último debido a que tiene mayor afinidad al plomo luego de la papa amarilla, según un estudio hecho por Vincula G. donde señala los altos niveles de plomo por parte de esta especie en contraste con la papa blanca (53). Por otro lado, en cuanto el conocimiento de los entrevistados con respecto a las temporadas de cosecha el 100% de los entrevistados del distrito de San Pedro de Coris mencionó conocer las temporadas de cosecha idóneas para la papa, mientras que sólo el 61.73% de los entrevistados del distrito de Churcampa sólo mencionaron conocer las épocas de cosechas (Figura 6). Los meses de abril a junio fueron las temporadas más idóneas escogidas por los entrevistados del distrito de San Pedro de Coris con un 75.93% y del distrito de Churcampa con un 65.61%, estos datos a su vez fueron corroborados por el Manual Técnico del Manejo Integrado del Cultivo de Papa, donde menciona que los meses o temporadas de cosecha son los 20 abril y 20 de mayo, debido al ciclo de siembra que se tiene (54).

Se evaluó las concentraciones de 24 muestras de papa en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa por ser uno de los alimentos con mayor afinidad al plomo y ser el mayor consumido en estas zonas. Los resultados obtenidos han evidenciado la presencia de plomo en estos alimentos (Tabla 7). Sin embargo, en ambos casos no se logra superar el límite máximo permisible (Figura 9 y figura 10) con excepción de una muestra atípica perteneciente a la especie Huayro en el distrito de San Pedro de Coris. En el estudio “Evaluación de la variación de metales pesados y residuos de plaguicidas en cultivos nativos y modernos de papa (*Solanum tuberosum*) cultivados a diferentes altitudes en una región minera

del Perú" realizado por Bedoya-Perales N., Maus D., y colaboradores, se encontró que la concentración promedio de plomo fue de 0.041 mg/kg. Este valor resultó similar al promedio observado en San Pedro de Coris y más alto que el promedio registrado en Churcampa. Sin embargo, todas estas concentraciones estuvieron por debajo de los límites establecidos por el CODEX ALIMENTARIUS. El estudio también reveló que la altitud desempeña un papel fundamental en la variación de las concentraciones de metales como el arsénico, cadmio, aluminio, manganeso, bario, cromo y níquel. En general, se observó que, a menor altitud, se registran niveles más elevados de estos metales en comparación con áreas de mayor altitud. No obstante, no se encontró una relación significativa entre la altitud y las concentraciones de cobre y plomo (55).

Se realizó una evaluación del riesgo toxicológico en individuos expuestos al plomo a través del consumo de papa en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa, empleando un enfoque metodológico respaldado por la OPS/OMS. Este enfoque permitió describir el riesgo toxicológico de manera similar al logrado por Ynocente C. & Olórtegui D. en su estudio "Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima – Perú" donde se obtuvieron resultados como dosis seguras de exposición (índice de peligrosidad menor a uno), al igual que en el presente trabajo (40).

Las dosis de exposición al plomo se calcularon en 0.00026404 mg/kg/día para el distrito de San Pedro de Coris y 0.000006457 mg/kg/día para el distrito de Churcampa (Tabla 15). Además, los cálculos del índice de peligrosidad arrojaron resultados de 0.04400667 para San Pedro de Coris y 0.00177429 para Churcampa, ambos inferiores a uno, indicando que no representa un riesgo. Por otro lado, los valores del margen de exposición fueron de 946826.238 para San Pedro de Coris y de 14090.2 para Churcampa, ambos superiores a uno, lo que sugiere una mayor seguridad en las dosis de exposición. Resultados similares se obtuvieron en un estudio realizado en Lima por Guimarey M. & Reategui J., donde se analizó el plomo en papas fritas, obteniendo un margen de exposición de 48076923076.923 mg/kg/día, lo que indica la ausencia de riesgo (56).

Finalmente, Zhang J., Liu K., et al en su estudio titulado “Evaluación de la contaminación del suelo por metales pesados y de los riesgos para la salud en cuatro zonas productoras de papas” encontraron un índice de peligrosidad inferior a uno para niños, siendo un riesgo no cancerígeno, lo que concuerda con los resultados del presente estudio (57).

VII. CONCLUSIONES

- Se analizó la población de San Pedro de Coris y de Churcampa en torno a la demografía, frecuencia de consumo y al conocimiento sobre *Solanum tuberosum*, siendo una población en su mayoría comprendida entre las edades de 27 a 59 años, con una frecuencia de consumo de papa en el distrito de San Pedro de Coris de 99.07% diariamente y de 54.75% diario en el distrito de Churcampa, al igual que un 100% de conocimiento sobre las temporadas de cosecha en el distrito de San Pedro de Coris y un 61.73% en el distrito de Churcampa.
- Se determinó las concentraciones de plomo en *Solanum tuberosum* en San Pedro de Coris y en Churcampa, teniendo como resultado un promedio de 0.041 mg/kg y 0.03 mg/kg, respectivamente, están dentro de los límites establecidos por el Codex Alimentarius, siendo menores a 0.1 mg/kg.
- Se caracterizó el riesgo toxicológico de plomo en *Solanum tuberosum* en San Pedro de Coris y en Churcampa, siendo un riesgo mínimo, debido a que el índice de peligrosidad fue menor a 1 y el margen de exposición fue mayor a 1.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigaciones en las zonas elegidas en torno a la evaluación de riesgos toxicológicos con respecto a otros alimentos agrícolas con mayor consumo con el fin de evaluar las dosis de exposiciones totales de plomo en torno a un perfil alimentario completo de estos distritos.

- Continuar con los análisis de plomo en papa en las zonas elegidas dentro de una temporada para evaluar si siguen las concentraciones constantes.
- Se recomienda analizar la presencia de plomo en el agua y suelo ya que están ligados al desarrollo de la papa y son las fuentes principales de contaminación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ampérez N, Baca B, León I et al. Análisis comparativo de presencia de metales en el río San Francisco, Sololá, Guatemala, respecto a las directrices de la OMS. 8 de julio de 2020; Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/342762438_ANALISIS_COMPARATIVO_DE_PRESENCIA_DE_METALES_EN_EL_RIO_SAN_FRANCISCO_SOLOLA_GUATEMALA_RESPECTO_A_LAS_DIRECTRICES_DE_LA_OMS
2. Espin D, Jarrin J, Escobar O. Manejo, gestión, tratamiento y disposición final de relaves mineros generados en el proyecto río Blanco. ESPE [Internet]. 2021 [citado 03 de octubre de 2023]; 2(4). Disponible en: https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/view/RCSDV2N4ART1
3. Astete J, Cáceres W, Gastañaga M et al. Intoxicación por plomo y otros problemas de salud en niños de poblaciones aledañas a relaves mineros. Rev. peru. med. exp. salud publica [Internet]. 2009 Ene [citado 03 de octubre de 2023]; 26 (1): 15-19. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000100004&lng=es.
4. Cuba Fuentes JW. Determinación de Pb+2 por espectroscopía de absorción atómica (aas) en solanum tuberosum l. (papa) cosechadas y comercializadas en Yura, 2016 al 2018 [Internet] [Tesis]. Universidad Privada Autónoma de Arequipa; 2018 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.upads.edu.pe/xmlui/handle/UPADS/25
5. Nateras O, López J, Martinez R. Ensayos para determinar el pH y cantidad de biomasa necesaria en la adsorción de plomo y cadmio utilizando

biomasa de microalga “*Nannochloropsis oculata*”. Mem del V congres nac de tec. 2020;19.

6. Ávila C, Sierra L, Gómez J. Evaluación de la adaptación de *Helianthus annuus* en asociación con hongos micorrízicos en suelos contaminados con plomo. Cuaderno activa. 2018; 10: 93-111.
7. Rey A, Luna L, Cantillo G, et al. Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. Rev Cubana Invest Bioméd. 20 de febrero de 2017;35(3):251-71.
8. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. Boletín epidemiológico SE 15 [Internet]. [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.dge.gob.pe/epipublic/publico/detalle/240/
9. Luna R, Rodríguez V. Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca [Internet] [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4678
10. dw.com [Internet]. [citado 15 de enero de 2024]. Perú: ordenan declarar emergencia ambiental en Huancavelica – DW – 30/12/2023. Disponible en: https://www.dw.com/es/per%C3%BA-ordenan-declarar-emergencia-ambiental-en-huancavelica/a-67857272
11. López-Ramos Y., Salomón-Díaz J. La reproducción de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*), a partir de su semilla sexual | Cultivos Tropicales [Internet]. 2021 [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1649
12. Araque E., Arias D., Bohórquez M. Descripción Botánica y taxonómica de la papa. 2021; Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/4718/3620.pdf?sequence=1

13. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa 2020. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [Internet]. 2020 [citado 4 de octubre de 2023]; Disponible en: http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/1045
14. Ministerio de Agricultura y Ganadería. INIAP difunde valor nutritivo de la papa y su contribución a la salud humana [Internet]. 2023 [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.agricultura.gob.ec/iniap-difunde-valor-nutritivo-de-la-papa-y-su-contribucion-a-la-salud-humana/
15. Ministerio de Salud. Tablas peruanas de composición de alimentos [Internet]. 10ma ed. Perú; 2017 [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf
16. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa [Internet]. [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.midagri.gob.pe/portal/23-sector-agrario/cultivos-de-importancia-nacional/183-papa
17. Coaquira Incacari R, Julca Otiniano A, Coaquira Lastarria RJ, Mendoza Cortez JW, Coaquira Incacari R, Julca Otiniano A, et al. Caracterización de las unidades productoras de papa (*Solanum tuberosum L*.) en la provincia de Jauja, Junín, Perú. Idesia (Arica). diciembre de 2019;37(4):101-8.
18. Jiménez C. Uso de agroquímicos en el cultivo de papa y la contaminación del suelo agrícola en el distrito de Chinchero, Cusco, Perú [Internet]. [Perú]: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2022 [citado 4 de abril de 2023]. Disponible en: http://intra.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/6390/TESIS%20CATALINA%20JIMENEZ%20AGUILAR%20-.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Centro Internacional de la Papa. Historia [Internet]. International Potato Center. [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://cipotato.org/es/about/

20. Barclay Venegas S, Marrache Diaz PV, Pieruccini Ramirez ME. Plan estratégico de marketing para incrementar el consumo de papa peruana [Internet]. [Perú]: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2022 [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/21817
21. Ordinola M, Devaux A. Desafíos y oportunidades para el sector papa en la zona andina en el contexto de la COVID-19. CGIAR [Internet]. 2021 [citado 4 de octubre de 2023]; Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/114944
22. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Consumo de alimentos y bebidas [Internet]. 1era ed. Perú: INEI; 2010 [citado 4 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf
23. Calderón HIB, Hernández-Cárabes P, Padilla-Sánchez AJ, Gutiérrez JÁES, Vázquez CAM. Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica: artículo de revisión. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2 de marzo de 2022;6(1):4176-89.
24. Galeas Ruiz JE, Tigrero Delgado SD. Empleo de briofitas para depurar aguas contaminadas con plomo en el Cantón Daule [Internet] [Tesis]. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas; 2023 [citado 5 de octubre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/69369
25. Kumar A, Kumar A, M M S CP, Chaturvedi AK, Shabnam AA, Subrahmanyam G, et al. Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. Int J Environ Res Public Health. 25 de marzo de 2020;17(7):2179.
26. Castillo Álvarez JA, Dominguez Dominguez JL. Determinación de los niveles de plomo y arsénico en zapallo macre (*Cucurbita máxima Duchesne*) y tomate (*Solanum lycopersicum var. Saladette*) y evaluación

del riesgo toxicológico en la salud de la población de Lima Metropolitana [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2021 [citado 5 de octubre de 2023]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17108

27. Proleon Valladares JN, Siccha Mendez CA. Riesgos por contaminación con metales pesados en alimentos en Perú: metaanálisis. [Internet]. Universidad Privada Norbert Wiener; 2022 [citado 5 de octubre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6679
28. Salas-Marcial C, Garduño-Ayala MA, Mendiola-Ortiz P. Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. 2019 [citado 5 de octubre de 2023];20. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/813/81359562002/81359562002.pdf
29. Allende V. & Vidarte N. (2021). Evaluación de riesgo toxicológico al arsénico por consumo de arroz pulido expendido en el mercado productores de Santa Anita – Lima, Perú 2020 [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
30. López D. LK, García O. MM, Madueño V. FM, Bautista C. N, Marín V. GM, Olórtegui C. DS. Metales pesados en tres variedades de Solanum tuberosum L. (papa) expendidos en el mercado mayorista de Santa Anita (Lima-Perú). Ciencia e investigación [Internet]. 31 de agosto de 2020 [citado 03 de octubre de 2023];23(1):25-30. Disponible en: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/18719
31. Ćwieląg-Drabek M, Piekut A, Gut K, et al. Risk of cadmium, lead and zinc exposure from consumption of vegetables produced in areas with mining and smelting past. Sci Rep. 25 de febrero de 2020;10(1):3363. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-60386-8
32. Orellana E, Bastos MC, Cuadrado W, et al. Heavy Metals in Native Potato and Health Risk Assessment in Highland Andean Zones of Junín, Peru. Journal of Environmental Protection. 6 de noviembre de 2020;11(11):921 - 937.

33. Cuba Fuentes JW. Determinación de Pb+2 por espectroscopía de absorción atómica (aas) en *solanum tuberosum* l. (papa) cosechadas y comercializadas en Yura, 2016 al 2018 [Internet] [Tesis]. Universidad Privada Autónoma de Arequipa; 2018 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.upads.edu.pe/xmlui/handle/UPADS/25
34. Ordóñez Ochoa A. Determinación de la capacidad adsorbente de los residuos de la industria de la papa (*Solanum tuberosum*) para remoción de metales pesados en aguas contaminadas [Internet] [Tesis]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; 2017 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14969.
35. Garrido AE, Strosnider WHJ, Wilson RT, et al. Metal-contaminated potato crops and potential human health risk in Bolivian mining highlands. Environ Geochem Health. 1 de junio de 2017;39(3):681-700.
36. Vincula Chuquiyauri GR. Determinación de las concentraciones de plomo y mercurio en la papa blanca, amarilla y huayro que se comercializan en los mercados de Huánuco - 2019 [Internet] [Tesis]. Universidad de Huánuco; 2021 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2633
37. Chacón S. Efecto de cuatro concentraciones de plomo sobre el crecimiento e índice de tolerancia de plántulas in vitro de papa [Internet] [Tesis]. Universidad Nacional de Cajamarca; 2019 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3569
38. Borja A. Carbón activado de corteza de papa como filtro para la remoción de plomo y cadmio en aguas de mina, Casapalca – Lima, 2019 [Internet] [Tesis]. Universidad César Vallejo; 2019 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54807.
39. Khan ZI, Ahmad K, Yasmeen S, et al. Potential health risk assessment of potato (*Solanum tuberosum L.*) grown on metal contaminated soils in the central zone of Punjab, Pakistan. Chemosphere. 2017; 166:157- 162.

40. Ynocente C. & Olórtegui D. Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima - Perú [Internet] [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10050
41. Medina J. El patrimonio alimentario y el turismo gastronómico: caso de estudio de la papa [Internet] [Tesis]. [Ecuador]: Universidad Técnica de Ambato; 2022. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34390ovarrubias S, Cabriales J. Contaminación ambiental por metales pesados en México: Problemática y estrategias de fitorremediación. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 5 de abril de 2017; 33:7-21.
42. Terrazos S. Determinación de la concentración de plomo y cadmio en bebidas de jugo de naranja comercializadas de forma ambulatoria en Ate Vitarte – Lima y evaluación de su riesgo toxicológico [Internet] [Tesis]. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18410
43. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa camotillo – AGRO RURAL [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.agrorural.gob.pe/productos/papa-camotillo/
44. Municipalidad Provincial de Churcampa. Municipalidad Provincial de Churcampa – ¡Juntos por un Gobierno Agrario! [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.munichurcampa.gob.pe/
45. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa huayro – AGRO RURAL [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.agrorural.gob.pe/productos/papa-huayro/
46. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa yungay – AGRO RURAL [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.agrorural.gob.pe/productos/papa-yungay-2/

47. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Papa peruanita – AGRO RURAL [Internet]. [citado 22 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.agrorural.gob.pe/productos/papa-peruana/
48. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. iimp. [citado 22 de octubre de 2023]. Huancavelica: comunidades de San Pedro de Coris apoyan venta de mina Cobriza. Disponible en: https://iimp.org.pe/raiz/huancavelica-comunidades-de-san-pedro-de-coris-apoyan-venta-de-mina-cobriza
49. Luna R, Rodríguez V. Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (*Solanum tuberosum*) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca [Internet] [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016 [citado 03 de octubre de 2023]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4678
50. Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR). Evaluación de Riesgos a la Salud por Exposición a Residuos Peligrosos. (Manual): Atlanta, EEUU; 1992.
51. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Huancavelica: Resultados definitivos. 1era Ed. Vol. 1. Perú: INEI; 2018.
52. Gobierno Regional de Huancavelica. Huancavelica: Compendio estadístico agropecuario. Huancavelica; 2019.
53. Vincula G. Determinación de las concentraciones de plomo y mercurio en la papa blanca, amarilla y huayro que se comercializan en los mercados de Huánuco - 2019. [Perú]: Universidad de Huánuco; 2020.
54. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Manual técnico del manejo integral del cultivo de papa [Internet]. Lima; 2020 [citado 21 de octubre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1146/1/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-

%20MANEJO%20INTEGRADO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PAPA.pdf

55. Bedoya-Perales NS, Maus D, Neimaier A, Escobedo-Pacheco E, Pumi G. Assessment of the variation of heavy metals and pesticide residues in native and modern potato (Solanum tuberosum L.) cultivars grown at different altitudes in a typical mining region in Peru. Toxicology Reports. 1 de diciembre de 2023; 11:23-34.
56. Guimarey M., Reategui J. Evaluación de plomo y cadmio en papas fritas y su riesgo toxicológico en los consumidores de diez pollerías conocidas del Cercado de Lima. Septiembre - noviembre 2019. [Lima]: Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.
57. Zhang J, Liu K, He X, Li W, Zhang M, Cai Q. Evaluation of heavy metal contamination of soil and the health risks in four potato-producing areas. Frontiers in Environmental Science [Internet]. 2023 [citado 7 de febrero de 2024];11. Disponible en: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2023.1071353

X. ANEXOS (*)

X.1. Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	MÉTODOS	INSTRUMENTO(S)
¿Cuál es la concentración de plomo	1: Hipótesis alternativa (ha): Existe	Variable independiente: Papa,	Determinar la concentración de plomo en la papa (*Solanum*	Determinar la concentración de plomo	Evaluación del perfil alimentario	Encuestas Espectrofotometría de absorción

en la papa (*Solanum tuberosum*) para hacer un análisis de evaluación de riesgos toxicológicos, teniendo en cuenta la frecuencia de consumo, las características demográficas y conocimientos de cosecha en los distritos de San	diferencias significativas en la media de la concentración de plomo en la papa entre el distrito de Churcampa y San Pedro de Coris debido a la presencia de la mina Cobriza. Hipótesis nula (Ho): No existe diferencias significativas en la media de la concentración de plomo en la papa entre el distrito de Churcampa y San Pedro de Coris debido a la	personas que viven en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa. Variable dependiente: Plomo, resultados de la encuesta, riesgo toxicológico existente en las concentraciones de	*tuberosum*) para hacer un análisis de evaluación de riesgos toxicológicos, teniendo en cuenta la frecuencia de consumo, las características demográficas y conocimientos de cosecha en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.	en Solanum tuberosum en el distrito de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.	específico del consumo de *Solanum tuberosum* (papa) Determinación de la concentración de plomo en *Solanum tuberosum* (papa) Determinación del riesgo de exposición al plomo en *Solanum*	atómica con horno de grafito (GFAAS)

Pedro de Coris y Churcampa ?	presencia de la mina Cobriza. 2: Hipótesis alternativa (Ha): La concentración de plomo entre el distrito de San Pedro de Coris es menor estadísticamente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg). Hipótesis nula (Ho): La concentración de plomo entre el distrito de San Pedro de Coris es mayor o	plomo en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa.			*tuberosum* (papa)	

	igual estadística mente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg). 3: Hipótesis alternativa (Ha): La concentraci ón de plomo entre el distrito de Churcampa es menor estadística mente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg). Hipótesis nula (Ho): La concentraci ón de plomo entre el					

	distrito de Churcampa es mayor o igual estadística mente significativo respecto al Codex Alimentarius (0.1 mg/kg).					
				Evaluar la frecuencia de consumo y su conocimiento de Solanum tuberosum en el distrito de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.		
				Comparar el riesgo		

toxicológico de plomo en Solanum tuberosum en los distritos de San Pedro de Coris y en el distrito de Churcampa.

X.2. Herramientas utilizadas para recolección de datos

Encuesta de perfil alimentario específico de *Solanum tuberosum*

1. Edad:
   - 0 – 11 años
   - 12 – 26 años
   - 27 – 59 años
   - Más de 60 años
2. ¿En qué distrito reside?
   - San Pedro de Coris
   - Churcampa
3. ¿Hace cuánto tiempo reside en este distrito?
   - 1 año – 10 años
   - 11 años – 20 años
   - Más de 21 años
4. ¿Cuántas veces a la semana consume papa?
   - 1 vez a la semana

- 2 veces a la semana
- 3 veces a la semana
- 4 veces a la semana
- 5 veces a la semana
- 6 veces a la semana
- Todos los días

5. ¿Qué tipo de papa suele comprar o consumir?
   - Camotillo
   - Huayro
   - Yungay
   - Peruanita
6. ¿De dónde es la procedencia de la papa que consume?
   - Churcampa
   - San Pedro de Coris
7. Sabe usted ¿Cuál es la temporada de cosecha de la papa que consume?
   - Sí
   - No
8. De ser positiva la respuesta anterior, defina la temporada:

X.3. Formatos de validación de encuesta hecho por expertos

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela Profesional de Toxicología

Ficha de validación del cuestionario

Título del Proyecto de Tesis: Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023.	
Tesistas	Carruitero Morán Grecia Alessandra

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Sírvase evaluar el cuestionario adjunto, marcando en el cuadro correspondiente:

PREGUNTAS PARA EL EVALUADOR	Porcentaje (%) de aprobación						
	< 50	50	60	70	80	90	100
1. ¿El cuestionario logrará obtener datos para lograr el objetivo del proyecto?							x
2. ¿Las preguntas del cuestionario están referidas a los objetivos planteados?							x
3. ¿Son comprensibles las preguntas del cuestionario?							x
4. ¿Las preguntas del cuestionario siguen una secuencia lógica?							x
5. ¿Las preguntas del cuestionario serán reproducibles en otros estudios similares?							x
6. ¿Las preguntas del cuestionario son adaptadas a la actualidad y realidad nacional?							x

Fecha: 02 de agosto de 2023

Validado por: Dr. Víctor Crispín Pérez

Firma: 

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Escuela Profesional de Toxicología

Ficha de validación del cuestionario

Título del Proyecto de Tesis: Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023.	
Tesistas	Carruitero Morán Grecia Alessandra

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Sírvase evaluar el cuestionario adjunto, marcando en el cuadro correspondiente:

PREGUNTAS PARA EL EVALUADOR	Porcentaje (%) de aprobación						
	< 50	50	60	70	80	90	100
1. ¿El cuestionario logrará obtener datos para lograr el objetivo del proyecto?						X	
2. ¿Las preguntas del cuestionario están referidas a los objetivos planteados?						X	
3. ¿Son comprensibles las preguntas del cuestionario?							X
4. ¿Las preguntas del cuestionario siguen una secuencia lógica?							X
5. ¿Las preguntas del cuestionario serán reproducibles en otros estudios similares?							X
6. ¿Las preguntas del cuestionario son adaptadas a la actualidad y realidad nacional?							X

II. SUGERENCIAS

1. ¿Cuáles de las preguntas considera usted que deberían incorporarse?
   .....
2. ¿Cuáles de las preguntas considera usted que podrían eliminarse?
   .....
3. ¿Cuáles de las preguntas considera usted que deberían reformularse?
   .....

Fecha: 08 agosto de 2023

Validado por: Mg. LUZ ROCIO ALGUIAR BERNAOLA

Firma:



Certificado de validación de instrumento

"Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023"

N°	DIMENSIONES/ ítems (VARIABLE 1): Personas que viven en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa	Pertinencia[1]		Relevancia[2]		Claridad[3]	
	Dimensión 1:	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	Edad: ❑ 0 – 11 años ❑ 12 – 26 años ❑ 27 – 59 años ❑ Más de 60 años	X		X		X	
2	¿En qué distrito reside? ❑ San Pedro de Coris ❑ Churcampa	X		X		X	
3	¿Hace cuánto tiempo reside en este distrito? ❑ 1 año – 10 años ❑ 11 años – 20 años ❑ Más de 21 años	X		X		X	
N°	DIMENSIONES/ ítems (VARIABLE 2): Consumo de papa.	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1	¿Cuántas veces a la semana consume papa? ❑ 1 vez a la semana ❑ 2 veces a la semana ❑ 3 veces a la semana ❑ 4 veces a la semana ❑ 5 veces a la semana ❑ 6 veces a la semana ❑ Todos los días	X		X		X	
2	¿Qué tipo de papa suele consumir? ❑ Camotillo ❑ Huayro ❑ Yungay ❑ Peruanita	X		X		X	
3	¿De dónde es la procedencia de la papa que consume? ❑ Churcampa ❑ San Pedro de Coris	X		X		X	
4	Sabe usted ¿Cuál es la temporada de cosecha de la papa que consume? ❑ Sí ❑ No	X		X		X	
5	De ser positiva la respuesta anterior, defina la temporada:	X		X		X	

Observaciones: Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable

Apellidos y Nombres del validador: Mg. Guadalupe Sifuentes de Posadas, Luz Fabiola

DNI: 07829902

Especialidad del validador: Magister Investigación y Docencia Universitaria.

[1]**Pertinencia:** Corresponde al concepto.

[2]**Relevancia:** Apropiado para representar a la dimensión.

[3]**Claridad:** Conciso, exacto.

Lima 7 de agosto de 2023



.....

Mg. Guadalupe Sifuentes de Posadas, Luz Fabiola

Validador

X.4. Ficha de consentimiento informado para los participantes de la encuesta

Ficha de consentimiento informado

El objetivo de la presente ficha es darles a los participantes de este trabajo de investigación una explicación clara sobre la naturaleza del presente estudio, así como su rol que desempeñarán.

El trabajo de investigación es conducido por la Bachiller en toxicología Grecia Alessandra Carruitero Morán.

El objetivo de este trabajo es analizar de manera estadística la preferencia de consumo de las variedades de Papa en los distritos de San Pedro de Coris y Churcampa para poder contrastar con resultados bibliográficos.

La participación de este estudio es estrictamente voluntaria. A su vez he de informarle que la información de cada encuesta es de carácter anónimo y no se empleará para otros fines que no sean los objetivos del presente trabajo de investigación.

Si tiene alguna duda sobre la presente investigación la puede realizar en cualquier momento.

Desde ya se le agradece su participación.

Atte. Bach. Grecia Carruitero Moran

X.5. Tabla de recojo de datos

1. Distribución de edades de los entrevistados

Edad	**Distritos**	
	San Pedro de Coris	**Churcampa**
0 – 11 años	14	35

12 – 26 años	35	74
27 – 59 años	45	175
Más de 60 años	14	74
Total	108	358

2. Distribución de entrevistados del distrito de San Pedro de Coris y Churcampa.

Distritos	Frecuencia
San Pedro de Coris	108
Churcampa	358
Total	466

3. Tiempo de residencia en cada distrito.

Edades	**Distritos**	
	San Pedro de Coris	**Churcampa**
1 - 10 años	42	42
11 - 20 años	21	43
Más de 21 años	45	273
Total	108	358

4. Frecuencia de consumo de papa.

Consumo	Distritos	
	San Pedro de Coris	Churcampa
1 vez/semana	0	41
2 veces/semana	0	0
3 veces/semana	0	80
4 veces/semana	0	0
5 veces/semana	1	41
6 veces/semana	0	0
Todos los días	107	196
Total	108	358

5. Patrón de encuesta de consumo.

Especies de papa	Distritos	
	San Pedro de Coris	San Pedro de Coris
Camotillo	11	91
Huayro	26	109

Yungay	28	73
Peruanita	43	85
Total	108	358

6. Procedencia del consumo de papa.

Distritos	**N° de personas**
San Pedro de Coris	108
Churcampa	358
Total	466

7. Conocimientos de entrevistados sobre las temporadas de cosechas.

Distritos	**San Pedro de Coris**	**Churcampa**
Sí	108	221
No	0	137
Total	108	358

8. Meses de cosecha.

Churcampa	**San Pedro de Coris**

Meses	Cantidad	Meses	Cantidad
Enero - marzo	10	**Enero - marzo**	0
Abril - Junio	145	**Abril - Junio**	82
Julio - septiembre	10	**Julio - septiembre**	8
Octubre - diciembre	56	**Octubre - diciembre**	18
Total	221	**Total**	108

X.6. Resultados de laboratorio

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N°	97810	-	97821

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Grecia Alessandra Carruitero Morán

TESIS: Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023

FECHA DE RECEPCIÓN:	22 DE AGOSTO DE 2023	HORA:	11:45:00 a. m.
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	17 DE SETIEMBRE DE 2023	HORA:	01:19:00 p. m.
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:	22 DE SETIEMBRE DE 2023	HORA:	02:07:00 p. m.

MÉTODOS: Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica por Horno de Grafito

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
97810	Papa- Código: A1	Cuantificación de Plomo	0.026 mg/Kg
97811	Papa- Código: A2	Cuantificación de Plomo	0.030 mg/Kg
97812	Papa- Código: A3	Cuantificación de Plomo	0.024 mg/Kg
97813	Papa- Código: B1	Cuantificación de Plomo	0.021 mg/Kg
97814	Papa- Código: B2	Cuantificación de Plomo	0.048 mg/Kg
97815	Papa- Código: B3	Cuantificación de Plomo	0.016 mg/Kg
97816	Papa- Código: C1	Cuantificación de Plomo	0.049 mg/Kg
97817	Papa- Código: C2	Cuantificación de Plomo	0.035 mg/Kg
97818	Papa- Código: C3	Cuantificación de Plomo	0.022 mg/Kg
97819	Papa- Código: D1	Cuantificación de Plomo	0.037 mg/Kg
97820	Papa- Código: D2	Cuantificación de Plomo	0.026 mg/Kg
97821	Papa- Código: D3	Cuantificación de Plomo	0.030 mg/Kg

N.D.: No Detectable

Lima, 24 de setiembre de 2023.

Director de CICOTOX
Dr. José A. Apesteguía Infantes
Esp. Toxicología & Química Legal
C.Q.F.P N° 06538
RNE 240
D.N.I N° 09359857

Analista de CICOTOX
Bach. Tox. María Ochoa Santiago

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú
Celular 956 740 869 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Centro de Información, Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N°	97822	-	97833

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Grecia Alessandra Carruitero Morán

TESIS: Riesgo toxicológico al plomo por consumo de *Solanum tuberosum* (papa) en San Pedro de Coris y Churcampa – Huancavelica, Perú 2023

FECHA DE RECEPCIÓN:	22 DE AGOSTO DE 2023	HORA:	11:45:00 a. m.
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	17 DE SETIEMBRE DE 2023	HORA:	01:19:00 p. m.
FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS:	22 DE SETIEMBRE DE 2023	HORA:	02:07:00 p. m.

MÉTODOS: Plomo : Espectrofotometría de Absorción Atómica por Horno de Grafito

OBSERVACIONES: La contramuestra será descartada a los 30 días posteriores al análisis.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
97822	Papa- Código: E1	Cuantificación de Plomo	0.022 mg/Kg
97823	Papa- Código: E2	Cuantificación de Plomo	0.020 mg/Kg
97824	Papa- Código: E3	Cuantificación de Plomo	0.039 mg/Kg
97825	Papa- Código: F1	Cuantificación de Plomo	0.034 mg/Kg
97826	Papa- Código: F2	Cuantificación de Plomo	0.020 mg/Kg
97827	Papa- Código: F3	Cuantificación de Plomo	0.111 mg/Kg
97828	Papa- Código: G1	Cuantificación de Plomo	0.034 mg/Kg
97829	Papa- Código: G2	Cuantificación de Plomo	0.053 mg/Kg
97830	Papa- Código: G3	Cuantificación de Plomo	0.030 mg/Kg
97831	Papa- Código: H1	Cuantificación de Plomo	0.033 mg/Kg
97832	Papa- Código: H2	Cuantificación de Plomo	0.044 mg/Kg
97833	Papa- Código: H3	Cuantificación de Plomo	0.051 mg/Kg

N.D.: No Detectable

Lima, 24 de setiembre de 2023.

Director de CICOTOX
Dr. José A. Apesteguía Infantes
Esp. Toxicología & Química Legal
C.Q.F.P N° 06538
RNE 240
D.N.I N° 09359857

Analista de CICOTOX
Bach. Tox. María Ochoa Santiago

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú
Celular 956 740 869 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe

X.7. Evidencias fotográficas

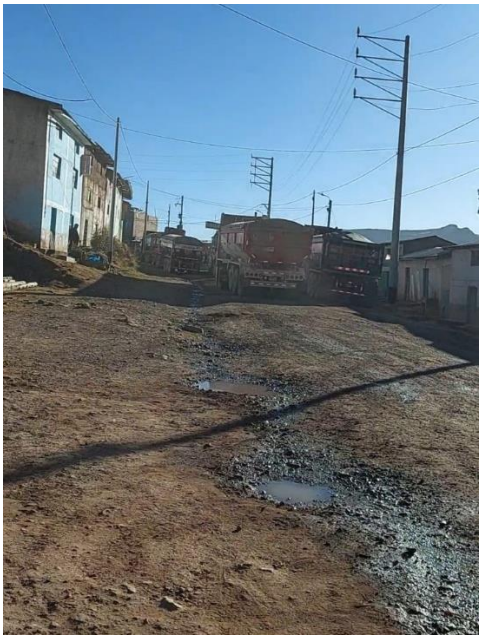


Fig. 1: Distrito de San Pedro de Coris con presencia de camiones provenientes de la mina Cobriza con carga de minerales.



Fig. 2: Unidad Minera Cobriza de fondo en el distrito de San Pedro de Coris.



Fig. 3: Unidad Minera Cobriza en San Pedro de Coris.



Fig. 4: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de San Pedro de Coris.



Fig. 5: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de San Pedro de Coris.



Fig. 6: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de San Pedro de Coris.



Fig. 7: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de San Pedro de Coris.



Fig. 8: Muestras de papa en el distrito de San Pedro de Coris



Fig. 9: Distrito de Churcampa.



Fig. 10: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de Churcampa.

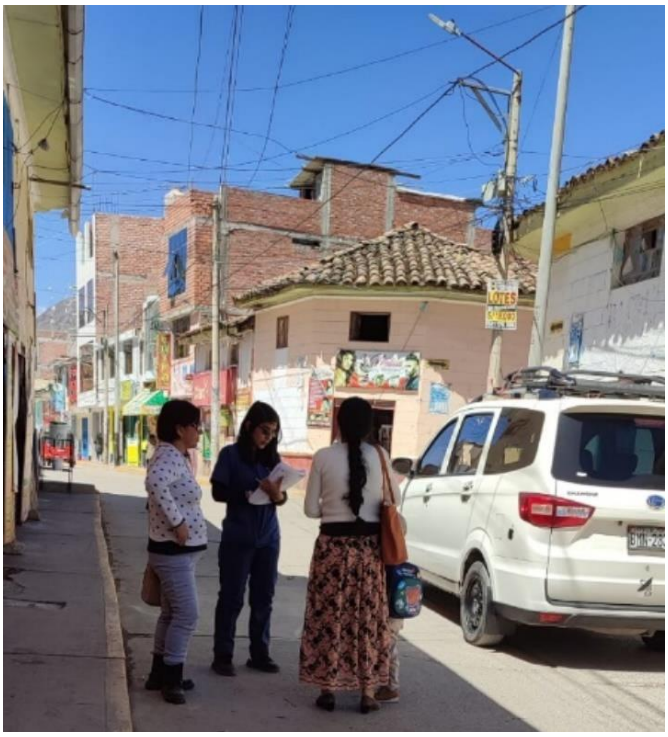


Fig. 11: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de Churcampa.



Fig. 12: Recojo de datos de la encuesta en el distrito de Churcampa.



Fig. 13: Recojo de muestras en el distrito de Churcampa.



Fig. 14: Muestras de papas seleccionadas para el análisis.



Fig. 15: Muestras de papas con ácido nítrico y agua destilada en plancha térmica previos al análisis de espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito.