



Universidad Femenina del Sagrado Corazón

Escuela de Posgrado

Programa Académico de Maestría en Nutrición y Dietética

CONSUMO DE PAPA E INGESTA MENSUAL TOLERABLE  
PROVISIONAL DE CADMIO EN LOS HABITANTES DE LIMA  
CENTRO

Tesis presentada por:  
MARÍA LUISA RUIZ CALDERÓN

Para obtener el Grado Académico de  
MAESTRA EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA  
con mención en Ciencias de la Nutrición y Alimentación Humana

Asesor  
Danton Jorge Miranda Cabrera  
Código Orcid: 0000-0003-2594-4000

Lima - Perú

2022

Los miembros del jurado han aprobado el estilo y el contenido de la tesis sustentada por:

MARIA LUISA RUIZ CALDERON

DANTON JORGE MIRANDA CABRERA

---

Nombre(s) y Apellidos, Asesor

MARÍA ELENA ARISPE CHAVEZ

---

Nombre(s) y Apellidos, Miembro

SILVIA ANGELICA SALINAS MEDINA

---

Nombre(s) y Apellidos, Miembro

ROSARIO GUADALUPE ALARCÓN ALARCÓN

---

Nombre(s) y Apellidos, Miembro

---

Dra. Rosario Guadalupe Alarcón Alarcón  
Directora de la Escuela Posgrado



## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la contribución del consumo de papa a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio en los habitantes de Lima Centro. La investigación fue de nivel descriptivo comparativo, de enfoque cuantitativo, tipo básico y diseño no experimental transversal. Se tomó una muestra de 392 personas, elegidas con el método de muestreo probabilístico a quienes se aplicó un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria. Se adquirieron, en el Mercado Mayorista de Lima, muestras de papa de variedades Yungay, Canchán, Huayro, Amarilla y Amarilla Peruanita. Se determinó un consumo mensual de papa de 5,44 kg y una concentración de  $3,9 \pm 0,8$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  de cadmio en papa, por el método de Espectrometría de Absorción Atómica con horno de grafito. Los resultados de cadmio se encontraron dentro de los límites establecidos por el Codex Alimentario. Se determinó que la exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa es de  $0,33$   $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$ , representando el 1,33% de la ingesta mensual tolerable provisional de  $25$   $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$ , siendo su aporte menor a 10%, concluyendo que la papa no contribuye en medida significativa a la exposición total al cadmio. La exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa resultó inferior a la ingesta mensual tolerable provisional. Finalmente, se determinó que no existen diferencias significativas en el consumo de papa en los habitantes de Lima Centro según región geográfica de nacimiento y edad, pero que si las hay según género.

**Palabras clave:** consumo papa, cadmio, exposición dietética, Lima Centro.

## ABSTRACT

The present study is aimed to establish the contribution of potato to the provisional tolerable monthly intake of cadmium in the population of central Lima. The research was of a descriptive comparative level, quantitative approach, basic type and a non-experimental cross-sectional design. A sample of 392 people was taken, selected with the probabilistic sampling method, to whom a Food Frequency Questionnaire was applied. Samples of Yungay, Canchán, Huayro, Amarilla and Amarilla Peruanita varieties of potatoes were acquired in the Wholesale Market of Lima. It was determined that the monthly consumption of potatoes is 5.44 kg and the concentration of  $3.9 \pm 0.8$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  of cadmium in potato. None of the samples was found outside the limits according to the Codex Alimentarius. To determine cadmium, the Atomic Absorption Spectrophotometry in a graphite furnace method was used. The monthly dietary exposure to cadmium through potato consumption was determined to be  $0.33$   $\mu\text{g}/\text{kg-b.w.}$ , corresponding to a contribution of 1.33% to the provisional tolerable monthly intake of  $25$   $\mu\text{g}/\text{kg-b.w.}$ , being less than 10%, concluding that the potato does not contribute significantly to the total exposure to cadmium. The monthly dietary exposure to cadmium through potato consumption was less than the provisional tolerable monthly intake. Finally, it was determined that there are no significant differences in potato consumption in the population of central Lima according to region of birth and age, but there are differences according to gender.

**Keywords:** Potato consumption, cadmium, dietary exposure, central Lima.

## RECONOCIMIENTO / DEDICATORIA

Mi agradecimiento y reconocimiento a la Dra. María Teresa Moreno, a la Dra. Leila Estrada y al Dr. Danton Miranda, quienes me apoyaron y guiaron en la elaboración de la presente investigación.

*“A mi familia y amigos por su apoyo”.*



## ÍNDICE

	Página
RESUMEN/ABSTRACT.....	4
RECONOCIMIENTO/DEDICATORIA.....	5
ÍNDICE.....	6
LISTA DE TABLAS.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Justificación de la investigación.....	18
1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación.....	19
1.3.1 Delimitaciones.....	19
1.3.2 Limitaciones.....	20
1.4 Objetivos de la investigación.....	21
1.4.1 Objetivo general.....	21
1.4.2 Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	23
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	25
2.2 Bases teóricas.....	28
2.2.1 La papa.....	28
2.2.1.1 Generalidades.....	28
2.2.1.2 Origen y difusión de la papa.....	30

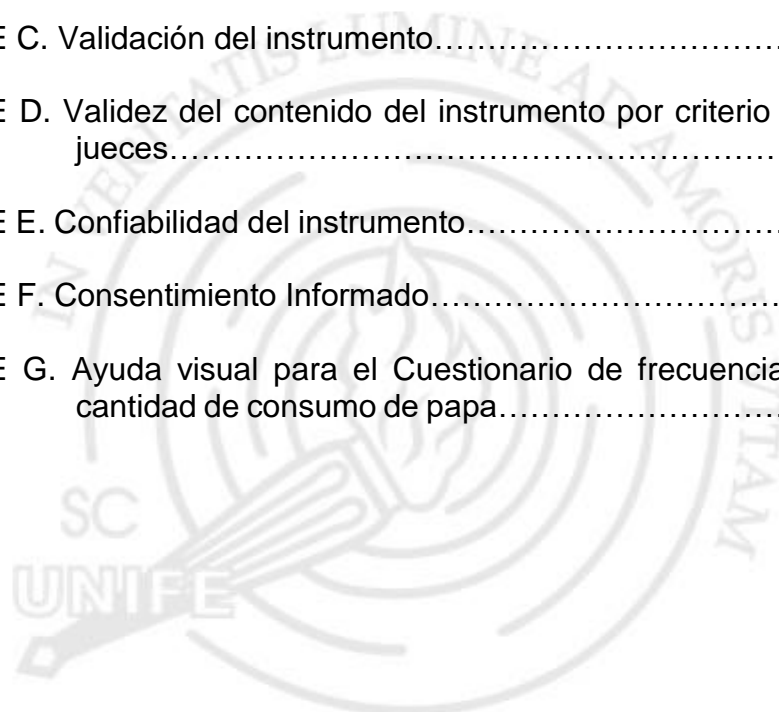
	Página
2.2.1.3 Siembra y cultivo de papa.....	30
2.2.1.4 Taxonomía, diversidad de especies y variedades de papa.....	32
2.2.1.5 Distribución geográfica del cultivo de la papa en el mundo.....	35
2.2.1.6 Distribución geográfica del cultivo de la papa en el Perú.....	36
2.2.1.7 Producción y consumo de papa en el mundo.....	36
2.2.1.8 Producción de papa en el Perú.....	38
2.2.1.9 Comercialización de papa en Perú y en Lima Metropolitana...	39
2.2.1.10 Variedades de papa comercializadas en Lima Metropolitana	42
2.2.1.11 Consumo de papa en el Perú y Lima Metropolitana.....	43
2.2.1.12 Importancia económica y social de la papa y la seguridad alimentaria en el Perú.....	45
2.2.1.13 Importaciones y exportaciones de papa.....	46
2.2.1.14 Aporte nutricional de la papa en los pobladores del Perú y Lima Metropolitana.....	47
2.2.2 El cadmio.....	49
2.2.2.1 Fuentes y vías de exposición del cadmio.....	49
2.2.2.2 Absorción de cadmio por las plantas y la papa.....	50
2.2.2.3 Toxicocinética del cadmio y efectos en la salud por exposición al cadmio.....	51
2.2.2.4 Métodos para la determinación de cadmio en alimentos.....	55
2.2.2.5 Nivel máximo de cadmio en papa.....	57
2.2.2.6 Límites de ingesta de cadmio establecidos.....	58
2.2.2.7 Metodologías de evaluación del riesgo de contaminantes y residuos en la cadena alimentaria.....	59
2.2.2.7.1 Métodos basados en la población.....	60
2.2.2.7.2 Métodos basados en hogares o familias.....	61

	Página
2.2.2.7.3 Métodos basados en individuos.....	61
2.3 Definición de términos.....	65
2.4 Hipótesis.....	65
2.4.1 Hipótesis General.....	65
2.4.2 Hipótesis específicas.....	66
CAPÍTULO III: MÉTODO.....	67
3.1. Nivel, tipo y diseño de la investigación.....	67
3.2 Participantes.....	68
3.2.1 Población.....	68
3.2.2 Muestra.....	69
3.2.2.1 Habitantes de Lima Centro.....	69
3.2.2.2 Muestras de papa.....	70
3.3 Variables de investigación.....	71
3.3.1 Variable 1: Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro.....	71
3.3.2 Variable 2: Concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima.....	72
3.3.3 Variable 3: Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro.....	72
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	73
3.4.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro...	73
3.4.1.1 Validez y confiabilidad del instrumento.....	74
3.4.1.2 Aplicación del instrumento.....	75
3.4.2 Concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima.....	76
3.4.2.1 Preparación de las muestras de papa.....	76



	Página
3.4.2.2 Análisis de muestras.....	76
3.4.2.2.1 Equipos.....	76
3.4.2.2.2 Tratamiento previo de la muestra.....	76
3.4.2.2.3 Análisis.....	78
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	78
3.5.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro...	78
3.5.2 Concentración de cadmio en papa ofrecida en el Mercado Mayorista de Lima.....	80
3.5.3 Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro y su contribución a la ingesta mensual tolerable provisional del cadmio.....	81
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	84
4.1 Resultados del cuestionario de Frecuencia alimentaria.....	84
4.1.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro...	86
4.1.2 Consumo mensual de papa según género.....	87
4.1.3 Consumo mensual de papa y distribución según edad.....	87
4.1.4 Consumo mensual de papa y distribución según región geográfica de nacimiento.....	88
4.2 Concentración de cadmio en papa ofrecida en el Gran Mercado Mayorista de Lima.....	90
4.3 Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro y su contribución a la Ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.....	91
4.4 Resultados de la contrastación de hipótesis.....	93
4.4.1 Hipótesis General.....	93
4.4.2 Hipótesis Específicas.....	94
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102

	Página
6.1 Conclusiones.....	102
6.2 Recomendaciones.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
APÉNDICES.....	114
APÉNDICE A. Muestras de papa adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima.....	115
APÉNDICE B. Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa.....	116
APÉNDICE C. Validación del instrumento.....	117
APÉNDICE D. Validez del contenido del instrumento por criterio de jueces.....	118
APÉNDICE E. Confiabilidad del instrumento.....	119
APÉNDICE F. Consentimiento Informado.....	120
APÉNDICE G. Ayuda visual para el Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa.....	121



## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Distritos que conforman Lima Centro .....	20
2. Especies botánicas y grupos de cultivares de papa.....	32
3. Clasificación de las variedades de papa cultivadas.....	33
4. Características de las papas modernas y nativas comerciales.....	35
5. Épocas de cosecha de papa y los pisos ecológicos.....	37
6. Producción de papa en el Perú según región en el año 2019 .....	39
7. Producción nacional, importaciones y exportaciones de papa y productos de papa en miles de toneladas, años 2015-2019.....	47
8. Papa. Composición de nutrientes en 100 g.....	48
9. Número de encuestas según la distribución de los habitantes por distrito de Lima Centro	69
10. Tabla de Operacionalización de la variable consumo de papa mensual de los habitantes de Lima Centro.....	71
11. Tabla de Operacionalización de la variable concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima.....	72
12. Tabla de Operacionalización de la variable exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro.....	73
13. Frecuencia de consumo de papa por tipo de preparación.....	85
14. Estadísticos descriptivos del consumo mensual de papa en kilogramos .....	86
15. Prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar si el consumo mensual de papa sigue una distribución normal.....	86
16. Consumo medio y distribución de la frecuencia según género ....	87
17. Medias de consumo mensual de papa según grupo de edad (kg)	88
18. Distribución de la frecuencia de la región de procedencia .....	89

	Página
19. Contenido de Cd en las muestras de papa y comparación con el límite máximo permitido según el Codex Alimentarius para papas	90
20. Evaluación del riesgo de exposición al cadmio .....	92
21. Comparación de la contribución de la papa a la IMTP según grupo de edad y género .....	93
22. Prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias en el consumo mensual de papa según edad .....	95
23. Prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias en el consumo mensual de papa según la región geográfica de nacimiento .....	96



## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. La papa.....	29
2. Cadena de comercialización de la papa.....	40
3. Segmentación del mercado de papa en el Perú.....	41
4. Consumo per cápita de papa en el Perú, años 2004-2021 en kg/persona/año.....	44
5. Fuente de absorción de cadmio en papas.....	51
6. Esquema toxicológico del cadmio.....	53
7. Diagrama esquemático simplificado del método de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito.....	57
8. Representación gráfica del diseño de la investigación.....	68
9. Diagrama de cajas de la distribución de consumo mensual de papa por grupo de edad.....	88
10. Medias de consumo mensual en kg según región geográfica de nacimiento.....	89

## INTRODUCCIÓN

La papa es un tubérculo muy consumido en los hogares peruanos y de Lima Metropolitana. La papa, como todo alimento debe ser inocuo, es decir que no debe causar daño cuando se consume. Por otra parte, los metales pesados son elementos químicos que, dependiendo de su concentración en los alimentos y el volumen del consumo de dichos alimentos, pueden ser tóxicos para el ser humano. Dentro de este grupo de metales tenemos al cadmio, cuya toxicidad se ve incrementada por factores como el estado nutricional, especialmente las reservas bajas de hierro. Tomando en cuenta que existe un porcentaje importante de personas con anemia y desnutrición en Lima Metropolitana, es relevante evaluar la exposición al cadmio a través del consumo de papa.

En el primer capítulo se plantea el problema y justificación del trabajo de investigación, la delimitación y limitaciones, y se presentan los objetivos del estudio. En el segundo capítulo, correspondiente a marco teórico, se presenta una revisión bibliográfica de los antecedentes de la investigación, organizados en nacionales e internacionales y además, una descripción y análisis de la teoría relacionada a los temas de la investigación, en especial a las variables. Por otra parte, en el Capítulo II se plantean las hipótesis de la investigación.

En el tercer capítulo se presenta el método operativo seguido del nivel, tipo, y diseño de la investigación, los criterios de inclusión de los participantes de la investigación, las variables de investigación y las técnicas de recolección y análisis de datos usados.

En el cuarto capítulo se muestran los resultados, en el quinto capítulo se hace una discusión de los resultados obtenidos comparándolos con otras

investigaciones similares y por último, en el Capítulo VI, las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.



## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

Existe un creciente problema de contaminación por metales pesados, a nivel global y local, que compromete seriamente la salud, seguridad alimentaria y medio ambiente. Se transportan a través de agua, suelo y aire. Su toxicidad depende de la edad, estilo de vida y estado de salud de la población expuesta<sup>1</sup>.

El cadmio (Cd) es un contaminante del ambiente que tiene origen natural y antropogénico y nutricionalmente es un metal no esencial. Su toxicidad se acumula en el riñón, pero además, puede ocasionar desmineralización ósea y está asociado al riesgo de contraer cáncer al pulmón, vejiga, endometrio y mamas. Luego de la absorción por el organismo, el cadmio es excretado en forma lenta, y debido a ello su concentración aumenta con el paso de los años y la exposición a dicho metal. Todas las personas están expuestas a bajos niveles de cadmio y las consecuencias en la salud y la severidad dependerán de la dosis, tiempo y ruta de exposición<sup>2-4</sup>.

En el año 2010, en la 73<sup>o</sup> reunión del Comité de expertos en aditivos alimentarios de la Unión de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), JECFA, por sus siglas en inglés, se estableció la ingesta tolerable del cadmio como un valor mensual expresado como ingesta mensual tolerable provisional (IMTP), estableciéndola en 25 µg/kg-p.c. Por su parte, el Codex Alimentarius ha establecido niveles máximos para la papa de 0,1 mg/kg<sup>5,6</sup>.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego<sup>7</sup> (MINAGRI), la papa es el segundo cultivo de mayor importancia a nivel nacional, y su consumo se ha



incrementado anualmente, proyectándose para el año 2021 un consumo per cápita de 94 kg / persona / año.

Los estudios realizados en el Perú, y publicados, sobre determinación de cadmio en papa, como son los de Luna y Rodríguez<sup>8</sup>, Camas y Valqui<sup>9</sup> y Balbín y Estacio<sup>10</sup>, indican resultados mayores a los niveles máximos establecidos por el Codex Alimentarius. Tomando en consideración estos resultados y sumando el incentivo del gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, para el consumo de papa, podemos observar el riesgo para la salud que podría ocasionar su consumo constante y a largo plazo.

El consumo de alimentos inocuos es fundamental para la promoción de la salud y la erradicación del hambre, dos de los objetivos de desarrollo sostenible para el año 2030 de las Naciones Unidas<sup>11</sup>. En base a ello y en concordancia con la línea de investigación Nutrición y Seguridad Alimentaria del Programa de Maestría en Nutrición y Dietética de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, referida a los riesgos de contaminación por los alimentos, se realiza el presente estudio.

Según lo expuesto anteriormente, se plantean las siguientes preguntas:

**Problema general:**

¿La contribución del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio en los habitantes de Lima Centro entre setiembre de 2020 y mayo del 2021 es significativa?

**Problemas específicos:**

- ¿Cuál es la exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro?

- ¿Existen diferencias en el consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) según género, edad y región geográfica de nacimiento?
- ¿Cuál es la concentración de cadmio en la papa (*Solanum tuberosum* L.) ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima?

## 1.2 Justificación de la investigación

La papa es uno de los alimentos naturales de mayor consumo de los habitantes de Lima Metropolitana y se encuentra presente en diversos platos de consumo diario. Realizar un estudio sobre inocuidad, específicamente sobre exposición al cadmio a través del consumo de papa, es importante debido al volumen de su consumo y debido a que la biodisponibilidad, retención y la toxicidad del cadmio se ven incrementadas por varios factores como el estado nutricional, específicamente las reservas bajas de hierro corporal <sup>2</sup>.

Las estadísticas indican que en Lima Metropolitana, en el año 2020, el porcentaje de desnutrición crónica en niños y niñas menores de 5 años fue 4,6%. A nivel nacional, en el área urbana, la prevalencia de anemia fue de 26,4% en niños y niñas entre 6 y 59 meses de edad, 20,9% en mujeres en edad fértil y 25,3% en mujeres embarazadas<sup>12,13</sup>. Durante los años 2017 y 2018 la prevalencia de anemia a nivel de Lima Metropolitana, en adultos hombres y mujeres entre 18 y 59 años fue 15,7% y para adultos de 60 años a más, 22,9%<sup>14,15</sup>.

En el Plan anual de monitoreo de contaminantes en alimentos agropecuarios para el año 2021<sup>16</sup>, del Ministerio de Agricultura y Riego, incluyen a la papa para el monitoreo de cadmio, aunque en los años anteriores no estaba incluida.

Bajo estas circunstancias, es importante alertar a las autoridades sanitarias sobre la necesidad de determinar la presencia de cadmio en los alimentos agrícolas de mayor importancia en la canasta familiar, con el fin de implementar programas de buenas prácticas agrícolas que reduzcan la absorción de este mineral en los cultivos. Tomando en cuenta ello, la determinación de la contribución del consumo de papa a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio constituye un aporte importante del presente estudio.

En la presente investigación se presenta, además, una metodología para determinar la exposición dietética al cadmio y el diseño y aplicación de un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria de un único alimento, la papa, que pueden ser usados en futuras investigaciones.

Por último, los resultados del contenido de cadmio en muestras de papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima servirán como referencia para nuevas investigaciones relacionadas con inocuidad y presencia de metales pesados en alimentos de origen agrícola.

### **1.3 Delimitación y limitaciones de la investigación**

#### **1.3.1 Delimitaciones.**

El presente estudio de determinación de la contribución del consumo de papa a la Ingesta mensual tolerable provisional de cadmio se realizó durante los meses de setiembre del año 2020 y mayo del 2021. Para ello se aplicó un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria a personas entre 18 y 85 años que vivían en los distritos que conforman Lima Centro, que se muestran en la Tabla 1, con el fin de determinar la cantidad de papa en kilogramos que consumen mensualmente. Además, se determinó la concentración de cadmio en muestras

de papa adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima, mediante análisis realizado en un laboratorio local, utilizando el método de Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito. Las muestras de papa fueron de las variedades Yungay, Canchán, Huayro, Amarilla y Amarilla Peruanita.

Tabla 1.

*Distritos que conforman Lima Centro*

	Distrito
1	Barranco
2	Breña
3	Jesús María
4	La Victoria
5	Lima
6	Lince
7	Magdalena del Mar
8	Miraflores
9	Pueblo Libre
10	Rímac
11	San Borja
12	San Isidro
13	San Miguel
14	Santiago de Surco
15	Surquillo

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014<sup>19</sup>

### 1.3.2 Limitaciones.

De acuerdo a lo indicado por el Comité mixto de aditivos alimentarios de la FAO y la OMS<sup>17</sup>, para la estimación de la exposición dietética a un contaminante, se debe utilizar los pesos corporales de los consumidores individuales, y si no se dispone de estos datos se debe utilizar los pesos corporales medios de la población objetivo. En el presente estudio, se tuvo como limitante el número de participantes, 392, para la aplicación del Cuestionario de

Frecuencia Alimentaria. La dificultad radicaba en el costo y el tiempo que implica la toma de datos antropométricos, como es el peso, a un elevado número de participantes. Por ello, se optó por utilizar las medianas de peso de la población por edades y sexo, según el Centro Nacional de Nutrición y Alimentación<sup>18</sup>.

El cumplimiento de las medidas de distanciamiento social y la restricción de salir a las calles, establecidas por el Ministerio de Salud en el contexto del Covid-19, limitó las posibilidades de encontrar personas dispuestas a participar del estudio. Solo participaron 11 personas en el grupo de 75 a 85 años.

#### **1.4 Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1 Objetivo general.**

Determinar si la contribución, en porcentaje, del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio en los habitantes de Lima Centro entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 es significativa.

##### **1.4.2 Objetivos específicos.**

**Objetivo específico 1:** Determinar la exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro en microgramos por kilogramo de peso corporal entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 y compararla con la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.

**Objetivo específico 2:** Comparar el consumo promedio mensual en kilogramos de papa de los habitantes de Lima Centro según género, edad y región geográfica de nacimiento.

**Objetivo específico 3:** Determinar la concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima y compararla con el nivel máximo establecido por el Codex Alimentarius.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales.

Borda y Lahura<sup>20</sup> el año 2021 publicaron un estudio que tuvo como objetivo determinar la concentración de metales pesados, entre ellos el cadmio, en papa negra comercializada en un mercado de la ciudad de Lima. El método utilizado fue Espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente. Obtuvieron como resultado una concentración media de cadmio de 0,036 mg/kg. Los autores concluyeron que los valores obtenidos eran inferiores al límite máximo establecido por el Codex Alimentarius.

El año 2020 se publicó el estudio de López y colaboradores<sup>21</sup> donde se cuantificó metales pesados, como el cadmio, en papa fresca de las variedades Canchán, Huayro y Amarilla. Las muestras fueron adquiridas en el mercado mayorista de Santa Anita, Lima. El método usado para la determinación de cadmio fue Espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente. Los autores obtuvieron como resultado una concentración de cadmio de 0,0073 a 0,0287 mg/kg y concluyeron que las tres variedades de papa contenían concentraciones de cadmio por debajo del límite máximo permitido por el Codex Alimentarius.

En un estudio realizado en La Libertad, de Regalado y Peláez<sup>22</sup>, publicado el 2019, se determinó la concentración de ciertos contaminantes químicos entre ellos el cadmio en muestras de papa. Se obtuvo una concentración de cadmio, con el método de absorción atómica, de  $0,42 \pm 0,10$  mg/kg.

En el año 2018, Rodríguez<sup>23</sup> realizó un estudio en papa (*Solanum tuberosum*) de las variedades Yungay, Perricholi y Canchán en el departamento

de Junín. Se determinó, entre otros metales, cadmio por el método de Espectrometría de absorción atómica por horno de grafito, obteniendo concentraciones de  $0,000208 \pm 0,00018 \mu\text{g}/\text{kg}$  en promedio en papa, concluyendo que los resultados se encuentran dentro del límite máximo permisible de  $0,1 \text{ mg}/\text{kg}$ .

En un estudio realizado en Perú el año 2016, por Luna y Rodríguez<sup>8</sup>, cuya finalidad fue determinar cadmio y plomo en papas de las variedades Peruanita, Huagalina, Yungay y Perricholi, se obtuvo como resultado de concentración promedio de cadmio,  $0,3095 \text{ ppm} \pm 0,0078 \text{ ppm}$  y  $0,3078 \text{ ppm} \pm 0,0223 \text{ ppm}$ , en papas cosechadas en dos diferentes valles en el departamento de Cajamarca. El estudio concluye que el total de las muestras analizadas se encontraban por encima del límite máximo establecido por el Codex Alimentarius para cadmio. El método usado para el análisis de cadmio fue Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito.

En el año 2016, en el estudio realizado por Camas y Valqui<sup>9</sup>, se determinó la concentración de cadmio en cultivos de papa en el departamento de Amazonas, obteniéndose resultados entre  $0,00 \text{ ppm}$  y  $0,44 \text{ ppm}$ . Los autores concluyeron que de las 6 parcelas muestreadas, sólo una parcela no presentaba cadmio, mientras que las cinco restantes sobrepasaban los límites permisibles de cadmio para tubérculos de  $0,1 \text{ ppm}$ . El análisis se realizó mediante el método de Espectrometría de absorción atómica.

En el año 2013 Balbín y Estacio<sup>10</sup> realizaron un estudio de determinación de cadmio en papa cosechada en el departamento de Ancash. Los resultados indicaron que la concentración promedio de cadmio fue de  $0,102 \text{ ppm}$ , con resultados entre  $0,04 \text{ ppm}$  y  $0,20 \text{ ppm}$ . Los autores concluyeron que el 37 % de



las muestras estuvieron fuera de los límites aceptados por el Codex Alimentarius. El método para determinar cadmio fue Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales.**

En el año 2019, Maldonado<sup>24</sup> realizó un estudio en Ecuador donde se determinó cadmio en muestras de papa en mercados de la ciudad de Quito, encontrando concentraciones máximas de 0,0034 mg/kg y 0,0021 mg/kg, concluyendo que se encontraban dentro de los límites del Codex Alimentarius. El método usado para determinar la concentración de cadmio fue Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito.

Un estudio en Jamaica, de Sanderson y colaboradores<sup>25</sup> sobre bioacumulación de cadmio en suelos y en papa publicado en el año 2019, encontró que el pH y la concentración de zinc del suelo fueron los factores dominantes que influyeron a la acumulación de cadmio en los tubérculos, encontrando una concentración de 0,01 a 0,22 mg/kg de peso fresco. Los autores concluyeron que los resultados encontrados eran 50% más altos que límites recomendados y por lo tanto representaba un riesgo para la salud de la población en Jamaica.

Moreno y colaboradores<sup>26</sup> realizaron un estudio en Colombia publicado el año 2016, donde validaron el método de voltametría de onda cuadrada (VOC) para la determinación cuantitativa de cadmio en papa fresca. Las concentraciones de cadmio obtenidas fueron de 0,210 - 0,440 mg/kg, concluyendo que superaban los límites establecidos por el Codex Alimentarius y la Unión Europea.

En Dinamarca, el año 2015, se publicó un estudio de Eriksen y colaboradores<sup>27</sup>, que investigó la relación entre la ingesta de cadmio a través del consumo de alimentos y el riesgo de desarrollar cáncer de próstata. El estudio se realizó entre el año 1993 y 1997, en 27 178 hombres de 50 a 65 años, nacidos en Dinamarca, sin un diagnóstico previo de cáncer. Los participantes completaron un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria semicuantitativo. La ingesta diaria estimada de cadmio fue de 16 µg. Los cereales y verduras, incluida la papa, juntos contribuían a la mayor exposición dietética al cadmio, con el 84%. Específicamente la papa contribuyó en 23%. Los autores no encontraron una asociación entre la exposición dietética al cadmio y riesgo de cáncer de próstata.

En el año 2015, se publicó un estudio de dieta total en Panamá patrocinado por un grupo de instituciones como la Organización Panamericana de Salud y la Organización Mundial de la Salud<sup>28</sup>, donde el objetivo fue estimar la exposición a ciertos contaminantes en alimentos y comparar los resultados con los límites aceptables recomendados. Se determinó una concentración de cadmio en papa cocida de 26,3 ng/g mediante un espectrómetro de absorción atómica con horno de grafito. Además, se determinó una exposición al Cd a través del consumo de papa de 0,53 µg/día, considerando un peso corporal promedio de la población de 55,5 kg. Se asumió un consumo diario de papa por persona de 20 g, obtenido de la Encuesta de niveles de vida de Panamá del año 2008.

Un estudio publicado por Marín<sup>29</sup> en el año 2014 en España, tuvo como objetivo determinar la concentración de metales como el cadmio, en alimentos, y estimar su exposición a través de la dieta en la población de Valencia. Se realizó un Estudio de dieta total. Se aplicó una encuesta de nutrición, un

Recordatorio de 24 horas y se realizó la medición de datos antropométricos. Participaron 737 hombres y 747 mujeres, de 6 a más años de edad. La cuantificación de los metales se hizo con el método de Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo, obteniéndose 23,32 ng/g de Cd en papa. La mayor contribución a la ingesta de cadmio fue del grupo de alimentos: cereales, legumbres, tubérculos y frutos secos, en el Consumidor medio fue 18,23% y en el Gran consumidor 21,77%, por la cantidad presente en la dieta.

En el año 2013 se publicó un estudio en Nigeria sobre metales pesados en frutas y vegetales. El estudio, elaborado por Igwegbe y colaboradores<sup>30</sup> tuvo como objetivo cuantificar Pb, Cd y Cu en papa utilizando un espectrómetro de absorción atómica. Obtuvieron como resultado 0,1051 ppm y 0,1124 ppm de cadmio en papa lavada y papa sin lavar respectivamente. Los autores recomendaron el monitoreo periódico de las concentraciones de metales pesados en todos los productos agrícolas para evaluar las tendencias de la exposición dietética a dichos metales. Indicaron además, que cuando se lavan adecuadamente las frutas y verduras, es poco probable que contribuyan significativamente a la exposición a los metales.

El año 2013, González<sup>31</sup> publicó un estudio en España que determinó la contribución de la papa a la ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de cadmio. Se tomó como referencia el consumo de papa según la Encuesta Nutricional de Canarias de los años 1997 y 1998 y se tomaron los pesos corporales determinados por el Instituto Canario de Estadística del año 2009. Para la población adulta, las mayores contribuciones a la ISTP se presentaron en el grupo Mujeres de 18-24 años, con 2,46% y en el grupo Hombre de 65-75 años con 2,72%. La ingesta de Cd a través del consumo de papa fue 0,0016

mg/día. Las concentraciones de cadmio en papa, mediante Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito, estaban entre 0,006 y 0,019 mg/kg.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria<sup>3</sup>, EFSA por sus siglas en inglés, en su reporte Exposición dietética de cadmio en la población europea del año 2012, determinó el impacto de la categoría raíces y tubérculos almidonados (papa) con una contribución del 13,2% de la exposición dietética al cadmio. Indicaron que normalmente no son los alimentos con las mayores concentraciones de cadmio, sino los alimentos que se suelen consumir en grandes cantidades los que tienen el mayor efecto en la exposición dietética al mineral.

En el estudio realizado por Ojeda<sup>32</sup> el año 2008, en Valdivia, Chile, se cuantificó la concentración de cadmio en los alimentos. Se hizo una evaluación de Dieta total y se aplicó una encuesta recordatoria de 24 horas a 382 personas elegidas al azar de diferente sexo, edad y condición social. Se obtuvo un consumo diario de 129 g de papa por persona. La ingesta diaria de Cd fue de 18 µg, mientras que la ingesta de cadmio a través del consumo de papa fue de  $1,33 \pm 1,107$  µg/persona/día. La ingesta total de Cd fue el 26,1 % de la Ingesta semanal tolerable y se concluyó que no existe riesgo para la salud en la población. La concentración de cadmio en papa fue  $0,010 \pm 0,009$  mg/kg, por el método de espectrometría de absorción atómica.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 La papa.**

#### **2.2.1.1 Generalidades.**

La papa es un cultivo herbáceo que pertenece a la familia de las solanáceas y produce el tubérculo conocido como papa que se cultiva desde el

nivel del mar, hasta los 4 700 metros de altura. El tubérculo, que es la parte comestible de la papa, es en realidad un tallo subterráneo modificado. Las hojas de la planta sintetizan almidón, durante el crecimiento y lo desplazan a las terminaciones de sus tallos subterráneos, adaptados para almacenar nutrientes, que se van engrosando por un proceso de tuberización<sup>33-36</sup>. Ver Figura 1.

La papa tiene una gran importancia social y económica en el Perú, siendo varias las razones de ello. Es importante por ser un componente de la canasta familiar popular, por su volumen significativo de consumo por habitante y por ser la principal fuente de calorías para una porción considerable de la población. Además, 730 000 familias dependen de su cultivo<sup>37,36</sup>.

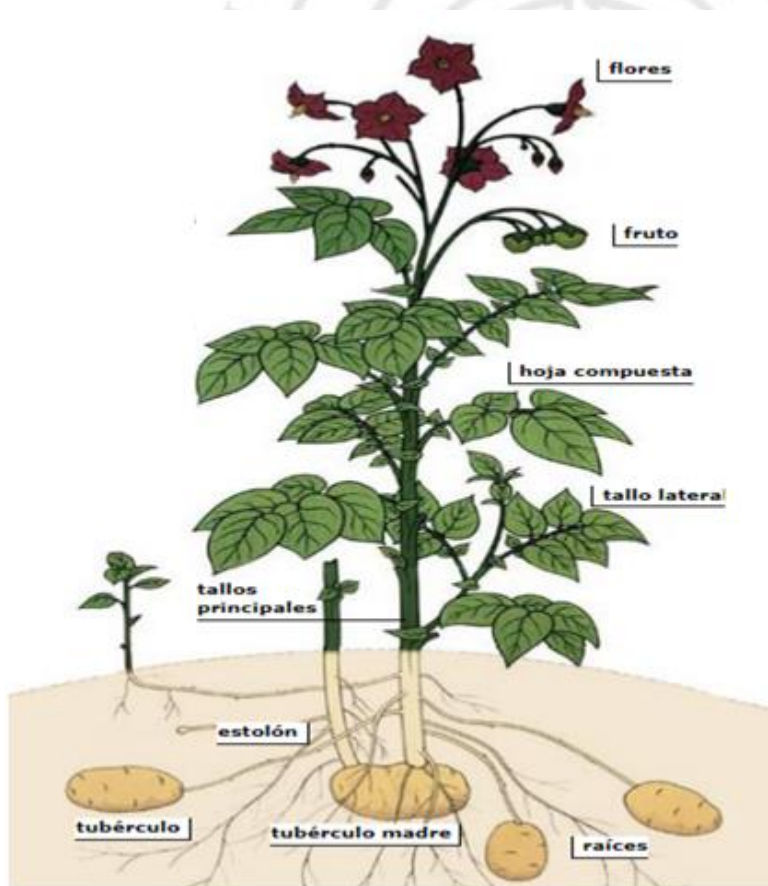


Figura 1. La papa  
Fuente: Centro Internacional de la papa<sup>34</sup>

### **2.2.1.2 Origen y difusión de la papa.**

La papa se originó y además, fue domesticada en los Andes de Sudamérica. Su historia se inicia hace unos 8 000 años, en las cercanías del lago Titicaca, a 3 800 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.), en la frontera entre Perú y Bolivia. En aquellos tiempos, los grupos de cazadores y recolectores que estaban habitando en la zona, comenzaron a domesticar las plantas de papa silvestres existentes en el área. Según los hallazgos, *Solanum stenotomum* es la primera especie cultivada de papa y fueron los Andes centrales el lugar donde se logró seleccionar y mejorar lo que habría de convertirse, miles de años después, en una variedad de cultivo de papa que se consume en la actualidad<sup>34,33,38</sup>.

Los primeros vestigios de papa de más de 8 000 años fueron encontrados en el año 1976, mientras se realizaban excavaciones cerca a Chilca, al sur de Lima. Por otra parte, se han encontrado cerámicos que indican que los antiguos peruanos deshidrataban la papa para consumirla, lo que se conoce como chuño o moraya. Luego de la conquista por España al Imperio Inca, la papa fue introducida en España. La primera constancia de papa cultivada en Europa es del año 1 565, en las Islas Canarias. A través de los viajes en barco, la papa llegó a la India, China y luego a Japón, a principios del siglo XVII. Fueron los irlandeses quienes al emigrar a América del Norte llevaron la papa a estos territorios a principios del siglo XVIII<sup>39,33</sup>.

### **2.2.1.3 Siembra y cultivo de papa.**

En el Perú, la mayor parte de las más de 3 000 variedades de papas se cultivan por encima de los 3 500 m s. n. m., donde otros cultivos no se desarrollan y donde se generan condiciones adecuadas como son, radiación solar intensa y

suelos orgánicos, que permiten su desarrollo sin el uso de fertilizantes químicos. Las áreas más propicias para la producción de estas variedades son las zonas altoandinas, que a su vez tienen una alta concentración de población en condiciones de pobreza<sup>40</sup>.

La papa se produce durante todo el año en el Perú, pero el 40% de la producción nacional se concentra en los meses de abril y mayo. La producción de esta temporada y de los primeros meses del año corresponde a cultivos bajo secano provenientes de zonas que se ubican a lo largo de toda la sierra. La producción del segundo semestre del año disminuye, debido a que corresponde mayormente a las zonas costeras de Lima, Ica y Arequipa y a los valles interandinos. Durante los años 2012 y 2016, en el primer semestre del año se obtuvo el 71,8% de la producción, mientras que durante el segundo semestre solo el 28,1%<sup>41</sup>.

La producción de la papa en la sierra sur, Cusco, Apurímac y Puno, la realizan agricultores que poseen plantaciones de 0,5 a 1 hectárea, mientras que en la sierra central, Huancavelica, Junín, Pasco y Huánuco, superiores a 1 hectárea. El rendimiento es sensible a la altitud. Las variedades híbridas presentan mayores rendimientos con respecto a las nativas, cultivadas por encima los 3 000 m s. n. m.<sup>42</sup>.

La rotación de cultivos con otros de diferente familia como tomate, pimiento, pepino, habas, arvejas, avena, cebada, quinua, kiwicha y maíz, permite reducir la presencia de plagas y enfermedades, mejorando la calidad y distribución de nutrientes del suelo. En el caso del cultivo de papa en la sierra es común trabajar en un sistema de cultivos asociados, como maíz y papa y habas y arvejas y papa, en el mismo terreno<sup>43</sup>.

En cuanto a necesidades para su crecimiento y desarrollo, el cultivo de papa requiere nutrientes primarios como nitrógeno, fósforo y potasio y secundarios como azufre, calcio y magnesio y otros elementos menores como boro, manganeso, zinc y hierro. Sin embargo, los pequeños productores de diferentes estratos técnico económicos no analizan los suelos, aplicando los fertilizantes en forma empírica, como fertilizantes nitrogenados, complementados con guano de vacuno, ovino y aves de corral<sup>39</sup>.

#### **2.2.1.4 Taxonomía, diversidad de especies y variedades de papa.**

El Perú es un país megadiverso y centro de origen de la papa y por ser rico en diversidad de este tubérculo. La papa forma parte de una familia numerosa de especies, del género *Solanum L.* sección *Petota Dumort.* La taxonomía de las papas silvestres y cultivadas viene cambiando en los últimos años debido a nuevos estudios en morfología y genética<sup>44-46,33</sup>. Las especies botánicas de papa y los grupos de cultivares se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.  
*Especies botánicas y grupos de cultivares de papa*

Especie	Ploidía	Grupo cultivares
<i>Solanum tuberosum L.</i>	Diploide	Goniocalyx
	Diploide	Stenotomum
	Diploide	Phureja
	Triploide	Chaucha
	Tetraploide	Andigenum
	Tetraploide	Chilotanum
<i>Solanum ajanhuiri</i> Juz. & Bukasov	Diploide	
<i>Solanum juzepczukii</i> Bukasov	Triploide	
<i>Solanum curtilobum</i> Juz. & Bukasov	Pentaploide	

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, Grupo Yanapa e Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2017<sup>38</sup>



En el Centro Internacional de la Papa en Perú, donde se encuentra el centro de germoplasma más grande del mundo, se han registrado más de 4 000 variedades de papa que se cultivan a nivel mundial, de las cuales 3 000 fueron recolectadas en el Perú y solo representan una porción del total de especies y variedades de papa nativa que se cultivan actualmente en las comunidades altoandinas<sup>38</sup>.

Las especies de papa pueden agruparse en silvestres y cultivadas. Las papas que se conocen como silvestres son las que no se cultivan. Las especies silvestres, de las que existen 250 aproximadamente, crecen naturalmente sólo en América; mientras que las especies cultivadas son las de uso alimentario. En la Tabla 3 podemos ver una clasificación de papas cultivadas<sup>45,46</sup>.

Tabla 3.  
*Clasificación de las variedades de papa cultivadas*

Criterios	Grupos	Características	Ejemplos de Variedades
Por su origen	Nativas	Harinosas. Consumo: cocidas	Huayro, Peruanita, Runtush, Tumbay, Huagalina.
	Modernas o mejoradas	Menos harinosas. Consumo: cocidas o fritas.	Yungay, Canchán INIA, Tomasa Condemayta, Perricholi
Por su Color	Blancas	Cáscara blanquecina o crema.	Canchán, Yungay, Perricoli, Única, Andina, Serranita.
	De color	Cáscara color rojo, rojizo, morado o bicolor.	Huayro, Camotillo Huamantanga,
Por su Uso	Amargas	Destinadas a la producción chuño negro, chuño blanco (moraya o tunta)	Shiri, Piñaza
	Amarillas	Consumo en sopas, papillas o puré.	Peruanita, Runtush ("Amarilla"), Tumbay, Huagalina.
	Industrial	Para hojuelas (chips), papas fritas, puré u otros.	María bonita, Única, Desértica, María Reiche

Fuente: Egúsquiza, 2000<sup>45</sup> y Ministerio de Agricultura y Riego, 2017<sup>41</sup>

El término variedad se refiere al grupo de individuos, pertenecientes a la misma especie, con características genotípicas y fenotípicas comunes. La variedad de papa moderna es el resultado de un programa de mejoramiento genético convencional. Esta denominación reemplaza a las denominaciones de variedad mejorada híbrida. Por último, la variedad de papa nativa, que se caracteriza por su gran diversidad de formas, colores de piel y pulpa, es el resultado de un antiguo proceso de domesticación<sup>47</sup>.






Las papas amarillas son variedades nativas de pulpa amarilla. Las principales variedades son amarillas Tumbay y Peruanita, pero también Runtush o Amarilla del Centro y Huagalina o Amarilla del norte<sup>40,45</sup>. Ver Tabla 4.

La papa Huayro también es una variedad nativa comercial, cuyos tubérculos son largos, cilíndricos, de color rojo violeta y con pulpa pigmentada. Tiene buena calidad culinaria<sup>45</sup>. Ver Tabla 4.

Las papas modernas o híbridas son también conocidas como papa blanca y respecto a las variedades nativas, tienen una mayor capacidad productiva. Estas variedades modernas se destinan tanto al consumo como fresco, como al procesamiento. Actualmente existen más de 75 variedades. Entre las variedades más conocidas podemos mencionar a Yungay, Canchán, Perricholi, Tomasa Condemayta, Amarilis y Capiro<sup>39,40,7</sup>. Ver Tabla 4.

Del volumen total anual comercializado de papa en el Gran Mercado Mayorista de Lima, aproximadamente el 81% corresponde a papa blanca moderna, el 12% a papas nativas de color y el 7% a papas nativas amarillas<sup>36,41</sup>.

Tabla 4.  
*Características de las papas modernas y nativas más comerciales*

Variedad	Forma	Piel	Pulpa	Características y consumo sugerido	Aspecto
Yungay	Oval-chatos tamaño grande y compactas	Amarillenta con jaspes rojizos, ojos superficiales y en poco número	cremosa-amarillenta	Materia seca: 26% Consumo: sancochado	
Canchán	Redondeada	Color rojo, ojos superficiales	blanca a blanca cremosa	Materia seca: 22% Consumo: fritura	
Huayro	Alargada-alargadas	Color rojo morado, con cejas moradas y ojos profundos	crema amarilla con áreas rojas y moradas	Materia seca: 28% Consumo: sancochado, puré	
Amarilla Tumbay	Redondeada en forma de piña	Amarillo claro, ojos profundos	amarilla	Materia seca: 25% Consumo: sancochado, puré	
Peruanita	Oblongas	De 2 colores: rojo-morado y amarillo, ojos semiprofundos	amarilla	Materia seca: 30% Consumo: sancochado, puré	

Fuente: Norma Técnica Peruana 011.119, 2016<sup>47</sup>

### **2.2.1.5 Distribución geográfica del cultivo de la papa en el mundo.**

El origen de la papa, como se indicó anteriormente, está en América del Sur, donde para la mayoría de los campesinos de los andes continúa siendo un cultivo tradicional, y donde se cultiva junto con otras especies de papa desconocidas en otros lugares del mundo. Sin embargo, hoy la papa se cultiva en varios países y en distintos climas como templado, subtropical y tropical<sup>33,38</sup>.

En el mundo la papa se produce en más de 156 países, pudiendo ser sembrada desde el nivel del mar hasta los 4 700 m s. n. m., y desde el sur de Chile hasta Groenlandia<sup>34,36</sup>.

En Norteamérica la mayor producción de papa está en los Estados Unidos y Canadá, siendo grandes exportadores de papa congelada. En la actualidad el primer productor mundial es el Asia, aunque en el siglo XX lo fue Europa. Nueva Zelanda, hoy en día es una de las zonas con la mejor producción, mientras que en África el cultivo de papa se realiza a diversas condiciones, como en zonas con irrigación como lo es en Egipto y Sudáfrica, así como en zonas tropicales altas de África oriental y central<sup>33</sup>.

#### ***2.2.1.6 Distribución geográfica del cultivo de la papa en el Perú.***

Las zonas de producción de papa en el Perú se distribuyen a lo largo del territorio, principalmente en la sierra. La papa se cultiva en los departamentos de la Zona Norte, como Amazonas, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Piura y San Martín; en la Zona Centro: Huancavelica, Huánuco, Junín y Pasco y en la Zona Sur: Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cuzco, Moquegua y Puno, incluyendo al departamento de Lima<sup>44</sup>.

Aproximadamente el 84% de la producción de papa en el Perú se concentra en las regiones Quechua y Suni. El 11% en la región Yunga y el 5% en la región Chala o Costa<sup>39</sup>. Ver Tabla 5.

#### ***2.2.1.7 Producción y consumo de papa en el mundo.***

La papa es el tercer cultivo destinado al consumo humano más importante en el mundo, estando el arroz y el trigo en el primer y segundo lugar<sup>34,36</sup>.

Tabla 5.  
*Épocas de cosecha de papa y los pisos ecológicos*

Piso ecológico		Época de cosecha
Suni	3 500 – 4 100 m s. n. m.	abril – julio
Quechua	2 300 – 3 500 m s. n. m.	marzo – junio
Yunga	500 – 2 300 m s. n. m.	setiembre – agosto
Chala	hasta 500 m s. n. m.	agosto – enero

Fuente: Egúsquiza, 2008<sup>39</sup>

De acuerdo a la FAO<sup>48</sup>, la producción mundial el año 2019 fue de 370,4 millones de toneladas, liderada por China con una producción de 91,8 millones de toneladas, seguido por India, Rusia, Ucrania, Estados Unidos, Alemania, Bangladesh y Francia.

En América del Sur, la producción total para el año 2019 fue de 17,6 millones de toneladas, siendo Perú el primer productor, seguido de Brasil, Colombia y Argentina<sup>48</sup>.

A nivel mundial la cantidad de suministro anual de papa en el año 2018 fue de 33 kg/persona. En América fue 35 kg/persona, Oceanía 44 kg/persona y África 15,73 kg/persona al año. Europa es la región de mayor disponibilidad de papa para el consumo con 74 kg/persona/año. El país Bielorrusia es el de mayor consumo con 182 kg/persona/año, seguido por Ucrania con 139 kg y Ruanda con 116 kg/persona/año, respectivamente. Por el contrario, el país que presenta menor disponibilidad de papa para el consumo es Camboya con 0,06 kg/persona/año<sup>49</sup>.

Las papas, para consumirlas, previamente deben cocinarse, pudiendo ser horneadas, hervidas, fritas o gratinadas para preparar una variedad de platos como; sopas, puré, ensaladas, etc. También tienen uso industrial alimentario y

no alimentario. Menos del 50% de la producción mundial de papas se consume frescas y con el resto se fabrican alimentos e insumos para la industria alimentaria, alimento para animales, almidón para la industria, y también se destina a semilla<sup>33</sup>.

Debido a que la estructura de la demanda de alimentos viene cambiando en la mayoría de los países, constituye un impulso para el progreso de la agroindustria de la papa, la demanda de papas procesadas como: papas fritas a la francesa, alimentos listos para consumir, papas en chips, papas fritas en rodajas, productos a base de papa y congelados, papa destinada al rubro de restaurantes, catering y comedores institucionales y el canal minorista como los supermercados<sup>7</sup>.

#### ***2.2.1.8 Producción de papa en el Perú.***

La producción nacional de papa desde el año 2009 hasta el 2019 creció más de 40%, de 3,7 millones hasta 5,3 millones de toneladas, acompañada de un incremento en la superficie cosechada y el rendimiento por hectárea. La superficie cosechada de papa en el Perú en el año 2019 fue de 330 mil hectáreas a nivel nacional con un rendimiento de 16,16 kilogramos por hectárea. Actualmente se tiene disponibilidad de papa durante todo el año, siendo el mercado interno el principal consumidor, llegando a consumir el 98,98 % de la producción nacional<sup>50,51,7</sup>.

La papa se cultiva en 19 de las 25 regiones del Perú, estando Puno en primer lugar en volumen de producción, con 839 mil toneladas anuales, seguido de Huánuco. La mayor producción de papa, correspondiente al 45% del total nacional, se concentra en la sierra sur, en las regiones Apurímac, Arequipa,

Ayacucho, Cusco, Moquegua, Puno y Tacna. La sierra es la zona donde se produce el 95% del volumen de papa en el Perú<sup>51,7</sup>. Ver Tabla 6.

Tabla 6.  
*Producción de papa en el Perú según región en el año 2019*

Región	Producción (miles de toneladas métricas)
Puno	838,8
Huánuco	716,6
La Libertad	540,8
Cusco	438,1
Apurímac	414,7
Junín	395,7
Ayacucho	368,4
Cajamarca	348,7
Arequipa	337,7
Huancavelica	272,4
Pasco	171,0
Lima	143,9
Ica	134,4
Ancash	101,1
Amazonas	71,1
Piura	21,9
Tacna	7,9
Moquegua	7,0
Lambayeque	1,0
<b>TOTAL</b>	<b>5 331,2</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2020<sup>7</sup>

### **2.2.1.9 Comercialización de papa en Perú y en Lima Metropolitana.**

La cadena de comercialización de la papa es una sucesión de actores y está conformada por el agricultor o productor, el intermediario, el mayorista, el procesador, el minorista y el consumidor final; que intervienen en los procesos de producción, comercialización y consumo (Ver figura 2). El Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana o llamado también Mercado Mayorista de Santa

Anita, es el lugar donde se realiza la mayor parte de las transacciones comerciales de papa fresca, y es el principal referente de los precios que se fijan diariamente para Lima y las principales zonas productoras. Recibe aproximadamente 500 mil toneladas anuales de papa<sup>52,40,53,41,50</sup>.



*Figura 2.* Cadena de comercialización de la papa  
Fuente: Ordinola y colaboradores, 2009<sup>40</sup>

La producción y comercialización de la papa en el Perú no son homogéneas, se encuentran segmentadas. Como se puede ver en la Figura 3, la diferenciación va a depender de las variedades que se cultivan. Se han identificado tres segmentos en el mercado: papas nativas o de color, papas amarillas y papas blancas comerciales. Existe un escaso desarrollo comercial debido a la falta de información y una débil organización, además, no se ha modernizado la presentación, ni se ha desarrollado valor agregado para los consumidores finales. La papa se comercializa sin tomar en cuenta la calidad. Resolver estos aspectos requiere un trabajo organizado, donde participen todos los actores de la cadena, permitiendo identificar oportunidades de mercado y nuevas rutas de comercialización<sup>54,40,55</sup>.

Una de las limitaciones en la comercialización es que los productores, acopiadores y mayoristas tradicionales distribuyen la papa desde la zona de producción al mercado en las principales ciudades sin ninguna transformación previa, con un ineficiente manejo poscosecha que genera mermas. Las papas se ofrecen para la venta al consumidor final, sucias, sin seleccionar ni clasificar, de diferentes calidades y calibres, en envases de 120 kg, mientras que los



supermercados ofrecen al consumidor final papas seleccionadas, clasificadas, lavadas, y enmalladas<sup>56,40</sup>.

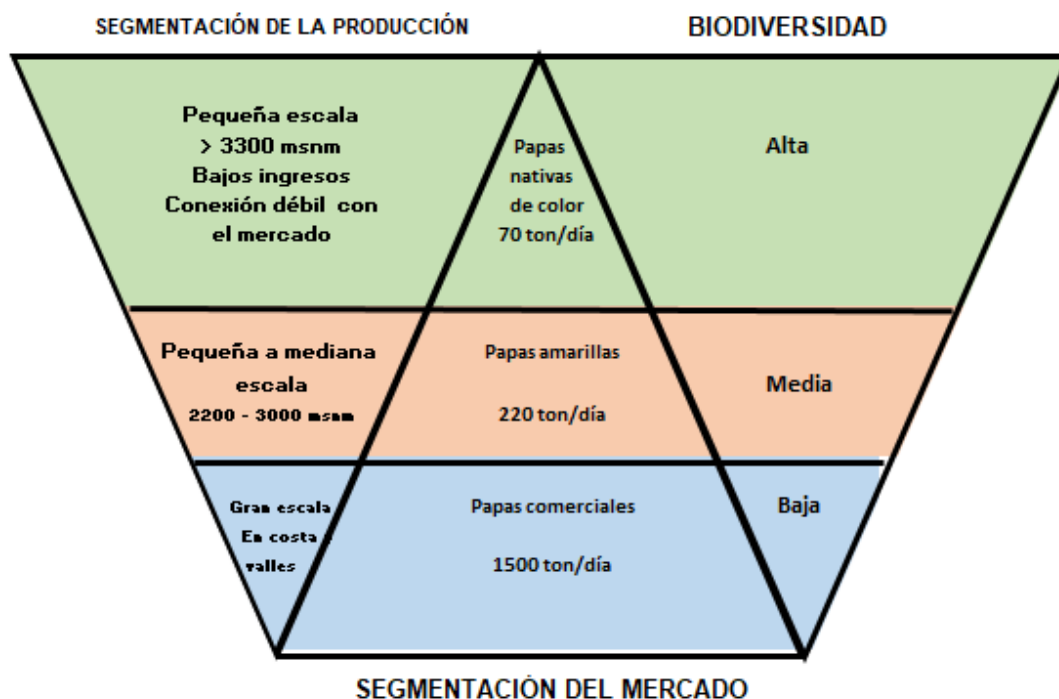


Figura 1. "Segmentación del mercado de papa en el Perú"  
Fuente: Ordinola y colaboradores, 2009<sup>40</sup>

En los últimos años los supermercados han transformado la cadena de comercialización de alimentos frescos como la papa, pasando por alto la etapa de comercialización mayorista tradicional, sin embargo en el Perú, a diferencia de los países de la región como Chile, Colombia y Brasil, su participación en el comercio minoristas es pequeña comparativamente. Es difícil determinar si su participación, directa o indirecta, está relacionada con los mercados de La Parada y Santa Anita, pero se estima que el volumen de papa que los supermercados comercializan no supera el 9% del total comercializado en Lima Metropolitana. Los mercados mayoristas continúan cumpliendo un rol importante en la cadena local, regional y nacional; siendo su desempeño, eficiencia y

competitividad, asociados a la conexión entre los pequeños y medianos productores agrarios con el mercado de productos<sup>53</sup>.

Respecto a las papas nativas, se han introducido al mercado local de autoservicios y al mercado exterior, con el concepto gourmet, como productos en hojuelas, puré e incluso productos destinados al segmento orgánico y de comercio justo. Por el lado de las papas amarillas, éstas se han posicionado bien en el mercado local y además, se han desarrollado productos procesados como pelados, precocidos y congelados y destinados al mercado exportación, principalmente para el consumo de la colonia peruana. En el caso de las papas blancas, estas variedades se destinan tanto al consumo como fresco como al segmento de procesados<sup>54</sup>.

Los pequeños productores rurales deben enfrentar el desafío del crecimiento urbano, el acceso limitado a información y contactos comerciales que debilita su posición en el mercado, trayendo como consecuencia una baja o nula rentabilidad. A la vez, las grandes cadenas de supermercados y agroindustriales establecen las pautas o reglas en la comercialización de la papa, optando por trabajar con productores de gran escala y bien organizados<sup>55</sup>.

En el Perú no se produce fécula de papa a gran volumen, debido a que los precios de fécula importada son más competitivos que los precios de fécula producida localmente. Esto provoca un déficit en el mercado local, por lo que se recurre a la importación. La fécula de papa se destina a la gastronomía, a la industria alimentaria, farmacéuticas, textil, química, entre otras industrias<sup>57</sup>.

#### ***2.2.1.10 Variedades de papa comercializadas en Lima Metropolitana.***

La papa que se vende en Lima Metropolitana es abastecida en primer lugar desde la Sierra Central, correspondiendo a las regiones Huánuco, Junín,

Huancavelica y Pasco, seguido de la Sierra Sur, de las regiones Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna<sup>41</sup>.

Según las estadísticas del Gran Mercado Mayorista de Lima, el 80,6% de la papa que ingresó a este mercado, en el año 2016, fue blanca de las variedades Canchán y Yungay principalmente y Perricholi, Única, Andina y Serranita. Seguido tenemos a las papas de color que incluyen a variedades como Huayro, Huamantanga y Camotillo. En tercer lugar se encuentran las papas de textura amarilla, con las variedades Peruanita y Tumbay<sup>41</sup>.

Hace 20 años, las papas nativas no se comercializaban en los mercados urbanos, eran destinadas al autoconsumo. Gracias a la promoción de proyectos, como Innovación y Competitividad de la Papa, del Centro Internacional de la Papa, se ha comunicado el valor nutricional de las variedades nativas, aumentando su demanda<sup>42</sup>.

#### **2.2.1.11 Consumo de papa en el Perú y Lima Metropolitana.**

El consumo de papa en nuestro país está en aumento progresivo, de 80 kg por persona en el año 2008 a 90 kg por persona en el 2018. Se espera llegar a un consumo de 94 kilogramos por persona al año en el año 2021, según el Ministerio de Agricultura y Riego<sup>50,49</sup>. Ver Figura 4.

La papa es fuente de ingresos económicos y un alimento importante de las poblaciones rurales en las regiones altoandinas, contribuyendo a su seguridad alimentaria. De acuerdo con un estudio realizado en Huancavelica y Apurímac, por el Proyecto Innovación para la seguridad y la soberanía alimentaria en la región andina, IssAndes, del Centro Internacional de la Papa, más del 90% de niños y madres participantes consumieron papa de distintas variedades. Diariamente, en promedio, los niños consumen 200 g de papa, las

cuales en su mayoría corresponden a variedades nativas. Además, la papa es suave y versátil para incluirla en la dieta de los niños a partir de los seis meses de edad<sup>37</sup>.

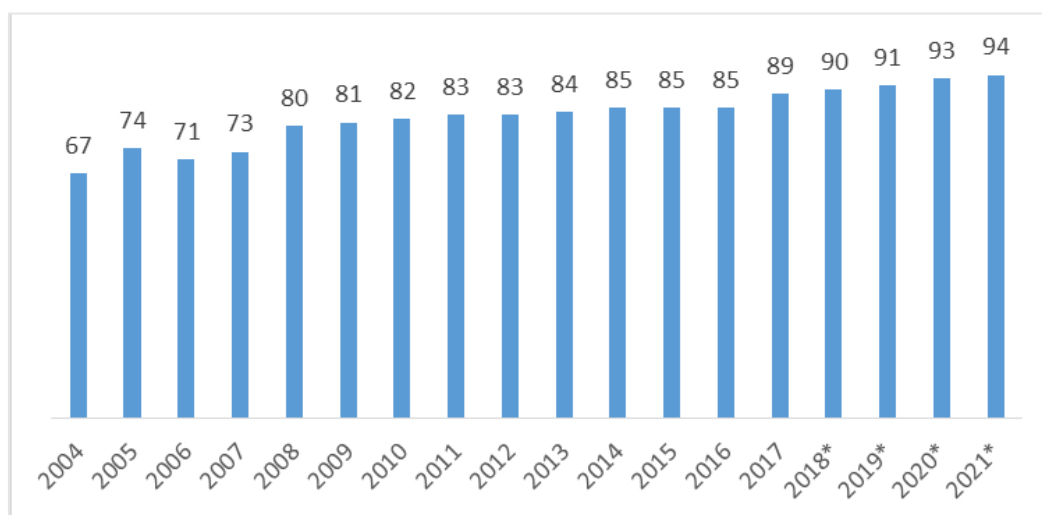


Figura 2. Consumo per cápita de papa en el Perú, años 2004-2021 en kg/persona/año  
\*Proyectado

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2020<sup>7</sup>

La papa siempre ha formado parte de la comida peruana. En nuestra gastronomía existen platos emblemáticos que tienen como insumo a la papa, por citar algunos tenemos: Causa, Papa Rellena, Papa a la huancaína, Ocopa y Carapulcra. En las décadas de los ochenta y noventa, debido al fenómeno migratorio producto del terrorismo, la población provinciana en Lima, progresivamente fue dejando la costumbre de consumir papa, desplazándola por arroz y el trigo consumidos en la costa. Sin embargo, en los últimos años, se está revalorizando a la papa, debido principalmente al auge de la gastronomía<sup>58</sup>.

La papa es el tercer ingrediente más importante en volumen de compra después del pollo y el arroz en restaurantes de Lima Metropolitana, se usa diariamente, es más versátil que otros insumos y es el mejor acompañamiento.

Cerca del 70% de los restaurantes indican que utilizan papa en todos los platos del menú o en la mayoría de ellos<sup>58</sup>.

#### **2.2.1.12 Importancia económica y social de la papa y la seguridad alimentaria en el Perú.**

La participación de la papa en el valor bruto de la producción (VBP) agrícola el año 2018 fue de 10,5%, siendo el segundo producto agrícola más importante del país, y uno de los más consumidos por las familias; superado solamente por el arroz, con un VBP de 13,1%. Adicionalmente, el cultivo de papa genera ingresos a más de 710 mil familias de los andes del país y se estima que para el año 2016 generó 33,4 millones de jornales que corresponden al 4,0% del PBI Agrícola, aproximadamente<sup>51,41</sup>.

La papa es utilizada como alimento para humanos y animales, y como materia prima para el procesamiento de alimentos y la industria de almidón. Sus ventajas radican en su alto rendimiento en un corto tiempo de crecimiento, el alto contenido de materia seca comestible, y su alto valor dietético como alimento básico. El rendimiento de 0,4 hectáreas de cultivo de papa cumple con los requerimientos de ingesta de energía y proteína para más de 10 personas, y con un mejor balance de nutrientes en comparación con el maíz, arroz, trigo y soja<sup>33</sup>.

El segundo objetivo de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas está relacionado con la alimentación, y propone acabar con el hambre, alcanzar la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición, e impulsar la agricultura sostenible<sup>11</sup>. El enfoque moderno de la agricultura implica que se pueda enlazar con la generación de ingresos de los agricultores, la nutrición y la salud, reduciendo el riesgo de inseguridad alimentaria a partir de la innovación. En este sentido, el cultivo de papa presenta ventajas comparativas: crece en forma rápida, es de

adaptación fácil, de rendimiento alto y no se ve afectado por las fluctuaciones internacionales de precios. Es ideal en zonas donde hay escases de tierra junto con mano de obra a disposición, como en los países en desarrollo, y las zonas altoandinas en el Perú<sup>37</sup>.

Con una dieta basada en papa no se va a resolver el problema de desnutrición e inseguridad alimentaria, pero partiendo de los sistemas de producción andinos, donde la papa constituye un elemento importante en la dieta de los pobladores, el enfoque debe dirigirse hacia la diversificación de cultivos. El cambio climático, las heladas, sequías, plagas y enfermedades, afectan al cultivo y almacenamiento de la papa, por ello es importante considerar alternativas tecnológicas para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción<sup>59</sup>.

El proyecto IssAndes, realizado por el Centro Internacional de la Papa desde el año 2011, es un ejemplo de cómo se puede contribuir a la seguridad alimentaria y nutrición de los pobladores de los andes a través de la innovación en el cultivo de la papa. El proyecto desarrollado en papas nativas, ha determinado contenido de macronutrientes, micronutrientes, compuestos funcionales como antioxidantes, permitiendo además, la generación de ingresos de estos grupos poblacionales vulnerables<sup>60</sup>.

#### **2.2.1.13 Importaciones y exportaciones de papa.**

Entre los años 2015 y 2019, las exportaciones de papa y sus derivados crecieron anualmente a un ritmo promedio de 6% en volumen y del 11% en valor, sin embargo, continuamos con la balanza negativa. Exportamos el 0,2% e importamos el 1% de la producción total de papa<sup>7</sup>. Ver Tabla 7.

Tabla 7

*Producción nacional, importaciones y exportaciones de papa y productos de papa en miles de toneladas, años 2015-2019*

Años	2015	2016	2017	2018	2019	CAGR 2015-2019
a. Producción	4	4	4	5	5	
bruta	715,90	514,00	776,30	131,50	331,10	2,50%
b. Importación	43,26	45,10	51,80	55,77	53,09	4,20%
c. Exportación	0,73	0,82	0,76	0,82	0,97	5,90%
b/a	0,90%	1,00%	1,10%	1,10%	1,00%	
c/a	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, 2020<sup>7</sup>

Las importaciones de papa en el año 2019, según tipo: congelada pre-frita, deshidratada como fécula y harina de papa, representaron el 97% de las importaciones de papa y sus productos, mientras que snacks y comida instantánea, sólo el 3,2%. El Perú importa de Bélgica y Países Bajos papa congelada precocida, que representa el 62% del total importado<sup>7</sup>.

#### **2.2.1.14 Aporte nutricional de la papa en los pobladores del Perú y Lima**

##### **Metropolitana.**

Es frecuente encontrar a la papa formando parte del menú diario de los pobladores de Lima Metropolitana. Es preferible consumirlas sancochadas, al vapor, horneadas, en puré o en guisos, combinadas con verduras y no combinadas con pastas, evitando exceso de calorías<sup>58,61</sup>.

La papa es fuente de carbohidratos, principalmente almidón, el cual es de digestión lenta y beneficia al metabolismo. Además, es fuente de proteínas, vitamina B<sub>6</sub>, potasio, antioxidantes y vitamina C. Las papas de pulpa amarilla son ricas en luteína y zeaxantina (carotenoides), y las papas de pulpa morada y roja son ricas en antocianinas. 100 gramos de papa proporciona entre 96 y 123 kcal, de 0,29 a 0,69 mg de hierro y 7,8 a 20,6 mg de vitamina C. La concentración de

hierro y zinc en la papa es baja pero su absorción es facilitada por su contenido de vitamina C y baja concentración de fitatos. Su forma de cocción tiene diferentes efectos en la retención de la vitamina C, hervido retiene entre 55 y 97%, horneado de 6 a 66% y cocido en microondas de 6 a 39%<sup>61,62</sup>. Ver Tabla 8.

De acuerdo con el Estudio de nutrición y salud de América Latina<sup>63</sup>, Latin American Study of Nutrition and Health, en inglés, publicado en el año 2018, en el Perú la papa provee el 4,19% de las calorías de la dieta diaria de adolescentes y adultos entre 15 y 65 años.

Tabla 8.  
*Papa. Composición de nutrientes en 100 g*

Energía y nutrientes	Papa blanca	Papa amarilla*	Papa Huayro**	Moraya chuño
Energía (kcal)	97	103	71	323
Agua (g)	74,50	73,20	81,00	18,10
Proteínas(g)	2,10	2,00	1,90	1,90
Grasa Total (g)	0,10	0,40	0,10	0,50
Carbohidratos Totales (g)	22,30	23,30	15,90	77,70
Fibra dietaria (g)	2,40	0,40		
Calcio (mg)	9,00	6,00	10,00	92,00
Fósforo (mg)	47,00	52,00	61,00	54,00
Zinc (mg)	0,29	0,29	0,33	
Hierro (mg)	0,50	0,40	0,70	3,30
Retinol (µg)	3,00	-		
Tiamina (mg)	0,09	0,07	0,08	0,03
Rivoflavina (mg)	0,09	0,06	0,03	0,04
Niacina (mg)	1,67	1,85	1,15	0,38
Vitamina C (mg)	14,00	9,00	8,60	1,10

\*sin cáscara, \*\*con cáscara

Fuente: Reyes y colaboradores - Instituto Nacional de Salud, 2017<sup>64</sup>



### **2.2.2 El cadmio.**

El cadmio es un elemento metálico perteneciente al Grupo IIB de la Tabla Periódica. Es suave, dúctil y blanco plateado o blanco azulado. Su estado de valencia predominante es  $+2$ . Es inusual encontrarlo en estado puro en la naturaleza y forma una serie de sales inorgánicas. Los haluros y el nitrato de  $Cd^{2+}$  son solubles en agua al contrario del hidróxido que es insoluble. Mientras el óxido y el carbonato de cadmio podrían ser solubles en el pH gástrico. El Cd no se descompone, aunque puede cambiar a diferentes formas, sin embargo no desaparece del medio ambiente<sup>2,65</sup>.

El cadmio es un metal hallado como contaminante del ambiente, en forma natural y proveniente de fuentes industriales y agrícolas. Se encuentra en el aire en forma de compuesto en pequeñas partículas. Los suelos y las rocas contienen cadmio, ya sea en pequeñas o grandes cantidades. El Cd es un producto secundario en la producción de otros metales como el zinc, el plomo y el cobre y tiene aplicaciones industriales en la fabricación de baterías, pigmentos, plásticos y aleaciones de metales<sup>2,65</sup>.

#### **2.2.2.1 Fuentes y vías de exposición del cadmio.**

El cadmio se produce naturalmente en el medio ambiente generado por emisiones volcánicas y meteorización de las rocas, sin embargo, las fuentes antropogénicas, es decir, como consecuencia de la acción del hombre, han incrementado los niveles de cadmio en los suelos, en el agua y en los organismos vivos. El cadmio se libera en el medio ambiente por la incineración de residuos, el uso de fertilizantes, por el cadmio que contiene el aire y el lodo de aguas residuales, contribuyendo en la absorción de cadmio por las plantas y los animales que ingieren dichas plantas<sup>3</sup>.

En general la población está expuesta al cadmio a través de múltiples fuentes, como los alimentos, partículas suspendidas en el aire, el agua y el tabaco. El consumo de alimentos constituye el 90% de la exposición al cadmio, aproximadamente, en la población que no fuma. A través del consumo de alimentos, la ingesta de cadmio es de 10 a 35  $\mu\text{g}$  diarios. Los fumadores duplicarían su dosis diaria de ingestión de cadmio respecto a los no fumadores. A través de los alimentos la absorción es de 3 – 5%, pero una cantidad mayor puede ingresar a través de la inhalación, 25 - 60% del Cd presente. Es poco probable la absorción del cadmio a través de la piel<sup>3,65</sup>.

En estudios realizados sobre el efecto de diferentes métodos de cocción en el contenido de metales pesados como el cadmio, no encontraron consistencias en los resultados, concluyendo que el proceso de cocción tiene efecto limitado para reducir o incrementar las concentraciones de los metales en los alimentos<sup>66-68</sup>.

#### ***2.2.2.2 Absorción de cadmio por las plantas y la papa.***

El cadmio es el único oligoelemento absorbido fácilmente por las plantas a pesar de no ser esencial para los cultivos y su eliminación del suelo no es fácil. Está presente en el suelo como  $\text{Cd}^{2+}$  y se combina fácilmente con el anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y el ión sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) para formar complejos solubles. Las plantas absorben cadmio por medio de las raíces principalmente y el nivel de la absorción depende de la especie o variedad, el pH y otras características del suelo. A mayor pH del suelo, la disponibilidad del Cd disminuye. Es probable que si los niveles de zinc en el suelo son bajos se absorberá más cadmio, y si las concentraciones de cloruro son altas, aumenta su absorción. Esto puede deberse al riego con agua

salina, a la salinización de tierras secas o por el uso de fertilizantes a base de cloruro o fosfatados con altos niveles de Cd<sup>69,3,70</sup>. Ver Figura 5.

Si la contaminación por cadmio es antropogénica y no geogénica, es probable que esté restringida a la capa superficial del suelo, por lo que el cultivo o la dilución de la capa contaminada pueden reducir la absorción de Cd debido a que la mayoría de las raíces de los cultivos están activas solo en los 10-20 cm superiores del suelo<sup>71</sup>.

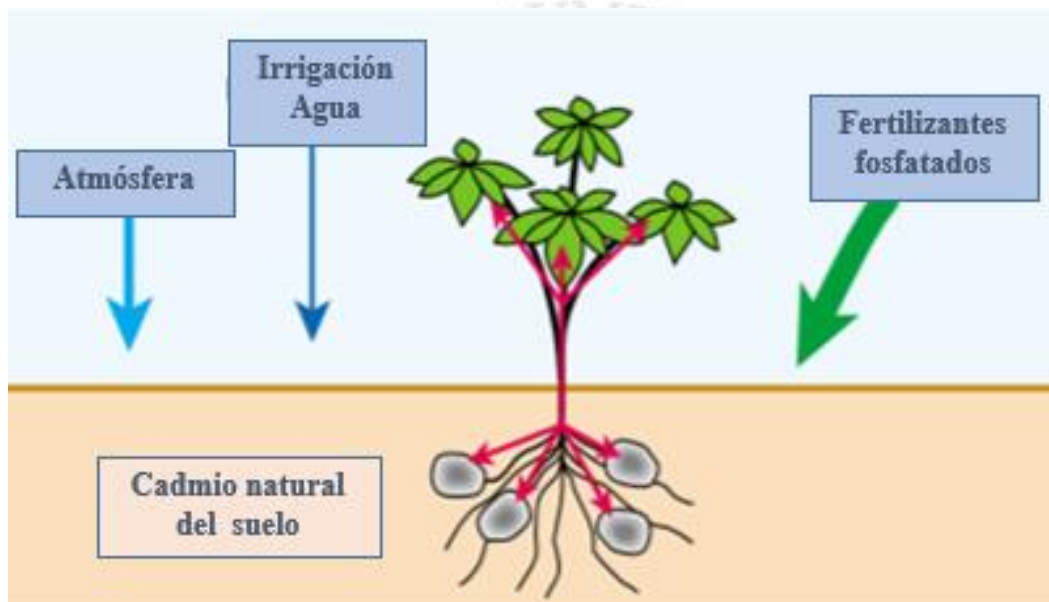


Figura 5. Fuente de absorción de cadmio en papas  
Fuente: Cooperative Research Center for Soil & Land Management; CSIRO Land And Water, 1999<sup>70</sup>

### **2.2.2.3 Toxicocinética del cadmio y efectos en la salud por exposición al cadmio.**

Ante una exposición al cadmio hay diversos factores que determinan la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos a la salud como son, la cantidad, la duración de la exposición, la forma de contacto, principalmente; pero también

la exposición a otras sustancias químicas, además, de la edad, dieta, genética, y el estado de salud<sup>1</sup>.

La Autoridad europea en seguridad alimentaria<sup>2</sup>, indica que, “el cadmio no tiene una función biológica conocida en animales y humanos, pero imita a otros metales divalentes que son esenciales. Puede atravesar membranas biológicas mediante mecanismos como transportadores de metales, y dentro de las células se une a ligandos como metalotioneínas”. La alteración que ocurre en la homeostasis del calcio, zinc o hierro influye en su acción toxicológica.

La absorción promedio del cadmio es relativamente lenta, con 14 días en exposiciones prolongadas. El ingreso del cadmio al organismo se realiza a través de dos vías, inhalación e ingestión. El Cd es eficientemente retenido en los riñones y el hígado entre 10 a 30 años, incluso hasta 40 años. El cuerpo puede transformar el Cd en un modo no dañino, pero cantidades altas del mineral pueden rebasar la capacidad que tiene el organismo a través del hígado y los riñones, de modificarlo, quedándose en su forma dañina. Si a ello añadimos una dieta pobre en hierro u otros nutrientes, hay probabilidades que el cuerpo retenga más cadmio de lo usual<sup>3</sup>.

Como se puede ser en la Figura 6, la porción de cadmio que ingresa a la sangre se distribuye de la siguiente forma<sup>72</sup>:

- Compartimiento 1 de recambio rápido que no genera acumulación;
- Compartimiento 2 de recambio medio, compuesto por hematíes, donde se almacena en cantidades bajas, y
- Compartimiento 3 de recambio lento.

En este último compartimiento, una porción importante de Cd se une a la metalotioneína, depositándose en los órganos blanco. Se estima que a partir del

Compartimiento 1 la transferencia a otros tejidos es de 50% y al hígado de 16%, además, las secciones 1 y 3 son las de mayor intercambio con los demás órganos. En el riñón, el compartimiento 3, es el de mayor intercambio, pero en forma lenta, por lo que no se acumula, aunque hay filtración glomerular. Otra porción se reabsorbe en el túbulo, generando acumulación. El Cd que no es retenido se exhala a través de los pulmones y diariamente se excreta lentamente con la orina y las heces en un 0,007% y 0,03% del contenido corporal, respectivamente. Además, poca cantidad puede eliminarse con el sudor y pelo. El Cd excretado en las heces mayormente es el que no fue absorbido<sup>72</sup>.

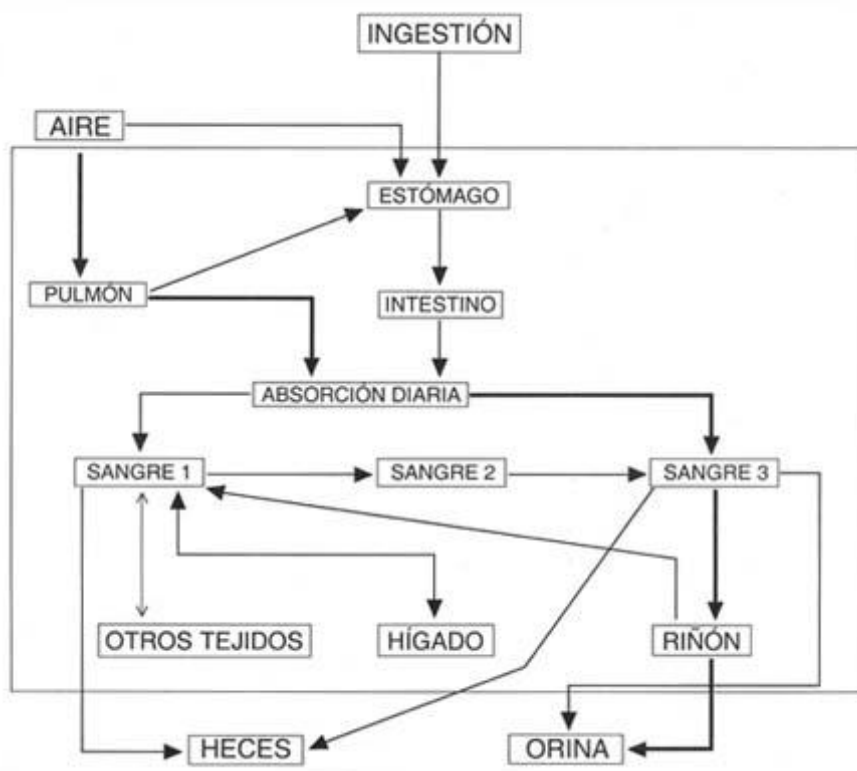


Figura 6. Esquema toxicológico del cadmio  
Fuente: Ramírez, 2002<sup>72</sup>

La concentración de cadmio en los riñones generalmente excede la concentración en el hígado después de una exposición prolongada, excepto en

exposiciones muy altas. Aproximadamente el 50% de la carga corporal de Cd se encuentra en los riñones, el 15% en el hígado y el 20% en los músculos. En la sangre se encuentra alrededor del 0,06% del contenido corporal, de los cuales, el 50% está en los hematíes unido inestablemente a la metalotioneína, siendo esta pseudoproteína su medio de transporte en el plasma sanguíneo. En los huesos la carga es baja y aunque debido a las evidencias de algunos estudios se asocia al Cd urinario con la disminución en la densidad mineral ósea, no está claro si el efecto es secundario a la disfunción tubular renal. Por otra parte, la evidencia de una asociación entre enfermedades cardiovasculares y cadmio es débil<sup>73,72</sup>.

La biodisponibilidad, retención y en consecuencia la toxicidad del cadmio se ve afectada por varios factores como: la dosis, la duración y la forma de exposición. También se debe considerar la edad, sexo, dieta, rasgos familiares, estilo de vida y estado de salud; y no se puede determinar con precisión los efectos de una exposición prolongada a niveles bajos del metal. Ingerir cantidades altas de Cd a través de agua o alimentos causa una grave irritación al estómago, vómitos y diarrea, e incluso la muerte<sup>1</sup>.

Estudios indican que el cuerpo absorbe más cadmio a través de la dieta en ciertas condiciones, como, si es baja en calcio, hierro o proteínas, o si es alta en grasas, ya que la grasa provoca lentitud en el paso de los alimentos por el estómago, propiciando la absorción; y en condiciones de salud preexistente o enfermedades. El riesgo se incrementa en niños con deficiencia alimentaria y en mujeres embarazadas. Sin embargo, el Cd no se transmite fácilmente de la madre al niño durante el embarazo, pero puede atravesar la placenta, mientras

que los niveles de cadmio en la leche materna pueden estar entre el 5 y 10% respecto a los niveles en la sangre de la madre<sup>2,65</sup>.

Hay evidencia de que el cadmio es carcinogénico por inhalación, sin embargo, no hay evidencia de carcinogenicidad por vía oral ni de genotoxicidad del cadmio. La toxicidad después de una exposición oral prolongada tiene efectos similares a los observados después de la inhalación. El daño al hígado no suele asociarse con la exposición oral al Cd, a excepción de casos de niveles muy altos de exposición<sup>74,1</sup>.

#### **2.2.2.4 Métodos para la determinación de cadmio en alimentos.**

Para la determinación de cadmio en alimentos se pueden usar los métodos de espectrometría de absorción atómica de llama (FAAS), espectrometría de absorción atómica electrotérmica, horno de grafito o Zeeman (ETAAS), espectrometría de absorción atómica de horno de llama por inyección de haz (termopulverización), espectrometría de fluorescencia atómica de generación de hidruros, espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) y espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS)<sup>73</sup>.

La espectroscopia comprende la generación, medición e interpretación de los espectros de energía de una sustancia, obtenidos por la emisión o absorción de energía radiante, al ser bombardeada con radiación electromagnética, o bien por calentamiento. Mientras que la espectrometría es un campo de la espectroscopia dedicado a la medición de espectros<sup>75,76</sup>.

La espectrometría de absorción atómica es un método de análisis que permite observar, seleccionar y medir el espectro de absorción de un elemento previamente atomizado. El fundamento de este método indica que si un átomo

que se encuentra en un estado fundamental absorbe una energía específica, pasa a un estado de mayor energía, pero inestable, por lo que el átomo regresa a su estado inicial emitiendo una radiación de una frecuencia definida. El átomo puede alcanzar diferentes estados, los cuales emiten una radiación característica, resultando en un espectro. Un átomo puede absorber radiación de una longitud de onda particular<sup>75,77</sup>.

En forma práctica, el método de Espectrometría de absorción atómica se fundamenta en atravesar un haz de luz monocromática por el analito que está en forma de vapor atómico. La luz debe tener una frecuencia que puede ser absorbida por el analito. Esto genera una intensidad luminosa, antes y después de pasar por el analito, que permite determinar el porcentaje de absorción. A mayor concentración del elemento en la muestra, mayor es el valor de la absorción. Se requiere de una fuente de luz primaria y un monocromador para aislar la longitud de onda de la luz a medir. La fuente de luz que se utiliza es una lámpara de cátodo hueco o una lámpara de descarga sin electrodos<sup>77,78</sup>.

El método de espectrometría de absorción atómica por flama emplea un espectrómetro de absorción atómica junto con un nebulizador, un atomizador y una fuente de energía radiante. La muestra es aspirada a una llama de flujo laminar, generando átomos en su estado fundamental<sup>75,77</sup>.

La espectrometría de absorción atómica por horno de grafito es el método conocido como GFAAS, por sus siglas en inglés, Graphite furnace atomic absorption spectrometry. Por este método, el analito se determina usando un espectrómetro de absorción atómica y un horno de grafito<sup>75</sup>. La muestra es introducida en un tubo de grafito, que es calentado para eliminar el disolvente y los componentes de la matriz y atomizar la muestra. Una vez atomizado el



analito, los átomos se retienen dentro del tubo y la luz pasa a través de él. El espectrómetro se ajusta a la longitud óptima para el Cd que es 228,8 nm. Sus límites de detección son 100 a 1 000 veces inferiores que los del sistema de flama<sup>78,79</sup>. Ver Figura 7.

El método de espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente, conocido como ICP-MS por sus siglas en inglés, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Este método usa plasma de argón que genera iones cargados individualmente dentro de una muestra que se dirigen a un espectrómetro de masas y son separados de acuerdo con su relación masa-carga y luego pasan a un detector que determina el número de iones presentes. Presenta límites de detección equivalentes o inferiores a los de GFAA<sup>78</sup>.

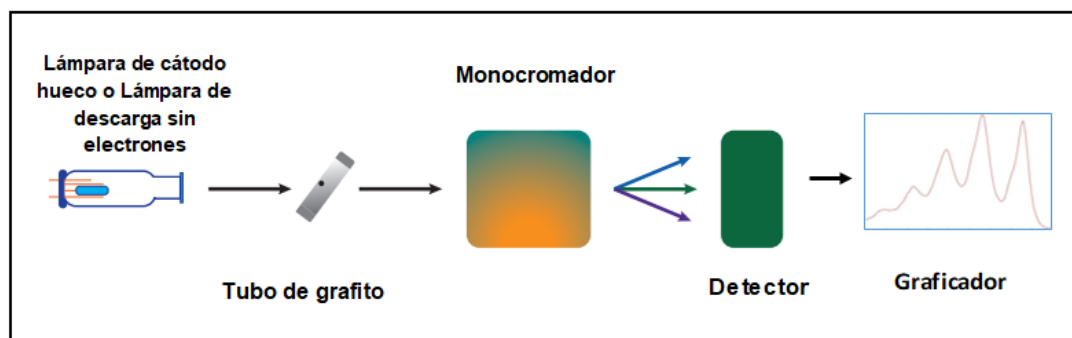


Figura 7. Diagrama esquemático simplificado del método de espectrometría de absorción atómica con horno de grafito  
Fuente: PerkinElmer, Inc, 2018<sup>78</sup> y Kirk y colaboradores, 1996<sup>79</sup>

### 2.2.2.5 Nivel máximo de cadmio en papa.

El Nivel máximo (NM) es la concentración máxima de un contaminante presente en un alimento que la Comisión del Codex Alimentarius recomienda que se permita legalmente en dicho alimento<sup>6</sup>.

De acuerdo al CODEX STAN 193-1995<sup>6</sup>, el nivel máximo de cadmio para papas peladas es 0,1 mg/kg. Estos límites son los mismos establecidos por la Unión Europea, de acuerdo al Reglamento N° 488/2014<sup>80</sup>.

#### **2.2.2.6 Límites de ingesta de cadmio establecidos.**

La Ingesta mensual tolerable provisional (IMTP) es un valor que representa la exposición humana mensual permitida a un contaminante, asociada forzosamente con el consumo de alimentos. Este valor se usa en contaminantes que se acumulan en el cuerpo humano, con una vida media prolongada. En el caso de la Ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) a diferencia de la IMTP, su valor se expresa en forma semanal<sup>6</sup>.

En 1988, el Comité mixto de expertos en aditivos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud, JECFA, por sus siglas en inglés, establece una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) para cadmio de 7 µg/kg-p.c. En 2010, el JECFA revisó esta evaluación previa y estableció una ingesta mensual tolerable provisional (IMTP) de 25 µg/kg-p.c. correspondiente a una ingesta semanal de 5,8 µg/kg-pc<sup>3,5</sup>.

En 2009 y confirmado posteriormente en 2011, el grupo sobre contaminantes en la cadena alimentaria de la Unión Europea, emitió una opinión en que recomendaron que la ISTP se reduzca a una ingesta semanal tolerable (IST) de 2,5 µg/kg-p.c. para garantizar la protección de todos los consumidores a un nivel alto, incluyendo los de mayor exposición y los subgrupos vulnerables<sup>3</sup>.

### **2.2.2.7 Metodologías de evaluación del riesgo de contaminantes y residuos en la cadena alimentaria.**

La evaluación de la exposición dietética conjuga información sobre consumo de alimentos con la concentración de elementos químicos en dichos alimentos. La exposición en la dieta resultante se puede comparar con los valores saludables establecidos para la sustancia química alimentaria de interés, si está disponible, como parte de la caracterización del riesgo. Se puede evaluar exposiciones agudas o crónicas. La exposición aguda abarca un período de hasta 24 horas y la crónica, o a largo plazo, cubre la exposición diaria promedio de exposición dietética de productos químicos en los alimentos durante toda la vida<sup>17</sup>.

La ecuación general para ambos, tanto para exposición dietética aguda como crónica es:

$$\text{Exposición dietética} = \frac{\sum (\text{Concentración de la sustancia química en el alimento} \times \text{Consumo del alimento})}{\text{Peso corporal}}$$

Donde:

- Consumo se refiere a la cantidad de alimentos consumidos
- Exposición dietética se refiere a la cantidad de producto químico ingerido a través de los alimentos. El término alimento también incluye agua potable, bebidas y suplementos alimenticios<sup>17</sup>.

Para la estimación de la exposición dietética se recomienda utilizar el peso corporal real de los participantes en la encuesta. Si no se dispone de datos sobre el peso corporal individual, se deben utilizar los pesos corporales medios de la población objetivo. Es importante que el peso corporal promedio a utilizar sea lo

más representativo posible de las personas del país o región, o del subgrupo de población de interés. Se asume un peso corporal promedio de 60 kg para los adultos y 15 kg para los niños para la mayoría de las poblaciones<sup>17,81</sup>.

La evaluación de la exposición puede realizarse por el método determinista o por el método probabilístico. Con el modelo determinista, para la determinación de la exposición a una sustancia química con efectos a largo plazo como el cadmio, normalmente se utiliza la concentración media, asumiendo que este valor representa el promedio a largo plazo. Este valor, que puede ser la media o mediana, se combina con percentiles altos o con la distribución total del consumo del alimento<sup>17</sup>.

Para evaluar una distribución completa de la exposición de los consumidores se requieren caracterizar las diversas prácticas de consumo de alimentos, así como la gama de concentraciones químicas en los alimentos consumidos. Para ello, se emplean modelos estadísticos para procesar y analizar los datos y describir la gama de exposiciones de los consumidores y las probabilidades asociadas a cada nivel de exposición. Estas evaluaciones de exposición se denominan estimaciones de exposición probabilísticas, como son la técnica de simulación de Monte Carlo<sup>17</sup>.

El consumo de alimentos puede ser estimado de acuerdo a los siguientes métodos:

#### *2.2.2.7.1 Métodos basados en la población.*

El consumo de alimentos se determina a través del suministro de alimentos a nivel nacional que proporciona estimaciones brutas anuales de la disponibilidad de los productos alimenticios. La cantidad diaria consumida por una persona se puede estimar dividiendo el total anual entre 365 días y entre la

población del país. La principal limitación de estos datos es que reflejan la disponibilidad de alimentos más que el consumo de estos, por lo que el volumen estimado suele ser aproximadamente un 15% mayor que las estimaciones de consumo de alimentos obtenidas en base a las encuestas de hogares o las encuestas alimentarias nacionales<sup>17,81</sup>.

Los datos sobre el suministro de alimentos no son útiles para evaluar la ingesta nutricional individual o la exposición alimentaria a sustancias químicas ni para identificar subgrupos de población en riesgo<sup>17</sup>.

#### *2.2.2.7.2 Métodos basados en hogares o familias.*

Se basa en la información sobre la disponibilidad o el consumo de alimentos a nivel del hogar. Los datos basados en el hogar son apropiados para evaluar comparativamente la disponibilidad de alimentos entre distintas regiones y para identificar cambios en la dieta de la población. Sin embargo, estos datos no permiten determinar cómo se distribuye el consumo de alimentos entre los miembros del hogar<sup>17</sup>.

#### *2.2.2.7.3 Métodos basados en individuos.*

En este método se utilizan las encuestas de consumo de alimentos que incluyen registros / diarios, cuestionarios de frecuencia alimentaria, recordatorios dietéticos y estudios de dieta total. La calidad de los datos que se obtengan depende por una parte de la estructura o diseño de la encuesta, la presentación, alimentos adquiridos versus consumidos, y por otra parte la motivación y la memoria de los encuestados, además, del método estadístico usado para el tratamiento de datos<sup>17</sup>.

Al evaluar la exposición alimentaria a determinada población se deben considerar los factores de riesgo para dicha exposición, como pueden ser: edad,

género, grupo étnico o socioeconómico, peso corporal, zona geográfica, día de la semana y época del año en que se recolectan los datos. Considerar los patrones de consumo de los extremos de las distribuciones como los percentiles 95 y 97, también es importante. Sin embargo, las encuestas de consumo de alimentos pueden ser propensas a sesgos, debido a que los individuos tienden a sobreestimar las cantidades de alimentos cuando el consumo es bajo y son percibidos como “buenos” alimentos y subestiman las cantidades de alimentos cuando el consumo es alto y son percibidos como “malos” alimentos<sup>17,81</sup>.

Estos estudios basados en individuos pueden incluir determinados alimentos o subgrupos de población específicos como grupos por edad, logrando un enfoque más preciso a la hora de hacer las estimaciones de la exposición alimentaria<sup>17</sup>.

El Cuestionario de Frecuencia Alimentaria (CFA) es el método más práctico y económico para la recopilación de datos dietéticos en estudios epidemiológicos. Consta de una lista organizada de alimentos o grupos de alimentos. Para cada elemento de la lista se pide al participante que calcule la frecuencia o el número de veces que consume el alimento en un lapso de tiempo como es al día, a la semana, al mes o al año. La cantidad, los tipos de alimentos y tipos de categorías de frecuencia pueden variar<sup>82</sup>.

Los CFAs pueden estar no cuantificados, semicuantificados o completamente cuantificados. El cuestionario no cuantificado no especifica el tamaño de las porciones, mientras que el cuestionario semicuantificado muestra un tamaño de porción típico. Un CFA cuantificado permite al participante indicar la cantidad de alimento que consume habitualmente. Los CFAs breves pueden

centrarse en uno o varios nutrientes o productos químicos específicos e incluir un número limitado de alimentos<sup>17</sup>.

La utilización de un CFA debe basarse en dos principios, primero en que el consumo a largo plazo repercute en un mayor grado en el desarrollo de una enfermedad en comparación con el consumo a corto plazo, y segundo, que identificar a los grupos de consumidores extremos es más importante que determinar la cantidad del consumo en sí<sup>83</sup>.

Existen dos tipos de errores, el aleatorio y el sistemático que pueden afectar las mediciones realizadas con el uso de los CFAs. Un error aleatorio puede ser la fluctuación en la dieta de día a día. Si se realiza la medición en un número mayor de días, el error disminuye y la ingesta del nutriente o elemento en estudio se aproximará a la ingesta real. Por otra parte, un ejemplo de error sistemático puede ser la ausencia, en el cuestionario, de un alimento que contiene el nutriente o el elemento en estudio, ya que la ingesta del mismo estará reducida independientemente del número de días en que se haga la toma de datos<sup>83</sup>.

En la evaluación a una población, el error aleatorio disminuye al incrementar la cantidad de personas entrevistadas. En epidemiología nutricional se trabaja asumiendo que los instrumentos de medición de consumo de alimentos presentan error aleatorio, más no error sistemático, el cual ha sido eliminado mediante la validación del instrumento, que puede ser previa o como parte de la investigación<sup>83,82</sup>.

El cuestionario puede aplicarse en un momento determinado del tiempo en un grupo poblacional, llamándose estudio transversal, o a lo largo de un período amplio de tiempo, estudio longitudinal. Es común que los estudios

tengan como objetivo determinar la dieta habitual, es decir la dieta a condiciones normales. Un CFA desarrollado para la población de un país o para un grupo poblacional específico es poco probable que sea adecuado para aplicarse en otro, debido a las diferencias en los hábitos alimentarios<sup>84,85</sup>.

Los Cuestionarios de Frecuencia Alimentaria pueden ser auto-administrados, en formato impreso o virtual, o también pueden ser aplicados en forma presencial por un encuestador o por vía telefónica<sup>85</sup>.

Los tamaños estándar de las porciones se utilizan para evaluar el consumo de alimentos y bebidas en los cuestionarios, sin embargo, estas porciones no suelen describir la variabilidad total en los pesos de las porciones consumidas en la población. Son una herramienta muy útil, pero se debe tener en cuenta la incertidumbre que introducen en los datos sobre el consumo de alimentos, como en el caso de la estimación de niveles altos de exposición alimentaria a sustancias químicas<sup>17</sup>.

Se puede especificar un tamaño de porción en el cuestionario y los participantes pueden seleccionar una categoría de frecuencia de acuerdo con la frecuencia con la que consumen el tamaño de porción especificado. Alternativamente, se pueden utilizar fotografías o modelos que representan platos o alimentos de distintos tamaños para que los encuestados seleccionen su propio tamaño de porción. Sin embargo, incluso dentro de las poblaciones, el valor asignado a pequeñas, medianas o grandes puede ser muy diferente. El tamaño de las porciones debe reflejar los patrones de consumo conocidos en la población<sup>86,87</sup>.

Entre las ventajas que presenta el uso de los CFAs tenemos, que pueden ser autoadministrados, bajo costo relativo en estudios de gran escala, requieren



menos esfuerzo para los encuestados y no requiere encuestadores muy entrenados. Como desventajas de un CFA, podemos encontrar que la lista de alimentos no puede incluir todos los alimentos posibles, por lo que la información se limita a los alimentos que están en la lista. Como otra desventaja tenemos la dificultad que representa para los entrevistados estimar el tamaño de las porciones consumidas y las frecuencias de consumo<sup>85</sup>.

## 2.3 Definición de términos

**Analito.-** Componente de una muestra que puede ser un elemento, compuesto, radical o ión que busca ser detectado, identificado o cuantificado mediante un método de análisis<sup>88</sup>.

**Contaminante.-** Cualquier sustancia no añadida intencionalmente al alimento, como resultado del proceso al que es sometido el alimento o como resultado de la contaminación ambiental<sup>6</sup>.

**Evaluación de la exposición.-** Valoración cualitativa o cuantitativa de la ingesta probable de elementos biológicos, químicos y físicos a través del consumo de alimentos<sup>89</sup>.

**Peligro.-** “Agente biológico, químico o físico, o propiedad de un alimento, que tiene la capacidad de ocasionar un efecto dañino para la salud”<sup>89</sup>.

**Riesgo.-** “Probabilidad de un efecto dañino para la salud y de la gravedad del efecto, derivado de un peligro o peligros en los alimentos”<sup>89</sup>.

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general.

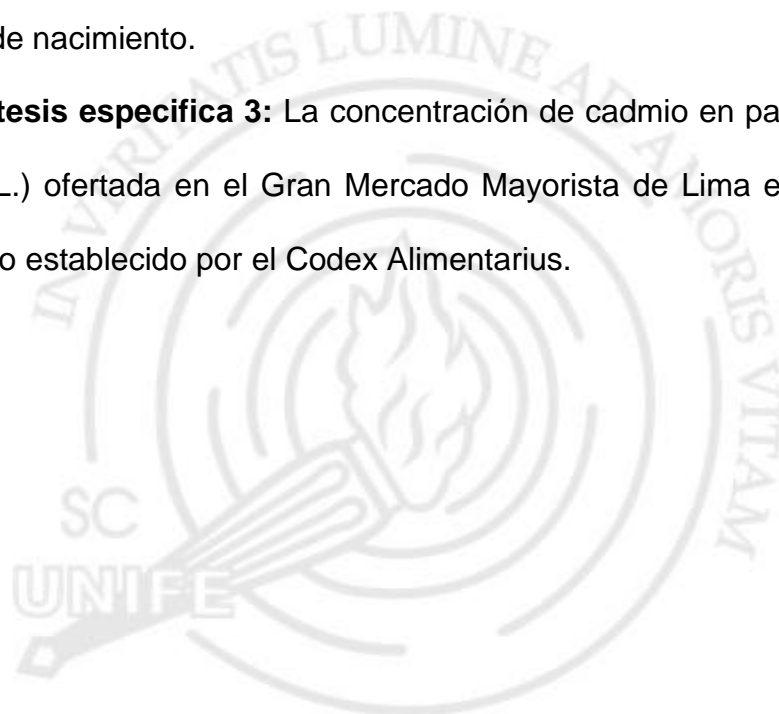
La contribución del consumo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a la Ingesta Mensual Tolerable Provisional de cadmio en los habitantes de Lima Centro es significativa, y supera el diez por ciento.

#### 2.4.2 Hipótesis específicas.

**Hipótesis específica 1:** La exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro en microgramos por kilogramo de peso corporal entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 es superior a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.

**Hipótesis específica 2:** Existen diferencias significativas en el consumo promedio de papa (*Solanum tuberosum* L.) según género, edad y región geográfica de nacimiento.

**Hipótesis específica 3:** La concentración de cadmio en papa (*Solanum tuberosum* L.) ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima es superior al nivel máximo establecido por el Codex Alimentarius.



## CAPÍTULO III: MÉTODO

### 3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo comparativo, de enfoque cuantitativo, de tipo básico y de diseño no experimental transversal.

El nivel de la investigación es descriptivo o de sondeo porque está orientada al conocimiento de la realidad, tal como se presenta, obteniendo información de las variables en estudio y en un tema poco estudiado. Además, el nivel de la investigación es comparativo porque permite conocer los hechos estableciendo semejanzas y diferencias<sup>90-92</sup>.

La investigación es de enfoque cuantitativo porque utiliza procedimientos cuantitativos de procesamiento de datos, haciendo uso de la estadística descriptiva y además, busca que la medición sea objetiva y controlada<sup>92</sup>.

Por el propósito de la investigación es de tipo básico porque tiene como objetivo generar conocimiento, conocer y entender el problema, recogiendo información de la realidad<sup>90,92</sup>.

“El diseño de la investigación es no experimental, porque no se manipulan las variables independientes y éstas se analizan en su contexto natural. Transversal porque se recogen los datos en un único espacio y tiempo”<sup>90</sup>.

La representación gráfica del diseño de la investigación se puede observar en la Figura 8.

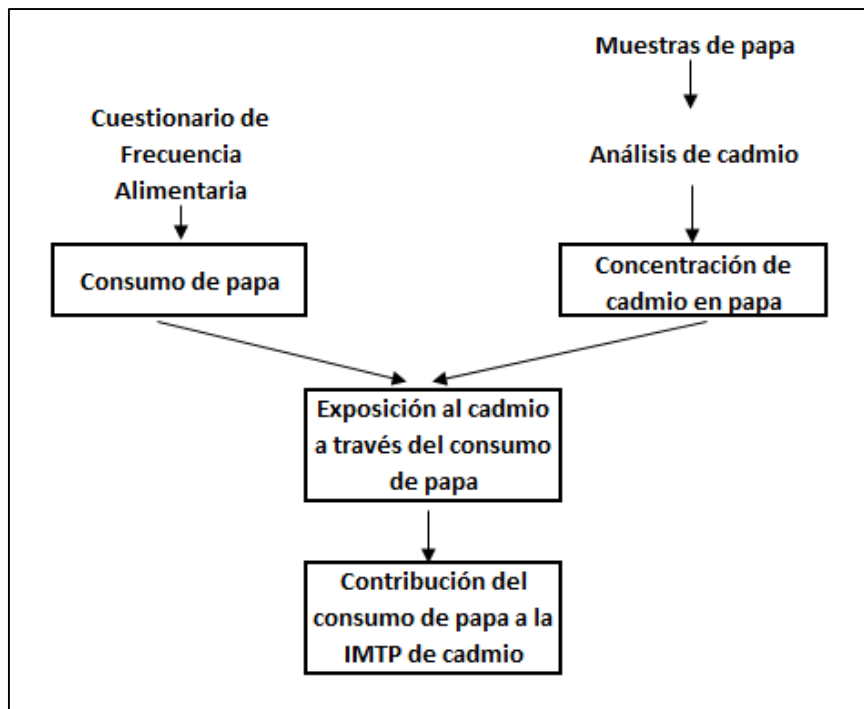


Figura 8. Representación gráfica del diseño de la investigación.

## 3.2 Participantes

### 3.2.1 Población.

La población del estudio correspondió hombres y mujeres en edades comprendidas entre 18 y 85 años que viven en alguno de los distritos que conforman Lima Centro. Los criterios de inclusión fueron: hombres y mujeres, edad entre 18 y 85 años y que viven en alguno de los 15 distritos de Lima Centro. Los criterios de exclusión fueron: residir en un distrito que no esté comprendido en Lima Centro, tener edad menor a los 18 años y superior a los 85 años.

Según el Instituto de Estadística e Informática<sup>19</sup>, Lima Centro está conformada por 15 distritos. En el año 2015, Lima Centro tenía una población estimada de 1 786 160 habitantes, distribuida en 15 distritos<sup>93</sup>. Ver Tabla 9.

Tabla 9.  
*Número de encuestas según la distribución de los habitantes por distrito de Lima Centro*

Distrito	Número de habitantes	Porcentaje	Número de encuestas	Número de encuestas final
Santiago de Surco	344 242	19%	74,45	76
Cercado de Lima	271 814	15%	57,80	59
La Victoria	171 779	9%	36,24	37
Rímac	164 911	9%	35,27	36
San Miguel	135 506	7%	28,41	29
San Borja	111 928	6%	23,51	24
Surquillo	91 346	6%	21,55	22
Miraflores	81 932	5%	17,63	18
Breña	75 925	4%	15,67	16
Pueblo Libre	76 114	4%	15,67	16
Jesús María	71 589	4%	14,69	15
Lince	50 228	3%	12,73	13
Magdalena	54 656	3%	11,76	12
San Isidro	54 206	3%	11,76	12
Barranco	29 984	2%	6,86	7
Total	1 786 160	100%	384	392

### 3.2.2 Muestra.

#### 3.2.2.1 Habitantes de Lima Centro.

El método de muestreo utilizado fue probabilístico estratificado. Probabilístico porque todos los habitantes de Lima Centro tuvieron la misma posibilidad de pertenecer a la muestra, por medio de una selección aleatoria. La muestra fue estratificada porque se consideraron segmentos o grupos, correspondientes a cada distrito que conforma Lima Centro<sup>90</sup>.

La muestra estuvo compuesta por 392 personas que habitaban los 15 distritos que conforman Lima Centro. Para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente ecuación<sup>94</sup>:

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

N : Tamaño de la muestra.

z : Nivel de confianza deseado de 95% = 1.96.

e : Límite aceptable de error muestral = 0.05

p : proporción de individuos que poseen la característica a evaluar = 0,5

q: proporción de individuos que no poseen la característica a evaluar = 0.5

De la fórmula se obtuvo un resultado de 384 muestras. La cuota por cada distrito se distribuyó de acuerdo a la cantidad de habitantes por distrito, resultando por redondeo y la inclusión de 7 personas adicionales, en 392 participantes.

Los participantes fueron seleccionados aleatoriamente en lugares públicos como parques, malecones y exteriores de centros comerciales, en cada uno de los 15 distritos considerados en el estudio.

### **3.2.2.2 Muestras de papa.**

Se consideraron para el análisis de cadmio papas blancas y papas de color, las cuales fueron adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima. Para papas blancas se consideraron las variedades Yungay y Canchán y para papas de color, las variedades Huayro, Amarilla y Amarilla Peruanita. Se consideraron estas variedades por ser las de mayor volumen de comercialización dentro de cada clase de papas, en el Gran Mercado Mayorista de Lima. En total se adquirieron 10 muestras de papa, en la sección D Papas, de 10 diferentes puestos de venta, cada una de 2 kg de peso. Las muestras se distribuyeron de la siguiente forma: 3 muestra de cada una de las variedades Yungay y Canchán y 2 muestras de la variedad Huayro y 1 muestra de cada una de las variedades Amarilla y Amarilla Peruanita. Ver apéndice A.

La adquisición de muestras se realizó en dos oportunidades. El primer grupo de muestras fueron enviadas a un laboratorio acreditado, donde se obtuvo resultados por debajo del límite de detección, por lo que se tuvo que descartar dichos resultados. La segunda muestra fue enviada a un laboratorio especializado en este tipo de análisis, en donde se pudo obtener resultados de concentración de cadmio para todas las muestras.

### 3.3 Variables de investigación

#### 3.3.1 Variable 1: Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro.

Es la cantidad promedio de papa en kilogramos que consume la población de Lima Centro en un mes. Para su determinación se evaluó, mediante un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria cuantificado, a personas mayores de edad, entre 18 y 85 años, que viven en Lima Metropolitana, en los distritos indicados en la Tabla 10.

Tabla 10.  
*Tabla de Operacionalización de la variable consumo de papa mensual de los habitantes de Lima Centro*

Dimensiones	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Género</li> <li>• Edad</li> <li>• Región geográfica de nacimiento</li> </ul>	kg/mes

### 3.3.2 Variable 2: Concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima.

Es la cantidad de cadmio expresada en mg/kg, en muestras de papa cruda de las variedades Yungay, Canchán, Huayro, Amarilla y Amarilla Peruanita adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima, y enviadas para su análisis, a un laboratorio especializado en análisis químicos, mediante el método de Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito. Ver Tabla 11.

Tabla 11.

*Tabla de Operacionalización de la variable concentración de cadmio en papa ofrecida en el Gran Mercado Mayorista de Lima*

Dimensiones	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"><li>• Variedad Yungay</li><li>• Variedad Canchán</li><li>• Variedad Huayro</li><li>• Variedad Amarilla</li><li>• Variedad Amarilla Peruanita</li></ul>	mg/kg

### 3.3.3 Variable 3: Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro.

La exposición dietética mensual al cadmio, expresada en mg/kg de peso corporal (mg/kg-p.c.), es la cantidad de cadmio ingerido a través del consumo de papa. Se determina mediante fórmula de Exposición dietética de contaminantes, utilizando como datos: el consumo de papa mensual en kilogramos de los habitantes de Lima Centro, la concentración promedio de cadmio en microgramos por kilogramo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) de papa adquirida en el Gran Mercado Mayorista de Lima, y el peso corporal de los consumidores en kilogramo. Ver Tabla 12.



Tabla 12.

*Tabla de Operacionalización de la variable exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro*

Dimensiones	Indicadores
• Cantidad de cadmio ingerido por kg de peso corporal	µg/kg-p.c.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro.

Se elaboró un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria con el cual se determinó el consumo de papa. Primero se presentó una pequeña encuesta sobre datos demográficos: distrito de residencia, edad, género, peso, lugar de nacimiento y fecha de aplicación del instrumento. Además, el cuestionario constaba de una instructiva para su desarrollo.

Respecto al diseño del cuestionario, éste constaba de una descripción de diversos platos o preparaciones culinarias de consumo habitual en la población de Lima Metropolitana, que contienen papa. El participante debía responder para cada tipo de preparación, la frecuencia de consumo de papa durante el último mes y la cantidad.

Para la frecuencia de consumo de papa se presentaron 7 alternativas: nunca, 1 vez al mes, cada 15 días, 1 vez por semana, 2-3 veces por semana, 4-6 veces por semana y todos los días. Para la cantidad consumida, se tuvo 3 alternativas: Papa pequeña / ½ taza / < 100 g, Papa mediana / 1 taza / 100 g – 200 g y Papa grande / 1 ½ taza / >200 g. Para la estimación de las porciones se tomó como referencia el promedio de pesos de unidades de consumo para papas

grandes, medianas y pequeñas, según el Centro Nacional de Nutrición y Alimentación<sup>95</sup>. Ver Apéndice B.

#### **3.4.1.1 Validez y confiabilidad del instrumento.**

Para realizar la validez, el cuestionario fue sometido a un juicio de 5 expertos, utilizando la Hoja de Validación del instrumento<sup>96</sup>. Ver Apéndice C. Los ítems evaluados fueron: forma de preparación, frecuencia de consumo y cantidad de las porciones. Entre los criterios considerados en la evaluación, para cada ítem, estuvieron: claridad en la redacción, coherencia interna, inducción a la respuesta o sesgo, lenguaje adecuado con el nivel del informante y si el ítem mide lo que pretende. En aspectos generales se evaluó si el instrumento tiene instrucciones claras y precisas, si permite obtener los objetivos de la investigación y si los ítems estaban distribuidos en forma lógica y secuencial. Las valoraciones asignadas por los jueces consideraban 2 opciones de respuesta, Sí o No a cada criterio, para cada ítem.

Las valoraciones de los jueces se procesaron con la siguiente fórmula<sup>97</sup>, para determinar el coeficiente de V de Aiken:

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

S = la sumatoria de respuestas positivas, Sí

n = Número de jueces

c = Número de valores de la escala de valoración

Para el caso de este estudio, el número de valor de la escala de valoración fue 2, ya que se tenían 2 opciones de respuesta. Se tomó el promedio de los resultados para todos los ítems y se obtuvo un coeficiente de V de Aiken de 0,96; por lo que se determina que el instrumento está validado. Ver Apéndice D. Para los cálculos se utilizó el programa Excel 2013.

Una vez validado el instrumento, se realizó una prueba piloto del cuestionario a 30 personas con los mismos criterios de inclusión y exclusión de la muestra. Este piloto se realizó con el fin de determinar la confiabilidad del instrumento, para lo cual, se calculó el coeficiente de Alfa de Cronbach, obteniéndose como resultado 0,84. Siendo el resultado superior a 0,75, se determina la confiabilidad del cuestionario de frecuencia alimentaria<sup>90</sup>. Ver Apéndice E. Los resultados del piloto primero se registraron en el programa Excel 2013 y posteriormente se procesaron en el programa SPSS Statistics 25.

#### **3.4.1.2 Aplicación del instrumento.**

Previamente se solicitó al participante que lea y firme el Consentimiento informado en señal de que tenía conocimiento sobre el contenido del cuestionario y que aceptaba participar. Ver en Apéndice F, el modelo del consentimiento informado utilizado.

Se pidió a los participantes que responda marcando con una X, según su consumo de papa de cualquier variedad durante el último mes, de acuerdo a un listado de preparaciones culinarias donde normalmente está presente la papa. Se pidió que indiquen con qué frecuencia consumían papa y la cantidad aproximada de su consumo. Para que los participantes puedan estimar la porción consumida se utilizaron muestras de papas reales en tres tamaños: pequeña, mediana y grande; al igual que envases de papas industrializadas en hojuelas. Ver Apéndice G.

### **3.4.2 Concentración de cadmio en papa ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima.**

#### **3.4.2.1 Preparación de las muestras de papa.**

Las muestras de papa, de las variedades Yungay, Canchán, Amarilla, Amarilla Peruanita y Huayro fueron adquiridas en el GMLL, posteriormente fueron lavadas para retirar la tierra y evitar que interfiera en los resultados, se secaron y fueron puestas en bolsas de polietileno con su rótulo correspondiente para ser enviadas al laboratorio.

Las muestras se codificaron como sigue: papa Yungay M1, papa Yungay M2, papa Yungay M3, papa Canchán M4, papa Canchán M5, papa Canchán M6, papa Amarilla M7, papa Amarilla Peruanita M8, papa Huayro M9 y papa Huayro M10.

#### **3.4.2.2 Análisis de muestras.**

##### *3.4.2.2.1 Equipos.*

- Espectrómetro de absorción atómica con horno de grafito. AAS-GF<sup>98</sup>.  
Marca SHIMATZU  
Modelo: AA6800  
Analito: Cadmio  
Longitud de Onda: 228,8 nm
- Horno Mufla
- Placa caliente o Hot plate

##### *3.4.2.2.2 Tratamiento previo de la muestra.*

El estudio se realizó a la parte comestible de las muestras de papa y estas no se sometieron a cocción previa. De acuerdo a resultados de estudios que indican que la cocción tiene efecto limitado para reducir o incrementar las

concentraciones de cadmio se analizaron las muestras de papa crudas<sup>66, 67, 68</sup>. Además, se analizó solo la parte comestible de las muestras de papa, es decir sin cáscara, considerando lo indicado en estudios previos de análisis de cadmio en papa<sup>21,29,31</sup>.

Previo al análisis, se realizó un tratamiento de preconcentración a la muestra, que requirió la destrucción primaria de la materia orgánica, mediante calcinación y posterior proceso de digestión. Debido a la volatilidad del cadmio, en el proceso de calcinación se añadió un coadyuvante, nitrato de magnesio, para estabilizarlo<sup>98</sup>. Este tratamiento de preconcentración fue importante para permitir obtener resultados de cadmio en las muestras.

Como primer paso se pesó 10 g de muestra en un vaso de precipitados de 100 mL y se agregó 10 mL de solución de nitrato de magnesio (10% w/vol en etanol al 96%). Se calentó la solución en baño a vapor, se mezcló y evaporó el alcohol. Se completó el secado de la muestra en un horno tipo mufla durante 1 hora a 150 °C. Seguidamente, se calentó en una placa caliente o hot plate a 200 °C y se incrementó gradualmente la temperatura hasta que la materia orgánica estaba completamente calcinada. Se tuvo el cuidado de no exceder los 450 °C<sup>98</sup>.

Posteriormente, se colocó la muestra en un horno mufla, durante la noche, a 450 °C. Se retiró la muestra y se agregaron unas gotas de HNO<sub>3</sub>, y luego se secó completamente la muestra en una placa caliente. Si las cenizas que se formaron no eran de color blanco, se repitió el tratamiento con ácido nítrico y el secado en horno por 1 hora hasta obtener cenizas de color blanco. Para disolver las cenizas se agregaron 10 mL de una mezcla de ácidos: 200 mL HCl + 650 mL H<sub>2</sub>O + 150 mL HNO<sub>3</sub>. Se calentó para lograr la total digestión<sup>98</sup>.

Se adicionó a la muestra acetato de sodio al 40% w/vol en un matraz de 100 mL. Se dejó reposar por dos minutos y luego se añadió 10 mL de MIBK Metil Isobutil Cetona, se agitó vigorosamente por 30 segundos, protegiendo de la luz y se dejó que se separe en dos capas y se usó la capa Isobutil Cetona, de color amarillo<sup>98</sup>.

Se prepararon tres soluciones estándar según el procedimiento anterior y se añadió 0,1; 0,3 y 0,5 mL de estándar de cadmio. Se preparó la solución Blanco, procediendo igual que para la solución estándar excepto que sin el analito de cadmio<sup>98</sup>.

#### **3.4.2.2.3 Análisis.**

Se ajustó el equipo usando la solución Blanco. A continuación se determinó las absorbancias de las soluciones estándar y de la solución muestra. Se ploteó ambas absorbancias. Se extrapoló la curva uniendo los puntos del gráfico y se determinó la concentración de Cd en la muestra<sup>98</sup>. Los resultados se expresaron en partes por mil millones, ppb, que es equivalente a microgramos del metal por kilogramo de muestra ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) y se plasmaron en un Informe de Ensayo.

### **3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Como primer punto se analizaron las frecuencias de consumo y cantidades, de la lista de preparaciones culinarias presentadas en el cuestionario. Se preparó una tabla con el resumen de resultados. Los datos se registraron y procesaron en el programa Excel 2013.

#### **3.5.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro.**

Para el cálculo del consumo, previamente se hizo la conversión del peso de cocido a crudo mediante un factor de conversión (f.c.) como sigue<sup>95</sup>:

- f.c. para papa en general: 1,02
- f.c. para papa frita: 1,72
- f.c. para moraya: 0,35

La porción de consumo se multiplicó por el factor de conversión para obtener el peso de papa cruda. En el caso de la moraya se consideró el factor de conversión de papa seca.

Para determinar el consumo, para cada preparación culinaria se multiplicó la frecuencia del consumo mensual por la cantidad consumida, representada por la porción en gramos de papa cruda. Luego se sumaron los consumos para cada preparación culinaria, resultando en el consumo total de papa cruda mensual, en kilogramos, para cada participante. Finalmente se determinó la media de consumo mensual en kilogramos del total de los participantes y los percentiles 95 y 97. Además, se determinó la media, la desviación estándar y se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con 5% de margen de error, para determinar si los datos obtenidos de consumo mensual de papa siguen una distribución normal.

Se hizo una distribución de los participantes según género y se determinó las medias de consumo. Se elaboró una gráfica de estos resultados.

Para el análisis de datos, se distribuyó las edades de los participantes en 6 grupos: 18 – 24 años, 25 – 39 años, 40 – 49 años, 50 – 64 años, 65 – 74 años y 75 – 85 años. Se determinó la media de consumo en kilogramos para cada grupo de edad y se elaboró una tabla de distribución según grupo de edad con sus respectivas medias de consumo. Se elaboró un diagrama de cajas sobre el consumo según grupo de edad.

Para el lugar de nacimiento se distribuyó los departamentos del Perú en tres grupos, de acuerdo a la región geográfica correspondiente; costa, sierra y selva. Se consideró un cuarto grupo, extranjero.

Se determinó la media de consumo de papa según región geográfica de procedencia y se elaboró una tabla de frecuencia. Se elaboró un gráfico de barras del consumo de papa según región geográfica de nacimiento.

Los datos recolectados del cuestionario como lugar de residencia, lugar de procedencia, género, edad, frecuencia y cantidad de consumo de papa se registraron en el programa Excel 2013 y luego se trasladaron al programa IBM SPSS Statistics 25 para ser procesados.

### **3.5.2 Concentración de cadmio en papa ofrecida en el Mercado Mayorista de Lima.**

Se determinó la media del total de resultados de concentración de cadmio y por variedad de papa. Los valores de concentración de cadmio en las muestras de papa obtenidos se compararon con el nivel máximo establecido por el Codex Alimentarius para papas. Además, se determinó la desviación estándar del total de muestras.

Los resultados de concentración de cadmio obtenidos se registraron en el programa Excel 2013 y luego se exportaron al programa IBM SPSS Statistics 25 para ser procesados.



### **3.5.3 Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro y su contribución a la ingesta mensual tolerable provisional del cadmio.**

Se determinó mediante fórmula de Exposición dietética de contaminantes, utilizando como datos: el consumo de papa en kilogramos mensual, la concentración de Cd en papa en  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , y el peso corporal en kg.

$$\text{Exposición dietética} = \frac{\text{Concentración de cadmio en papa } (\mu\text{g}/\text{kg}) \times \text{Consumo de papa (kg)}}{\text{Peso corporal (kg)}}$$

La concentración de cadmio en la papa es el promedio de los resultados obtenidos de las 10 muestras de papa analizadas expresada en microgramos por kilogramo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

El consumo de papa es el consumo promedio mensual de cada participante, expresado en kilogramos; obtenido como resultado de la aplicación del cuestionario de frecuencia alimentaria.

Para determinar el peso corporal en kilogramo, se tomó como referencia la edad registrada por cada participante en el cuestionario de frecuencia alimentaria. Se halló su respectivo peso corporal, según la edad, de las medianas de peso, por sexo, del Informe técnico Estado nutricional de la población por etapas de vida; 2013-2014 del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición<sup>18</sup>.

Para cada consumo mensual individual de papa, se halló su respectivo peso corporal, y se conjugó con la concentración promedio de cadmio de las muestras de papa. Luego se calculó la exposición dietética mensual usando la fórmula anteriormente expuesta y posteriormente se determinó la media de los resultados.

Finalmente se determinó la contribución del consumo de papa a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio. Para ello se dividió la media de la

exposición dietética al Cd entre la Ingesta mensual tolerable provisional y multiplicó x 100. La IMTP es 25 µg/kg-p.c. y es el valor establecido por el Comité mixto de expertos en aditivos alimentarios de la FAO y la OMS<sup>5</sup>. El resultado se expresó en porcentaje y se evaluó según los criterios del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos que indica que un alimento contribuye en medida significativa a la exposición total a determinado contaminante si el resultado es mayor a 10 por ciento<sup>89</sup>. Es decir, si el resultado es mayor a 10%, significa que el consumo de papa de los habitantes de Lima Centro contribuye en medida significativa a la exposición total al cadmio.

Adicionalmente, para evaluar el riesgo en la exposición dietética o alimentaria al cadmio y su contribución a la IMTP, se consideró la concentración de cadmio en papa en dos escenarios:

- Escenario Optimista (EO), que considera la media de los resultados de concentración de cadmio y
- Escenario Pesimista (EP), que considera el límite superior de los resultados de concentración de cadmio.

Respecto al consumo de papa se evaluó considerando tres tipos de consumidores:

- Consumidor medio, correspondiente a la media del consumo,
- Gran consumidor P95, correspondiente al percentil 95 del consumo y
- Gran consumidor P97, correspondiente al percentil 97 del consumo.

Los percentiles se usan para representar a los consumidores de grandes porciones. El percentil 95 representa al 5% de los participantes con el consumo más alto y el percentil 97 representa al 3% de los participantes con el consumo más alto. De acuerdo a la FAO y la OMS<sup>99</sup>, para realizar una evaluación de la

exposición más refinada, se debe considerar individuos no promedio, como consumidores de grandes porciones del alimento, con el fin de no subestimar la exposición dietética alta a la sustancia química.

Se hizo una distribución de las contribuciones a la IMTP según género y grupo de edad. Se elaboró una tabla con los resultados.

Los datos se registraron y procesaron utilizando el programa Microsoft Excel 2013 y SPSS Statistics 25.



## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados del cuestionario de Frecuencia alimentaria

Se realizó el análisis de los resultados de 392 cuestionarios de frecuencia alimentaria y cantidad de consumo de papa, realizadas a personas entre 18 y 85 años de edad que habitan en los 15 distritos que constituyen Lima Centro.

De los resultados obtenidos se pudo observar que la forma más frecuente de consumo de papa de los habitantes de Lima Centro fue en guisos, con una frecuencia promedio de 11,58 veces al mes, seguido del consumo de papa en sopa con una frecuencia de 9,91 veces al mes. Mientras que como chuño o moraya se consumía en menor frecuencia, menos de 1 vez al mes. Ver Tabla 13.

También se pudo observar que el 54,23% de la población de Lima Centro indicó que no consume o consume menos de 1 vez al mes papas industrializadas. Mientras que el 40,1% de la población indicó que no consume o consume menos de 1 vez al mes papa en ensalada.

Respecto al consumo de chuño, moraya o tunta, sólo el 5,6% de las personas respondió que lo consumía por lo menos 1 vez al mes. De este grupo el 72,3% son personas nacidas en la sierra.

En cuanto a la porción de la población que cuando consume papa, la consume 3 veces al día, se pudo observar que el 0,77% de la población lo hacía cuando consumía sopa, puré de papas, Causa, Papa rellena o cualquier tipo de guiso; sólo el 0,5% consumía papa 3 veces al día cuando consume Papa a la huancaína u Ocopa.

Tabla 13.  
*Frecuencia de consumo de papa por tipo de preparación*

Tipo de preparación con papa como ingrediente	Frecuencia promedio de consumo mensual # veces
<p style="text-align: center;">Guiso.</p> <p>Ejem: estofado, seco, picante de carne, caucau, carapulcra</p>	11,58
<p style="text-align: center;">Sopa</p> <p>Ejem: sopa de pollo, sopa de verduras, sopa de fideos.</p>	9,91
<p style="text-align: center;">Guarnición o acompañamiento.</p> <p>Ejem: en Ají de gallina, con salsa a la huancaína, con ocopa.</p>	4,27
<p style="text-align: center;">Papas fritas.</p> <p>Ejem: en pollo a la brasa, en saltado, salchipapas.</p>	4,08
<p style="text-align: center;">Puré de papas</p>	3,08
<p style="text-align: center;">Ensalada</p> <p>Ejem.: ensalada de papa, ensalada rusa.</p>	2,99
<p style="text-align: center;">Papa rellena / causa / pastel de papa</p>	2,01
<p style="text-align: center;">Papas industrializadas (snacks)</p>	1,53
<p style="text-align: center;">Moraya / Tunta (chuño)</p> <p>Ejem: en sopas, caldo de cabeza, patasca, guisos.</p>	0,30

#### 4.1.1 Consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro.

De acuerdo a los resultados de los 392 cuestionarios resueltos, la media del consumo mensual de papa de los habitantes de Lima Centro fue de 5,44 kg, estando el percentil 95 y 97 en 13,67 kg y 14,82 kg de papa respectivamente, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14.

*Estadísticos descriptivos del consumo mensual de papa en kilogramos*

N	Media	Mediana	Desviación Estándar	Percentil 95 P95	Percentil 97 P97
Kg					
392	5,44	4,79	3,82	13,67	14,82

Para determinar si el consumo mensual de papa sigue una distribución normal, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, donde se obtuvo un  $p < 0,05$ , por lo que se concluye que no tiene una distribución normal, como se puede ver en la Tabla 15.

Tabla 15.

*Prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar si el consumo mensual de papa sigue una distribución normal*

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de consumo es normal con la media 5,44 y la desviación estándar 3,82	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

<sup>1</sup>Lilliefors corregida

#### 4.1.2 Consumo mensual de papa según género.

Comparando las medias de los consumos mensuales de papa entre el género femenino y masculino, se obtuvo para el género masculino un mayor consumo con 6,38 kg mensuales, así como un mayor porcentaje de participantes, 53,6%. Ver Tabla 16.

Tabla 16.  
*Consumo medio de papa y distribución de la frecuencia según género*

Género	Frecuencia	Porcentaje	Media Consumo mensual (kg)
femenino	182	46,4%	4,36
masculino	210	53,6%	6,38
Total	392	100,0%	

#### 4.1.3 Consumo mensual de papa y distribución según edad.

Se distribuyó a los participantes según su edad en 6 grupos. Se pudo observar, como se muestra en la Tabla 17, el grupo de edad más numeroso fue el Grupo  $\mu$ - 39 años con 121 participantes, mientras el Grupo 75 y 85 años sólo tuvo 11 participantes. Se observó además, que el grupo de edad entre 65 y 74 años es el que más consume papa, con una media de 6,51 kg mensual, seguido del grupo entre 18 y 24 años con 6,45 kg mensual. El grupo que menos consume es el grupo entre 50 y 64 años, con un consumo medio de 5,04 kg mensual.

Respecto a la distribución de los resultados, como se puede observar en la Figura 9, el Grupo 65 – 74 años presenta una mayor dispersión de datos. El Grupo 50-64 años presenta 5 datos extremos atípicos por encima de la media, estando en este grupo el dato más alto, cercano a los 25kg mensuales de consumo de papa.

Tabla 17.

Medias de consumo mensual de papa según grupo de edad (kg)

Grupo de edad	N	Porcentaje	Media (kg)
18 -24 años	72	18,4%	6,45
25 – 39 años	121	30,9%	5,18
40 – 49 años	102	26,0%	5,06
50 – 64 años	63	16,1%	5,04
65 – 74 años	23	5,9%	6,51
75 – 85 años	11	2,8%	5,21
Total	392	100%	

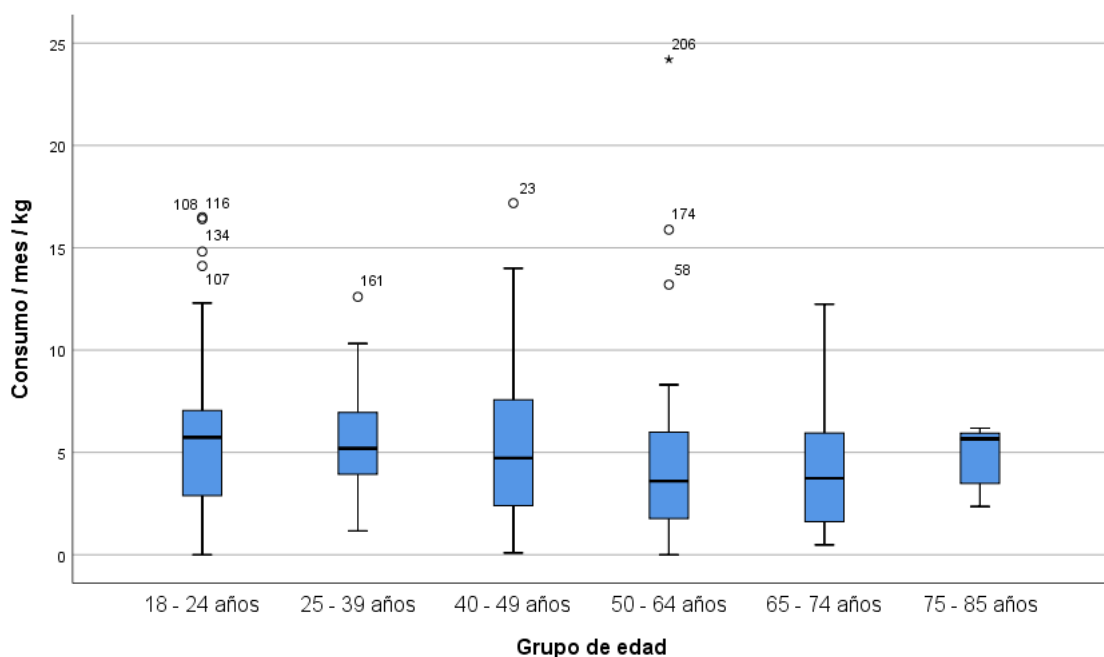


Figura 9. Diagrama de cajas de la distribución de consumo mensual de papa por grupo de edad

#### 4.1.4 Consumo mensual de papa y distribución según región geográfica de nacimiento.

Se ordenaron los resultados según la región geográfica de nacimiento: Costa, Sierra y Selva y consideró un grupo Extranjero. El mayor porcentaje lo constituyen las personas nacidas en la región Costa. Ver Tabla 18.



Tabla 18.  
Distribución de la frecuencia según la región de nacimiento

Región	N	Porcentaje	Acumulado
Costa	296	75,51	75,51%
Sierra	56	14,29	89,80%
Extranjero	24	6,12	95,92%
Selva	16	4,08	100,00%
Total	392	100,00	

En la figura 10 se puede observar la frecuencia de las medias de consumo mensual en kilogramos de papa en relación al lugar de nacimiento, siendo el grupo Extranjero el de mayor consumo con 5,78 kg/mes, seguido cercanamente por el grupo Sierra, mientras que el grupo Selva es el de menor consumo con 4,69 kg/mes.

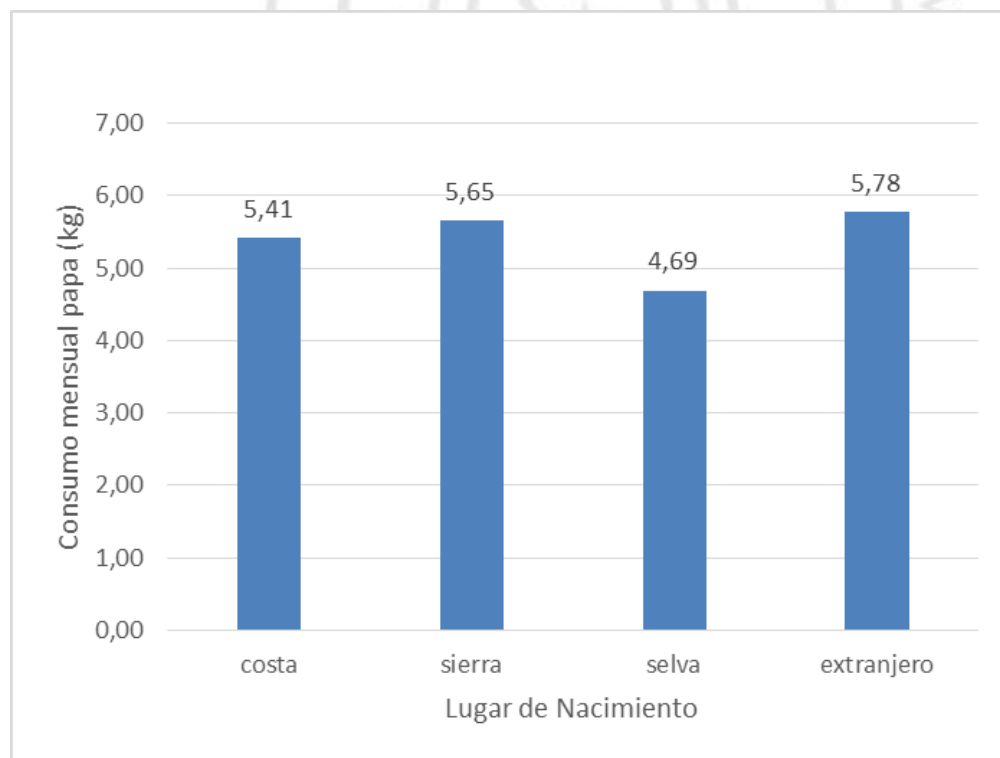


Figura 10. Medias de consumo mensual en kg según la región geográfica de nacimiento

## 4.2 Concentración de cadmio en papa ofrecida en el Gran Mercado Mayorista de Lima

Los resultados de concentración de cadmio en las 10 muestras de papa, de las variedades Yungay, Canchán, Amarilla, y Huayro, se pueden observar en la Tabla 19. La media de concentración de cadmio obtenida para las papas muestreadas es de  $0,0039 \pm 0,0008$  mg/kg. La muestra M4 fue la que obtuvo menor concentración, 0,00266 mg/kg, mientras que la muestra M5 obtuvo la mayor concentración de cadmio, 0,00482 mg/kg. Ambas muestras son de la variedad Canchán. Ninguna de las muestra se encontró por encima del límite máximo permitido según el Codex Alimentarius.

Tabla 19.  
Contenido de Cd en las muestras de papa y comparación con el límite máximo permitido según el Codex Alimentarius para papas

# Muestra	Variedad de papa	Resultados (b.s.)		Medias	Nivel máximo permitido según Codex Alimentarius*
		ppb (ug/kg)	ppm (mg/kg)		
M1	Yungay	4.08	0.00408		
M2	Yungay	4.20	0.00420	Yungay (n=3)	
M3	Yungay	4.28	0.00428		
M4	Canchán	2.66	0.00266		
M5	Canchán	4.82	0.00482	Canchán (n=3)	0.1
M6	Canchán	3.92	0.00392		
M7	Amarilla	4.58	0.00458		
M8	Amarilla			Amarilla (n=2)	0.0039
M8	Peruanita	3.28	0.00328		
M9	Huayro	2.72	0.00272		
M10	Huayro	4.63	0.00463	Huayro (n=2)	0.0037
Promedio		3,92 ug/kg		Total (n=10)	$0,0039 \pm 0,0008$ mg/kg

b.s. : base seca

\* CODEX STAN 193-1995. Norma general para los contaminantes y las toxinas en los alimentos y piensos.

#### **4.3 Exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro y su contribución a la Ingesta mensual tolerable provisional de cadmio**

La exposición dietética mensual al cadmio para los habitantes de Lima Centro a través del consumo de papa tiene una media de  $0,33 \pm 0,24 \mu\text{g}/\text{k-p.c.}$ . Se determinó la contribución del consumo de papa a la ingesta mensual tolerable provisional de  $25 \mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$ , obteniéndose una media de  $1,33\% \pm 0,95\%$ .

Para evaluar el riesgo en la exposición dietética al cadmio y su contribución a la IMTP se realizó un análisis más refinado determinando como influye la concentración de cadmio y el consumo de papa. Se evaluó la concentración de papa en dos escenarios, Escenario Optimista (EO) y Escenario Pesimista (EP). Respecto al consumo de papa se evaluó para Consumidor medio, Gran consumidor percentil 95 y Gran consumidor percentil 97. Se pudo determinar que en un escenario pesimista, con el resultado de concentración de cadmio más alto,  $4,82 \mu\text{g}/\text{kg}$  y con un consumo de papa mensual de percentil 97, Gran consumidor P97, se obtuvo una contribución de  $4,4\%$  de la IMTP, siendo más de 3 veces el valor de la contribución respecto a un Escenario Optimista con Consumidor medio y una concentración media de cadmio en papa donde se obtuvo  $1,3\%$ . Ver Tabla 20.

Tabla 20.  
Evaluación del riesgo de exposición al cadmio

Concentración de Cd en papa		Consumo mensual de papa			
µg/kg		Kg			
Media	LS	Media	P95	P97	
3,92	4,82	5,44	13,67	14,82	

Exposición dietética al Cadmio en µg/kg-p.c.					
Consumidor medio		Gran consumidor P95		Gran consumidor P97	
Eo	Ep	Eo	Ep	Eo	Ep
0,33	0,41	0,83	1,02	0,90	1,10

Contribución a la IMTP (25 µg/kg-p.c.)					
Consumidor medio		Gran consumidor P95		Gran consumidor P97	
Eo	Ep	Eo	Ep	Eo	Ep
1,3%	1,6%	3,3%	4,1%	3,6%	4,4%

LS: Límite superior de los resultados  
P95 y P97: percentil 95 y percentil 97  
Eo: escenario optimista  
Ep: escenario pesimista

Se determinó la contribución de la papa a la IMTP según género y grupo de edad, obteniendo para el grupo de edad entre 50 - 64 años del género femenino 0,95%, siendo el valor más bajo. Para el grupo de edad entre 18 – 24 años del género masculino se obtuvo una contribución de 1,96%, siendo el resultado más alto entre los grupos de edades. Ver Tabla 21.

Tabla 21.

*Comparación de la contribución de la papa a la IMTP según grupo de edad y género*

Grupo de edades	Contribución al IMTP* 25 µg/kgp.c.	
	Género	
	Femenino	Masculino
Entre 18 - 24 años	1,35%	1,96%
Entre 25 - 39 años	1,12%	1,41%
Entre 40 - 49 años	1,02%	1,37%
Entre 50 - 64 años	0,95%	1,34%
Entre 65 - 74 años	1,61%	1,63%
Entre 75 - 85 años	1,40%	1,37%
Total	1,24%	1,51%

\* Ingesta mensual tolerable establecida por el JECFA

#### 4.4 Resultados de la contrastación de hipótesis

##### 4.4.1 Hipótesis General.

La contribución del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) a la Ingesta mensual tolerable provisional de cadmio en los habitantes de Lima Centro es significativa, superando el diez por ciento.

Ho: La contribución de la papa a la Ingesta mensual tolerable provisional no es significativa.

Hi: La contribución de la papa a la Ingesta mensual tolerable provisional es significativa.

Según los criterios del Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos, un alimento contribuye en medida significativa a la exposición total al contaminante si el resultado de su contribución es mayor a 10 por ciento. De acuerdo a la comparación de los resultados de la exposición dietética, 0,33 µg/kg-p.c., con la IMTP de 25 µg/kg-p.c., se determina que el consumo de papa contribuye en un 1,33%. Como  $1,33\% < 10\%$ , se rechaza la hipótesis nula, lo

que indica que el consumo de papa de los habitantes de Lima Centro no contribuye en medida significativa a la exposición total al cadmio.

#### **4.4.2 Hipótesis Específicas.**

**Hipótesis Específica 1.-** La exposición dietética mensual al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro en microgramos por kilogramo de peso corporal entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 es superior a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.

Ho: la exposición dietética al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro en microgramos por kilogramo de peso corporal entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 no es superior a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.

H1: la exposición dietética al cadmio a través del consumo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los habitantes de Lima Centro en microgramos por kilogramo de peso corporal entre setiembre del 2020 y mayo del 2021 es superior a la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio.

La exposición dietética al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro obtenida es 0,33  $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$  y se encuentra por debajo de la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio de 25  $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$  Por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis específica 1.

**Hipótesis Específica 2.-** Existen diferencias significativas en el consumo promedio de papa (*Solanum tuberosum* L.) según género, edad y región geográfica de nacimiento.

Ho: no existen diferencias significativas en el consumo de papa según género, edad y región geográfica de nacimiento.

H1: existen diferencias significativas en el consumo de papa según género, edad y región geográfica de nacimiento.

Se determinó que existen diferencias en el consumo según género. El género masculino consumió más cantidad de papa que el género femenino, 6,38 kg versus 4,36 kg mensuales.

Para determinar si existen diferencias significativa entre las medias de consumo de papa según edad, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis que determinó que no existen diferencias significativas en el consumo de papa en los 6 grupos de edad, ya que se obtuvo un  $p = 0,103$  ( $p > 0,05$ ). Ver Tabla 22.

Tabla 22.

*Prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias en el consumo mensual de papa según edad*

Estadísticos de la prueba <sup>a, b</sup>	
	Consumo mensual
H de Kruskal-Wallis	9,16
Gl	5
Sig. Asintótica	0,103

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: grupo edad

Para determinar si existen diferencias significativas en el consumo según la región geográfica de nacimiento, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis resultando un  $p > 0,05$  ( $p=0,88$ ), por lo que se concluye que no existen diferencias significativas en el consumo de papa según la región geográfica de nacimiento. Ver Tabla 23.

Tabla 23. Prueba de  
Kruskal-Wallis para determinar diferencias en el consumo mensual de papa según la  
región geográfica de nacimiento

Estadísticos de la prueba <sup>a, b</sup>	
	Consumo mensual
H de Kruskal-Wallis	0,67
Gl	3
Sig. Asintótica	0,88

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Región de Nacimiento

**Hipótesis Específica 3.-** La hipótesis específica 3 indica lo siguiente:

La concentración de cadmio en papa (*Solanum tuberosum* L.) ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima es superior al nivel máximo establecido por el Codex Alimentarius.

Ho: La concentración de cadmio en papa (*Solanum tuberosum* L.) ofrecida en el Gran Mercado Mayorista de Lima no es superior al nivel máximo establecido por Codex Alimentarius.

H1: La concentración de cadmio en papa (*Solanum tuberosum* L.) ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima es superior al nivel máximo establecido por Codex Alimentarius.

Se obtuvo un resultado de concentración de cadmio en papa de 0,0039 mg/kg inferior a 0,1 mg/kg, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis específica 3. La concentración de cadmio en papa (*Solanum tuberosum* L.) ofertada en el Gran Mercado Mayorista de Lima no es superior al nivel máximo establecido por Codex Alimentarius.



## CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La exposición a un contaminante a través del consumo de un alimento depende de dos variables, la concentración de cadmio en el alimento y la cantidad que se consume del alimento. En la presente investigación se tiene como resultado una concentración media de cadmio en papa de 0,0039 mg/kg, inferior al nivel máximo de cadmio según el Codex Alimentarius<sup>6</sup> de 0,1 mg/kg, lo que indica que su consumo no debería representar un riesgo para la salud de la población de Lima Centro.

El consumo medio de papa de los habitantes de Lima Centro resultante es 5,44 kg mensuales, que corresponde a un consumo anual de 65,28 kg. Comparando estos datos con el consumo per cápita nacional estimado por el Ministerio de Agricultura y Riego<sup>7</sup> para el 2021, de 94 kg, vemos que sólo representa al 69,4% de este consumo. Debemos considerar que esta estimación es nacional y no sólo de Lima Metropolitana o Lima Centro, a donde pertenece la población en estudio.

Por otra parte, al comparar el resultado obtenido del consumo de papa con el consumo per cápita, estamos comparando datos determinados por métodos diferentes. El método usado por el MINAGRI es un método basado en poblaciones, mientras que el método usado en la presente investigación es un método basado en individuos mediante la aplicación de un Cuestionario de Frecuencia Alimentaria. Los métodos basados en poblaciones reflejan la disponibilidad de alimentos más que el consumo de estos, por lo que el volumen estimado suele ser mayor que el volumen calculado por otros métodos<sup>17, 81</sup>.

La exposición dietética mensual al cadmio obtenida es  $0,33 \pm 0,24 \mu\text{g/kg-p.c.}$ , contribuyendo en 1,33% de la Ingesta mensual tolerable provisional de Cd.

La exposición dietética resultó ser menor a la Ingesta mensual tolerable provisional de 25  $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$  Debido a que la exposición dietética al cadmio a través del consumo de papa es directamente proporcional a la concentración de Cd en el alimento y al consumo de papa, al haber obtenido ambos resultados por debajo de lo esperado, se obtuvo un resultado de exposición dietética que corresponde a sólo 1,33% de la IMTP de Cd. Esta contribución resultó menor a 10%, por lo que la ingesta de Cd a través del consumo de papa no es significativa y no representa riesgo para la salud de los habitantes de Lima Centro.

Haciendo una comparación de los resultados de concentración de cadmio, en papa obtenidos con otros estudios realizados en Perú, vemos que Borda y Lahura<sup>20</sup> obtuvieron resultado de concentración de cadmio de 0,036 ng/g en papa negra, aproximadamente 10 veces superiores a los resultados obtenidos en este estudio. El método usado para determinar cadmio fue el de ICP-MS. Usando el mismo método, López y colaboradores<sup>21</sup> obtuvieron resultados superiores a este estudio, 0,0072 – 0,0282 mg/kg. En este caso las características de las muestras son similares, como es el tipo de papa de variedades Canchán, Huayro y Amarilla y también fueron adquiridas en el Mercado de Santa Anita.

Los estudios peruanos como los de Luna y Rodríguez<sup>8</sup>, Camas y Valqui<sup>9</sup>, Balbin y Estacio<sup>10</sup> y Regalado y Peláez<sup>21</sup> reportan resultados de cadmio en papa superiores, 0,31 mg/kg; 0,00-0,44 mg/kg; 0,04-0,20 mg/kg y 0,42 mg/kg, respectivamente; sin embargo estos estudios se realizaron en zonas mineras, con riesgo de contaminación por metales como cadmio. Por otro lado, Rodríguez<sup>23</sup>, obtuvo resultados bajos:  $0,000208 \pm 0,00018 \mu\text{g}/\text{kg}$ , siendo el método de análisis usado el mismo que en el presente estudio.

Cómo se puede observar, los resultados obtenidos en diferentes estudios en Perú muestran resultados distintos, donde las diferencias pueden deberse a diversos factores como son, la variedad de papa, la calidad del suelo, el pH y concentración de otros minerales como Zn, metodología de análisis, tanto en la preparación de la muestra como en la determinación de la concentración de cadmio<sup>69, 3, 70</sup>. Se debe considerar además, que al Gran Mercado Mayorista de Lima ingresan diariamente papa de las distintas regiones productoras del Perú, incrementando la variabilidad en las características de la papa<sup>41</sup>.

Comparando con otros estudios del extranjero, vemos que los resultados de concentración de cadmio en papa obtenidos por Maldonado<sup>24</sup>, en Ecuador, 0,0034 a 0,0021 mg/kg, se encuentran más cercanos a los resultados del presente estudio, mientras que en el estudio de Moreno y colaboradores<sup>25</sup> en Colombia, tiene como resultado 0,21 – 0,44 mg/kg de cadmio, que son superiores. El método utilizado por Maldonado fue Espectrometría de absorción atómica con horno de grafito y el método utilizado por Moreno y colaboradores fue Voltametría de onda cuadrada.

Se determinó que el consumo de papa contribuye en un 1,33% a la IMTP del cadmio, siendo no significativa. Sin embargo, el riesgo va a depender de la concentración de Cd en la papa y de la cantidad de su consumo, es decir, personas que consumen papa con una concentración mayor de cadmio o personas con un consumo de papa mayor a la media estarían en un mayor riesgo.

En la evaluación del riesgo se determinó que en un escenario pesimista, con el resultado de concentración de cadmio más alto y con un consumo de papa mensual de percentil 97, se obtuvo una contribución de 4,4% a la IMTP,

correspondiente a más de 3 veces el resultado obtenido inicial. Si bien este resultado no llega a superar el 10%, indica que en otras circunstancias de consumo de papa y/o concentración de Cd en papa, el riesgo podría ser mayor. Estos resultados son consistente a los obtenidos por Marín<sup>29</sup> en España, quién determinó que para escenarios menos favorables la contribución a la ingesta semanal tolerable era mayor.

El estudio de Gonzales<sup>31</sup> en España, el cual determinó la contribución de papas a la Ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de cadmio, los resultados indicaron, para Hombre de 65-75 años una contribución de 2,715% y en mujeres entre 18–24 años, una contribución de 2,462%. Estos resultados fueron los más altos para adultos mayores de 18 años. Considerando que la IST y la IMTP son equivalentes (la primera se expresa en forma semanal y la segunda en forma mensual), en el presente estudio se obtuvo una contribución a la IMTP de 1,63% para el Género masculino entre 65-74 años, mientras que para el Género Femenino entre 18-24 años, 1,35%, siendo ambos resultados por lo menos la mitad de los obtenido por Gonzales.

En el presente estudio, la mayor contribución se encontró en el grupo Género masculino entre 18-24 años con 1,96%. Los resultados superiores obtenidos por Gonzales<sup>31</sup> se pueden deber a que los resultados de Cd en papa fueron superiores a los obtenidos en el presente estudio, considerando que exposición al cadmio es directamente proporcional a la concentración de Cd en el alimento.

La evaluación de la exposición al cadmio segmentando por grupo de edad permite evaluar el riesgo en una forma más refinada. Ante una exposición al cadmio hay diversos factores que determinan la probabilidad de ocurrencia de

efectos adversos a la salud como son, la cantidad del cadmio, la duración de la exposición, y además, de la edad<sup>1</sup>. En el presente estudio, las diferencias obtenidas entre grupos de edad, se debe básicamente a la cantidad consumida. Tanto Eriksen<sup>27</sup>, Marín<sup>29</sup>, EFSA<sup>3</sup> y Ojeda<sup>32</sup> determinaron la contribución de la papa a la ingesta total del cadmio, es decir evaluaron la dieta total y cuanto contribuye cada alimento o grupo de alimentos a la ingesta total del cadmio, obteniendo que la papa contribuye en un 23%; 18%-41%; 13,2% y 26,1% respectivamente. En el presente estudio sólo se evaluó la exposición o ingesta de cadmio a través del consumo de papa y se comparó con la IMTP del cadmio obteniendo 1,33%.

Algunos autores<sup>86, 87</sup> indican que pueden utilizarse modelos de alimentos para que los encuestados seleccionen el tamaño de su propia porción. En el presente estudio se presentaron muestras del alimento, papa, en diferentes tamaños o porciones, papa grande, papa mediana y papa pequeña, durante la aplicación del cuestionario de frecuencia alimentaria que permitió una rápida identificación de la porción consumida por parte de los participantes.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- El consumo de papa no contribuye en medida significativa a la exposición total al cadmio. Su contribución a la Ingesta mensual tolerable provisional de cadmio es 1,33%, por lo que su consumo no representa riesgo para la salud de la población de Lima Centro.
- La exposición dietética al cadmio a través del consumo de papa en los habitantes de Lima Centro es 0,33  $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$  y se encuentra por debajo de la ingesta mensual tolerable provisional de cadmio de 25  $\mu\text{g}/\text{kg-p.c.}$  establecida por el Comité mixto de expertos en aditivos alimentarios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud.
- No existen diferencias significativas en el consumo de papa de los habitantes de Lima Centro según edad, ni región geográfica de nacimiento, pero sí existen diferencias según el género. El género masculino consume una mayor cantidad de papa que el género femenino.
- El consumo medio de papa de los habitantes de Lima Centro es 5,44 kg mensuales.
- Las muestras de papa analizadas presentan una concentración media de cadmio de  $0,00392 \pm 0,0008$  mg/kg, inferior al nivel máximo para papas establecido por el Codex Alimentarius de 0,1 mg/kg.

### 6.2 Recomendaciones

- Para la determinación de cadmio, se recomienda realizar una preconcentración de la muestra previa al análisis, debido a que el elemento cadmio está presente a concentraciones bajas en alimentos

como la papa y se podrían obtener resultados por debajo de los límites de detección.

- Realizar estudios de evaluación de la exposición al cadmio para una Dieta Total en la población peruana.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry-ATSDR. Toxicological Profile for Cadmium. U.S. Department of health and human; 2012.
2. European Food Safety Authority - EFSA. Cadmium in food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal*. 2009;(980): p. 1-139.
3. European Foods Safaty Authority - EFSA. Cadmium dietary exposure in the European population. *Scientific report*. EFSA; 2012.
4. Díaz D. *Concentración de cadmio en sangre en una población laboral*. [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]; 2014.
5. Joint FAO/WHO expert committee on food additives - JECFA. 73° meeting. 2010.
6. FAO / OMS. Norma general para los contaminantes y las toxinas en los alimentos y piensos. CODEX STAN 193-1995. ; 2019.
7. Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI. Análisis de mercado. Papa 2020. , Sierra y Selva exportadora. Unidad de inteligencia comercial; 2020.
8. Luna R, Rodriguez V. *Determinación de las concentraciones de cadmio y plomo en papa (Solanum tuberosum) cosechada en las cuencas de los ríos Mashcón y Chonta – Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica]; 2016.
9. Camas Soplin , Valqui Reina X. *Evaluación de la concentración de cadmio en áreas de cultivo de papa (Solanum Tuberosum sp.) de la localidad de Cohechán, distrito de Conila, Provincia de Luya, Departamento de Amazonas - 2016*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas]; 2016.
10. Balbin Venturo , Estacio Soria AE. *Determinación de las concentraciones de Plomo y Cadmio en papas (Solanum tuberosum) cultivadas en los terrenos ribereños del Río Santa - Ancash*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]; 2013.
11. Organización de la Naciones Unidas. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago.; 2018. Report No.: (LC/G.2681-P/Rev.3).



12. Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2020 - Nacional y Departamental-ENDES. Lima: INEI; 2021.
13. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. El 12,1% de la población menor de cinco años de edad del país sufrió desnutrición crónica en el año 2020. Nota de Prensa N°053. ; 19 de abril 2021.
14. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN. Estado nutricional en adultos de 18 a 59 años, Perú: 2017-2018. Informe Técnico de la Vigilancia Alimentaria Nutricional por Etapas de Vida: Adultos. Informe Técnico. Lima: Instituto Nacional de Salud.
15. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN. Estado nutricional de los adolescentes de 12 a 17 años y adultos mayores de 60 años a más; VIANEV, 2017 – 2018. Informe Técnico. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2019.
16. Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. SENASA. Plan Anual de Monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos para el año 2021. Lima; 2021.
17. Comité mixto de expertos en aditivos alimentarios de la FAO/WHO - JECFA. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Environmental Health Criteria, No 240. In. Geneva: WHO; 2009.
18. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición-CENAN. Estado nutricional en la población por etapas de vida; 2013-2014. Instituto Nacional de Salud; 2015.
19. Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. Una mirada a Lima Metropolitana. In. Lima; 2014.
20. Borda B, Lahura N. Incidencia de los metales pesados, en la calidad de la papa negra "Solanum Tuberosum" proveniente de la provincia de Tarma, Junín, Perú. *Cátedra Villarreal*. 2021 Enero-Junio; 9(1).
21. López L, García M, Madueño F, Bautista N, Martín G, Olórtegui D. Metales pesados en tres variedades de Solanum tuberosum L. (papa) expendidos en el mercado mayorista de Santa Anita (Lima-Perú). *Ciencia e Investigación*. 2020; 23(1).

22. Regalado F, Pelaez F. Determinación de contaminantes químicos en alimentos cultivados procedentes de la minería en Shiracmaca Huamachuco - La Libertad 2012-2013. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2019; 15(2): p. 27-40.
23. Rodríguez J. *Evaluación del contenido de minerales tóxicos en zanahoria (Daucus carota) y tres variedades de papa (Solanum tuberosum) del Valle del Mantaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]; 2018.
24. Maldonado Llumiquinga R. *Determinación de metales pesados y pérdidas poscosecha en papa (Solanum tuberosum) y tomate de árbol (Solanum betaceum)*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]; 2019.
25. Sanderson DV, MV, NB. Bioaccumulation of cadmium in potato tuber grown on naturally high levels cadmium soils in Jamaica. *Science of The Total Environment*. 2019 June 15; 669.
26. Moreno Y, García J, Chaparro S. Cuantificación voltamétrica de plomo y cadmio en papa fresca. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 2016 Enero-junio; 19(1): p. 97-104.
27. Eriksen KT, Halkjær , Meliker JR, McElroy JA, Sørensen M, Tjønneland A, et al. Dietary cadmium intake and risk of prostate. *BMC Cancer*. 2015; 15: p. 177.
28. OPS/OMS, INCAP, PNUD, PNUMA y FAO. El Estudio de Dieta Total de Panamá 2013. EDPAN 2013. Panamá; 2015.
29. Marin S. *Estudios de la dieta total. Exposición de la población de la comunitat valenciana y evaluación del riesgo* [Tesis doctoral, Universidad de Valencia. Facultad de Farmacia]; 2014.
30. Igwegbe AO, Agukwe CH, Negbenebor CA. A Survey of Heavy Metal (Lead, Cadmium and Copper) Contents of Selected Fruit and Vegetable Crops from Borno State of Nigeria. *International Journal of Engineering and Science*. 2013 enero; 2.
31. Gonzalez GL. *Metales esenciales y tóxicos en papas antiguas, papas importadas y otros tubérculos comercializados en la isla de Tenerife. Evaluación toxicológica*. [Tesis doctoral, Universidad de la Laguna]; 2013.

32. Ojeda Provoste EA. *Estudio de Dieta Total. Estimación de la ingesta de cadmio en la población de la ciudad de Valdivia, Chile*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]; 2008.
33. Food and Agriculture Organization - FAO. El Año internacional de la papa. [Online].; 2008 [cited 2020. Available from: <http://www.fao.org/potato-2008/es/index.html>].
34. Centro internacional de la papa - CIP. Datos y cifras de la papa. [Online]. Available from: <https://cipotato.org/es/lapapa/dato-y-cifras-de-la-papa/>.
35. Spooner DM. *Solanum tuberosum (potato)*. Encyclopedia of Genetics. 2013; 6(2nd Edition): p. 481-483.
36. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. *Sistematización de la experiencia de los subproyectos de papa financiados por el programa nacional de innovación agraria*. Lima.; 2019.
37. Fonseca C, Rodriguez F, Ordinola M, Muñoz L. *Catálogo de variedades de papa nativa con potencial para la seguridad alimentaria y nutricional de Apurímac y Huancavelica*. Centro Internacional de la Papa (CIP); 2014.
38. Ministerio de Agricultura y Riego; Grupo Yanapa; Instituto Nacional de Investigación Agraria. *Catálogo de variedades de papa nativa del sureste del departamento de Junín*. Lima: Perú Centro Internacional de la Papa (CIP); 2017.
39. Egúsqüiza R. *Cultivo de la papa en Ancash*. Comité Multisectorial de la papa 2008; 2008.
40. Ordinola M, Devaux A, Manrique K, Fonseca C. Generando innovaciones para el desarrollo competitivo de la papa en el Perú. En. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP); 2009.
41. Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. *Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana*. Boletín. , Lima; 2017.
42. Paredes H, Fort R. En los márgenes del boom agroexportador; articulación de los pequeños productores alas cadenas de valor globales. In Fort R, Varece M, De los Ríos C, editors. Perú: El problemas agrario en debate. Lima: SEPIA; 2018.

43. Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA. Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para el cultivo de papa. ; 2017.
44. Ministerio del Ambiente. Elaboración de mapas de distribución y estudio socioeconómico de la diversidad genética de la papa. Dirección General de Diversidad Biológica; 2014.
45. Egúsqiza R. *La papa. Producción, Transformación y Comercialización Lima*; 2000.
46. Ministerio del Ambiente. Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad Lima; 2019.
47. Norma Técnica Peruana NTP: 011.119:2016. Papa y sus derivados. Papa. Definiciones y requisitos. INACAL.
48. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería. Producción. Papa. 2019. [Online]. [citado 18 nov 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.
49. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. FAOSTAT. Balances Alimentarios 2018. [Online]. [citado 23 nov 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data>.
50. Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. Plan Nacional de Cultivos. Campaña Agrícola 2018-2019. ; 2017.
51. Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. Plan nacional de cultivos. Campaña agrícola 2019-2020. ; 2019.
52. Triveño G, Ordinola M, Samanamud K, Fonseca C, Manrique K, Quevedo M. Buenas prácticas para el desarrollo de la cadena productiva de la papa: Experiencias con el proyecto INCOPA en el Perú Centro Internacional de la Papa , editor. Lima; 2011.
53. Escobal J, Armas C. De La Parada al Mercado Mayorista de Santa Anita: efectos sobre los márgenes, competitividad y eficiencia de la cadena de producción y comercialización de la papa. In Perú: El problema agrario en debate. Lima: SEPIA; 2018.

54. Ordinola M, Fonseca C, Bellido F. Enfoque de cadenas para la valorización de la biodiversidad: el caso de las papas nativas. In Perú: El problema agrario en debate. Lima: SEPIA; 2018.
55. Bernet T, Thiele G, Zschocke T, López G, Velasco C, Devaux A. Enfoque Participativo en Cadenas Productivas (EPCP). Manual del usuario Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP) - Papa Andina; 2010.
56. Shimizu T, Scott GJ. Los supermercados y cambios en la cadena productiva para la papa en el Perú. *Revista Latinoamericana de la papa*. 2014; 18(1).
57. Vargas L. *Análisis de la competitividad del sector agroindustrial de la fécula de papa en el mercado local (2001-2010)*. [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]; 2013.
58. Proexpansión. Cambios del sector papa en el Perú en la última década: Los aportes del proyecto Innovación y Competitividad de la Papa (INCOPA) Lima: Centro Internacional de la Papa; 2011.
59. Devaux A, Andrade-Piedra J, Ordinola M, Velasco C, Hareau G. La papa y la seguridad alimentaria en la región andina: Situación actual y desafíos para la innovación. Lima: Centro Internacional de la Papa; 2011.
60. Maldonado L, Ordinola M, Hareau G, Fonseca C, Suarez V, Astete L, et al. Vínculos entre agricultura y nutrición: Un modelo para analizar sistemas productivos basados en papa en zonas rurales del Perú. Memorias. Congreso de la ALAP. Papa, Alimento Ayer, Hoy y Siempre. Bogota (Colombia) 28 st-02 octubre. Bogota.
61. Instituto Nacional de Salud-INS. Nutricionistas recomiendan consumo de la papa por su alto valor nutricional. ; 2018 Mayo 30.
62. Burgos G, de Hann S. Potencial nutricional de la papa. CIP; 2019.
63. Kovalskys lyc. Energy intake and food sources of eight Latin American countries: results from the Latin American Study of Nutrition and Health (ELANS). *Public Health Nutrition*. 2018 abril;; p. 1-13.
64. Reyes García M, Gómez-Sánchez Prieto I, Espinoza Barrientos C. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. En Instituto Nacional de Salud, editor. Lima; 2017.

65. Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades-ATSDR. ATSDR. [Online].; 1999. [Revisado en 2016; citado 19 nov 2021]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs5.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html).
66. Perelló G, Martí-Cid R, Llobet J, Domingo J. Effects of various cooking processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008 Dec 10; 56(23).
67. Inobeme A, Ajai A, Eziukwu C, Obigwa P, Okonkwo S, Lucky E. Effect of cooking methods on heavy metals content of food. *Journal of Xidian University*. 2020; 14, (8).
68. Joyce K, Emikpe B, Asare D, Asenso T, Richmond Y, et al. Effects of Different Cooking Methods on Heavy Metals Level in Fresh and Smoked. *J Food Process Technol*. 2016; 7(617).
69. McLaughlin M. Heavy metals in agriculture with a focus on Cd. En Ecuador Soil Congress; 2016: CSIRO Land and Water Fertilizer Technology Research Centre, Waite Research Institute, University of Adelaide.
70. Cooperative Research Center for Soil & Land Management; CSIRO Land And Water. Managing cadmium in potatoes for quality produce: 2nd edition. 1999 Jun.
71. Rodríguez-Eugenio N, McLaughlin M, Pennock D. Soil Pollution: a hidden reality. Rome: FAO; 2018.
72. Ramírez A. Toxicología del cadmio conceptos actuales para evaluar exposicion ambiental u ocupacional con indicadores biologicos. *Anales de la Facultad de Medicina UNMSM*. 2002; 63(1).
73. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives-JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 960. ; 2011.
74. World Health Organization-WHO. Guidelines for drinking-water quality. 2011; 1(3): p. 327-328.
75. Norma Técnica Peruana NTP 208.110:2015. Confitería. Determinación de metales. Método Espectrofotometría de absorción atómica. Norma Técnica Peruana. Lima: INACAL; 2015.

76. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Norma. México;; 1994.
77. Blago Razmilic. I Curso Regional de Capacitación (Santiago de Chile, 20/9-8/10/1993). Espectroscopía de Absorción Atómica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. [citado 01 nov 2021].
78. PerkinElmer, Inc. Atomic Spectroscopy. A Guide to Selecting the Appropriate Technique and System. Waltam;; 2018.
79. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Segunda Edición ed. México: Compañía Editorial Continental S.A.; 1996.
80. Comisión Europea. Reglamento (UE) No 488/2014 de la Comisión de 12 de mayo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios. .
81. FAO / WHO. Codex Alimentarius. CAC/GL 3-1989. Orientaciones para una evaluación sencilla de la exposición alimentaria a aditivos alimentarios. Roma;; 1989. Rev. 2014.
82. Subar A, Thompson F, Kipnis V, Midthune D, Hurwitz P, McNutt S, et al. Comparative Validation of the Block, Willett, and National Cancer Institute Food Frequency Questionnaires : The Eating at America's Table Study. *American Journal of Epidemiology*. 2001 December; 154(12): p. 1089–1099.
83. Escuela Nacional de Sanidad. Nutrición en Salud Pública. Manual Docente de la Escuela Nacional de Sanidad. Madrid;; 2017.
84. Martín-Moreno J, Gorgojo L. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y Luces Metodológicas. *Rev Esp Salud Pública*. 2007 setiembre-octubre; 81(5).
85. Pérez C, Aranceta J, Salvador G, Varela-Moreiras G. Métodos de Frecuencia de consumo alimentario. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 2015;(21).

86. Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires – a review. *Public Health Nutrition*. 2002; 5(4): p. 567–587.
87. Ortega R, Pérez-Rodrigo C, López-Solaber A. Métodos de evaluación de la ingesta actual: registro o diario dietético. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 2015; 21(1): p. 34-41.
88. Cuadros L, Gámiz L, Carrasco A, Ruiz C. Glosario de términos analíticos. Primera ed. Analítica GRASEQA - Grupo Regional Andaluz de la Sociedad Española de Química , editor.; 2013.
89. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Manual de Procedimiento. 2019;(27 Edición).
90. Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, María del Pilar. *Metodología de la investigación*. 5th ed. S.A. EEEEC, editor. Perú: Mc Graw Hill; 2010.
91. Carrasco Dias S. *Metodología de la investigación científica*. En.: San Marcos; 2006.
92. Sanchez Carlessi H. Tipos y métodos de investigación. ; 2016.
93. Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015. Boletín Especial N 18. 2009. 2009.
94. Morales Vallejo P. Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Facultad de Humanidades; 2012.
95. Domínguez C, Avilés D. Tablas auxiliares para la formulación y evaluación de regímenes alimentarios. In. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. CENAN; 2016.
96. Corral Y. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación paa la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*. 2009 Enero - Junio;(33).



97. Ecurra Mayaute LM. Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología*. 1988; 6(1-2): p. 103-109.
98. Inkalloys Perú. Informe N°067-AAS- 2021. Reporte del ensayo por Absorción Atómica (AA). Reporte de ensayo. Lima; 2021.
99. Food and Agriculture Organization / World Health Organization. Dietary exposure assessment for chemicals in food. Chapter 6. In Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. 2nd ed. Geneva; 2020.



## APÉNDICES

A : Muestras de papa adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima

B : Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa

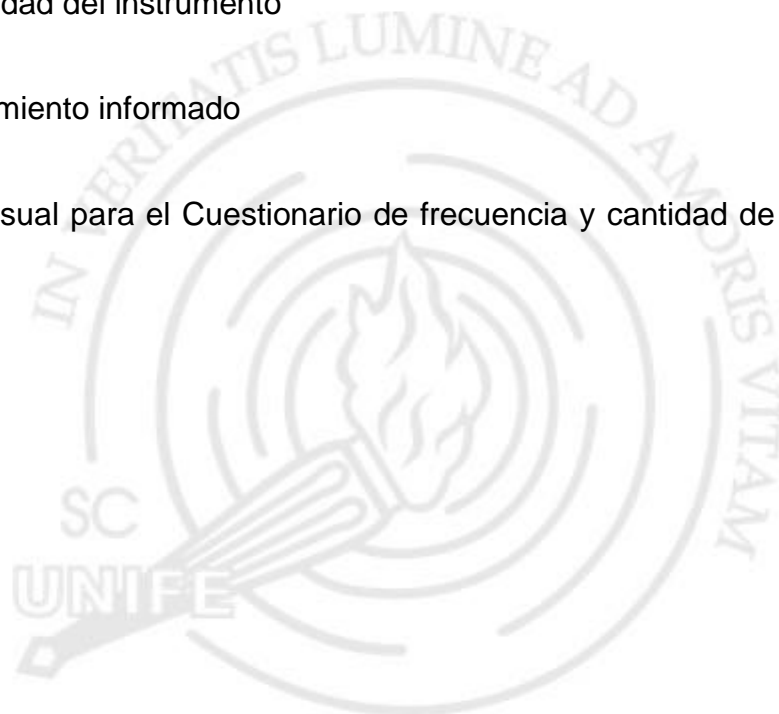
C: Validación del instrumento

D: Validez del contenido del instrumento por criterio de jueces

E: Confiabilidad del instrumento

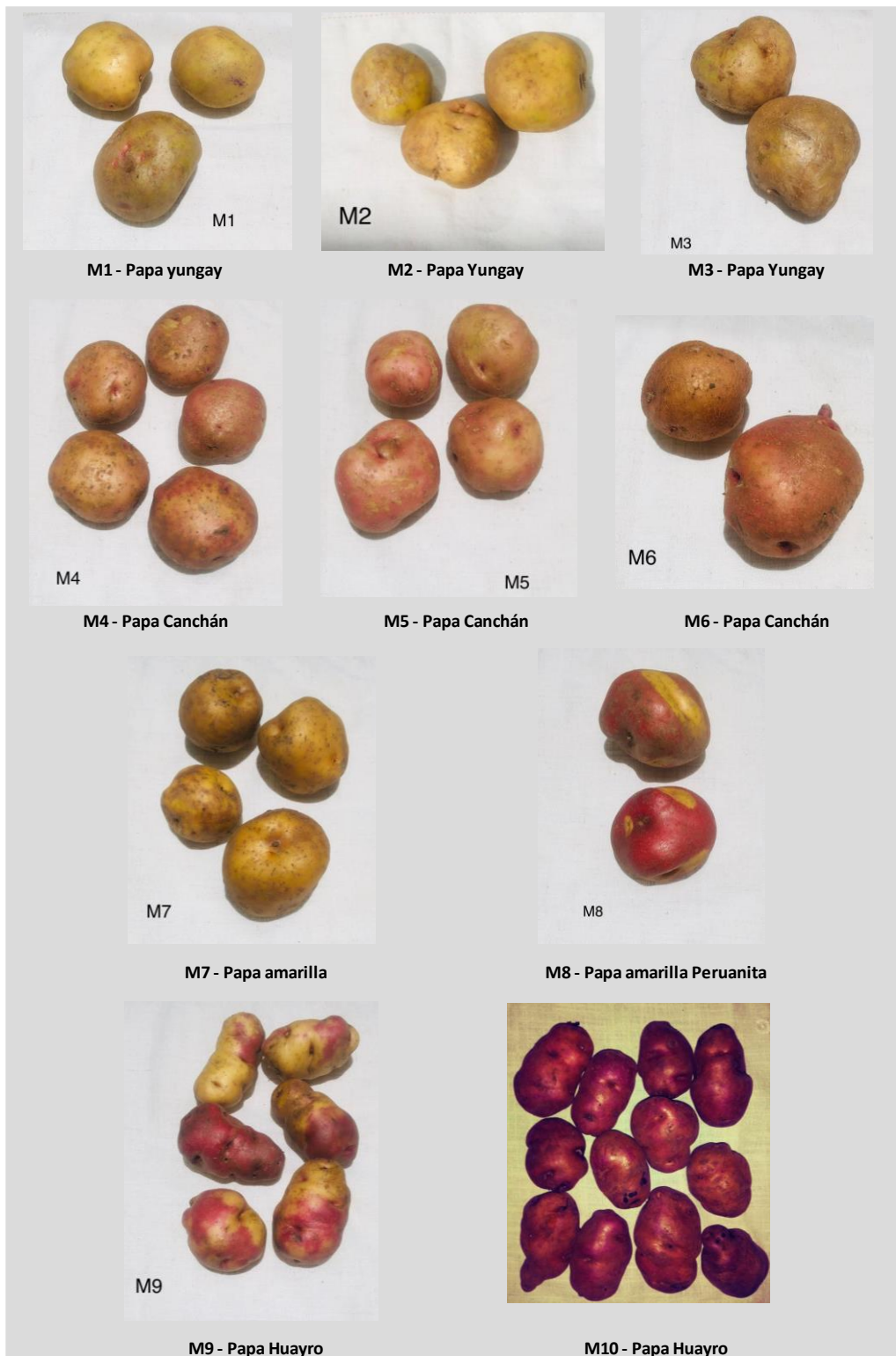
F: Consentimiento informado

G: Ayuda visual para el Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa



## APÉNDICE A

### Muestras de papa adquiridas en el Gran Mercado Mayorista de Lima



## APÉNDICE B

### Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa

<b>Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa</b>														
Distrito de residencia: _____ Lugar de nacimiento: _____ Género:            F _____ M _____ Edad: _____ Peso: _____ FECHA: _____	<b>Instrucciones:</b> Responda marcando con X según su consumo de papa de cualquier variedad durante el último mes.  1. Indique con qué frecuencia ha consumido papa en cualquiera de sus formas de preparación. Marcar las veces al mes/semana y las veces al día que consume papa.  2. Indique la cantidad aproximada de papa consumida por vez.													
Tipo de preparación (con papa como ingrediente)	¿CON QUÉ FRECUENCIA? (Encuentre la frecuencia que más se ajusta a su realidad)										¿EN QUÉ CANTIDAD?			
	Nunca	1 vez al mes	Cada 15 días	1 vez por semana	2 veces por semana	Interdiario	5-6 veces por semana	Todos los días	Las veces que consume al mes o la semana ¿Cuántas veces al día?			Papa pequeña, 1/2 taza (<100g)	Papa mediana, 1 taza (100g-200g)	Papa grande, 1 1/2 taza (>200g)
									1 vez al día	2 veces al día	3 veces al día			
Sopa Ejem: sopa de pollo, sopa de verduras, sopa de fideos.														
Ensalada Ejem.: ensalada de papa, ensalada rusa.														
Puré de papas														
Papa rellena / causa / pastel de papa														
Guiso. Ejem: estofado, seco, picante de carne, caucau, carapulcra														
Papas fritas. Ejem: en pollo a la brasa, en saltado, salchipapas.														
Guarnición o acompañamiento. Ejem: en Aji de gallina, con salsa a la huancaína, con ocopa.														
Papas industrializadas (snacks)														
Moraya / Tunta (chuño) : Ejem: en sopas, caldo de cabeza, guisos.														

## APÉNDICE C

### Validación del instrumento

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR										OBSERVACIONES (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)	
	CLARIDAD EN LA REDACCIÓN		COHERENCIA INTERNA		INDUCCION A LA RESPUESTA (SESGO)		LENGUAJE ADECUADO CON EL NIVEL DEL INFORMANTE		MIDE LO QUE PRETENDE			
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
<b>Aspectos Generales</b>										<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Comentarios</b>
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responde el cuestionario												
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.												
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial.												
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.												
<b>VALIDEZ</b>												
APLICABLE						NO APLICABLE						
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSEVACIONES												
Validado por:						Fecha:						
Fima:												

## APÉNDICE D

### Validez del contenido del instrumento por criterio de jueces

CALCULO DE V DE AIKEN DE LAS RESPUESTAS DE LOS 5 JUECES

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR					PROMEDIO
	Claridad en la redacción	Coherencia interna	Inducción a la respuesta (sesgo)	Lenguaje adecuado con el nivel del informante	Mide lo que pretende	
<b>Tipo de preparación</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
<b>Frecuencia</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>
<b>Cantidad</b>	0,80	1,00	1,00	1,00	0,80	<b>0,92</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,93</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,93</b>	<b>0,97</b>

#### ASPECTOS GENERALES

El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responde el cuestionario	0,80
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.	1,00
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial.	1,00
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los items a añadir.	1,00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,95</b>
<b>V de Aiken</b>	<b>0,96</b>

V de Aiken = 0,96

Resultado: Se determina la Validez del contenido del instrumento

## APÉNDICE E

### Confiabilidad del instrumento

#### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	30	93,8
	Excluido <sup>a</sup>	2	6,3
	Total	32	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,840	,877	27

Alfa de Cronbach = 0,84

Resultado: Se determina la Confiabilidad del instrumento

## APÉNDICE F

### Consentimiento informado

La presente investigación es conducido por una candidata a Magister en Nutrición y Dietética, de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, y tiene como objetivo determinar la cantidad de papa mensual que consume la población de Lima Centro.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá completar un cuestionario de frecuencia alimentaria. Esto tomará aproximadamente 5 minutos de su tiempo.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus datos personales no aparecerán en ningún documento del estudio.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas y retirarse en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna(s) de las preguntas durante la entrevista le parece(n) incómoda(s), tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderla(s).

Agradecemos su participación.

---

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por María Luisa Ruiz Calderón. He sido informado (a) de que el objetivo de este estudio es determinar la cantidad de papa mensual consumida por la población de Lima Centro.

Me han indicado también que tendré que responder un cuestionario, lo cual tomará aproximadamente 5 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. Entiendo que mi participación es gratuita y que puedo finalizar cuanto lo desee, sin que esto represente que tenga que pagar o recibir alguna represalia por parte de la investigadora. Por lo anterior acepto participar respondiendo al cuestionario denominado: "Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo de papa"

De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a María Luisa Ruiz Calderón, al teléfono 994-059697 o al correo [ruizcalderon.marialuisa@gmail.com](mailto:ruizcalderon.marialuisa@gmail.com).

---

Nombre del Participante

Fecha

---

Firma



## APENDICE G

Ayuda visual para el Cuestionario de frecuencia y cantidad de consumo  
de papa



**Papa grande**

**Papa mediana**

**Papa chica**



**Bolsa grande**

**Bolsa mediana**

**Bolsa pequeña**