

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL EN HÍGADO
DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES
AVÍCOLAS DE LA CIUDAD
DE TACNA, 2022**

TESIS

Presentada por:

Bach. Sinthia Maribel Cory Cori

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022

TESIS

Presentada por:

Sinthia Maribel Cory Cori

Para optar el Título Profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

Aprobada por UNANIMIDAD ante el siguiente jurado:

Mgr. Juan Carlos Efrain Cervantes Zegarra
Presidente Jurado

Mgr. Alonso Ernesto Alcazár Rojas
Miembro

Mgr. Royer Luis Castro Huarachi
Miembro

Dr. Ricardo Ernesto Ortiz Faucheux
Asesor

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Dr. RICARDO ERNESTO ORTIZ FAUCHEUX**, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 11101-2022-FACS-UNJBG de la tesis de investigación titulado: **DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022.**

Presentado por la Bachiller **SINTHIA MARIBEL CORY CORI** para optar el título **QUÍMICO FARMACÉUTICO**. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de **7%**. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la **TESIS** está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.


Dr. RICARDO ERNESTO ORTIZ FAUCHEUX
DNI 00417215



DEDICATORIA

A Jehová Dios; por darme la vida, a mi querida mamá Teófila, por ser quien me trajo a la vida y ayudarme a ser lo que soy. A Sebastián, mi bebé, por ser el motor de mi vida. A mi tío Lázaro, por su apoyo incondicional. A Diego, mi compañero de vida, por ser parte de esta travesía y las que vienen y a toda mi familia.

A todo aquel que lucha por sus sueños y objetivos, aunque el camino y la meta sean difíciles, pero no imposibles.

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios por seguir brindándome la vida para el logro de mis metas y objetivos, por su presencia en cada toma de decisiones que llevo y por ser mi refugio y fortaleza espiritual.

A mi querida alma mater, a mi facultad y sobre todo a mi escuela, porque en cada rincón de ella se dio mi formación académica la cual sirve y servirá para el resto de mi vida.

A mi asesor, Dr. Ricardo Ernesto Ortiz Faucheux, quien con su sabiduría, rectitud y firmeza, contribuyó a mi formación académica y logro de la presente tesis. Al Q.F. Diego Ale Mauricio, gran profesional y buen amigo, por su apoyo, orientación y contribución en el logro de esta primera meta.

A mis queridos docentes de la ESFB, por sus enseñanzas diarias y su paciencia. A mis compañeros y amigos de mi promoción, por todo lo vivido en la universidad, en especial a Laura, Deysi, Mercedes, Ricardo, Williams y Abraham por su compañerismo y por demostrar ser verdaderos amigos.

Finalmente, a la familia que dios me dio, por su sacrificio, oraciones y buenos deseos y a la familia que yo formé, los cuales se han convertido en la razón principal de mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.2.1. Problema principal.....	8
1.2.2. Problemas secundarios	8
1.3. JUSTIFICACIÓN	9
1.3 OBJETIVOS	11

1.4.1. Objetivo general	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
1.4 . HIPÓTESIS.....	12
1.6. DETERMINACIÓN DE VARIABLES	12
1.6.1. Variable Dependiente	12
1.6.2. Variable Independiente.....	12
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	13
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.2. BASES TEÓRICAS	28
2.2.1 Generalidades del Arsénico.....	28
2.2.2 Toxicidad por Arsénico	30
2.2.3 Efectos del Arsénico sobre la Salud Humana.....	31
2.2.4 Toxicocinética del Arsénico	33
2.2.5 Bioacumulación de Arsénico en hígado de pollo	35
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	37
CAPITULO III	
MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.1.1. Tipo de investigación	46

3.1.2. Diseño de investigación.....	47
3.1.3. Nivel de la investigación	47
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.2.1. Población.....	47
3.2.2. Muestra.....	48
3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	49
3.3.1. Técnicas para la recolección de datos.....	49
3.3.2. Instrumentos de medición.....	50
3.4. ANÁLISIS DE DATOS	51
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	53
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN	106
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las concentraciones de arsénico en los hígados de pollo expendidos por avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.	53
Tabla 2. Rangos de edad de sacrificio de los pollos para la obtención de las muestras de hígado.....	56
Tabla 3. Fuentes de agua que recibían los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.	58
Tabla 4. Tipos de alimentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.	60
Tabla 5. Características del tratamiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.	62
Tabla 6. Características de los medicamentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.....	68
Tabla 7. Características del material del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.	73
Tabla 8. Estadístico para la comparación entre el promedio de la concentración de arsénico en hígado de pollo y valor referencial del Codex Alimentario.	77

Tabla 9. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la edad de sacrificio del pollo.	78
Tabla 10. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de agua de consumo.	80
Tabla 11. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de alimento.	82
Tabla 12. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por enfermedad.....	84
Tabla 13. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por crecimiento.	86
Tabla 14. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por profilaxis.....	88
Tabla 15. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tiempo de tratamiento.....	90
Tabla 16. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de antibióticos.....	92
Tabla 17. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de vitaminas.	94
Tabla 18. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de vacunas.	96

Tabla 19. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tratamiento por indicación veterinaria.....	98
Tabla 20. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de material del galpón.	100
Tabla 21. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la frecuencia de ventilación del galpón.	102
Tabla 22. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la frecuencia de limpieza.....	104
Tabla 23. Validación del contenido de la encuesta por el panel de expertos.	144
Tabla 24. Concentraciones de arsénico permitido en productos alimenticios.	145
Tabla 25. Límites máximos permisibles de contaminantes inorgánicos.	146

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Caja y bigote de las concentraciones de arsénico en hígados de pollo expendidos por avicultores de la ciudad de Tacna.....	55
Gráfico 2. Porcentajes de rangos de edad de sacrificio de los pollos para la obtención de las muestras de hígado.	57
Gráfico 3. Porcentajes de fuentes de agua que consumieron los pollos que fueron sacrificados.....	59
Gráfico 4. Porcentajes de los tipos de alimentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.....	61
Gráfico 5. Porcentajes de tratamiento por motivo de enfermedad que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.....	64
Gráfico 6. Porcentajes de tratamiento por motivo de crecimiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.....	65
Gráfico 7. Porcentajes de tratamiento por motivo de profilaxis que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.....	66
Gráfico 8. Porcentajes del tiempo de tratamiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.	67

Gráfico 9. Porcentaje de antibióticos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.	69
Gráfico 10. Porcentajes de vitaminas que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.	70
Gráfico 11. Porcentajes de vacunas que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.	71
Gráfico 12. Porcentajes de indicación veterinaria de medicamentos administrados a los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.	72
Gráfico 13. Porcentajes de las características del material del piso donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.	74
Gráfico 14. Porcentajes de la frecuencia de limpieza del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.	75
Gráfico 15. Porcentajes de la frecuencia de ventilación del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.	76

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Protocolo de ensayo para la determinación de arsénico en hígado de pollo por espectrofotometría de absorción atómica – generador de hidruros.....	148
Imagen 2. Proceso de pesaje de 6 gramos de muestra de hígado de pollo.	150
Imagen 3. Crisoles listas para precalcinación.	150
Imagen 4. Crisoles en mufla para calcinación.....	150
Imagen 5. Crisoles en plancha termostática.	151
Imagen 6. Adición de ácido clorhídrico.....	151
Imagen 7. Primer reposo después de la adición de agua ultrapura.	151
Imagen 8. Ultimo reposo antes de la lectura en espectrofotómetro de absorción atómica.....	151
Imagen 9. Proceso de lectura mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica – Generador de Hidruros.	152

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	136
Anexo 2. Ficha de recolección de datos	137
Anexo 3. Validación del cuestionario por juicio de expertos	138
Anexo 4. Validación del contenido de la encuesta	144
Anexo 5. Programa conjunto de la FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del codex sobre contaminantes de los alimentos	145
Anexo 6. Mercosur/GMC/RES. N° 12/11.....	146
Anexo 7. Protocolo de ensayo para análisis de arsénico en hígado de pollo	148
Anexo 8. Imágenes del proceso de análisis de muestras de hígado de pollo para la determinación de arsénico total.	150
Anexo 9. Resultados laboratorio CICOTOX - UNMSM	153

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

- AC: Alimentación complementaria.
- As: Arsénico.
- ASA: ácido p -arsanílico.
- AsT: Arsénico total.
- Cd: Cadmio.
- CICOTOX: Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la gestión ambiental.
- CIIC: Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer.
- DIRESA: Dirección Regional de Salud.
- ECA: Estándares de Calidad Ambiental.
- ESFB: Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica.
- et al. (et alter): y otros.
- ETA: Enfermedades Transmitidas por los Alimentos.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- GM: Media geométrica.
- HCl: Ácido clorhídrico.
- HNO₃: Ácido nítrico.
- iAs: Arsénico inorgánico.

- IC: Intervalo de Confianza.
- LMP: Límite Máximo Permisible.
- MINSA: Ministerio de Salud.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- Pb: Plomo.
- Q.F.: Químico Farmacéutico.
- ROX: Roxarsona.

RESUMEN

La presente investigación evaluó la concentración de arsénico total en hígados de pollo distribuidos por proveedores avícolas de la ciudad de Tacna e identificó los principales factores de exposición. Para ello, se entrevistó a una muestra de 40 avicultores, de los cuales se recolectaron variables relacionadas a la exposición ambiental, de alimentación y de cuidado que tienen con la crianza de sus aves de corral. Así, se recolectaron un total de 40 muestras de hígados de pollo. La determinación de arsénico total, fue realizada en el Centro de Información y Control Toxicológico y Apoyo a la Gestión Ambiental de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en la ciudad de Lima. El análisis de las muestras biológicas se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros. Como resultados, se obtuvo que los hígados de pollo tienen una concentración promedio de arsénico de 5,61 mg/Kg, el cual es superior al valor referencial establecido por el Codex Alimentarius (valor $p < 0,001$). Asimismo, se evidenció que, el tipo de agua de consumo, el tratamiento por enfermedad, crecimiento y/o engorde, profilaxis, uso de antibióticos y frecuencia de limpieza del galpón son factores de exposición asociados a los niveles elevados de arsénico en las muestras de hígados de pollos.

PALABRAS CLAVE: Arsénico, hígado de pollo, factores de exposición.

ABSTRACT

The present investigation evaluated the concentration of total arsenic in chicken livers distributed by poultry suppliers in the city of Tacna and identified the main exposure factors. For this, a sample of 40 poultry farmers was interviewed, from which variables related to environmental exposure, food and care they have with raising their poultry were collected. Thus, a total of 40 chicken liver samples were collected. The determination of total arsenic, was carried out at the Center for Information and Toxicological Control and Support for Environmental Management of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos in the city of Lima. The analysis of the biological samples was carried out using atomic absorption spectrophotometry with a hydride generator. As results, it was obtained that chicken livers have an average arsenic concentration of 5.61 mg/Kg, which is higher than the reference value established by the Codex Alimentarius (p value <0,001). Likewise, it was evidenced that the type of drinking water, treatment due to disease, growth and/or fattening, prophylaxis, use of antibiotics and frequency of cleaning the shed are exposure factors associated with high levels of arsenic in samples of chicken livers.

KEYWORDS: Arsenic, chicken liver, exposure factors.

INTRODUCCIÓN

El arsénico, de símbolo químico As, es un metaloide, ampliamente distribuido a nivel mundial en el agua, el suelo y el aire. Es conocido por ser un metal pesado tóxico para la salud, ingresando principalmente al organismo mediante diversos alimentos y el vital líquido que es el agua. A nivel internacional es un problema de salud pública latente y el Perú no es ajeno a ello, ya que en varias regiones se ha encontrado valores por encima de los niveles permitidos. En Tacna, si bien es cierto, se cuenta con diversos estudios sobre la presencia de arsénico en agua y en todas ellas se llega a la conclusión de que se tiene valores muy por encima de límites establecidos por organismos internacionales, sin embargo en el caso de los alimentos no se cuenta con estudios de este tipo.

Entre los alimentos más consumidos por la población tacneña se encuentra el pollo y sus derivados como el hígado de pollo, en virtud de que este alimento es de fácil alcance, bajo costo, buena fuente de proteína y hierro hemínico. El hígado de pollo es consumido por el ser humano desde sus 6 meses en adelante, incluso recomendado por el MINSA para la prevención y tratamiento de la anemia en niños, adolescentes, gestantes y puérperas.

La ingesta de este metal pesado, arsénico, ocasiona diversos problemas de salud a mediano y largo plazo, desarrollando diversas patologías en la pigmentación de piel, hiperqueratosis, lesiones dérmicas, entumecimiento de extremidades, vómitos, diarreas, dolores abdominales, problemas en el desarrollo, neurotoxicidad, diabetes, enfermedades pulmonares, cardiovasculares, desarrolla el temido cáncer, en piel, en vejiga, en pulmón, en hígado y por consiguiente lleva a la muerte. Siendo los más susceptibles la población infantil y toda población que lo ingiere.

En por tal razón que surge la necesidad de preguntarnos si las concentraciones de arsénico en hígado de pollo se encuentran dentro de los límites máximos permisibles y cumplen con la inocuidad y seguridad alimentaria normado por organismos de salud internacionales. Adicional a ello es importante conocer las características de exposición a arsénico y si existe asociación entre ellas o no. Este fin nos lleva a buscar dicha información en el punto de partida o el hogar de los pollos, siendo estas las proveedoras avícolas que operan en la ciudad de Tacna.

Persiguiendo esta finalidad el presente trabajo de investigación inicia en su primer capítulo planteando el problema, describiéndolo, justificando y presentando los objetivos, así como las variables de estudio.

Seguidamente en el marco teórico, segundo capítulo, presentamos estudios similares llevados a cabo nivel internacional y nacional, no habiendo antecedentes locales lo que lo lleva a ser el primero en la región de Tacna. Posteriormente en el tercer capítulo, se encuentra el marco metodológico, exponiendo el tipo, diseño y nivel de investigación, seguido de la población y muestra, describimos también en este capítulo las técnicas de recolección de datos, los instrumentos de medición y los análisis de datos. En el cuarto capítulo presentamos nuestros resultados y los analizamos. En el quinto capítulo, discutimos el porqué de nuestros resultados, teniendo en cuenta nuestra realidad y la bibliografía científica presente a nivel nacional e internacional. Finalmente presentamos nuestras conclusiones y terminamos con las recomendaciones producto del presente estudio. Citamos referencias bibliográficas y presentamos anexos. Esperamos con esta investigación contribuir en la toxicología alimentaria y toma de decisiones en alimentación del ser humano.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El arsénico (As) es un metal en trazas distribuido ampliamente en el medio ambiente, siendo un elemento natural de la corteza terrestre, encontrándose en el aire, el agua y la tierra. Se presenta en sus dos formas; orgánica e inorgánica, siendo la más toxica su forma inorgánica. El As inorgánico se encuentra; principalmente, en aguas subterráneas, siendo ésta una fuente de exposición importante, debido a que contamina además alimentos de origen agrícola, así como animal. Por otro lado, el As orgánico se encuentra en algunos alimentos; especialmente marinos. (1)

A nivel internacional el arsénico representa una importante amenaza en la salud pública de diversos países, entre ellos Bangladesh, China, India, los Estados Unidos de América, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Uruguay y Perú (1) (2), porque se encuentra en niveles tóxicos en el agua de consumo humano. En el Perú, existe As en agua – principalmente - de origen subterráneo (3) (4). La contaminación arsenical en este tipo de

fuente es debido a factores naturales de origen geológico, así como actividades industriales derivadas del hombre (5).

En Tacna, en la Cuenca Caplina, el acuífero costero La Yarada, en las cuencas hidrográficas Sama y Locumba, se han detectado niveles de arsénico por encima del valor de referencia permisible (10 µg/L) y por encima de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (6) (7) (8) (9). Asimismo, de 27 comunidades que fueron evaluadas, el 63% presentaron un alto riesgo de contaminación de agua con As para consumo humano. En el caso de Tacna provincia, la cual concentra al 93% del total de la población de la región, el resultado fue de 60 µg/L (10). Igualmente, los resultados de un estudio realizado por la Universidad Cayetano Heredia, indican que las concentraciones de arsénico en agua potable de Tacna son mayores a 25 µg/L al 2021 (11).

Los efectos del arsénico en la población expuesta a fuentes de agua contaminada son crónicos, porque son eventos a largo plazo. Los síntomas iniciales de la exposición prolongada a niveles altos de iAs (arsénico inorgánico), por ejemplo, al consumir alimentos y agua contaminada, generalmente se observan en la piel e incluyen cambios en la pigmentación, lesiones dérmicas e hiperqueratosis. Estos efectos ocurren

después de un mínimo de 5 años de exposición y pueden ser precursores del cáncer de piel, también pueden causar cáncer de vejiga y pulmón, problemas de desarrollo, neurotoxicidad, diabetes, enfermedades pulmonares y cardiovasculares (1).

El As también se encuentra presente en los alimentos, especialmente debido a la contaminación que presenta por este el aire, el agua y el suelo. Entre los alimentos que pueden estar contaminados con As se encuentran los pescados, mariscos, carnes, aves de corral, entre otros. La ingestión de estos alimentos da como resultado la exposición al arsénico residual. Es así que, diversos estudios a nivel internacional han evidenciado que en el hígado de pollo y otros tejidos del mismo animal contienen niveles de arsénico por encima de los límites máximos permisibles establecidos según el Codex Alimentario y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (12) (13) (14).

El Codex Alimentario, establece como límite máximo permisible 0.50 mg/kg de As para carnes y derivados crudos (en este caso para el hígado de pollo), esto con la finalidad que las autoridades sanitarias realicen vigilancia sanitaria (como la determinación de sustancias tóxicas, entre

ellas metales pesados) sobre las características de exposición a sustancias tóxicas las cuales pueden contaminar estos alimentos.

El hígado de pollo es considerado un alimento importante para el ser humano desde que se inicia alimentación complementaria (AC) y su ingesta es recomendada por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) para la prevención de la anemia en niños, adolescentes, gestantes y puérperas por su alto contenido de hierro hemínico. (15) (16) (17) (18) (19).

Por tanto, en consideración a lo mencionado anteriormente, nace la pregunta si el hígado de pollo que se ofrece y se expende para el consumo humano en la ciudad de Tacna, está libre de As o está dentro de los límites máximos permisibles establecidos, considerando que el hígado de pollo es de fácil alcance, de bajo costo para la mayoría de las familias y es recomendado para ser consumido por población vulnerable debido a su valor nutricional.

Es por todo lo expuesto, que la presente investigación, busca determinar los niveles de arsénico total en hígados de pollo de los proveedores avícolas de la ciudad de Tacna y compararlos con el Codex Alimentario.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

¿Cuál será la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna?

1.2.2. Problemas secundarios

- a) ¿Existirán diferencias significativas entre la concentración promedio de arsénico total en hígados de pollo de los proveedores avícolas de Tacna y el Codex Alimentario?
- b) ¿Cuáles serán las características de exposición a arsénico en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna?
- c) ¿Existirá asociación entre la concentración promedio de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna y las características de exposición?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio, determina la concentración de arsénico total en hígados de pollo expendidos por proveedores avícolas en la ciudad de Tacna, asimismo saber cuáles son sus características de exposición, porque de acuerdo a los estudios de Di Zhao, et al (13), Hanyong Peng, et al (12), Nachman, et al (14) y otros, el hígado de pollo puede estar contaminado con arsénico, encontrándose valores de 0,4 mg/kg hasta 0,7 mg/kg, 0,9 mg/kg y de entre 0,66 mg/kg a 17,5 mg/kg, respectivamente, considerando además que el agua de Tacna tiene niveles superiores al límite máximo permisible de arsénico según establece la OMS, por tanto se desconoce si la población de Tacna consume hígado de pollo con nivel no permisible de arsénico, lo cual puede tener efectos crónicos en la salud, tales como cambios de pigmentación, lesiones cutáneas, durezas y callosidades en la palma de las manos y la planta de los pies; conocido como hiperqueratosis, pueden causar también cáncer de piel, de vejiga y de pulmón, problemas que se relacionan con el desarrollo, diabetes neurotoxicidad y enfermedades pulmonares y cardiovasculares. Entre la población de mayor interés, están los niños, porque son a los que se les recomienda en su mayoría la ingesta del hígado de pollo desde tempranas edades, debido a su concentración apropiada de hierro hemínico.

La presente investigación beneficia a la población tacneña, sobre todo a las madres, padres y cuidadores de niños que inician la alimentación complementaria (AC) y todo niño mayor de 6 meses, especialmente aquellos niños diagnosticados con anemia. Asimismo, para los futuros y actuales profesionales de la salud, ya que estamos contribuyendo al conocimiento de la toxicología alimentaria, no solo porque es de suma importancia conocer las concentraciones presentes de los metales pesados en este caso del arsénico, sino porque ayuda a la toma de decisiones en la AC, alimentación de niños y de toda persona. Finalmente cabe mencionar que es el primero de su tipo a nivel de la Región de Tacna.

1.3 OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Comparar la concentración promedio de arsénico total en hígados de pollo de los proveedores avícolas de Tacna y el Codex Alimentario.
- b) Describir los factores de exposición en la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna.
- c) Determinar la asociación entre la concentración promedio de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna con las características de exposición.

1.4. HIPÓTESIS

Hipótesis alterna: La concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna, supera los límites máximos permisibles según el Codex Alimentario, incumpliendo esta norma.

Hipótesis nula: La concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna, no supera los límites máximos permisibles según el Codex Alimentario, cumpliendo con esta norma.

1.6. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

1.6.1. Variable Dependiente

Concentración de arsénico total.

1.6.2. Variable Independiente

Características de exposición.

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	VALOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
Concentración de arsénico total en hígado de pollo.	Cantidad de arsénico en hígado de pollo.	Indicador biológico de exposición a As.	< 0,50 mg/Kg = 0,50 mg/Kg > 0,50 mg/Kg	Superior al valor normal. Inferior al valor normal.	Continua.	Razón.	Equipo de espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros.

Características de exposición.	Datos vinculados a la presencia de un toxico.	Factores que aumentan la concentración de arsénico en hígado de pollo.	Edad del pollo.	Cantidad de meses.	Discreta	Razón	Ficha de recolección de datos.
			Agua que consume el pollo.	Agua de pozo, agua potable, otras aguas.	Politómica	Nominal	
			Alimentación que consume el pollo.	Balanceado casero, balanceado demarca, nombre de la marca.	Politómica	Nominal	
			Medicación que recibe el pollo.	Si No	Dicotómica	Nominal	
			Motivo de medicación.	Enfermedad Crecimiento Profilaxis	Politómica	Nominal	
			Nombres de medicamento.	Roxarsona Nitrasona Carbasona Otros	Politómica	Nominal	
			Tiempo de administración	Días	Discreta	Razón	

			Indicación veterinaria.	Si No	Dicotómica	Nominal	
			Material de la cama o piso.	Tierra, Aserrín, Cascarilla de arroz, Otro.	Politómica	Nominal	
			Material de los palos de sostén.	Palos de madera, Otro	Dicotómica	Nominal	
			Ventilación del galpón o ambiente.	Muy ventilado, Regularment e ventilado, Poco ventilado.	Politómica	Nominal	
			Frecuencia de limpieza de la gallinaza.	Días	Discreta	Razón	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Guanoliquín Cuichán CD. Investigación bibliográfica sobre la presencia de metales pesados como arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb) en pollos de engorde (*Gallus gallus*). [Tesis de grado]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2021. Realizó una investigación bibliográfica relacionada a la presencia de metales pesados como el arsénico (As), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb) en pollos de engorde (*Gallus gallus*), utilizando bases de datos como, Scopus, Science Direct, Journal Poultry, entre otras importantes de referencias bibliográficas. Realizó el análisis de sus principales fuentes de contaminación y efectos adversos causados en la salud de los consumidores. Estableciendo como resultado que los límites reglamentados por las entidades de control para carne y/o músculo de pollo no se cumplen, reportando para el caso del cadmio de concentraciones que llegan a 1,6 mg/Kg y el límite permisible es de 0,050 mg/Kg. Igualmente para el plomo reportando concentraciones de 1,13

mg/Kg superando el límite máximo de 0,10 mg/Kg. Para el caso de las vísceras, se reporta que la concentración de arsénico sobrepasa el límite máximo permisible llegando hasta 1,00 mg/Kg. Al igual que el plomo en el hígado, sobrepasando el límite de 0,50 mg/Kg, al reportarse concentraciones hasta de 0,66 mg/Kg. Finalmente, establece que las principales fuentes de contaminación de estos metales pesados son: el agua, los antibióticos y en especial los alimentos balanceados que consumen los pollos de engorde *Gallus gallus* (20).

Zhao D, et al. El ácido arsanílico contribuye más al arsénico total que la roxarsona en la carne de pollo de los mercados chinos. [Diario de materiales peligrosos]. China: Universidad de Nanjing; 2020. Estudio donde indican que los organoarsenicales se han utilizado en la producción avícola durante años y los estudios se centraron en la roxarsona (ROX), con poca atención al ácido p-arsanílico (ASA). Evaluaron la concentración de arsénico (As) y la especiación en carne de pollo recolectada en 10 ciudades de China. La media geométrica para el total de As en 249 muestras pareadas crudas y cocidas fue de 4,85 y 7,27 $\mu\text{g kg}^{-1}$, respectivamente. En 81 muestras emparejadas crudas y cocidas, se detectaron ASA y ROX en >90 % de las muestras, lo que sugiere la prevalencia del uso de organoarsenicales en China. ASA contribuyó más (45 % en promedio) al

total de As en las muestras cocidas, seguido de As (V), DMA, As (III) y ROX (7,2–22 %). Se descubrió que ASA contribuye más al total de As en la carne de pollo en comparación con ROX por primera vez. El arsénico en la carne de pollo mostró considerable variación geográfica, con mayor arsénico inorgánico (iAs) detectado en ciudades con mayor ROX y ASA, lo que indica que el uso de organoarsenicales aumentó la concentración de iAs en la carne de pollo. Cuando se estimó el riesgo para la salud, la exposición dietética a iAs daría como resultado un aumento de 3,2 casos de cáncer de vejiga y pulmón por cada 100 000 adultos. Sus resultados respaldan la eliminación de organoarsenicales en la producción avícola del mercado chino y respalda aún más su eliminación de los mercados globales (21).

Peng H, et al. Metabolitos fenilarsénicos metilados descubiertos en hígado de pollo. [Química Aplicada]. Canadá: Universidad de Alberta Edmonton; 2017. Reportan el descubrimiento de tres metabolitos fenilarsénicos metilados toxicológicamente relevantes en el hígado de pollos alimentados con ácido 3-nitro-4-hidroxifenilarsónico (ROX), un aditivo para piensos en la producción avícola que todavía se usa en varios países. Ácido metil-3-nitro-4-hidroxifenilarsónico (metil-ROX), ácido metil-3-amino-4-hidroxifenilarsónico (metil-3-AHPAA) y ácido metil-3-acetamido-4-hidroxifenilarsónico (o ácido metil- N -acetil-ROX, metil- N -AHPAA) en

tales hígados de pollo y la concentración de metil-ROX fue tan alta como $90 \mu\text{g kg}^{-1}$, incluso después de un período de autorización de cinco días. La formación de estos metabolitos metilados recientemente descubiertos a partir de reacciones que involucran sustratos de ácido fenilarsónico trivalente, S-adenosilmetionina y la enzima metiltransferasa de arsénico (+3 estado de oxidación) As3MT sugiere que estos compuestos se forman mediante la adición de un grupo metilo a un sustrato fenilarsénico trivalente en un proceso enzimático. Los valores IC_{50} de los compuestos fenilarsenicales trivalentes fueron 300–30 000 veces más bajos que los de los fenilarsenicales pentavalentes. Asimismo indican que existen trazas de 5 especies de arsénico en pollos de control no alimentados con ROX, (As B, As III, DMA, MMA y As V) (12).

Hu Y, et al. Riesgo para la salud pública de las especies de arsénico en los tejidos de pollo de los mercados de aves vivas de la provincia de Guangdong, China. [Ciencia y tecnología ambiental]. China: Universidad de Geociencias de China; 2017. En este estudio explican aditivos alimentarios a base de arsénico, como la roxarsona (ROX), todavía se utilizan legal y ampliamente en la producción de alimentos para animales en muchos países. El estudio se realizó para caracterizar sistemáticamente el contenido y la especiación de arsénico en tejidos de pollo de mercados de

aves vivas y en alimentos comerciales para pollos en Guangdong, una importante provincia de producción y consumo de aves de corral en China, y para evaluar el riesgo para la salud pública correspondiente. Indican que el contenido de arsénico total en los alimentos comerciales podría modelarse como una mezcla de dos distribuciones logarítmicas normales (medias geométricas: 0,66 y 17,5 mg/kg), y el arsénico inorgánico se presentó en niveles altos (0,19–9,7 mg/kg) en aquellos con ROX detectado. En general, los hígados de pollo tenían contenidos mucho más altos de arsénico total en comparación con los tejidos musculares (pechuga y muslo), y el músculo de pollo de los mercados urbanos contenía niveles de arsénico mucho más altos que los de los mercados rurales. El riesgo incremental de cáncer de por vida (cáncer de vejiga y pulmón) debido a la exposición dietética al arsénico contenido en productos de carne de pollo en los mercados locales estaba por encima del nivel grave o prioritario (10–4) para el 70% y el 30% de la población adulta de Guangzhou y Lianzhou, respectivamente. Finalmente sus hallazgos indican la gran necesidad de eliminar gradualmente el uso de aditivos alimentarios a base de arsénico en China (13).

Nachman K, et al. Roxarsona, arsénico inorgánico y otras especies de arsénico en el pollo: una muestra de la cesta del mercado en EE. UU.

[Ciencia y tecnología ambiental]. EE.UU.: Escuela de Salud Pública Bloomberg de Johns Hopkins, Baltimore, Maryland, EE. UU.; 2013. Estudio donde indican que al recolectar muestras de pollo convencional, libre de antibióticos y orgánico de tiendas de abarrotes en 10 áreas metropolitanas de los EE.UU. y 78 muestras cocidas que contenían arsénico total en ≥ 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso seco. Obtuvieron como resultado que la media geométrica (GM) del arsénico total en muestras de carne de pollo cocida fue de 3,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (IC del 95 %: 2,5, 3,6). Entre las 78 muestras cocidas que se especificaron, las concentraciones de iAs fueron más altas en las muestras convencionales (GM = 1,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$; IC del 95 %: 1,4, 2,3) que en las muestras libres de antibióticos (GM = 0,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$; IC del 95 %: 0,5, 1,0) u orgánicas (GM = 0,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$; IC del 95 %: 0,5, 0,8). La roxarsona se detectó en 20 de 40 muestras convencionales, 1 de 13 muestras libres de antibióticos y ninguna de las 25 muestras orgánicas. Las concentraciones de iAs en las muestras positivas para roxarsona (GM = 2,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$; IC del 95 %: 1,7, 3,1) fueron significativamente más altas que las de las muestras negativas para la roxarsona (GM = 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$; IC del 95 %: 0,7, 1,0). La cocción aumentó el iAs y disminuyó las concentraciones de roxarsona. Estimaron que los consumidores de pollo convencional ingerirían 0,11 $\mu\text{g}/\text{día}$ iAs (en una porción de 82 g) en comparación con los consumidores de pollo orgánico. Suponiendo una exposición de por vida y un factor dependiente de cáncer

propuesto de 25,7 por miligramo por kilogramo de peso corporal por día, este aumento en la exposición al arsénico podría resultar en 3,7 casos adicionales de cáncer de vejiga y pulmón de por vida por cada 100 000 personas expuestas. Asimismo, concluyeron que la carne de pollo convencional tuvo concentraciones más altas de iAs que las muestras de carne de pollo orgánica y libre de antibióticos convencionales. El cese del uso de drogas arsenicales podría reducir la exposición y la carga de enfermedades relacionadas con el arsénico en los consumidores de pollo. Finalmente indicaron que el arsénico que se encuentra en la carne de pollo orgánica refleja la exposición de otras fuentes potenciales, como el agua potable (14).

Naula Naula MG. Determinación de la presencia de arsénico en balanceados, gallinazas y vísceras de pollos. [Tesis de grado]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; 2012. Describe que su estudio enfocó un análisis para la determinación cuantitativa de la presencia de arsénico en vísceras de pollo, gallinazas y diferentes balanceados. Para tal fin primeramente determinó el método óptimo para la digestión de materia orgánica y asegurar un adecuado análisis de arsénico presente. Después de llevada a cabo la digestión de materia orgánica, procedió a la Espectrofotometría de Absorción Atómica para la determinación de

arsénico. Ese método de Absorción Atómica manifestó ser apto para el análisis de arsénico en las muestras. Después de cuantificar la presencia de arsénico, comparó los valores obtenidos con los valores máximos permisibles, establecidos por Organizaciones de Salud. Los resultados obtenidos del análisis de las muestras reflejaron que el contenido de arsénico de las mismas sobrepasa a los límites aprobados por Organizaciones de Salud y entidades internacionales (22).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Santisteban Rojas OP. Comparación de los niveles de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en piensos y huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). [Tesis de grado]. Perú: Universidad Mayor de San Marcos; 2021. Su estudio estableció la concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en piensos y huevos de codorniz que procedían de fuentes de producción diversa, mercantilizados en los diferentes mercados de Lima y consumidos por personas vulnerables, como los niños y adultos mayores. Realizando un muestreo al azar huevos de codorniz y de los piensos adquiridos en los diversos mercados, realizo una cocción con temperatura y tiempo adecuados, realizo su mineralización usando una mezcla de ácido clorhídrico y nítrico concentrado, previamente

desmineralizados, mineralización húmeda inferior a 150 °C, posteriormente dilución y aforo a 250 mL. Realizó el envío de dichas soluciones a dos centros de análisis acreditados, el Centro de Control Analítico-CCA y Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la gestión - CICOTOX de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM y Servicios Analíticos Generales, SAG. Asimismo verificó el contenido de oligoelementos presentes y otros en los huevos de codorniz. Los resultados dieron concentraciones de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en ppm que superan los límites máximos permitidos; igualmente el alimento balanceado contiene altas concentraciones de estos elementos. Realizó también el análisis por AA y Plasma Acoplado Inductivamente, Absorción Atómica, ICP óptico, mostrando estos resultados, que superan los límites máximos permitidos según la normativa de la Unión Europea, UE. Concluyendo así que los centros de producción formales expenden huevos de codorniz con una mayor concentración de los metales pesados estudiados que los centros de producción informales; que es mejor consumir la clara o albúmina que las yemas y los piensos producidos por empresas formales presentan mayor concentración de metales pesados, pero que son la fuente de estos metales pesados para la codorniz y por tanto para su producto, el huevo de codorniz (23).

Robles P, et al. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. [Revista Peruana de Medicina Experimental]. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018. Estudio bibliográfico donde exponen la amplia distribución ambiental del arsénico, describen asimismo la especiación de arsénico en estado de oxidación trivalente y pentavalente, formas orgánicas e inorgánicas. La toxicidad de la especiación, describiendo al arsénico inorgánico como el más tóxico y los compuestos trivalentes más que los pentavalentes. Indican asimismo que existiría interconversión de especies poco tóxicas a muy tóxicas y la cocción y/o procesamiento podrían afectarla. A nivel médico indican que el arsénico siendo un agente carcinogénico, produce efectos negativos y patológicos sobre la salud del ser humano, ocasionando efectos negativos a corto y largo plazo. Vierten que la principal exposición a arsénico no ocupacional, se realiza por medio de alimentos y agua. Asimismo indican que la normativa referente varía en cada país, sin embargo se basa efectivamente en el Codex Alimentarius y la Unión Europea, así como la OMS. Afirman que diversos estudios se encaminan en determinar el contenido total de arsénico presente, sin embargo no identifican las especies arsenicales en alimentos. A nivel general, el pescado y los mariscos, el pollo, las carnes, el arroz y las algas marinas tienen elevados niveles de arsénico. En el Perú, existen muy pocos estudios sobre el

arsénico total y especies arsenicales en alimentos, pese a tener lugares con niveles elevados contaminación ambiental. Llegando a la conclusión de que la exposición no ocupacional al arsénico principalmente es a través de agua y alimentos contaminados. Pescado y mariscos, pollo, carnes, arroz y algas marinas contienen valores elevados de arsénico, por lo tanto, la determinación del contenido de AsT como de las especies arsenicales en estos alimentos merece más estudios en el Perú, donde el pollo y el arroz son muy consumidos (24).

Espinoza Valdiviezo MK, Suarez Zulueta S. Determinación de plomo, cadmio y arsénico en hígados de pollo expendidos en el Mercado Caquetá - San Martín de Porres - período de marzo-julio 2015. [Tesis de grado]. Perú: Universidad Privada Norbert Wiener; 2015. Realizaron su estudio con la finalidad de determinar cuantitativamente las concentraciones de plomo, cadmio y arsénico en hígado de pollo, comercializados por las avícolas del Mercado Caquetá durante los meses de marzo a julio del 2015. Para tal fin, recolectaron en 30 avícolas muestras de hígado de pollo por cada avícola del Mercado Caquetá y los analizaron por el método de espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito para plomo y cadmio. Y para arsénico por el método de espectrofotometría de absorción atómica con generadores de hidruros. Los

resultados que obtuvieron demostraron que la concentración promedio de plomo fue de 0,4326 mg/kg menor al límite máximo permisible según Mercosur, la Unión Europea y el Codex Alimentarius; empero, las concentraciones de plomo en 7 de 30 muestras (23%) superaron al límite permitido. En cuanto al cadmio la concentración promedio fue de 0,4403 mg/kg menor al límite permitido por los organismos internacionales, sin embargo las concentraciones de cadmio en 10 de 30 muestras (33%) superan el límite permitido. Para el arsénico la concentración promedio fue de 0,858 mg/kg mayor al límite máximo permitido, empero las concentraciones de arsénico en 7 de 30 muestras (23%) superan el límite permitido. Concluyendo, que las muestras analizadas contienen metales pesados, lo cual conlleva a un riesgo potencial para el consumidor, ocasionando daños a la salud pública (25).

Ñaccha Cuba JL, Aguilar Zumaeta WV. Determinación cuantitativa de plomo, cadmio y arsénico en hígado de ganado bovino expendido en el Mercado Ciudad de Dios – San Juan de Miraflores. [Tesis de grado]. Perú: Universidad Privada Norbert Wiener; 2015. Indican, que su estudio tuvo como objetivo la determinación cuantitativa de las concentraciones de plomo, cadmio y arsénico en hígado de ganado bovino, comercializadas en el Mercado Ciudad de Dios – San Juan de Miraflores durante los meses

mayo a agosto del 2015. Utilizando el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, encontró que en veintitrés muestras de hígado, el plomo presentó un promedio de 0,4452 mg/Kg, con un mínimo valor de 0,26 mg/Kg y un máximo valor de 0,87 mg/Kg. El cadmio presentó un promedio de 0,3965 mg/Kg, con un mínimo valor de 0,14 mg/Kg y máximo valor de 0,77 mg/Kg; finalmente, se analizó el arsénico, encontrándose un promedio de 1,2521 mg/Kg, con un mínimo valor de 0,28 mg/Kg y un máximo valor de 2,66 mg/Kg. Estos resultados descritos en la investigación, demuestran que las muestras de hígado de ganado bovino superan los límites máximos permisibles establecidos para plomo, cadmio y arsénico descritos en el Diario Oficial de la Unión Europea y Reglamento Técnico de Mercosur. Concluyendo que las muestras contienen metales pesados, lo cual conlleva a un riesgo potencial para el consumidor, ocasionando daños a la salud pública (26).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Generalidades del Arsénico

El arsénico es una sustancia química clasificado como metaloide, dentro de la tabla periódica su símbolo es As y su número atómico 33. Tiene

propiedades metálicas y no metálicas, perteneciendo al grupo de los semimetales. (27) (28)

Este metal pesado se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre, pudiendo encontrarse en el agua, aire y suelo, como consecuencia de procesos naturales como volcanes, incendios forestales o erosión de rocas y minerales, también puede liberarse en el medio ambiente debido a ciertos procesos agrícolas e industriales, como la minería y la fundición de metales, altas temperaturas, tales como la producción de energía con combustibles fósiles como el carbón. (29) (30)

El arsénico que procede principalmente de la actividad industrial se deposita en el suelo y agua, es acumulado por los animales terrestres y acuáticos, también por los vegetales, pudiéndose de este modo transmitir al ser humano, como parte última del eslabón de la cadena trófica, mediante el consumo de alimentos contaminados con este metaloide. (29)

La exposición a arsénico por parte del ser humano se da de las dos siguientes formas químicas:

- Inorgánico: Pudiendo encontrarse cantidades diversas de esta forma, siendo el más tóxico de las especies arsenicales, que combinado con el oxígeno, el cloro o el sulfuro se encuentra en el ambiente en: aguas superficiales y/o subterráneas, plaguicidas arsenicales, residuos industriales, residuos mineros, materiales geológicos naturales como los suelos, rocas, etc.
- Orgánico: compuestos de arsénico combinado con carbono e hidrógeno. Se pueden encontrar diversas cantidades de esta forma de arsénico de baja toxicidad en animales, plantas, peces y mariscos. (31)

2.2.2 Toxicidad por Arsénico

La toxicidad por arsénico ocurre cuando una persona está expuesta al arsénico. Cuando un ser humano se encuentra expuesto a cantidades tóxicas ocurre el envenenamiento por arsénico, esto puede deberse a las siguientes circunstancias:

- Respirar aire contaminada con arsénico.
- Ingerir alimentos contaminados con arsénico.

- Tomar agua contaminada con arsénico.
- Vivir en lugares naturalmente ricos en arsénico.
- Trabajar en ambientes expuesto a arsénico.

Asimismo, los más susceptibles tanto al arsénico como al daño que este ocasiona, son los niños a diferencia de los adultos. Existe evidencia de que la exposición al arsénico puede afectar a las mujeres embarazadas y a los bebés por nacer. (32)

En el ser humano adulto la cantidad de 0,5 mg/Kg es la dosis tóxica de arsénico inorgánico y la potencialmente mortal de 2-3 mg/Kg, existiendo claramente gran variabilidad individual. La dosis letal en seres humanos varía entre 1,5 mg/Kg de peso corporal, en el caso de trióxido de diarsénico y 500 mg/Kg de peso corporal para el ácido dimetilarsínico. (33)

2.2.3 Efectos del Arsénico sobre la Salud Humana

El arsénico afecta a prácticamente todos los aparatos y sistemas del cuerpo, puesto que interfiere con reacciones enzimáticas de amplia distribución. La exposición a arsénico se observa sobre todo en la piel, siendo el efecto más claro.

Efectos agudos

Los síntomas principales de intoxicación aguda por arsénico son los vómitos, la diarrea y el dolor abdominal. Posteriormente, aparecen efectos seguidos como el hormigueo o entumecimiento de las manos y los pies o calambres musculares y, en extremos casos, la muerte.

Efectos a largo plazo

La exposición crónica al arsénico inicia con lesiones de la piel siendo el primer efecto no maligno de la exposición crónica. Después de algunos años de exposición el efecto más característico de la ingestión de arsénico, son áreas de hiperpigmentación intercaladas con áreas más pequeñas de hipopigmentación, con aspecto de gota de lluvia, en el tronco y cuello, y más tarde, hiperqueratosis de palmas y plantas caracterizadas por pequeñas elevaciones parecidas a maíz y queratosis difusa. Los cambios de pigmentación a menudo se encuentran en la cara, el cuello y la espalda. La hiperpigmentación es el punto final más sensible para evaluar la exposición al arsénico, pero no ocurre en cada individuo expuesto, sugiriendo posible genética, diferencias en la susceptibilidad. Todo ello, después de aproximadamente 5 años lleva a la cáncer de piel. Entre los

casos de cáncer también está presente el cáncer de vejiga y cáncer de pulmón como efectos a largo plazo del arsénico. Una ampliación del hígado se observó en el 76,6% de los que bebieron el agua contaminada. La biopsia de muestras de hígado de pacientes similares reveló varios grados de fibrosis y expansión de la zona portal que parecía no cirrótica fibrosis porta. Asimismo repercute en el desarrollo, causa neurotoxicidad, y enfermedades cardiovasculares diabetes y enfermedades pulmonares.

El arsénico también se asocia a desenlaces adversos del embarazo y mortalidad infantil, repercute en la salud de los niños, y hay algunas pruebas de que puede tener una influencia negativa en el desarrollo cognitivo. (34)

2.2.4 Toxicocinética del Arsénico

Absorción: El principal punto de acceso más importante es la entrada gastrointestinal a través de drogas, alimentos y agua contaminados. Se ingiere de diversos modos y en entornos industriales, a través de manos sin lavar o por comer o fumar. El arsénico orgánico se absorbe casi por completo en el tracto gastrointestinal. La grasa dietética aumenta la absorción y la solubilidad, pero la caseína y la leche retrasan este proceso.

También se puede absorber el arsénico vía área, siendo esta la más común en industrias, llegando incluso a acumularse en el fondo del tracto respiratorio. La vía dérmica es de menor acceso y es llevada a cabo en piel.

Distribución: Las partículas de As son absorbidas por leucocitos en el torrente sanguíneo y distribuido por todo el organismo hasta el hígado, los riñones, los pulmones, el bazo y la piel causando toxicidad multiorgánica.

Transporte: Una vez que el arsénico se deja absorber este llega al torrente sanguíneo y se une a las proteínas globulinas. Se distribuye alrededor de las 2 primeras horas exponiéndose a otros órganos, como al hígado, al pulmón, al riñón y al bazo, para unirse a los grupos sulfhidrilo de proteínas. En los huesos el arsénico compite con el fósforo llegando a desplazarlo y permanecer en su lugar durante varios años. En alrededor de 30 horas se encuentra en uñas y cabellos. Los niveles en las secciones del cabello indican el tiempo que ha pasado desde que comenzó la exposición.

Excreción: La principal vía de excreción del arsénico es la renal. En las personas los metabolitos urinarios principales del arsénico inorgánico trivalente y pentavalente es el ácido monometilarsónico y el ácido

dimetilarsénico. La excreción urinaria media de As es de 3 a 5 días, siendo menor en comparación de otro tóxico metal. La presencia de arsénico en la orina se conoce como arsenicuria y es expresada como g de creatinina en orina durante 24 horas (35). Se elimina un 70 % de arsénico orgánico de los mariscos ingeridos en 2 horas sin convertirse en arsénico inorgánico o ácido dimetilarsénico. También se elimina arsénico través de la leche, del sudor, así como apéndices y epitelios ricos en grupos sulfhidrilos.

2.2.5 Bioacumulación de Arsénico en hígado de pollo

Entre las especies avícolas domésticas como los pollos, pavos, gansos, gallinas, patos, palomas y capones, el pollo y el pavo son los que más se consumen por ser fuente de proteína. Y entre ambos, el pollo es el más popular. La industria actual para la crianza y producción de pollos es visiblemente un proceso tóxico para los consumidores, pero es mucho más rentable para la industria.

Con el nuevo sistema, los pollitos comen alimentos que contienen mayoritariamente fungicidas y pesticidas como: malatión, usado para conservar el grano, también madura arsénico, retención de agua en el circuito capilar, aumenta la ganancia de peso y por ende perturba el

metabolismo. Ambas sustancias descritas son cancerígenas para los seres humanos. Este último, el arsénico, tiende a acumularse en el hígado, en los músculos, en faneras y en las excretas del pollo.

En aves que recibieron 100 - 500 mg/kg de ácido arsénico, se encontraron concentraciones máximas de 2,3 - 8 mg/g en el hígado y 0,15 - 0,67 mg/g en el musculo, respectivamente. Cuando se alimenta a los pollos con una dieta baja en proteínas, se observa una mayor acumulación de arsénico. Cuando a estas aves se las trata con 200 mg/kg de arseniato de sodio durante 28 días, las concentraciones fueron de 2,3 mg/kg en el hígado, pero cuando se alimentaron con una dieta baja en proteínas, las concentraciones en el hígado fueron de 5,1 mg/kg, mientras que en el músculo, son sólo 1/5 del anterior. Los cortes más bioacumulativos son: hígado, piernas, muslos, alas y vísceras. Esto se debe a que son las partes de los animales que tienen mayor presencia de queratina y también son áreas de interacciones más frecuentes con medicamentos, tales como: el uso de antibióticos, antihelmínticos y vacunas; aunque los residuos presentes en ambos fragmentos corresponden más a factores metabólicos y anatómicos puros del propio animal. (35)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Absorción: Es el proceso mediante el cual elementos como moléculas, iones o átomos pasan de una fase a otra, formando así un material o cuerpo con características diferentes.

Alimento: Según el Codex Alimentarius, es cualquier sustancia natural, elaborada o semielaborada, destinado al consumo del ser humano, esto incluye a las bebidas, al chicle y a toda sustancia que es utilizada en el tratamiento, la preparación y/o fabricación de los alimentos, sin embargo no incluye sustancias relativas a los medicamentos, cosméticos y el tabaco. El término alimento designa actualmente a toda sustancia que se ingiere, una mezcla de sustancias o una sustancia, así como los coadyuvantes, estas tengan valor nutritivo o no las tenga.

Arsénico: Es un elemento químico, cuyo símbolo es As, de número atómico 33, pertenece a los semimetales sólidos, presenta un color gris metálico, es bastante venenoso y tóxico, en medicina es usado en dosis adecuadas para tratar algunas patologías.

Bacteria: Microorganismos unicelulares de reproducción mediante fisión binaria siendo bastantes saprófitas, algunas suelen ser beneficiosas, siendo utilizada por el hombre para la producción de sustancias benéficas, como es el caso de los antibióticos y el yogurt, sin embargo existe otro grupo que causa enfermedad llamándolas a estas bacterias patógenas. Como todo organismo las bacterias necesitan alimentarse para multiplicarse y ejercer su agresión y lo hacen a expensas de las células del organismo y todo alimento que contiene sustancias para tal fin.

Brote de ETA: Es aquel episodio donde dos o más personas presentan la misma patología después de la ingesta de algún alimento del mismo origen, donde se observa evidencia epidemiología o análisis laboratorial que implica al alimento o bebida como vehículo de ésta.

Caso de ETA: Es aquel caso donde el análisis de laboratorio o la evidencia epidemiológica demuestra que una persona sufrió una enfermedad después del consumo de agua o alimentos que fuesen contaminados.

Codex Alimentarius: Sinónimo de Ley de los Alimentos, Código de los Alimentos o la Biblia de los Alimentos, es el documento que garantiza la calidad, la seguridad y la inocuidad de los alimentos, debido a la gran base científica que posee y la correcta aplicación de las normas que rigen la higiene tanto para la producción, procesamiento, empaque y transporte de todo alimento, garantizando de este modo la inocuidad alimentaria necesaria. Creado en 1962 por la FAO y la OMS, siendo adoptada y utilizada a nivel internacional con el fin de facilitar el comercio internacional y garantizar la calidad e inocuidad alimentaria. El Codex Alimentario ha logrado reducir las ETA, ya que la frase base del Codex enuncia "un alimento no es nutritivo si no es inocuo", si bien es cierto no se ha logrado eliminar el problema, la reducción es bastante crucial.

Contaminación: es la presencia de un agente extraño en un alimento, entorno alimenticio, cuerpo u objeto, capaz de causar una enfermedad o patología en el ser humano.

Contaminante: Según el Codex Alimentario, un contaminante es aquella sustancia, que no es añadida al alimento de manera intencional, sino que está presente en dicho alimento

después de la producción, la fabricación, la elaboración, la preparación, el tratamiento, el envasado, el empaquetado, el transporte e incluso el almacenamiento del mencionado alimento o como el resultado de la contaminación ambiental presente. Este concepto no incluye pelos de roedores, fragmento de insectos u otras materias extrañas.

Contaminación cruzada: es la recepción de agentes contaminantes de un alimento contaminado a un alimento que no está contaminado, transfiriendo estos agentes contaminantes incluso a terceros.

Contaminado: Es aquel alimento en el cual se encuentran contaminantes.

ETA: Enfermedades transmitidas por alimentos o síndromes originados por la ingesta de agua o alimentos, conteniendo agentes etiológicos suficientes para deteriorar la salud de quien lo consume de forma individual o en grupos de poblaciones. Caracterizándose por los siguientes síntomas principales: dolores musculares, dolores

abdominales, náuseas, vómitos, diarrea, fiebre y dolores de cabeza.
Sus siglas ETA se usan en forma singular y plural.

Epidemia: Es la aparición de casos de enfermedad que atacan a las personas en el mismo lugar y fecha y esta se encuentra por encima de lo que se espera. Regularmente se refiere a brotes.

Fuente de infección: Puede ser una sustancia, un objeto, un animal o una persona, la cual transmite un agente infeccioso a otro, denominado hospedero. No es lo mismo fuente de infección a fuente de contaminación.

Fuente de contaminación: Lugares naturales o artificiales que concentra y esparce contaminación.

Higiene: Procedimientos y acciones que llevan a la conservación de la salud y la prevención de enfermedades. En medicina es el arte de conservar la salud y prevenir enfermedades.

Higiene de los alimentos: Comprende el conjunto de condiciones y medidas necesarias para la producción, la

elaboración, el almacenamiento, la distribución, la comercialización e incluso la preparación culinaria de los alimentos, para garantizar la inocuidad alimentaria y el buen estado comestible del alimento siendo apta para el consumo del ser humano.

Infección: Es la invasión, el desarrollo y la multiplicación de un agente infeccioso en un alimento, animal o ser humano. Debe diferenciarse con contaminación alimentaria de superficies.

Infecciones alimentarias: Son las Enfermedades Transmitidas por Alimentos, que son producidas por la ingesta de agua o alimentos contaminados con agentes infecciosos específicos, como son las bacterias, los virus, los hongos, los parásitos que pueden producir toxinas o invadir el intestino y generar alcance a otros aparatos y sistemas.

Inocuidad de Alimentos: Según el Codex Alimentario la inocuidad de alimentos se presenta como la garantía del alimento que no causará daño al consumidor, siendo el mismo ingerido o preparado. La principal fuente de exposición a agentes patógenos biológicos, como los virus, bacterias y parásitos y agentes

patógenos químicos, son los alimentos, no existiendo persona inmune aun es países desarrollados. Cuando los alimentos se encuentran contaminados a niveles inaceptables de estos agentes patógenos y/o contaminantes químicos o con sustancias peligrosas, se afecta la salud del consumidor ocasionando gastos económicos inmensos tanto para las familias como para sus naciones. En ese entender, la inocuidad es inmensamente amplia, incluye también a contaminantes químicos presentes no solo en alimentos, sino a alimentos biotecnológicos, a documentos, publicaciones y evaluación de riesgos microbiológicos.

Inocuo: Libre de peligro. Alimento que cuenta con la certeza de que su ingesta no producirá enfermedad, observando la forma y cantidad que sea de forma adecuada. Inocuo es sinónimo de seguridad, sin embargo no se aconseja su uso en alimentos ya que tiende a confundir con la seguridad alimentaria que se diferencia con la inocuidad de los alimentos.

Inocuidad: Calidad de inocuo.

Intoxicaciones alimentarias: Son las enfermedades transmitidas por los alimentos por la ingesta de toxinas que se encuentran en las plantas o animales, metabolitos de microorganismos en alimentos, o sustancias químicas que se incorporan de manera intencional, accidental o incidental o en algún momento desde su producción hasta su ingesta.

Producto alimentario: Es todo producto no nocivo, relativo o absoluto, con o sin valor nutritivo que puede ser utilizado en la alimentación o relacionarse con estos o su ingreso al organismo. Comprende aditivos, envases, materiales de embalaje, detergentes, desinfectantes, cisternas, transportadoras, cintas, instalaciones, utensilios, vehículos de transporte, etc., que se usan en comercios e industrias.

Saludable: Beneficioso o bueno que sirve para conservar la salud. En cuanto a los alimentos, el que sea saludable depende de factores intrínsecos y extrínsecos, como sus propiedades nutritivas y el ambiente donde se cultive, se comercialice, la operación o manejo de los mismos, etc. correspondientemente, del cual

depende si es menos o más saludable. Sin embargo saludable no es sinónimo de inocuidad.

Sano: Sin daño o en completa integridad. En cuanto a alimentos se refiere a conservar su estado integro de presentación, más no la inocuidad o salubridad.

Transmisión: Es la diseminación y/o circulación de un agente infecciosos de un lugar a otro o de una persona a otra.

Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (VETA): Es un sistema cuya información debe ser continuo y simple, referida a aquellas enfermedades adquiridas por el consumo de agua o alimentos, incluye la investigación de agentes causales y factores determinantes de la entidad, así como también el establecimiento del diagnóstico; permitiendo de este modo se pueda formular estrategias de acción tanto para la prevención y control de enfermedades ocasionados por los alimentos. Este sistema VETA debe cumplir con la flexibilidad, aceptabilidad, sensibilidad y representatividad.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Básica: La presente investigación se basa en la exploración de las variables de estudio y en la generación de mayor evidencia utilizando el método científico.

Cuantitativa: Las variables serán medidas numéricamente y se resumirán a través de métodos estadísticos.

Analítica: Se recolectarán más de dos variables y se realizarán comparaciones entre grupos considerando las medidas de resumen de la variable principal (arsénico en hígado de pollos).

Prospectiva: La medición de las variables la realizará el propio investigador a través de análisis laboratoriales.

3.1.2. Diseño de investigación

Transversal: La medición de las variables se realizarán en un momento puntual del tiempo, evaluando tanto las variables de exposición (características de exposición) con la variable desenlace (concentración promedio de arsénico en hígado de pollo).

3.1.3. Nivel de la investigación

Descriptivo: Las variables serán descritas según su naturaleza, sin alterar la información mediante técnicas o factores externos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población estará compuesta por los hígados de pollo que distribuyen todos los proveedores avícolas de la ciudad de Tacna.

3.2.2. Muestra

El tamaño de muestra será estimado mediante una técnica no probabilística a conveniencia del investigador.

3.2.2.1. Criterios de inclusión

- Hígados extraídos de pollos criados en la ciudad de Tacna.
- Hígados extraídos de pollos que beben agua de las cuencas hidrográficas que abastecen la ciudad de Tacna.
- Hígados extraídos de pollos que consuman balanceados caseros o de marca.
- Hígados extraídos de pollos que consumen medicación que contenga o modifique la concentración de arsénico.

3.2.2.1. Criterios de exclusión

- Hígados extraídos de pollos de proveedores avícolas nuevos o que operen recientemente (3 meses atrás).
- Hígados extraídos de pollos beneficiados y/o transportados desde otras ciudades para su venta en la ciudad de Tacna.

- Hígados extraídos de pollos que consumen agua embotellada o de procedencia diferente a las cuencas hidrográficas que abastecen la ciudad de Tacna.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.3.1. Técnicas para la recolección de datos

Se utilizó una ficha de recolección de datos, donde se conoció la edad del pollo, el agua que bebe el pollo y de qué origen es esta, el alimento que consume a diario el pollo y si este balanceado es preparado de forma casera por el avicultor y cuáles son los componentes con los cuales lo prepara o es adquirido en algún lugar y de ser el caso cual es la marca del balanceado que consume el pollo, también se conoció la medicación que recibe en pollo durante su crianza antes del beneficio, que medicación fue, por cuanto tiempo, fue por recomendación veterinaria o fue por consejo de sus colegas y amigos avicultores. Asimismo se supo sobre el galpón de crianza, del material del piso o cama, si esta es de tierra, aserrín, cascarilla de arroz u otros, así como el material de los postes de sostén, si son palos de madera u otros y la ventilación de este ambiente, si es muy ventilado,

regularmente ventilado o poco ventilado. Finalmente conocimos la frecuencia de limpieza de la gallinaza o excremento de los pollos. Todo lo indicado lo observamos en Anexo 2.

3.3.2. Instrumentos de medición

El proceso y metodología empleada para el análisis de arsénico total de las 40 muestras en hígado de pollo distribuida por los proveedores avícolas de la ciudad de Tacna, una vez recolectadas de cada avicultor, previo al beneficio de los pollos, se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros realizados en el Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la gestión ambiental - CICOTOX de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima. Para ello se recolectó una muestra de hígado de pollo por avicultor, es decir, así el avicultor tuviese 1, 2 o más galpones de su propiedad con diferente capacidad de pollos en cada uno, solamente se recolectó una muestra de hígado de pollo. Una vez beneficiado el pollo y obtenido su hígado esta se puso en bolsas ziploc y cooler box cuidadosamente en vigilancia adecuada de la cadena de frío requerida. Posterior a ello, fue enviada al laboratorio del CICOTOX para el análisis respectivo, el mismo que se describe y detalla en el Anexo 7.

3.4. ANÁLISIS DE DATOS

Estadística descriptiva:

- Las variables cualitativas (dicotómicas y politómicas) que corresponden a las variables independientes, se muestran mediante tablas de frecuencia, tanto relativas como absolutas, siendo su ilustración mediante diagrama de sectores.

- La variable dependiente arsénico total de hígados de pollo, considerando su naturaleza numérica continua, se resume con medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar). Se analizó la normalidad de la distribución de los datos a través de la evaluación de los siguientes supuestos: Semejanza entre la media y la mediana, coeficiente de asimetría cercano a cero y curtosis inferior a tres. Adicionalmente, se identificó *outlier* a través de un gráfico de cajas y bigotes.

Estadística inferencial:

- Para evaluar las asociaciones entre los factores de exposición (todas estas variables categóricas) con los niveles de arsénico (variable numérica continua), se utilizó un análisis de regresión lineal. De cada análisis se identificó -principalmente- la prueba F, R cuadrado, coeficientes β_x y β_0 (referencial) y los intervalos de confianza al 95%.
- Para todos los análisis se consideró un valor p significativo bilateral de 0,05 o 5%. Además, se utilizó el Software estadístico STATA versión 17.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las concentraciones de arsénico en los hígados de pollo expendidos por avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.

Estadísticos descriptivos	Concentración de arsénico (mg/Kg)
Número de muestra (n)	40
Media (μ)	5,61
Desviación estándar (DS)	2,43
Percentil 50% (Me)	5,16
Valor mínimo (Min.)	2,76
Valor máximo (Máx.)	10,76
Coficiente de asimetría	0,74
Curtosis	2,39

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM.

Interpretación:

En los hígados de pollo expendidos por los avicultores de la ciudad de Tacna (n=40), el promedio de arsénico fue de 5,61 mg/Kg. Asimismo, de acuerdo a la desviación estándar, todos los valores de arsénico son cercanos al valor medio, es decir, no hay mucha variabilidad entre ellos. Adicionalmente, el valor más bajo fue de 2,76 mg/Kg, mientras que el más elevado fue de 10,76 mg/Kg.

Por otro lado, considerando la semejanza de los valores de la media y la mediana (5,61 mg/Kg y 5,16 mg/Kg, respectivamente), el coeficiente de asimetría cercano a cero (0,74) y la curtosis colindante a tres (2,39), la distribución de los valores continuos de arsénico es normal.

Gráfico 1. Caja y bigote de las concentraciones de arsénico en hígados de pollo expendidos por avicultores de la ciudad de Tacna.



Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

Tabla 2. Rangos de edad de sacrificio de los pollos para la obtención de las muestras de hígado.

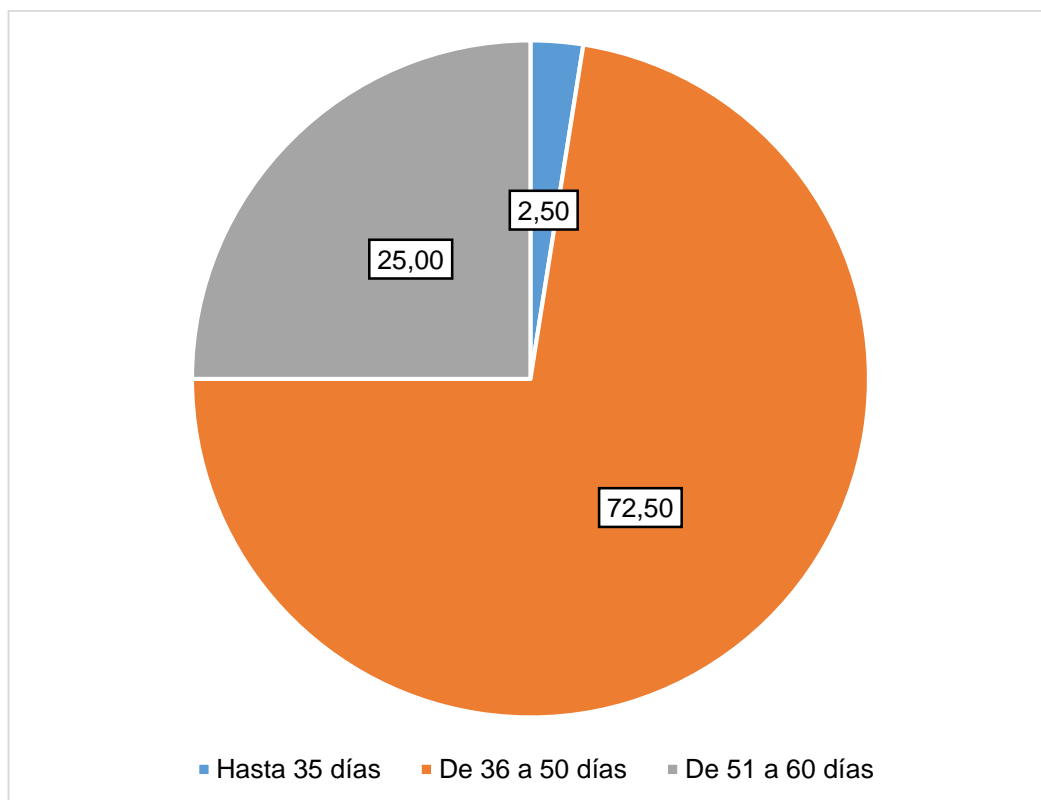
Días	N	%
Hasta 35 días	1	2,50
De 36 a 50 días	29	72,50
De 51 a 60 días	10	25,00
Total	40	100

Fuente: Fichas de recolección de datos

Interpretación:

La gran mayoría (72,50%) de pollos fueron beneficiados entre los 36 a 50 días de edad para la obtención de las muestras de hígados, mientras que solo 10 (25%) pollos fueron sacrificados después de los 50 días.

Gráfico 2. Porcentajes de rangos de edad de sacrificio de los pollos para la obtención de las muestras de hígado.



Fuente: Fichas de recolección de datos.

Tabla 3. Fuentes de agua que recibían los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.

Fuente de agua	n	%
Cisterna	21	52,50
Potable	10	25,00
Río	5	12,50
Pozo	3	7,50
Combinada*	1	2,50
Total	40	100

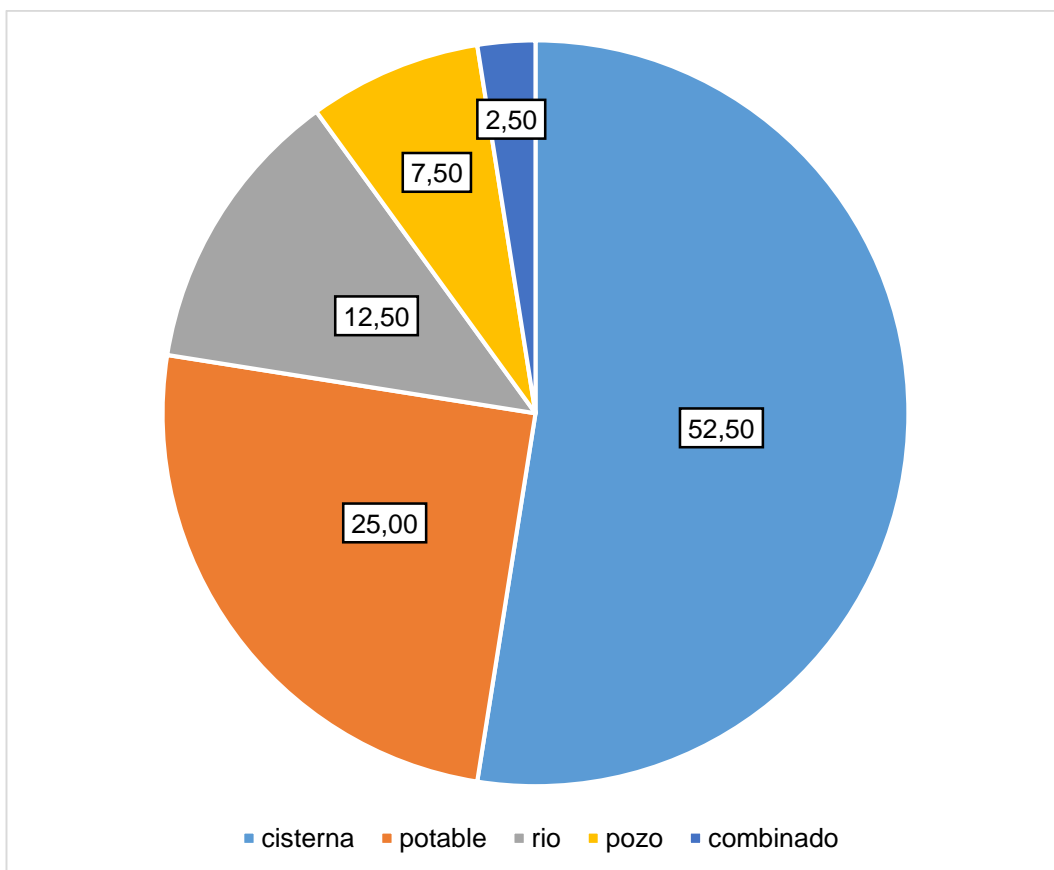
Fuente: Fichas de recolección de datos

*La fuente de agua combinada corresponde a la suma de agua potable y cisterna o agua potable y de río.

Interpretación:

Más de la mitad (52,50%) de los pollos sacrificados para obtener las muestras de hígado bebían agua de fuente cisterna. Seguidamente, 10 (25%) pollos recibían agua potable, mientras que, en menor cantidad, recibían agua de río, pozo y combinada.

Gráfico 3. Porcentajes de fuentes de agua que consumieron los pollos que fueron sacrificados.



Fuente: Fichas de recolección de datos

Tabla 4. Tipos de alimentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.

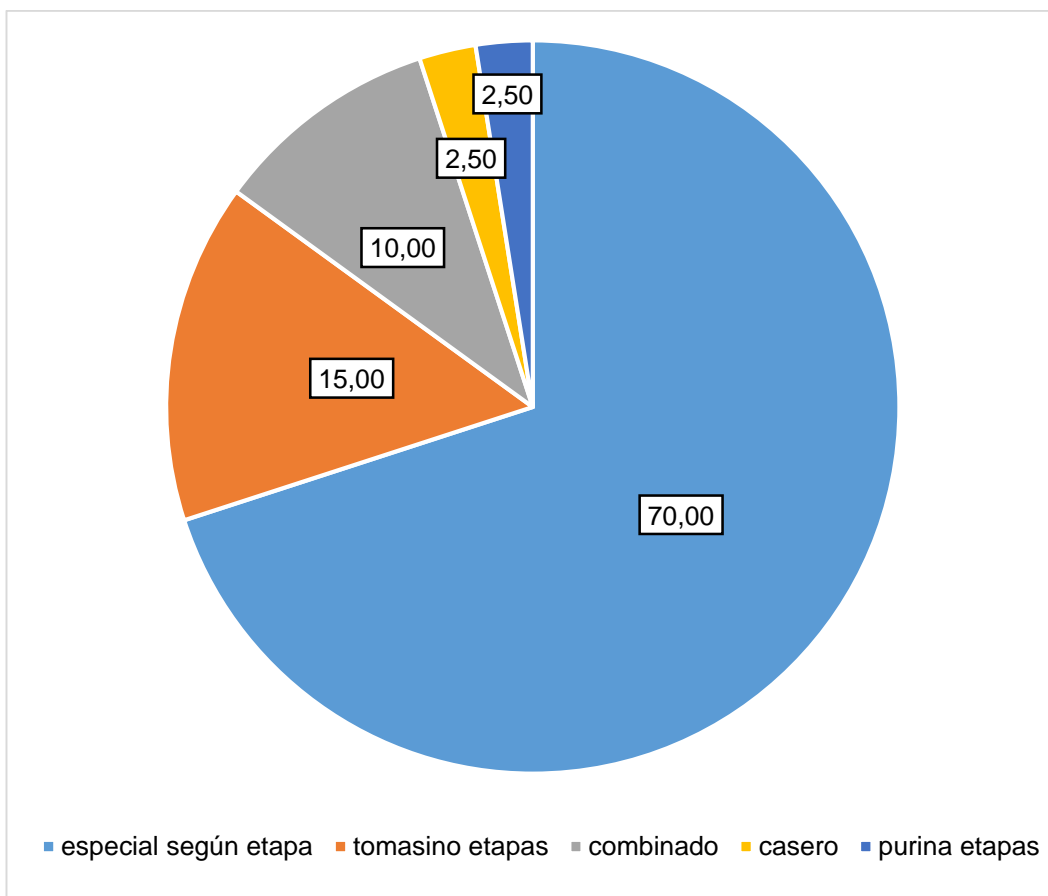
Alimento	n	%
Especial según etapa	28	70,00
Tomasino etapas	6	15,00
Combinado	4	10,00
Casero	1	2,50
Purina etapas	1	2,50
Total	40	100

Fuente: Fichas de recolección de datos

Interpretación:

De los 40 pollos que fueron sacrificados para obtener las muestras de hígados, 28 (70%) recibieron alimentación especial según su etapa de desarrollo. En menor cantidad, algunos pollos recibieron alimento “Tomasino” por etapas (15%) y alimento combinado (10%), el cual contiene piensos de marca y preparados caseros.

Gráfico 4. Porcentajes de los tipos de alimentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna, 2022.



Fuente: Fichas de recolección de datos

Tabla 5. Características del tratamiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.

Tratamiento	n	%
Reciben tratamiento	40	100,00
Motivo		
<i>Enfermedad</i>		
Si	25	62,50
No	15	37,50
<i>Crecimiento</i>		
Si	14	35,00
No	26	65,00
<i>Profilaxis*</i>		
Si	21	52,50
No	19	47,50
Tiempo de tratamiento		
Necesidad o indicación terapéutica	13	32,50
Hasta 7 días	17	42,50
De 8 a 15 días	10	25,00
Total	40	100

Fuente: Ficha de recolección de datos.

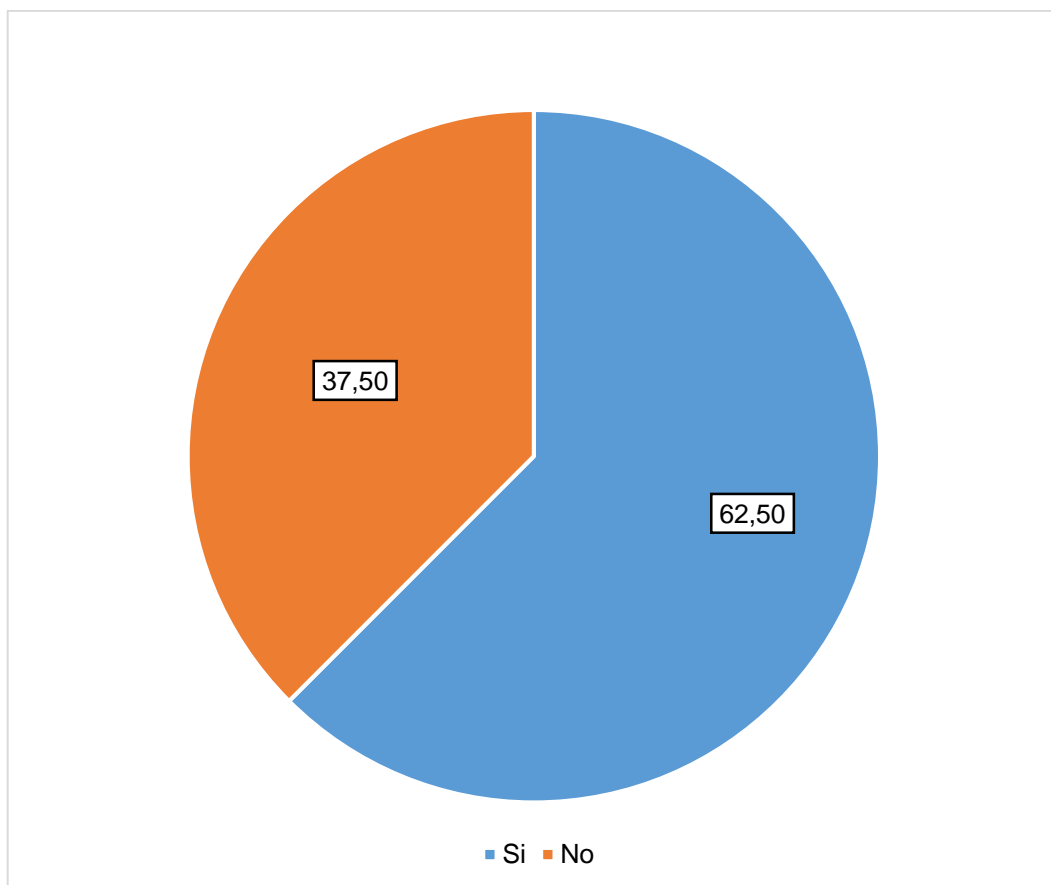
*Profilaxis corresponde a prevención y desinfección.

Interpretación:

De los 40 pollos sacrificados para la obtención de las muestras de hígados, todos recibieron al menos un tipo de tratamiento. Entre los principales motivos, la mayoría lo recibió por alguna enfermedad (62,50%) o por profilaxis (52,50%). En cuanto al tiempo de tratamiento, solo 13

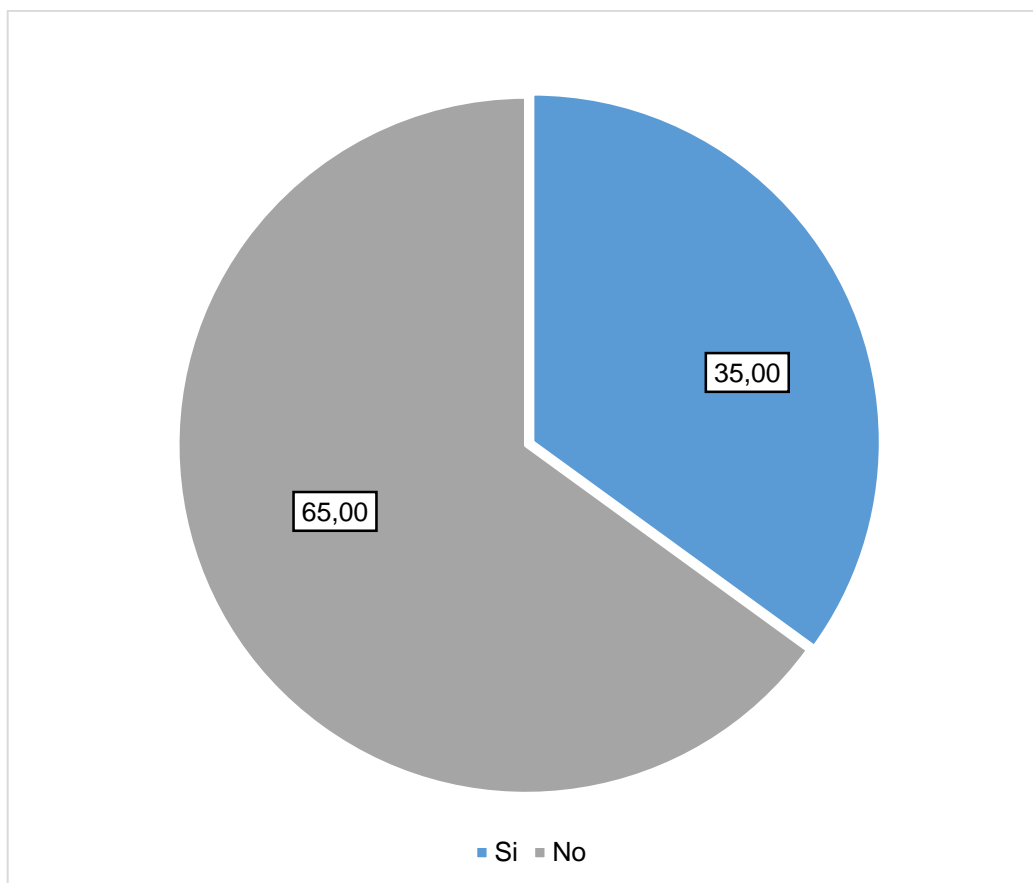
(32,50%) lo recibieron por necesidad o indicación veterinaria, mientras que una mayor cantidad de pollos recibieron hasta siete días de tratamiento.

Gráfico 5. Porcentajes de tratamiento por motivo de enfermedad que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.



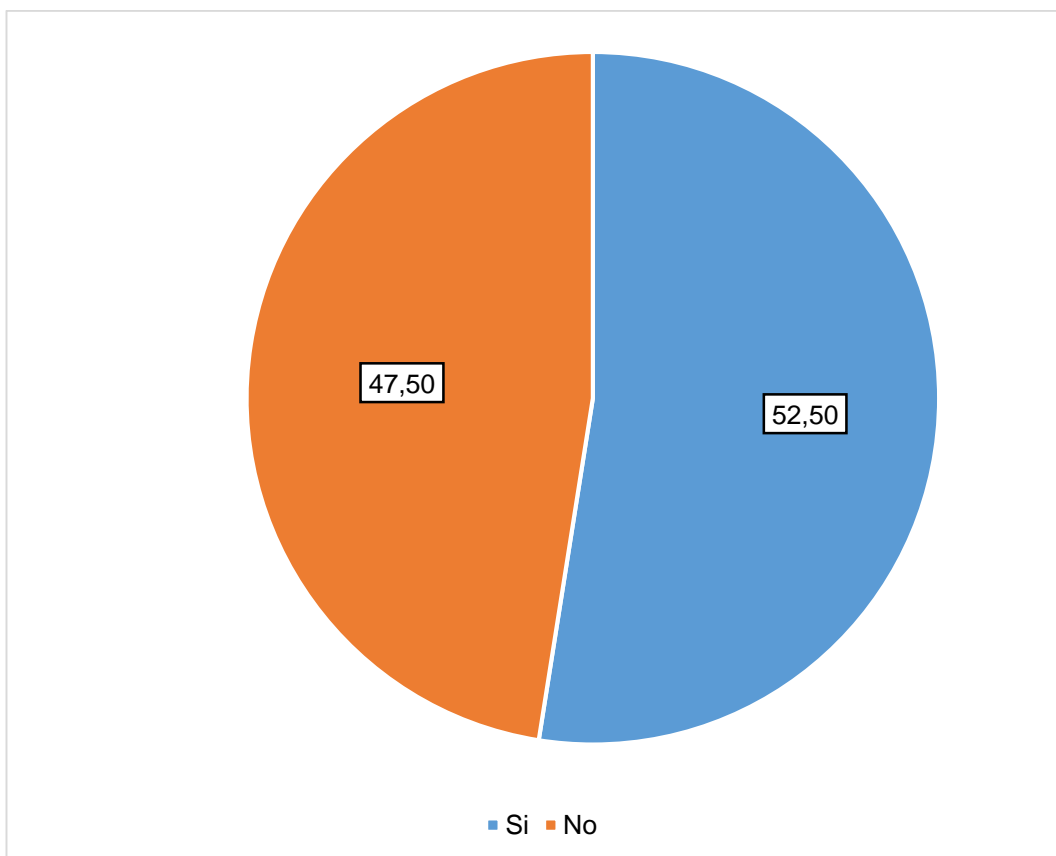
Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 6. Porcentajes de tratamiento por motivo de crecimiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.



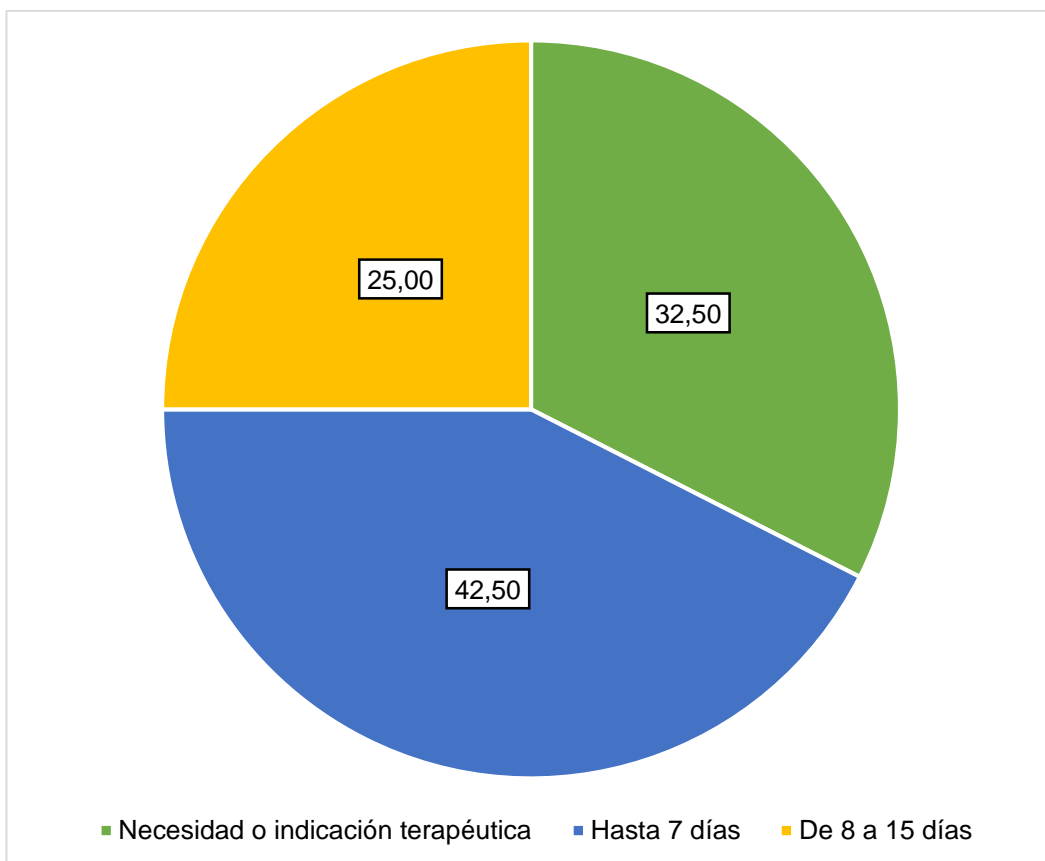
Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 7. Porcentajes de tratamiento por motivo de profilaxis que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 8. Porcentajes del tiempo de tratamiento que recibieron los pollos criados por los avicultores de la ciudad de Tacna, 2022.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

Tabla 6. Características de los medicamentos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.

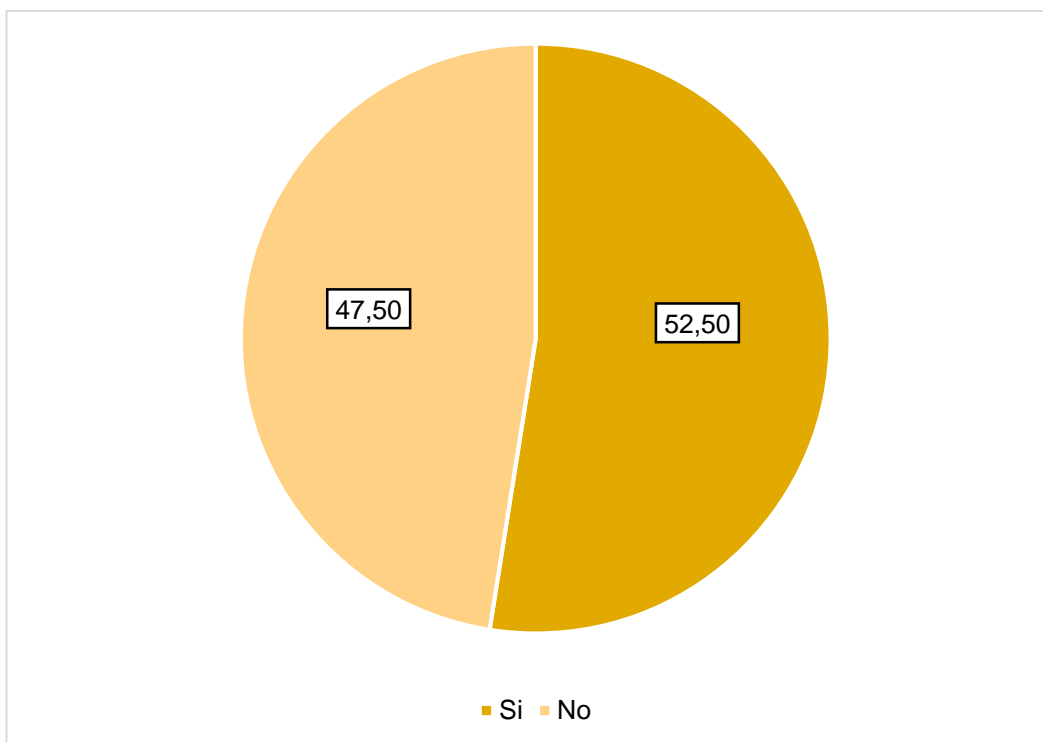
Medicamentos	n	%
<i>Antibióticos</i>		
Si	21	52,50
No	19	47,50
<i>Vitaminas</i>		
Si	24	60,00
No	16	40,00
<i>Vacunas</i>		
Si	4	10,00
No	36	90,00
<i>Indicación veterinaria</i>		
Si	32	80,00
No	8	20,00
Total	40	100

Fuente: Ficha de recolección de datos

Interpretación:

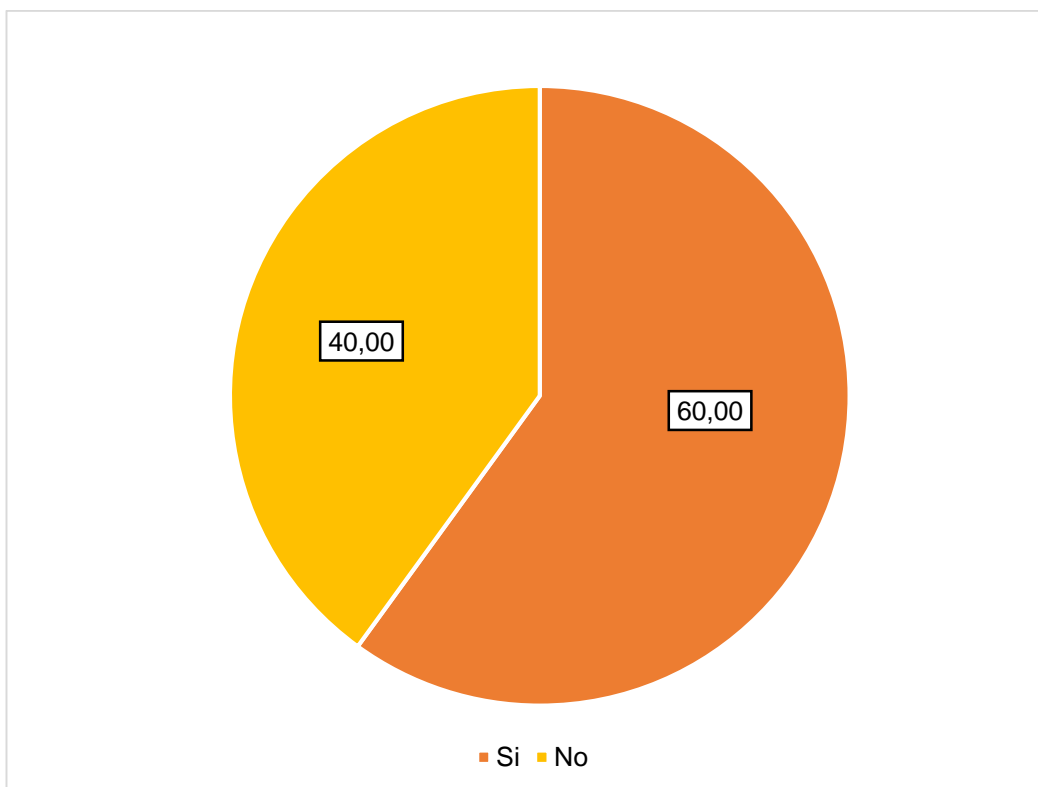
De los 40 pollos que fueron sacrificados para la obtención de muestras de hígados, la mayoría fueron tratados previamente con antibióticos (52,50%) y con vitaminas (24%). De ellos, 32 (80%) tenían autorización veterinaria para recibir tratamiento.

Gráfico 9. Porcentaje de antibióticos que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.



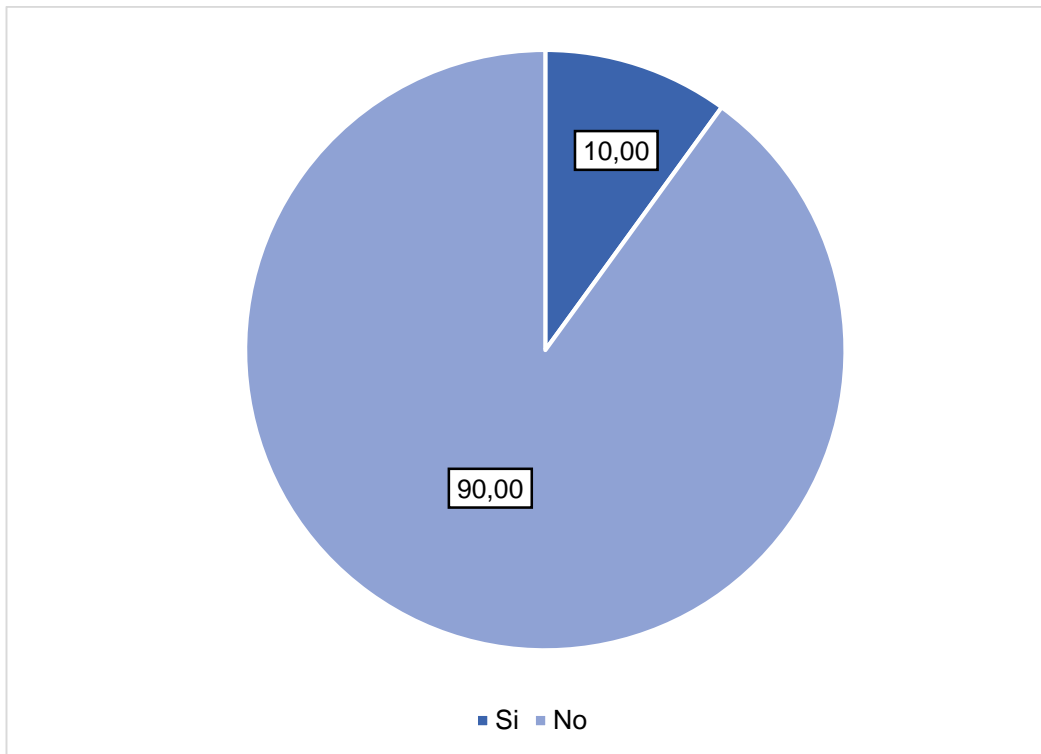
Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 10. Porcentajes de vitaminas que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.



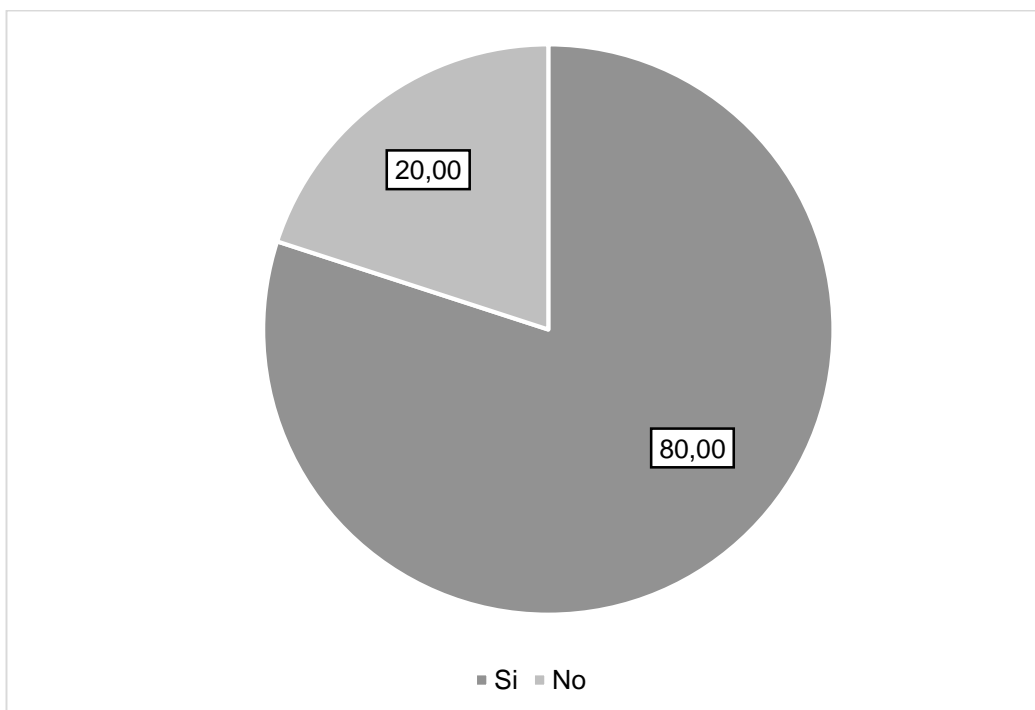
Fuente: Ficha de recolección de datos

Gráfico 11. Porcentajes de vacunas que recibieron los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 12. Porcentajes de indicación veterinaria de medicamentos administrados a los pollos criados por los avicultores de Tacna para la obtención de las muestras de hígados.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

Tabla 7. Características del material del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.

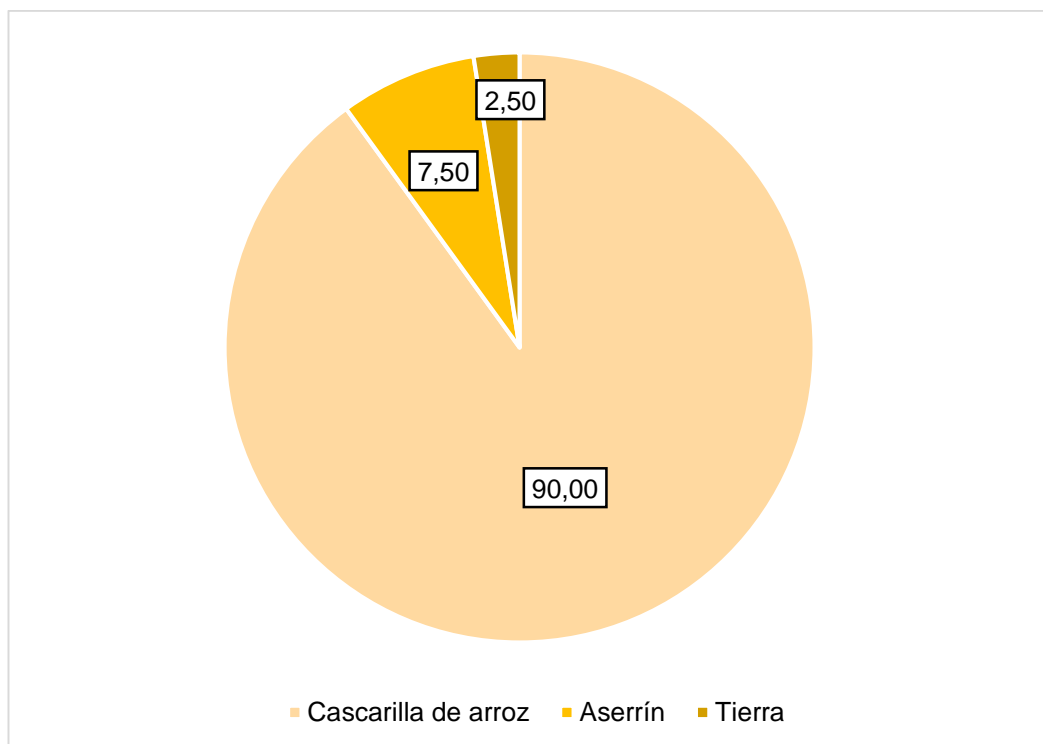
Galpón	n	%
<i>Piso</i>		
Cascarilla de arroz	36	90,00
Aserrín	3	7,50
Tierra	1	2,50
<i>Soporte</i>		
Palos de madera	40	100,00
<i>Ventilación</i>		
Muy ventilado	28	70,00
Regularmente ventilado	12	30,00
<i>Frecuencia de limpieza</i>		
Cada 30 días	8	20,00
Cada 31 a 50 días	28	70,00
Cada 51 a 60 días	4	10,00
Total	40	100

Fuente: Ficha de recolección de datos.

Interpretación:

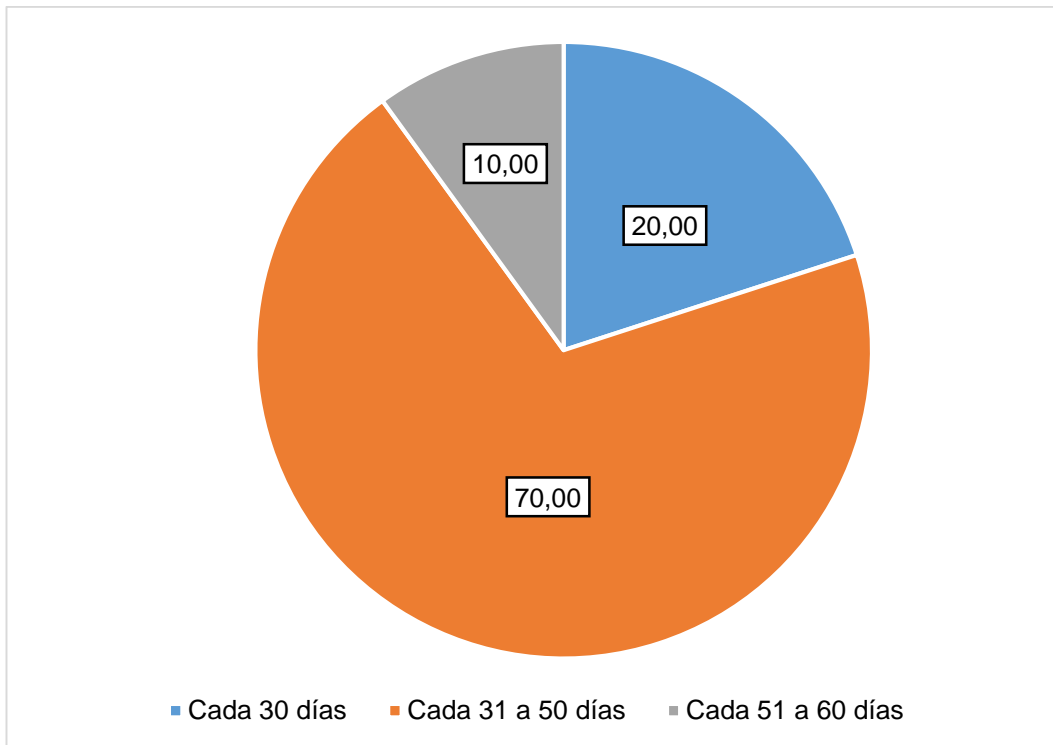
Los soportes del galpón donde se criaron todos los pollos que fueron sacrificados para la obtención de las muestras de hígados eran de palos de madera. Respecto al piso de los galpones, 36 (90%) eran de cascarilla de arroz, mientras que en menor cantidad de aserrín y de tierra. Asimismo, los galpones en su mayoría eran muy ventilados (70%), mientras que la limpieza que realizaban los avicultores era preferentemente cada 31 a 50 días (70%).

Gráfico 13. Porcentajes de las características del material del piso donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.



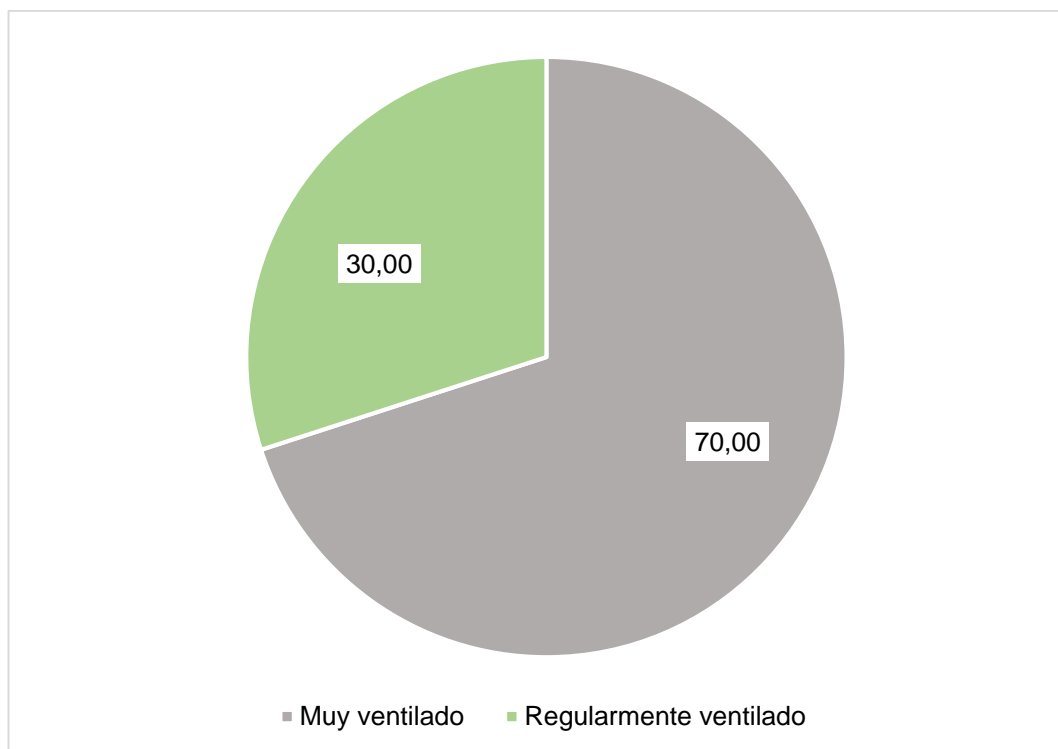
Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 14. Porcentajes de la frecuencia de limpieza del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

Gráfico 15. Porcentajes de la frecuencia de ventilación del galpón donde fueron criados los pollos para la obtención de las muestras de hígados.



Fuente: Ficha de recolección de datos.

1. Comparación entre el promedio de la concentración de arsénico en hígado de pollo y el valor referencial del códex alimentario.

Tabla 8. Estadístico para la comparación entre el promedio de la concentración de arsénico en hígado de pollo y valor referencial del Codex Alimentario.

Variable	n	Media	Error estándar	Desviación estándar	IC 95%	Valor p
Concentración de arsénico	40	5,61	0,38	2,43	4,83 6,39	<0,001
Prueba t	13,33					
Grados de libertad	39					

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

De acuerdo a la prueba t-Student de una muestra, se obtuvo un valor p menor a 0,001, el cual es inferior al límite de significancia estadística de 0,05 o 5%. Por tanto, en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de la ciudad Tacna, el promedio de la concentración de arsénico es diferente al valor de referencia del Códex Alimentario (0,50 mg/kg). Este resultado, es estadísticamente significativo.

Dicho lo anterior, se desprende que la media de las concentraciones de arsénico de los hígados de pollo, superan el valor referencial establecido por el Códex Alimentario.

2. Asociación entre las características de exposición y las concentraciones de arsénico en hígados de pollo.

Tabla 9. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la edad de sacrificio del pollo.

n	40					
Prob > F	0,410					
R cuadrado	0,047					
R cuadrado ajustado	-0,005					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	T	Valor p	IC 95%	
De 36 a 50 días	0,123	2,472	0,050	0,961	-5,131	4,886
De 51 a 60 días	1,080	2,549	0,420	0,674	-4,085	6,245
β_0^*	5,429	2,43	2,230	0,032	0,504	10,353

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Hasta 35 días.

Considerando los parámetros estimados con la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,410 > 0,05$, el cual señala que los rangos de edad de los pollos sacrificados, no explican o no tienen efecto sobre los valores de las concentraciones de arsénico en las muestras de hígado. En ese contexto, el R cuadrado tiene una fuerza de 4,7% para esta asociación, siendo así, muy baja. Por otra parte, las evaluaciones de las asociaciones por rango de edad, evidencian que, si bien los promedios de arsénico en hígados de pollo aumentan cuando

mayores son los días de sacrificio, estos resultados son estadísticamente no significativos.

En consecuencia, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados a la edad de sacrificio del pollo.

Tabla 10. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de agua de consumo.

n	40					
Prob > F	0,038					
R cuadrado	0,427					
R cuadrado ajustado	0,365					

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	T	Valor p	IC 95%	
Combinada*	2,350	2,487	0,940	0,351	-2,699	7,401
Cisterna	5,810	0,530	10,950	0,001	4,733	6,887
Pozo	0,989	1,500	0,660	0,032	0,755	1,034
Río	1,607	1,209	1,300	0,046	1,035	1,847
β_0^{**}	-0,528	0,933	-0,570	0,022	-1,424	-0,968

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*La fuente de agua combinada corresponde a la suma de agua potable y cisterna o agua potable y de río.

**Categoría de referencia: Agua potable

De acuerdo a los parámetros estimados con la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,038 < 0,05$, el cual señala que el tipo de agua que recibieron los pollos durante su crianza explica o tiene efecto sobre los valores de las concentraciones de arsénico en las muestras de hígado. En esa misma línea, el R cuadrado tiene una fuerza moderada de 42,7% para esta asociación. Por otro lado, de acuerdo a las pruebas “t”, las evaluaciones de las asociaciones por tipo de fuente de agua evidencian que, los pollos que recibieron agua de cisterna durante su crianza tienen en promedio 5,81 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que los que recibieron agua potable (valor p de 0,001). Asimismo,

los pollos que recibieron agua de pozo y de río, también presentaron promedios de arsénico más elevados en sus muestras de hígados que los que tomaban agua potable (valor p de 0,032 y 0,046 respectivamente).

En consecuencia, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados al tipo de fuente de agua que recibieron durante su crianza.

Tabla 11. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de alimento.

n	40					
Prob > F	0,619					
R cuadrado	0,070					
R cuadrado ajustado	0,035					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	T	Valor p	IC 95%	
Combinado*	0,856	2,759	0,310	0,758	-6,457	4,744
Especial	1,409	2,511	0,560	0,578	-6,508	3,688
Purina	1,139	3,489	0,330	0,746	-5,945	8,223
Tomasino	2,452	2,665	0,920	0,364	-7,864	2,958
β_0^{**}	7,022	2,467	2,850	0,007	2,012	12,031

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Contiene piensos de marca y preparados caseros.

**Categoría de referencia: Alimento casero.

De acuerdo a los parámetros estimados con la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,619 > 0,05$, el cual señala que el tipo de alimento que recibieron los pollos durante su crianza no explica o no tiene efecto sobre los valores de las concentraciones de arsénico en las muestras de hígado. En ese contexto, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja de 7% para esta asociación. Por otro lado, en línea de los resultados de las pruebas “t”, las evaluaciones de las asociaciones por tipo de alimento evidencian que, si bien los hígados de los pollos que fueron alimentados con piensos combinados, especial, purina y tomasino

presentaron promedios de arsénico superiores a los que recibieron alimento casero, estos resultados son estadísticamente no significativos.

En consecuencia, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados al tipo de alimento que recibieron durante su crianza.

Tabla 12. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por enfermedad.

n	40					
Prob > F	0,035					
R cuadrado	0,141					
R cuadrado ajustado	0,092					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	1,649	0,756	2,180	0,035	1,117	2,410
β_0^*	6,640	0,590	11,100	0,001	5,430	7,851

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: El motivo de tratamiento no fue por enfermedad.

Considerando los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,035 < 0,05$, el cual señala que el tratamiento por enfermedad explica o tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza baja o débil de 14,10% para esta asociación. En otros puntos, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron tratados por enfermedad tienen en promedio 1,649 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que los que recibieron tratamiento por otras causas. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,035.

En conclusión, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados al tipo de tratamiento por enfermedad que recibieron durante su crianza.

Tabla 13. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por crecimiento.

n	40
Prob > F	0,044
R cuadrado	0,133
R cuadrado ajustado	0,089

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	1,329	0,812	0,400	0,044	1,316	1,874
β_0^*	5,725	0,480	11,910	0,001	4,751	6,698

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Tratamiento no por crecimiento.

De acuerdo a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,044 < 0,05$, el cual señala que el tratamiento por crecimiento explica o tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza baja o débil de 13,30% para esta asociación. En otros puntos, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron tratados por crecimiento tienen en promedio 1,329 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que los que recibieron tratamiento por otras causas. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,044.

En conclusión, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados al tipo de tratamiento por crecimiento que recibieron durante su crianza.

Tabla 14. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el motivo de tratamiento por profilaxis.

n	40					
Prob > F	0,045					
R cuadrado	0,102					
R cuadrado ajustado	0,069					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	1,460	0,740	1,970	0,045	1,038	2,960
β_0^*	4,843	0,536	9,020	0,001	3,756	5,929

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: No recibieron tratamiento por profilaxis.

Respecto a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,045 < 0,05$, el cual señala que el tratamiento por profilaxis explica o tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza baja o débil de 10,20% para esta asociación. Continuamente, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron tratados por profilaxis tienen en promedio 1,460 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que los que recibieron tratamiento por otras causas. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,045.

En conclusión, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados al tipo de tratamiento por profilaxis que recibieron durante su crianza.

Tabla 15. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tiempo de tratamiento.

n	40
Prob > F	0,115
R cuadrado	0,110
R cuadrado ajustado	0,062

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Hasta 7 días	0,384	0,865	0,440	0,659	-1,368	2,137
De 8 a 15 días	2,013	0,987	2,040	0,049	0,012	4,015
β_0^*	4,943	0,651	7,590	0,001	3,623	6,263

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Tiempo de tratamiento según necesidad o indicación veterinaria.

De acuerdo a los parámetros estimados con la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,115 > 0,05$, el cual señala que el tiempo de tratamiento que recibieron los pollos durante su crianza no explica o no tiene efecto sobre los valores de las concentraciones de arsénico en las muestras de hígado. En alusión a ello, el R cuadrado tiene una fuerza baja de 11% para esta asociación. No obstante, los hígados de los pollos que fueron tratados de 8 a 15 días tienen en promedio 2,013 mg/Kg más de arsénico que aquellos que fueron tratados según necesidad o indicación veterinaria. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,049.

En consecuencia, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna; en general, no están asociados al tiempo de tratamiento que recibieron durante su crianza.

Tabla 16. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de antibióticos.

n	40
Prob > F	0,047
R cuadrado	0,123
R cuadrado ajustado	0,096

Concentración de arsénico	Coficiente βx	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	1,274	0,749	1,700	0,047	0,243	2,792
$\beta 0^*$	6,279	0,543	11,560	0,000	5,179	7,379

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: No recibieron antibióticos.

Considerando a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,047 < 0,05$, el cual señala que el uso de antibióticos explica o tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza baja o débil de 12,30% para esta asociación. Adicionalmente, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron tratados con antibióticos tienen en promedio 1,274 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos que no recibieron. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,047.

En conclusión, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados al uso de antibióticos que recibieron durante su crianza.

Tabla 17. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de vitaminas.

n	40					
Prob > F	0,961					
R cuadrado	0,001					
R cuadrado ajustado	-0,026					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	-0,038	0,792	-0,050	0,961	-1,644	1,566
β_0^*	5,633	0,614	9,170	0,001	4,389	6,876

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: No recibieron vitaminas.

Los parámetros estimados en la regresión lineal señalan que, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,961 > 0,05$, el cual señala que el uso de vitaminas no explica o no tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja o muy débil de 0,1% para esta asociación. Adicionalmente, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que recibieron vitaminas tienen en promedio 0,038 mg/Kg menos arsénico en sus muestras de hígados que aquellos que no recibieron. Sin embargo, este resultado es estadísticamente no significativo con un valor p de 0,961.

En conclusión, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados al uso de vitaminas que recibieron durante su crianza.

Tabla 18. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el uso de vacunas.

n	40					
Prob > F	0,891					
R cuadrado	0,001					
R cuadrado ajustado	-0,025					

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	0,177	1,294	0,140	0,892	-2,443	2,797
β_0^*	5,592	0,409	13,660	0,001	4,763	6,421

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: No recibieron vacunas.

Los parámetros estimados en la regresión lineal señalan que, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de 0,961 > 0,05, el cual señala que el uso de vacunas no explica o no tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. En ese contexto, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja o muy débil de 0,1% para esta asociación. Asimismo, de acuerdo a la prueba “t”, los pollos que recibieron vacunas tienen en promedio 0,177 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos que no recibieron. Sin embargo, este resultado es estadísticamente no significativo con un valor p de 0,892.

En resumen, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados al uso de vacunas que recibieron durante su crianza.

Tabla 19. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tratamiento por indicación veterinaria.

n	40					
Prob > F	0,531					
R cuadrado	0,010					
R cuadrado ajustado	-0,015					
Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Sí	-0,61	0,966	0,630	0,531	-1,345	2,566
β_0^*	5,121	0,864	5,930	0,001	3,372	6,871

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: No fueron tratados por indicación veterinaria.

De acuerdo a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,531 > 0,05$, el cual señala que el tratamiento por indicación veterinaria no explica o no tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. En ese contexto, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja o muy débil de 0,1% para esta asociación. Adicionalmente, de acuerdo a la prueba “t”, los pollos que fueron tratados por indicación veterinaria tienen en promedio 0,61 mg/Kg menos arsénico en sus muestras de hígados que aquellos que no recibieron. Sin embargo, este resultado es estadísticamente no significativo con un valor p de 0,531.

En resumen, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados al tratamiento por indicación veterinaria que recibieron durante su crianza.

Tabla 20. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y el tipo de material del galpón.

n	40
Prob > F	0,115
R cuadrado	0,085
R cuadrado ajustado	-0,017

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Cascarilla de arroz	0,975	1,469	0,660	0,044	0,702	1,953
Tierra	-1,460	2,823	-0,520	0,608	-7,182	4,261
β_0^*	4,768	1,411	3,380	0,002	1,907	7,629

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Aserrín

Considerando a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,115 > 0,05$, el cual señala que el material de los galpones donde fueron criados los pollos no explica o no tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. Asimismo, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja o muy débil de 8,5% para esta asociación. Adicionalmente, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron criados en galpones de cascarilla de arroz tienen en promedio 0,975 mg/Kg más arsénico que aquellos que fueron criados en galpones con cama de aserrín. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,047. No obstante, en general, las

concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados al material de los galpones donde fueron criados.

Tabla 21. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la frecuencia de ventilación del galpón.

n	40					
Prob > F	0,748					
R cuadrado	0,003					
R cuadrado ajustado	-0,023					
Concentración de arsénico	Coficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Muy ventilado	0,273	0,846	0,320	0,748	-1,44	1,987
β_0^*	5,418	0,708	7,650	0,001	3,984	6,852

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Regularmente ventilado.

De acuerdo a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,748 > 0,05$, el cual señala que la frecuencia de ventilación en los galpones donde fueron criados los pollos no explica o no tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. En esa misma línea, el R cuadrado tiene una fuerza muy baja o muy débil de 0,3% para esta asociación. Adicionalmente, de acuerdo a la prueba “t”, los pollos cuyos galpones son muy ventilados tienen en promedio 0,273 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos donde ventilan regularmente sus galpones. Sin embargo, este resultado es estadísticamente no significativo con un valor p de 0,748.

Por lo tanto, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, no están asociados a la frecuencia de ventilación de los galpones donde fueron criados.

Tabla 22. Asociación entre las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos y la frecuencia de limpieza.

n	40					
Prob > F	0,033					
R cuadrado	0,167					
R cuadrado ajustado	0,122					

Concentración de arsénico	Coefficiente β_x	Error estándar	t	Valor p	IC 95%	
Cada 31 a 50 días	2,470	0,910	2,710	0,010	0,625	4,315
Cada 51 a 60 días	2,698	1,39	1,650	0,107	0,052	5,116
β_0^*	7,569	0,803	9,430	0,001	5,941	9,196

Fuente: Fichas de recolección de datos e informe de resultados de CICOTOX-UNMSM

*Categoría de referencia: Cada 30 días.

Considerando a los parámetros estimados en la regresión lineal, mediante la prueba “F” se obtiene un valor p de $0,033 < 0,05$, el cual señala que la frecuencia de limpieza de los galpones donde se criaron a los pollos explica o tiene efecto sobre los valores de arsénico en las muestras de hígado. En ese contexto, el R cuadrado tiene una fuerza baja o débil de 16,70% para esta asociación. Seguidamente, de acuerdo a las pruebas “t”, los pollos que fueron criados en galpones que se limpiaban cada 31 a 50 días tienen en promedio 2,470 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos donde sus galpones se limpiaban cada 30 días. Este resultado es estadísticamente significativo con un valor p de 0,010.

Finalmente, las concentraciones de arsénico en los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de Tacna, están asociados a la frecuencia de limpieza de los galpones donde fueron criados.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

A nivel nacional, la carne de pollo; como fuente esencial de proteínas, es continuamente uno de los productos de mayor consumo poblacional. Al respecto, un estudio económico realizado en Perú evidencia que el consumo per cápita de este alimento alcanzó los 50,3 kg por habitante por año en el 2018 y; en esa misma línea, crece sostenidamente a una tasa anual de 5,2% (36). A ello se añade que, el consumo de los órganos o vísceras de pollo también son importantes. Así, en el Perú se recomienda el consumo de hígado de pollo por su alto contenido de hierro (8,5 mg de Fe en 100 g de hígado) para la prevención de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas (37)

En efecto, considerando el empoderamiento del consumo de carne de pollo y sus vísceras en el país, se hace indispensable evaluar si estos alimentos consumidos por la población presentan residuos tóxicos; tales como el arsénico, el cual puede derivar de factores relacionados a la crianza avícola o condiciones ambientales preexistentes. En tal contexto, la presente investigación es la primera en evaluar los niveles de arsénico

en hígados de pollos que son expendidos por una muestra de avicultores de la ciudad de Tacna (n=40).

Así, los resultados de la presente investigación evidencian que, los hígados de pollo expendidos por una muestra de productores avícolas tienen en promedio 5,61 mg/Kg de arsénico, el cual es superior al valor establecido (0,50 mg/Kg) por el Codex Alimentarius (valor $p=0,001$) (9). Adicionalmente, se desprende que, todas las muestras de hígados superaron el valor referencial, dado que el valor más bajo de arsénico fue de 2,76 mg/Kg. Sobre esto, estudios han reportado resultados semejantes a los de esta investigación. Por ejemplo, Espinoza (25), en Lima, evidenció que el promedio de arsénico en hígados de pollos de 30 avícolas fue de 0,858 mg/Kg, el cual superó el valor referencial de arsénico. Sin embargo, individualmente, solo siete de 30 muestras superaron el mencionado valor, mientras que en esta investigación todas las muestras (40/40) lo hicieron.

Internacionalmente, estudios reportan niveles elevados de arsénico, pero en carne de pollo. Así, Nachman et al. (14) En Estados Unidos, determinó que el 94% de muestras, presentaron arsénico por encima de 1,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Mientras que, Zhao et al. (21) , reportó que el promedio de arsénico en carne de pollo distribuido en 10 ciudades de China fue de 4,85

mg/Kg. A pesar de que estos estudios no fueron realizados en hígados de pollo, cabe añadir que, el Codex Alimentarius, así como la normativa europea y peruana, establecen que el valor referencial es tipificado tanto para carne y vísceras de pollo (26).

Los resultados del presente estudio advierten que, los hígados de pollo expendidos por una muestra de productores avícolas de Tacna, tienen niveles elevados de arsénico. Esto expone accidentalmente, a los consumidores a un riesgo de efectos nocivos en su salud.

Una explicación razonable de estos resultados, se sostiene en la literatura científica disponible, la cual sintetiza que los niveles elevados de arsénico en los hígados de pollo, así como en su carne, puede verse influenciado por factores de exposición ambientales, de alimentación y de cuidado (20) (23) (38).

Dicho lo anterior, el presente estudio evaluó los principales factores de exposición que tienen los pollos durante su desarrollo y crecimiento en las granjas avícolas. Entre ellos, Rehman et al. (39) Sugiere que los niveles de arsénico en carnes de pollos pueden estar asociados a la edad del animal antes de ser sacrificado. En esa línea, nuestro estudio evidenció que

29 (72,50%) pollos fueron sacrificados entre los 36 a 50 días de edad, mientras que solo 10 (25%) fueron sacrificados después de los 50 días. No obstante, los resultados concluyen que, si bien los promedios de arsénico en hígados de pollo aumentan cuando mayores son los días de sacrificio, estos resultados son estadísticamente no significativos (valor $p=0,410$).

Independientemente de la significancia estadística, el aumento del promedio de arsénico en los hígados de pollo se debe; principalmente, a la anatomía aviar. Al respecto, Rossman et al. (40) Explica que en los tejidos grasos, adiposos y hepáticos del pollo, al ser estructurados por colágeno, los compuestos arsenicales tienden a bioacumularse por afinidad. Es por ello que; en teoría, los hígados de pollo tienden a acumular más arsénico en función al incremento de su edad. Sin embargo, los resultados de la presente investigación no lo concluyen estadísticamente (valor $p=0,410$). Sobre este resultado, una razón puede ser el número de muestras ($n=30$), dado que existe mayor probabilidad de cometer un error tipo II, lo que provoca que el valor p se incremente y sea no significativo.

Entre otros factores de exposición evaluados, se consideró indispensable identificar las fuentes de agua que beben los pollos durante su crianza. Así, más de la mitad (52,50%) de pollos sacrificados bebieron

agua de fuente cisterna, a 10 (25%) les dieron agua potable, mientras que, en menor cantidad, agua de río, pozo y combinada. Adicionalmente, se evidenció que, los pollos que recibieron agua de cisterna durante su crianza tienen en promedio 5,81 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados en comparación de los que bebían agua potable (valor $p = 0.001$). Del mismo modo, los pollos que recibieron agua de pozo y de río, también presentaron promedios de arsénico más elevados (0,989 mg/Kg y 1,607 mg/Kg respectivamente) en sus hígados que aquellos que recibieron agua tratada. Estos resultados se explican considerando los antecedentes de la calidad fisicoquímica de las fuentes de agua en la ciudad de Tacna. Así, un estudio realizado años anteriores por la Dirección Regional de Salud (DIRESA), evidenció que el 65% de distritos de Tacna, tienen fuentes de agua que superan el valor referencial de arsénico (0,01 mg/L). Entre las fuentes de agua contaminadas con arsénico en Tacna, se encuentran los Ríos Caplina y Uchusuma (10) (8), los cuales son principales puntos de abastecimiento de los camiones cisternas que distribuyen agua a los productores avícolas.

Respecto al agua de pozo, cabe añadir que esta es de origen subterránea. Los pollos que recibieron este tipo de agua presentaron un promedio mayor de arsénico en comparación de los que recibieron agua

potable (valor $p=0,032$). Nuestro resultado es plausible, dado que, las aguas subterráneas se encuentran naturalmente en constante contacto con los depósitos o sedimentos ricos en arsénico (11). Dicho esto, los resultados concuerdan con lo evidenciado por Guanoliquí (20) en Ecuador, quien precisa que las fuentes de agua son un factor de exposición a arsénico para las granjas avícolas.

Por otra parte, se evaluó la alimentación de los pollos como otro factor de exposición. Los resultados describen que, 28 (70%) pollos que fueron sacrificados para obtener las muestras de hígados, recibieron alimentación especial según su etapa de desarrollo y; en menor cantidad, algunos pollos recibieron alimento "Tomasino" por etapas (15%) y alimento combinado (10%), el cual contiene piensos de marca y preparados caseros. Sobre la relación con los niveles de arsénico, esta investigación evidencia que, no hay asociación entre el tipo de alimento que recibieron los pollos durante su crianza y los niveles de arsénico en sus muestras de hígado (valor $p=0,619$). No obstante, estos resultados explican que los valores de arsénico son independientes del tipo de alimento utilizado durante el desarrollo del animal.

Contrariamente a estos resultados, Rehman et al. (39) Sugiere que sí existe relación entre los tipos de alimentos para pollo y los niveles de arsénico en su carne y vísceras. Sin embargo, este autor clasifica los alimentos como piensos orgánicos e industriales, cuya diferencia se encuentra en la materia prima para la fabricación de ambos. Así, los piensos orgánicos están constituidos únicamente de materiales de origen vegetal, mientras que los piensos industriales; además de lo anterior, contienen insumos de origen animal -como de pescado y derivados- que son utilizados por su aporte proteico y de aminoácidos al producto. Por tanto, estos insumos podrían explicar los niveles elevados de arsénico, dado que éste es bioacumulable en el tejido de especies marinas.

Resultados similares al estudio anterior fueron obtenidos por Santiesteban (23), en Lima, el cual evidenció que los “pellets” o alimento balanceado para aves de granja, tenían niveles de arsénico elevados. Llama la atención que, en ese estudio, el autor concluye que los alimentos balanceados de origen industrial que son utilizados por avicultores formales, presentan más arsénico que los alimentos caseros (41) (42). Dicho hallazgo armoniza con los resultados del presente estudio, los cuales evidencian que los pollos que fueron alimentados con piensos combinados, especial, purina y tomasino presentaron promedios de arsénico superiores

a los que recibieron alimento casero. Sin embargo, son estadísticamente no significativos.

Respecto a otros factores de exposición, este estudio también evaluó los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos que recibieron los pollos durante su desarrollo, así como sus principales motivos. Los resultados describen que, todos los pollos sacrificados para la obtención de las muestras de hígados, recibieron al menos un tipo de tratamiento. La mayoría lo recibió por alguna enfermedad (62,50%) o por profilaxis (52,50%), mientras que una menor cantidad recibió tratamiento por crecimiento y/o engorde (35%). Asimismo, los análisis evidencian que, los tres tipos de tratamientos están asociados con los niveles elevados de arsénico en las muestras de hígado. Por ejemplo, los pollos que recibieron tratamiento por enfermedad, tienen en promedio 1,649 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos que lo recibieron por otro motivo (valor $p=0,035$). De igual manera, los pollos que fueron tratados por crecimiento y profilaxis, también tienen promedios elevados de arsénico (valor $p=0,044$ y valor $p=0,045$, respectivamente).

De acuerdo a la evidencia disponible, estos resultados se explican por el uso de aditivos para el crecimiento, engorde y prevención de

enfermedades en las granjas avícolas. Así, un estudio realizado en Estados Unidos, evidenció que la industria avícola con la finalidad de incrementar las tasas de ponedoras domésticas y crecimiento de pollos de engorde, utilizaba mezclas que contenían niveles elevados de metales pesados, entre ellos el arsénico. La presencia de estos metales, se vio reflejado en los análisis de muestras de carnes de pollos y vísceras en diferentes granjas del país (39).

Entre los aditivos alimentarios más utilizados en la crianza avícola, destacan los derivados organoarsenicales. Los cuales son utilizados con el objetivo de acelerar el crecimiento, aumentar la absorción de los nutrientes de los alimentos, mejorar el color o pigmentación de las carnes y prevenir enfermedades e infecciones (43). Entre los organoarsenicales más empleados destacan la roxarsona (ácido 4-hidroxi-3-nitrofenilarsónico), carbasona (ácido 4-carbamoilaminofenilarsónico) y nitarsona (ácido 4-nitrofenilarsónico) (14) (6) (44). Sobre esto, Ravanal Pineda (43) menciona que estos compuestos se distribuyen en el hígado y riñones de los pollos y se excretan en las heces, orina y bilis. De igual forma, Aschbacher et al. (45), explica que existe un procesamiento metabólico significativo de estos compuestos en las aves de corral.

En China (21), se identificó que más del 90% de muestras de carnes de pollos analizadas contenían roxarsona y nitarsona. Además, se evidenció que las muestras con nitarsona tenían más arsénico en promedio que las que contenían roxarsona. El mismo estudio enfatiza que las muestras que contenían ambos aditivos, también presentaban cantidades superiores de arsénico inorgánico (iAs). Esta conversión del arsénico orgánico a inorgánico en el metabolismo aviar se explica en el estudio de Cortinas et al. (44), el cual señala que la microbiota gastrointestinal –como las bacterias anaeróbicas reductoras de sulfato y metanogénicas– de los pollos, tiene el potencial de transformar los organoarsenicales en iAs (o en compuestos intermedios).

Otro estudio de resultado similar a la presente investigación, fue el de Nachman et al. (14), el cual evidenció que, en la carne de aves de corral que usaron nitarsona, el nivel de arsénico promedio fue hasta de 5,27 µg/kg más en comparación con carne libre de aditivos.

Es importante precisar que, el uso de aditivos en el desarrollo de las aves de corral puede incrementar el riesgo de enfermedades crónicas en los consumidores. Así, dos estudios estimaron el riesgo de desarrollar cáncer debido a la elevada cantidad de arsénico en los derivados de pollo.

Zhao et al. (21) Y Nachman et al. (14) Estimaron que la exposición dietética diaria -accidental- de iAs (dosis de 0,11 $\mu\text{g}/\text{día}$), a través de la carne de pollo o vísceras, incrementaría hasta 3,7 casos de cáncer de vejiga y pulmón por cada 100000 adultos consumidores.

A raíz de ello, las autoridades sanitarias internacionales -como la FDA y la Unión Europea- prohibieron los usos de estos aditivos desde el 2013 en la industria avícola. Normativa que se extiende también para las productores informales o artesanales (39) (43). No obstante, en el Perú, la roxarsona y nitarsona aún tienen registro vigente para su comercialización (6). Dicho esto, la presente investigación evidenció que, una cantidad reducida de pollos, fueron tratados con nitarsona y carbasona.

En cuanto al uso de profilácticos, el presente estudio encontró que las muestras de hígados de pollos que recibieron medicamentos para la prevención de enfermedades o infecciones tienen en promedio 1,46 mg/Kg más de arsénico que aquellos que no recibieron (valor $p=0,045$). Esto se explica porque algunos compuestos organoarsenicales también se utilizan para prevenir infecciones por parásitos intestinales en pollos, según la estación climática (38). De hecho, un estudio realizado en Estados Unidos; pero en carne de pavo, encontró que las muestras tenían mayor

concentración promedio de arsénico en verano debido al uso frecuente de nitarsona durante esa estación.

Acercas del tratamiento, la mayoría de pollos recibieron previamente antibióticos (52,50%) y vitaminas (24%). Asimismo, el 80% contaba con autorización o indicación veterinaria para la administración de esos productos farmacéuticos. En ese contexto, el análisis del presente estudio evidenció que las muestras de hígados de los pollos que recibieron antibióticos tienen en promedio 1,274 mg/Kg más de arsénico en comparación de quienes no fueron tratados con estos medicamentos (valor $p=0,047$). Estos resultados son consistentes con el estudio de Nachman et al. (14), el cual concluye que las carnes de pollo que fueron tratadas con antibióticos mostraron niveles de arsénico por encima del valor referencial de toxicidad. Del mismo modo, Guanoliquín (20) estimó que el uso de antibióticos se asocia con las concentraciones elevadas de arsénico en carne o vísceras de pollo.

Por otro lado, a pesar de que este estudio no evaluó los tipos o grupos farmacológicos de los antibióticos utilizados por la muestra de avicultores, se sospecha que existe similitud con lo identificado en el estudio de Barrios (46). Puesto que, dicho estudio fue realizado en los

mercados de mayor demanda poblacional de la ciudad de Tacna. Los antibióticos identificados fueron fluoroquinolonas, tetraciclinas, betalactámicos y nitrofuranos. No obstante, una explicación probable sobre los niveles de arsénico elevados en las muestras de hígado, es porque los antibióticos suelen administrarse conjuntamente con algunos aditivos organoarsenicales (20) (38).

Ante la problemática del uso concomitante de antibióticos y aditivos, Ordoñez (35) precisa que la OMS y la FAO de Estados Unidos, recomiendan un procedimiento pre mortem del animal, que consiste en no darles alimentos con antibióticos y/o derivados arsenicales al menos cinco días antes del sacrificio (35). Con ello se espera que se reduzcan los niveles de arsénico en carne o vísceras de pollo.

Sobre el uso de vitaminas y vacunas, así como de la autorización o indicación veterinaria para el uso de medicamentos, no se demostró asociación estadística con los niveles elevados de arsénico en las muestras de hígados de pollos (valor $p=0,961$, $0,891$ y $0,531$ respectivamente). De igual manera, la evidencia disponible es también limitada sobre la evaluación de estas variables.

Esta investigación también evaluó el material del galpón y sus principales características como factores de exposición. Así, mayormente el piso de los galpones era de cascarilla de arroz (90%), mientras que algunos eran de aserrín y de tierra. Los análisis evidenciaron que, los pollos que fueron criados en galpones de cascarilla de arroz tienen en promedio 0,975 mg/Kg más arsénico que aquellos que fueron criados en galpones con cama de aserrín (valor $p=0,047$). Un sustento coherente sobre la mayor presencia de arsénico en las camas de cascarilla de arroz es el proceso natural de adsorción que tiene este material (47). En otras palabras, la cascara de arroz tiene una elevada afinidad de capturar los residuos orgánicos e inorgánicos de arsénico debido a su corteza con fibras orgánicas, de principal contenido de hemicelulosa, lignina y compuestos nitrogenados.

Conjuntamente, se evaluó la frecuencia de ventilación de los galpones. Siendo; en su mayoría, muy ventilados (70%). Respecto a su efecto sobre los niveles de arsénico, se encontró que los hígados de los pollos cuyos galpones eran muy ventilados tienen 0,273 mg/Kg más arsénico que aquellos que ventilan regularmente. Sin embargo, este resultado es estadísticamente no significativo (valor $p=0,748$). Para

contrastar este resultado, no se encontraron estudios que exploren esta asociación.

Respecto a la frecuencia de limpieza de los galpones, principalmente se limpiaba cada 31 a 50 días (70%). Sobre ello, el presente análisis evidenció que los pollos que fueron criados en galpones que se limpiaban cada 31 a 50 días tienen en promedio 2,470 mg/Kg más arsénico en sus muestras de hígados que aquellos donde sus galpones se limpiaban cada 30 días (valor $p=0,010$). Estos resultados son coherentes considerando la acumulación de arsénico residual en los galpones a través de desechos. Así, el estudio de Sierra et al. (48), identificó residuos de aditivos organoarsenicales en las heces de las aves de corral, los cuales continúan exponiendo a las aves a cantidades significativas de arsénico. De ello se desprende que, mientras más tarde sea la limpieza de los galpones, existe mayor probabilidad de que los pollos continúen expuestos a niveles elevados de arsénico en su ambiente.

De lo anterior, cabe añadir que, algunos desechos de las aves de corral son utilizados como estiércol o fertilizante, debido a las transformaciones bióticas que presentan cuando son almacenados. No obstante, esta práctica puede introducir -accidentalmente- niveles de

arsénico orgánico e inorgánico al medio ambiente y, por tanto, continuar siendo un problema para la salud pública.

En consecuencia, el hígado de pollo es recomendado por su alto contenido de hierro hemínico, sin embargo, al tener niveles elevados de As, los consumidores estarían expuestos también a la ingesta involuntaria de este metaloide. Así, considerando su toxicidad hematopoyética, podría interferir con la producción de eritrocitos y; por consiguiente, generar una disminución de hemoglobina en sangre (49). Adicional a ello, el arsénico presente en los hígados de pollo está relacionados a restos de antibióticos y; aunque no se determinó la presencia de antibióticos per se, se sospecha que es una variable que se puede asociar a resistencia bacteriana. Razón a ello se sospecha que la población más afectada sería la vulnerable, como niños de entre los 6 a 36 meses de edad, a quienes se les recomienda el consumo regular de hígado de pollo para la prevención y tratamiento complementario de la anemia.

En síntesis, el presente trabajo ha evidenciado que los hígados de pollos criados y expendidos por una muestra de avicultores de la ciudad de Tacna tienen niveles de arsénico superiores a lo recomendado por

organismos nacionales e internacionales, asimismo que existen factores que influyen o están asociados a estos valores tóxicos.

CONCLUSIONES

1. En los hígados de pollo expendidos por los avicultores de la ciudad de Tacna (n=40), la concentración promedio de arsénico fue de 5,61 mg/Kg. Adicionalmente, el valor más bajo fue de 2,76 mg/Kg, mientras que el más elevado fue de 10,76 mg/Kg. Superando e incumpliendo, de este modo, el valor de referencia estipulado por el Codex Alimentarius.

2. El promedio de la concentración de arsénico de los hígados de pollos expendidos por los productores avícolas de la ciudad Tacna (5,61 mg/Kg), es diferente al valor de referencia del Códex Alimentarius (0,50 mg/kg). Resultado estadísticamente significativo con un valor $<0,001$.

3. En cuanto a los factores de exposición, la gran mayoría (72,50%) de pollos fueron sacrificados entre los 36 a 50 días de edad para la obtención de las muestras de hígados. Asimismo, más de la mitad (52,50%) de los pollos bebían agua de fuente cisterna y el 70% recibieron alimentación especial según su etapa de desarrollo. Respecto a los principales motivos de tratamiento, la mayoría lo recibió por alguna enfermedad (62,50%) o por profilaxis (52,50%). En cuanto al tiempo de tratamiento, solo 13 (32,50%) lo recibieron por necesidad o indicación veterinaria. La mayoría de pollos

fueron tratados previamente con antibióticos (52,50%) y con vitaminas (24%). En relación al piso de los galpones, 36 (90%) eran de cascarilla de arroz, mientras que en menor cantidad de aserrín y de tierra. Asimismo, los galpones en su mayoría eran muy ventilados (70%), mientras que la limpieza que realizaban los avicultores era preferentemente cada 31 a 50 días (70%).

4. Los factores de exposición asociados a los niveles elevados de arsénico en hígados de pollo fueron el tipo de agua de consumo (valor $p=0,038$), tratamiento por enfermedad (valor $p=0,035$), crecimiento y/o engorde (valor $p=0,044$), profilaxis (valor $p=0,045$), uso de antibióticos (valor $p=0,047$) y frecuencia de limpieza del galpón (valor $p=0,033$).

RECOMENDACIONES

Considerando los resultados del presente estudio (promedio de As 5,61 mg/Kg en Tacna), la ingesta de hígado de pollo recomendado por el MINSA no cumpliría la inocuidad y seguridad alimentaria que se necesita. Por ende, se recomienda que se excluya el consumo de hígado de pollo para la prevención de anemia en niños, adolescentes, gestantes y puérperas, incluso se pueda prohibir en niños de entre 6 a 36 meses toda vez que al ser población vulnerable tienen mayor predisposición a desarrollar los efectos agudos y crónicos del arsénico, siendo el más preocupante el cáncer.

Por consiguiente, se recomienda que se dé mayor importancia a la difusión de la prevención y tratamiento con productos farmacológicos como el hierro polimaltosado o el sulfato ferroso; en los diferentes grupos etarios antes mencionados, toda vez de que estos productos son seguros en su administración. Asimismo, se recomienda para tal fin que los centros u puestos de salud desde el nivel I-3 en adelante, cuenten mínimamente con un profesional Químico Farmacéutico, especialista en el medicamento, alimento y tóxico.

Al ser el presente estudio el primero de su tipo en la ciudad de Tacna, se sugiere realizar estudios similares en los mercados de toda la ciudad y/o principales provincias de Tacna. Así como en otros alimentos como el pescado, mariscos, carnes rojas, huevos, musculo de pollo y arroz. Ello conlleva a recomendar también la adquisición de un equipo de espectrofotometría de absorción atómica para la Escuela de Farmacia y Bioquímica con el fin de realizar estudios similares al presente. Se recomienda también, realizar estudios similares en otras regiones del país y determinar los valores de arsénico presenten en los hígados de pollo criados en la zona y los que no, ya que los productores avícolas de Tacna tienen mercado y consumo en regiones aledañas como Puno, Moquegua, Arequipa y Cusco. De conseguir resultados similares, se recomienda excluir el hígado de pollo de normas y leyes avalados por el MINSA.

Como última recomendación, se sugiere capacitar a los avicultores de la ciudad de Tacna, respecto a los tiempos de sacrificio de los pollos, dado que, según recomendaciones de la FAO, el sacrificio debe ser de 5 a 10 días después de la última administración de medicamentos a los pollos. Por tanto, esta medida ayudaría a reducir los niveles de arsénico en hígados de pollo y, por ende, disminuir también su exposición involuntaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. OMS - As. [Online]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>.
2. Bundschuh J, Litter MI, Parvez F, Román-Ross G, Nicolli HB, Jean JS, et al. Un siglo de exposición al arsénico en América Latina: una revisión de la historia y la ocurrencia de 14 países. Elsevier. [Online].; 2012.. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969711006486>.
3. Jorge CM, Sima L, Arias HJ, Mihalic J, Danz D, Cabrera LZ, et al. Exposición al arsénico en el agua potable: una amenaza para la salud no reconocida en el Perú. PubMed. [Online].; 2014.. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25177071/>.
4. Meoño E, Taranco CG, Olivares YM. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. [Online].; 2015.. Disponible en: <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>.
5. Gonzales GF, Zevallos A, Gonzales-Castañeda C, Nuñez D, Gastañaga C, Cabezas C, et al. Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. [Online].; 2014.. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342014000300021&script=sci_arttext&tlng=en.
6. Medina Pizzali M, Robles P, Mendoza M, Torres C. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. Scielo Peru - Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. [Online]. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rpmpesp/2018.v35n1/93-102/>.
7. Pino Vargas E. El acuífero costero La Yarada, después de 100 años de explotación como sustento de una agricultura en zonas áridas: una revisión histórica. Scielo. [Online].; 2019.. Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292019000300039&lang=pt#B10.

8. Morales Cabrera D, Avendaño Cáceres E, Zevallos Ramos D, Fernández Prado J, Mendoza Rodas Z. Riesgo ambiental por arsénico y boro en las cuencas hidrográficas Sama y Locumba de Perú. Scielo. [Online].; 2018.. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192018000400010.
9. Ministerio del Ambiente - Gobierno del Perú. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. SINIA. [Online].; 2017.. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.
10. DIRESA Tacna 2017. Alerta: Situación de la calidad de agua para consumo humano en la región Tacna- 2017. [Online].; 2017.. Disponible en: https://www.mesadeconcertacion.org.pe/sites/default/files/archivos/2017/documentos/09/alerta_sobre_la_calidad_de_agua_para_consumo_humano_-_tacna_2017.pdf.
11. Fano Sizgorich DA. Exposición a arsénico en agua potable, metabolismo, y sus efectos sobre los resultados perinatales en Tacna, Perú. Universidad Cayetano Heredia. [Online].; 2021.. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8952/Exposicion_FanoSizgorich_Diego.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
12. Peng H, Hu B, Liu , Li J, Li XF, Zhang H, et al. Methylated Phenylarsenical Metabolites Discovered in Chicken Liver. Wiley Online Librar. [Online].; 2017.. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.201700736>.
13. Hu Y, Zhang W, Cheng H, Tao S. Public Health Risk of Arsenic Species in Chicken Tissues from Live Poultry Markets of Guangdong Province, China. Environmental Science &

Technology. [Online].; 2017.. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.6b06258>.

14. Nachman KE, Barón PA, Raber G, Francesconi KA, Navas-Acien A, Love DC. Roxarsone, Inorganic Arsenic, and Other Arsenic Species in Chicken: A U.S.-Based Market Basket Sample. *Environmental Health Perspectives*. [Online].; 2013.. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1206245>.
15. Asociación Española de Pediatría. Recomendaciones de la Asociación Española de Pediatría sobre la alimentación complementaria. [Online].; 2018.. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/recomendaciones_aep_sobre_alimentacion_complementaria_nov2018_v3_final.pdf.
16. Organización Panamericana de la Salud. Asegurando un inicio saludable para un desarrollo futuro: El hierro durante los primeros seis meses de vida. OPS. [Online]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Asegurando%20un%20inicio%20saludable%20para%20un%20desarrollo%20futuro.pdf>.
17. Instituto Nacional de Salud. Situación actual de la anemia. INS. [Online]. Disponible en: <https://anemia.ins.gob.pe/situacion-actual-de-la-anemia-c1>.
18. Instituto Nacional de Salud. Vigilancia del Sistema de Información del Estado Nutricional en EESS. INS. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://web.ins.gob.pe/es/alimentacion-y-nutricion/vigilancia-alimentaria-y-nutricional/vigilancia-del-sistema-de-informacion-del-estado-nutricional-en-%20EESS>.
19. Ministerio de Salud del Perú. Norma Técnica - Manejo técnico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas. MINSA. [Online].; 2017.. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4190.pdf>.
20. Guanoliquín Cuichán CD. Estudio bibliográfico sobre la presencia de metales pesados arsénico (As), cadmio(Cd) y plomo (Pb) en pollos de engorde (*Gallus gallus*). Universidad Central del

Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Química de Alimentos. [Online].; 2021.. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24718/1/FCQ-CQA-GUANOLIQUIN%20CHRISTIAN.pdf>.

21. Zhao D, Wang J, Yin , Li , Chen X, Juhasz AL, et al. El ácido arsanílico contribuye más al arsénico total que la roxarsona en la carne de pollo de los mercados chinos. Elseiver. [Online].; 2020.. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438941931132X?via%3Dihub>.
22. Naula Naula MG. Determinación de la presencia de arsénico en balanceados, gallinazas y vísceras de pollos. Universidad San Francisco de Quito - Ecuador. [Online].; 2012.. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/147380072.pdf>.
23. Santisteban Rojas OP. Comparación de los niveles de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en piensos y huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*), producidos en empresas formales e informales y comercializados en mercados, supermercados y ambulatoriamente en la región Lima.. [Online].; 2021.. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17195>.
24. Robles P, Medina-Pizzali M, Mendoza M, Torres C. Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. Scielo Perú. [Online].; 2018.. Disponible en: <https://www.scielo.org/pdf/rpmesp/2018.v35n1/93-102/es>.
25. Espinoza Valdiviezo K, Suarez Zulueta S. Determinación de plomo, cadmio y arsénico en hígados de pollo expendidos en el Mercado Caquetá - San Martín de Porres - período de marzo-julio 2015. Universidad Norbert Wiener. [Online].; 2015.. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/291?show=full>.
26. Ñaccha Cuba JL, Aguilar Zumaeta WV. Determinación cuantitativa de plomo, cadmio y arsénico en hígado de ganado bovino expendido en el Mercado Ciudad de Dios – San Juan de Miraflores, durante el periodo mayo – agosto 2015. Universidad

- Inca Garcilaso de la Vega. [Online].; 2015.. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1233/TESIS%20JOS%c3%89%20LUIS%20%c3%91ACCHA%20CUBA_%26_WILSON%20VIDAL%20AGUILAR%20ZUMAETA.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
27. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Resúmenes de Salud Pública - Arsénico. [Online].; 2016.. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html.
 28. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes PRTR-España. Ministerio para la Transición Ecológica y reto Demográfico - Gobierno de España. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://prtr-es.es/Ar-Arsenico-y-compuestos,15604,11,2007.html>.
 29. Elika - Seguridad Alimentaria. Arsénico. [Online].; 2021.. Disponible en: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/arsenico/#quees>.
 30. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. Cáncer y Arsénico. [Online]; 2015. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/arsenico>.
 31. Universidad de Arizona. ¿Qué es el Arsénico? Superfund Research Center. [Online]. Disponible en: <https://www.superfund.arizona.edu/resources/community-information-sheets/%C2%BFqu%C3%A9-es-el-ars%C3%A9nico>.
 32. Wester New York. Toxicidad por arsénico. [Online]. Disponible en: <https://www.wnyurology.com/content.aspx?chunkiid=629454>.
 33. Suárez Solá ML, González-Delgado , González Weller D, Rubio Armendáriz C, Hardisson de la Torre A. Cuadernos de Medicina Forense N° 35 - Enero 2004. Análisis, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones arsenicales. [Online].; 2004.. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/cmf/n35/Art01.pdf>.
 34. Perspectivas de salud ambiental. Asociación de arsénico con resultados adversos del embarazo/mortalidad infantil: revisión

sistemática y metanálisis. [Online].; 2015.. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1307894>.

35. Ordoñez Citalán CL. Determinación de la presencia de arsénico en la carne de muslos y alas del pollo de engorde (*Gallus domesticus*) comercializado en el mercado “La Terminal” de Retalhuleu. Universidad de San Carlos de Guatemala. [Online].; 2017.. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8083/1/TRABAJO-DE-GRADUACION-DE-CESAR-LEONEL-ORDO%C3%91EZ-CITALAN.pdf>.
36. Montenegro Chavesta JL. Panorama y perspectivas de la producción de carne de pollo en el Perú. Ministerio de la Agricultura y Riego. [Online].; 2019.. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/696596/panorama-carne_de_pollo.pdf.
37. MINSA. Resolución Ministerial N° 250-2017/MINSA. [Online].; 2017.. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/190345/189840_RM_250-2017-MINSA.PDF20180823-24725-1rsx1wh.PDF?v=1593748776.
38. Nachman KE, Love DC, Baron PA, Nigra A, Murko M, Raber G, et al. Nitarsone, Inorganic Arsenic, and Other Arsenic Species in Turkey Meat: Exposure and Risk Assessment Based on a 2014 U.S. Market Basket Sample. [Online].; 2016.. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1289/ehp225>.
39. Khalil Ur R, Shahla A, Ansar M, Syed Mohsin B, Mian Muhammad N, Kamran Y. Assessment of Heavy Metals in Different Tissues of Broilers and Domestic Layers. [Online].; 2012.. Disponible en: [https://idosi.org/gv/GV9\(1\)12/5.pdf](https://idosi.org/gv/GV9(1)12/5.pdf).
40. Environmental and Occupational Medicine. Environmental and Occupational Medicine - Fourth Edition. [Online].; 2007.. Disponible en: http://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/F5h6X8_Environmental_and_Occupational_Medicine-_4th.pdf.

41. Cajaleon Calixto CC, Concepcion Motta DR. Determinación de la concentración de arsénico y mercurio por espectrofotometria de absorción atómica en peces procedentes del mar de Huacho y Chorrillos. [Online].; 2018.. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2678/TESIS_%20CONSUELO%20CLOTILDE%20CAJALEON_Y_DARVIN%20ROLANDO%20CONCEPCION.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
42. Villarreal-Cavazos DA, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Nieto-López M, Guajardo-Barbosa C, Lemme A, et al. Digestibilidad aparente de aminoácidos de 10 harinas de pescado utilizadas en alimentos comerciales para camarón blanco (*L. vannamei*) en México. [Online].; 2008.. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/8391/1/20-Villarreal.pdf>.
43. Ravanal Pineda JF. Abatimiento de la toxicidad de compuestos arsenicales presentes en suelos agrícolas, a través de un sistema de tratamiento biológico aeróbico secuencial. [Online].; 2018.. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/988/1/Tesis%20Abatimiento%20de%20la%20toxicidad%20de%20compuestos%20arsenicales%20.pdf>.
44. Cortinas I, Field AF, Kopplin M, Garbarino JR, Gandolfi AJ, Sierra-Alvarez R. Anaerobic biotransformation of roxarsone and related N-substituted phenylarsonic acids. PubMed. [Online].; 2006.. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16719096/>.
45. Aschbacher PW, Feil VJ. Fate of [14C]Arsanilic Acid in Pigs and Chickens. [Online].; 1991.. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1021/jf00001a028>.
46. Barrios Moquillaza LA. Estudio de los niveles de residuos de antibióticos en músculos e hígado de pollos beneficiados en la ciudad de Tacna, 2011. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. [Online].; 2012.. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/675/TM0121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

47. Condo Llave EG, Santi Valiente DJ. Estudio de la eficiencia de remoción de arsénico con cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) como adsorbente en agua superficial, subterránea y potable en la provincia de Islay-Arequipa-Perú año 2019. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. [Online].; 2019.. Disponible en: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12534/QUcolleg_savadj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
48. Sierra-Alvarez R, Cortinas I, Field JA. Methanogenic inhibition by roxarsone (4-hydroxy-3-nitrophenylarsonic acid) and related aromatic arsenic compounds. PubMed. [Online].; 2010.. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19889499/>.
49. Paredes-Vilca OJ, Apaza Mamani E, Calatayud Mendoza A, Vilca-Castro A, Suarez-Peña EA, Jiménez Díaz L. ¿El consumo de agua con alta concentración de arsénico provoca anemia infantil? [Online].; 2020.. Disponible en: <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/183>.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Cuál será la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Características de exposición</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Básica, Cuantitativa, Analítica, Prospectiva.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Transversal</p>	<p>Técnica</p> <p>Se utilizará una ficha de recolección de datos, donde conoceremos el sexo del pollo, la edad del pollo, el agua que bebe el pollo y de qué origen es esta, el alimento que consume a diario el pollo y si este balanceado es preparado de forma casera por el avicultor y cuáles son los componentes con los cuales lo prepara, o es adquirido en algún lugar y de ser el caso cual es la marca del balanceado que consume el pollo y la composición de la misma, finalmente se conocerá la medicación que recibe en pollo durante su crianza antes del beneficio, que medicación fue, por cuanto tiempo, fue por recomendación veterinaria o fue por consejo de sus colegas y amigos avicultores. Se recolectara 40 muestras de hígado de pollo, uno por avicultor y será enviado previa cadena de frío adecuado a CICOTOX - UNMSM Lima.</p> <p>Instrumento</p> <p>Espectrofotómetro de Absorción atómica con generador de hidruros.</p>
<p>PROBLEMAS SECUNDARIOS</p> <p>a) ¿Existirán diferencias significativas entre la concentración promedio de arsénico total en hígados de pollo de los proveedores avícolas de Tacna y el Codex alimentario?</p> <p>b) ¿Cuáles serán las características de exposición a arsénico en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna?</p> <p>c) ¿Existirá asociación entre la concentración promedio de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna con las características de exposición?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Comparar la concentración promedio de arsénico total en hígados de pollo de los proveedores avícolas de Tacna y el Codex alimentario.</p> <p>b) Describir los factores de exposición en la concentración de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna.</p> <p>b) Determinar la asociación entre la concentración promedio de arsénico total en hígado de pollo distribuido por los proveedores avícolas de Tacna con las características de exposición.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Concentración de arsénico total</p>	<p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población</p> <p>La población estará compuesta por los hígados de pollo que distribuyen todos los proveedores avícolas de la ciudad de Tacna.</p> <p>Muestra</p> <p>El tamaño de muestra será estimado mediante una técnica no probabilística a conveniencia del investigador.</p>	

Anexo 2. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



**BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO
DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022**



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“ENCUESTA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE EXPOSICIÓN DE LOS HÍGADOS DE POLLO”

Marcar con X de acuerdo a la pregunta. Se le agradece con anticipación por la respuesta. Asimismo se le indica que la encuesta es totalmente ANÓNIMA, la cual protege sus datos personales guardando confidencialidad.

1. Edad de sacrificio del pollo:

_____ meses.

2. Tipo de agua que consume el pollo:

2.1. Agua de pozo ()

2.2. Agua potable ()

2.3. Otro ()

Especificar:

3. Tipo de alimentación del pollo:

3.1. Balanceado casero ()

3.2. Balanceado de marca ()

Nombre: _____

4. Tratamiento o medicación del pollo:

4.1. El animal recibe medicación o algún tratamiento:

Sí ()

No ()

En caso la respuesta sea afirmativa, continuar con los siguientes puntos:

4.2. Motivo de la medicación

4.3. Nombres del medicamento

Roxarsona ()

Nitrasona ()

Carbasona ()

Otros ()

Especificar:

4.4. Tiempo de administración

4.5. Indicación veterinaria

Sí ()

No ()

5. Galpón de crianza del pollo:

5.1. Material de la cama o piso

Tierra ()

Aserrín ()

Cascarilla de arroz ()

Otro ()

Especificar:

5.2. Material de los postes de sostén

Palos de madera ()

Otro ()

Especificar:

6. Ventilación del galpón o ambiente:

6.1. Muy ventilado ()

6.2. Regularmente ventilado ()

6.3. Poco ventilado ()

7. Frecuencia de la limpieza de la gallinaza:

7.1. Todos los días ()

7.2. Interdiario ()

7.3. Cada semana ()

7.4. Otro ()

Especificar:

Muchas gracias por su colaboración.

Anexo 3. VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO POR JUICIO DE EXPERTOS



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



VALIDEZ DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Diego André Ale Mauricio
INSTITUCIÓN DONDE LABORA/CARGO: Instituto Nacional de Salud / Responsable del Área de Seguridad de Ensayos Clínicos
TÍTULO PROFESIONAL: Químico Farmacéutico
GRADO ACADÉMICO: MSc (C) en Investigación Epidemiológica
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022".

ITEMS	EVALUACIÓN DEL JUEZ (Puntaje)				PROMEDIO
	Relevancia	Coherencia	Suficiencia	Claridad	
Ítem 1	4	4	4	4	4
Ítem 2	4	4	4	4	4
Ítem 3	4	4	4	4	4
Ítem 4	3	3	3	3	3
Ítem 5	3	3	3	3	3
Ítem 6	4	4	4	4	4
Ítem 7	3	3	3	3	3

Observaciones y/o acotaciones finales por el experto:

- a. El término "biomarcador" utilizado en el título es subjetivo y poco preciso. No refleja la intención del objetivo principal, dado que, un biomarcador toxicológico para arsénico se refiere a la especiación del xenobiótico, en su forma orgánica, inorgánica o total.

Diego A. Ale-Mauricio, QF, MSc (c)
CQFP N°22578
DNI 72608637



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Diego André Ale Mauricio identificado con Documento Nacional de Identidad (DNI) N°...72608637..., con número de colegiatura profesional...CQFP N°22578:

Hago **Constar** que evalué mediante **Juicio de Expertos**, los instrumentos de medición documental, cuestionario: **"ENCUESTA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE EXPOSICIÓN DE LOS HÍGADOS DE POLLO"**, con fines académicos, considerándolo **Válido** para el alcance de los objetivos de la investigación titulada: **"BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022"**.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Diego A. Ale Mauricio, QF, MSc (c)
CQFP N°22578
DNI 72608637



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



VALIDEZ DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Villa Gonzáles Guillermo

INSTITUCIÓN DONDE LABORA/CARGO: Centro Nacional De Salud Ocupacional y Protección del Ambiente para la Salud (CENSOPAS) - Instituto Nacional de Salud, Lima.

TÍTULO PROFESIONAL: Químico Farmacéutico

GRADO ACADÉMICO: Magíster en Recursos Vegetales y Terapéuticos

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022".

ITEMS	EVALUACIÓN DEL JUEZ (Puntaje)				PROMEDIO
	Relevancia	Coherencia	Suficiencia	Claridad	
Ítem 1	4	4	4	4	4
Ítem 2	4	4	3	4	3.75
Ítem 3	4	4	3	4	3.75
Ítem 4	4	4	4	4	4
Ítem 5	3	3	3	3	3
Ítem 6	4	4	4	4	4
Ítem 7	4	4	4	4	4

Observaciones y/o acotaciones finales por el experto:

- El título no refleja el objetivo principal del estudio. Se sugiere ajustar el título, puesto que el objetivo principal es correcto.
- Evaluar la importancia de considerar el ítem 5.2 (Queda a criterio del tesista y la bibliografía disponible).

Guillermo Fernando Villa Gonzales

DNI 10326312

Firma y sello



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Guillermo Fernando Villa Gonzáles...identificado con Documento Nacional de Identidad (DNI) N°...10326312..., con número de colegiatura profesional 09105 Químico Farmacéutico y Magíster en Recursos Vegetales y Terapéuticos.

Hago **Constar** que evalué mediante **Juicio de Expertos**, los instrumentos de medición documental, cuestionario: **"ENCUESTA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE EXPOSICIÓN DE LOS HÍGADOS DE POLLO"**, con fines académicos, considerándolo **Válido** para el alcance de los objetivos de la investigación titulada: **"BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022"**.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Guillermo Fernando Villa Gonzales

DNI 10326312



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



VALIDEZ DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: HUAMANÍ AZORZA JOSÉ ANTONIO

INSTITUCIÓN DONDE LABORA/CARGO: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD /
COORDINADOR DEL LABORATORIO QUIMICO TOXICOLOGICO

TITULO PROFESIONAL: TOXICÓLOGO

GRADO ACADÉMICO: BACHILLER EN TOXICOLOGÍA

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO
DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE
TACNA, 2022".

ITEMS	EVALUACIÓN DEL JUEZ (Puntaje)				PROMEDIO
	Relevancia	Coherencia	Suficiencia	Claridad	
Ítem 1	4	4	4	4	4
Ítem 2	4	4	4	4	4
Ítem 3	3	3	3	3	3
Ítem 4	4	4	4	4	4
Ítem 5	3	3	3	3	3
Ítem 6	3	3	3	3	3
Ítem 7	3	3	3	3	3

Observaciones y/o acotaciones finales por el experto:

El término BIOMARCADOR que se ha colocado en el título no es el adecuado, se recomienda usar otro término.


Firma y sello
DR. JOSÉ ANTONIO HUAMANÍ AZORZA.



PROCEDIMIENTO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **HUAMANÍ AZORZA JOSÉ ANTONIO** identificado con Documento Nacional de Identidad (DNI) N° 70286142, con número de colegiatura profesional -- (Indicar Título de Pregrado y título de posgrado) Título profesional de Toxicólogo

Hago *Constar* que evalué mediante *Juicio de Expertos*, los instrumentos de medición documental, cuestionario: "ENCUESTA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE EXPOSICIÓN DE LOS HÍGADOS DE POLLO", con fines académicos, considerándolo *Válido* para el alcance de los objetivos de la investigación titulada: "BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022".

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.



JOSÉ ANTONIO HUAMANÍ AZORZA

Anexo 4. VALIDACIÓN DEL CONTENIDO DE LA ENCUESTA

Tabla 23. Validación del contenido de la encuesta por el panel de expertos.

Ítem	Experto			X	Y	$(x - y)^2$	$(x - 1)^2$
	DA	JH	GV				
1	4	4	4	4,00	4	0,00	9
2	4	4	3,75	3,92	4	0,01	9
3	4	3	3,75	3,58	4	0,17	9
4	3	4	4	3,67	4	0,11	9
5	3	3	3	3,00	3	0,00	4
6	4	3	4	3,67	4	0,11	9
7	3	3	4	3,33	4	0,44	9
X: Promedio Y: Valor máximo			Suma	25,17	27	0,85	58
Dpp: Raíz cuadrada				-	-	0,920	-

DA: Q.F. Diego Ale

JH: Toxicólogo. José Huamaní

GV: Q.F. Guillermo Villa

ESCALA DE ADECUACIÓN	INTERVALO	SIGNIFICADO
0,000 -2,684	A	Adecuación total
2.685 -5,369	B	Adecuación en gran medida
5,370-8,054	C	Adecuación promedio
8,055-10,739	D	Adecuación escasa
10,740-13,424	E	Inadecuación

La clasificación según la escala valorativa corresponde al intervalo A (Dpp = 0,920). Por lo que el instrumento de medición tiene una adecuación total.

ESCALA DE VALIDACIÓN	INTERVALO	SIGNIFICADO
0.00 -0,800	A	No aplicable
0,801 - 1.600	B	Deficiente
1,601 -2.400	C	Regular
2.401 - 3.200	D	Bueno
3.201 - 4.00	E	Muy bueno

Fuente: Informes de expertos de la INS.

Índice de validación = $\frac{\sum x_i}{n} = 25,17/7 = 3,595$ || Por tanto, el índice de validación para el instrumento de medición es muy bueno.

**Anexo 5. PROGRAMA CONJUNTO DE LA FAO/OMS SOBRE NORMAS
ALIMENTARIAS COMITÉ DEL CODEX SOBRE CONTAMINANTES DE
LOS ALIMENTOS**

5º reunión

La Haya (Países Bajos), 21 – 25 de marzo de 2011

Tabla 24. Concentraciones de arsénico permitido en productos alimenticios.

Categorías de alimentos	n	n < LOR ^a	Margen (mg/kg)
Productos lácteos y sucedáneos			
Leche y leche en polvo	284	65	0,001-0,15
Productos lácteos	92	61	0,010-0,35
Grasas y aceites	39	0	0,003-0,18
Carne y productos cárnicos			
Carne	4 977	4 124	0,004-0,78
Despojos	2 074	1 096	0,009-0,45
Productos cárnicos	50	20	0,003-3,25
Huevos y ovoproductos	171	111	0,003-0,04
Productos de pastelería	186	61	0,002-1,13
Dulces	138	21	0,003-0,26
Productos de panadería	71	49	0,002-0,25
Bebidas			
Bebidas alcohólicas (excepto las bebidas espirituosas destiladas de arroz)	462	64	0,001-0,05 ^b
Bebidas espirituosas destiladas de arroz	8	2	0,050-1,64 ^b
Bebidas no alcohólicas	120	16	0,001-0,26 ^b
Hortalizas/frutas/nueces/algas marinas			
Frutas	966	800	0,005-2,20
Hortalizas (excepto setas y hongos)	2 503	2 164	0,001-1,27
Setas y hongos	302	60	0,011-5,79
Nueces y semillas oleaginosas	70	15	0,005-0,88
Algas marinas desecadas	953	3	0,114-236
Cereales y productos de cereales			
Cereales (excepto arroz)	410	325	0,007-0,43
Arroz	1 693	0	0,002-1,83
Cereales para el desayuno	17	10	0,017-0,27
Pasta	19	9	0,003-0,18
Pescado y productos pesqueros			
Pescado marino	1 409	0	0,10-62
Marisco	171	0	0,090-66
Pescado de agua dulce	238	0	0,060-4,72
Productos alimenticios para bebés	75	5	0,001-4,66

LOR límite de información (límite de detección o cuantificación)

Fuente: Codex Alimentario.

Anexo 6. MERCOSUR/GMC/RES. N° 12/11

REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR SOBRE LÍMITES MÁXIMOS DE
CONTAMINANTES INORGÁNICOS EN ALIMENTOS (DEROGACIÓN DE
LAS RES. GMC N° 102/94 y N° 35/96)

Tabla 25. Límites máximos permisibles de contaminantes inorgánicos.

PARTE II	
Límites máximos de contaminantes inorgánicos	
ARSÉNICO	
Categorías	Límite máximo (mg/kg)
Aceites y grasas comestibles de origen vegetal y/o animal (incluye margarina)	0,10
Azúcares	0,10
Miel	0,30
Caramelos duros y blandos y similares incluidos goma de mascar	0,10
Pasta de cacao	0,50
Chocolates y productos de cacao con menos de 40 % de cacao	0,20
Chocolates y productos a base de cacao con más de 40 % de cacao	0,40
Bebidas analcohólicas (excluidos los jugos)	0,05
Zumos (Jugos) y néctares de frutas	0,10
Bebidas alcohólicas fermentadas y fermento-destiladas, excepto vino	0,10
Vino	0,20 mg/L
Cereales y productos de y a base de cereales, excluidos trigo, arroz y sus productos derivados y aceites	0,30
Trigo y sus derivados excepto aceite	0,20
Arroz y sus derivados excepto aceite	0,30
Hortalizas del género Brassica (excluidas las de hojas sueltas)	0,30
Hortalizas de hoja (incluidas las Brassicas de hoja suelta) y hierbas aromáticas frescas	0,30
Hortalizas de bulbo y hojas envainadoras	0,10
Hortalizas de fruto de la familia <i>Curcubitaceae</i>	0,10
Hortalizas de fruto, distintas de las de la familia <i>Curcubitaceae</i>	0,10
Setas (hongos) excepto las del género <i>Agaricus</i> , <i>Pleurotus</i> y <i>Lentinula</i> o <i>Lentinus</i>	0,10
Hortalizas leguminosa	0,10
Legumbres (semillas secas de las leguminosas) excepto soja	0,10
Setas (hongos) del género <i>Agaricus</i> , <i>Pleurotus</i> y <i>Lentinula</i> o <i>Lentinus</i>	0,30

Raíces y tubérculos	0,20
Tallos jóvenes y pecíolos	0,20
Frutas secas	0,80
Frutas frescas, excluidas las bayas y frutas pequeñas	0,30
Frutas frescas de bayas y frutas pequeñas	0,30
Aceitunas de mesa	0,30
Concentrados de tomate	0,50
Compotas, jaleas, mermeladas y otros dulces a base de frutas y hortalizas	0,30
Té, yerba mate, y otros vegetales para infusión	0,60
Café torrado en granos y polvo	0,20
Café soluble en polvo o granulado	0,50
Hielos comestibles	0,01
Helados de agua saborizados	0,05
Helados de leche o de crema	0,10
Helados a base de fruta	0,10
Leche fluida lista para el consumo y productos lácteos sin adición sin diluir ni concentrar	0,05
Crema de leche	0,10
Leche condensada y dulce de leche	0,10
Quesos	0,50
Sal, calidad alimentaria	0,50
Carnes de bovinos, ovinos, porcinos, caprinos y aves de corral, derivados crudos, congelados o refrigerados, embutidos y empanados crudos	0,50
Menudencias comestibles excepto hígado y riñones	1,00
Hígado de bovinos, ovinos, porcinos, caprinos y aves de corral	1,00
Riñones de bovinos, ovinos, porcinos, caprinos	1,00
Huevos y productos de huevo	0,50
Pescados crudos, congelados o refrigerados	1,00
Moluscos cefalópodos	1,00
Moluscos bivalvos	1,00
Crustáceos	1,00

Fuente: Codex Alimentario.

Anexo 7. PROTOCOLO DE ENSAYO PARA ANÁLISIS DE ARSÉNICO EN HÍGADO DE POLLO

Imagen 1. Protocolo de ensayo para la determinación de arsénico en hígado de pollo por espectrofotometría de absorción atómica – generador de hidruros.

<p>1.- REACTIVOS Y ESTÁNDARES</p> <ul style="list-style-type: none">• Todos los reactivos utilizados deben especificar "Para análisis" y el agua debe ser ultrapura.• Ácido clorhídrico 35 – 37% purificado.• Borohidruro de sodio.• Hidróxido de sodio.• Yoduro de potasio.• Ácido ascórbico.• Solución de patrón de arsénico de 1000 mg/L.• Nitrato de magnesio.• Gas argón UHP. <p>2.- EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none">• Equipo Absorción atómica Thermo Scientific Marca y modelo THERMO SCIENTIFIC ICE 3000 equipado con Generador de Hidruros.• Balanza analítica.• Mufla eléctrica.• Plancha de calentamiento. <p>3.-CONDICIONES ESPECTROFOTOMÉTRICAS</p> <ul style="list-style-type: none">• Longitud de onda: 193.7 nm.• Ranura: 0.5 nm.• Corrección de fondo: Deuterio (D2).• Corriente de lámpara: 12 mA.• Tiempo de lectura: 4 seg.• Fuente de luz: Lámpara de cátodo hueco de Arsénico.• Medida de señal: Absorbancia.• Modo vapor: Calentamiento eléctrico.• Temperatura: 900 °C.• Flujo de gas argón: 200 mL/min.

4.- PROCEDIMIENTO OPERATORIO

4.1.- PREPARACIÓN DE CURVA DE CALIBRACIÓN

Los estándares para la curva de calibración se prepararon como sigue:

A partir de una solución stock de 1000ppm de arsénico se prepara una solución patrón de 1000ppb y se toman alícuotas de 0.25, 0.5, 1 y 2mL para preparar soluciones de 5, 10, 20 y 40ppb respectivamente, en fioas de 50mL. Luego se procede a adicionar 5mL de ácido clorhídrico purificado y 5mL de una solución reductora que contenga yoduro de potasio 5% y ácido ascórbico 5%, se deja en reposo por 45 minutos a temperatura ambiente y se lleva a volumen con agua ultrapura.

4.2.- PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

- Mezclar la muestra hasta homogeneidad, tomar una alícuota de 6 gramos y transferir a un crisol.
- Agregar 3 mL de nitrato de magnesio al 50% P/V.
- Colocar los crisoles y secar en una estufa a 105 °C por 3 horas.
- Colocar los crisoles en plancha de calentamiento a 350 °C hasta completar la precalcificación.
- Llevar las muestras precalcificadas en una mufla y calcinar 500°C por 3 horas.
- Enfriar y adicionar 10mL de una solución de ácido clorhídrico al 6M calentar en plancha termostática por 5 minutos y transferir cuantitativamente a una fiola de 25mL diluir con agua ultrapura, agitar y dejar reposar.
- Filtrar un volumen necesario por un filtro de membrana de 0.45 µm.
- De la solución filtrada del paso anterior, tomar 5mL y transferir a una fiola de 50mL.
- Adicionar 5mL de ácido clorhídrico purificado y 5mL de una solución reductora que contenga yoduro de potasio 5% y ácido ascórbico 5%.
- Dejar reposar 45 minutos a temperatura ambiente y llevar a volumen con agua ultrapura y proceder a leer para arsénico.

4.4.- LECTURA EN EL ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

- Aspirar directamente las soluciones: blanco, estándar y muestra por el generador de hidruros.
- Usar como agente ácido, una solución de ácido clorhídrico al 10% V/V.
- Usar como agente reductor, una solución que contenga de borohidruro de sodio al 1.5% y de hidróxido de sodio 0.5%.
- Proceder a leer bajo las condiciones descritas en procedimiento 3.

Fuente: Informe de protocolo de ensayo CICOTOX – UNMSM.

Anexo 8. IMÁGENES DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE HÍGADO DE POLLO PARA LA DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO TOTAL.

Imagen 2. Proceso de pesaje de 6 gramos de muestra de hígado de pollo.



Fuente: Informe de proceso y metodología CICOTOX – UNMSM.

Imagen 3. Crisoles listas para precalcinación.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 4. Crisoles en mufla para calcinación.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 5. Crisoles en plancha termostática.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 6. Adición de ácido clorhídrico.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 7. Primer reposo después de la adición de agua ultrapura.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 8. Ultimo reposo antes de la lectura en espectrofotómetro de absorción atómica.



Fuente: Informe de proceso y metodología
CICOTOX – UNMSM.

Imagen 9. Proceso de lectura mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica
– Generador de Hidruros.



Fuente: Informe de proceso y metodología CICOTOX – UNMSM.

Anexo 9. RESULTADOS LABORATORIO CICOTOX - UNMSM



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



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N°	95018	-	95033
----	-------	---	-------

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. SINTHIA MARIBEL CORY CORI

TESIS: BIOMARCADOR DE ARSENICO EN HIGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVICOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022

FECHA DE RECEPCIÓN: 16 de mayo de 2022 HORA: 08:50 p.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 09 de junio de 2022 HORA: 09:30 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 10 de noviembre de 2022 HORA: 10:00 a.m.

MÉTODO: Determinación de arsénico por espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
95018	Hígado de pollo (Código: 1)	Cuantificación de Arsénico	3.328 mg/kg
95019	Hígado de pollo (Código: 2)	Cuantificación de Arsénico	9.516 mg/kg
95020	Hígado de pollo (Código: 3)	Cuantificación de Arsénico	6.904 mg/kg
95021	Hígado de pollo (Código: 4)	Cuantificación de Arsénico	10.763 mg/kg
95022	Hígado de pollo (Código: 5)	Cuantificación de Arsénico	3.088 mg/kg
95023	Hígado de pollo (Código: 6)	Cuantificación de Arsénico	10.494 mg/kg
95024	Hígado de pollo (Código: 7)	Cuantificación de Arsénico	4.421 mg/kg
95025	Hígado de pollo (Código: 8)	Cuantificación de Arsénico	5.496 mg/kg
95026	Hígado de pollo (Código: 9)	Cuantificación de Arsénico	2.717 mg/kg
95027	Hígado de pollo (Código: 10)	Cuantificación de Arsénico	8.482 mg/kg
95028	Hígado de pollo (Código: 11)	Cuantificación de Arsénico	3.710 mg/kg
95029	Hígado de pollo (Código: 12)	Cuantificación de Arsénico	5.902 mg/kg
95030	Hígado de pollo (Código: 13)	Cuantificación de Arsénico	4.004 mg/kg
95031	Hígado de pollo (Código: 14)	Cuantificación de Arsénico	2.975 mg/kg
95032	Hígado de pollo (Código: 15)	Cuantificación de Arsénico	7.022 mg/kg
95033	Hígado de pollo (Código: 16)	Cuantificación de Arsénico	5.429 mg/kg

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



Lima, 10 de noviembre de 2022

D.F. AMERICA FIGUEROA VARGAS
 C.Q.F.P. 18579

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

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima I – Perú
 Teléfono: (511) 328-7700 / Ap. Postal 4559 – Lima I
 E-mail: cicotox.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



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



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N° 95034 - 95049

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Srta. SINTHIA MARIBEL CORY CORI

TESIS: BIOMARCADOR DE ARSÉNICO EN HIGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVÍCOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022

FECHA DE RECEPCIÓN: 16 de mayo de 2022 HORA: 08.50 p.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 09 de junio de 2022 HORA: 09.30 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 10 de Noviembre de 2022 HORA: 10.00 a.m.

MÉTODO: Determinación de arsénico por espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
95034	Higado de pollo (Código: 17)	Cuantificación de Arsénico	3.088 mg/kg
95035	Higado de pollo (Código: 18)	Cuantificación de Arsénico	8.161 mg/kg
95036	Higado de pollo (Código: 19)	Cuantificación de Arsénico	3.421 mg/kg
95037	Higado de pollo (Código: 20)	Cuantificación de Arsénico	5.163 mg/kg
95038	Higado de pollo (Código: 21)	Cuantificación de Arsénico	3.384 mg/kg
95039	Higado de pollo (Código: 22)	Cuantificación de Arsénico	7.149 mg/kg
95040	Higado de pollo (Código: 23)	Cuantificación de Arsénico	3.710 mg/kg
95041	Higado de pollo (Código: 24)	Cuantificación de Arsénico	5.902 mg/kg
95042	Higado de pollo (Código: 25)	Cuantificación de Arsénico	4.004 mg/kg
95043	Higado de pollo (Código: 26)	Cuantificación de Arsénico	6.308 mg/kg
95044	Higado de pollo (Código: 27)	Cuantificación de Arsénico	10.355 mg/kg
95045	Higado de pollo (Código: 28)	Cuantificación de Arsénico	3.308 mg/kg
95046	Higado de pollo (Código: 29)	Cuantificación de Arsénico	9.688 mg/kg
95047	Higado de pollo (Código: 30)	Cuantificación de Arsénico	5.096 mg/kg
95048	Higado de pollo (Código: 31)	Cuantificación de Arsénico	4.088 mg/kg
95049	Higado de pollo (Código: 32)	Cuantificación de Arsénico	3.494 mg/kg

Lima, 10 de noviembre de 2022

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



Dr. AMÉRICO A. FIGUEROA VARGA
 C.Q.F.P. 18579

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



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



Centro de Información, Control Toxicológico y apoyo a la Gestión Ambiental
CICOTOX

N°	95050	-	95057
----	-------	---	-------

PROTOCOLO DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

SOLICITANTE: Sra. SINTHIA MARIBEL CORY CORI

TESIS: BIOMARCADOR DE ARSENICO EN HIGADO DE POLLO DISTRIBUIDO POR PROVEEDORES AVICOLAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022

FECHA DE RECEPCIÓN: 16 de mayo de 2022 HORA: 08:50 a.m.

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 09 de junio de 2022 HORA: 09:30 a.m.

FECHA DE TÉRMINO DE ANÁLISIS: 10 de noviembre de 2022 HORA: 10:00 a.m.

MÉTODO: Determinación de arsénico por espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros.

N° ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS CUANTITATIVO	RESULTADO
95050	Higado de pollo (Código: 33)	Cuantificación de Arsénico	6.662 mg/kg
95051	Higado de pollo (Código: 34)	Cuantificación de Arsénico	5.163 mg/kg
95052	Higado de pollo (Código: 35)	Cuantificación de Arsénico	3.384 mg/kg
95053	Higado de pollo (Código: 36)	Cuantificación de Arsénico	6.308 mg/kg
95054	Higado de pollo (Código: 37)	Cuantificación de Arsénico	2.769 mg/kg
95055	Higado de pollo (Código: 38)	Cuantificación de Arsénico	9.641 mg/kg
95056	Higado de pollo (Código: 39)	Cuantificación de Arsénico	5.902 mg/kg
95057	Higado de pollo (Código: 40)	Cuantificación de Arsénico	4.004 mg/kg

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



Lima, 10 de noviembre de 2022

Q.F. AMÉRICO A. FIGUEROA VARGA
 C.Q.F.P. 18579

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