

Contaminación Hídrica y Derecho a la Seguridad Alimentaria de Comunidades Indígenas Andino-bolivianas del Titicaca en la cuenca Katari

Water Pollution and the Right to Food Security of Andean and Bolivian Indigenous Communities of Titicaca in the Katari Basin

Nicole Rivera Gironas

Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia
nicoleriveragironas@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0008-2191-1651>

Camila Abril Garnica Gonzalez

Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia
cagarnicagonzalez@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-9694-0778>

Belen Isamar Salvatierra Terrazas

Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia
bsalvatierraterrazas@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0005-9268-3092>

Leonardo Villafuerte Philippsborn

University of Antwerp, Bélgica
Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia
lvillafuerte@ucb.edu.bo

 <https://orcid.org/0000-0002-0371-6624>

Afnan Agramont Akiyama

Universiteit Brussel, Bélgica
Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia
aagramont@ucb.edu.bo

 <https://orcid.org/0000-0002-0977-2387>

Revista Economía y Política
Enero – Junio 2024
Núm. 39, p.136-158

Recepción: 03 Agosto 2023
Aprobación: 27 Diciembre 2023
Publicado: 30 Enero 2024

DOI: <https://doi.org/10.25097/rep.n39.2024.08>

Como citar: Rivera Gironas, N., Garnica Gonzalez, C. A., Salvatierra Terrazas, B. I., Villafuerte Philippsborn, L. y Agramont Akiyama, A. (2024). Contaminación Hídrica y Derecho a la Seguridad Alimentaria de Comunidades Indígenas Andino-bolivianas del Titicaca en la cuenca Katari, *Revista Economía y Política*, (39), 136-158, <https://doi.org/10.25097/rep.n39.2024.08>



RESUMEN

Las comunidades Indígenas Andino-bolivianas del Titicaca dependen a menudo de sus recursos naturales para garantizar su seguridad alimentaria, lo que las hace especialmente vulnerables a fluctuaciones ambientales y cambios en el ecosistema. Bajo ese criterio, el presente estudio aplica una metodología cualitativa para analizar la relación existente entre la seguridad alimentaria de las comunidades de la región de la bahía de Cohana (tomando como caso de estudio a la comunidad de Chojasivi) y la contaminación hídrica presente en la cuenca Katari. Los resultados revelan que dicha contaminación ha generado un efecto potencial en el acceso, disponibilidad, uso y estabilidad en el tiempo de los alimentos que componen la canasta básica de los comunarios.

PALABRAS CLAVE: Agua, agricultura, bahía de Cohana, comunidades andinas, contaminación hídrica, cuenca Katari, ganadería, lago Titicaca, pesca, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Andean and Bolivian Indigenous Communities of Titicaca often depend on their natural resources to ensure their food security, making them especially vulnerable to environmental fluctuations and changes in the ecosystem. Under this criterion, this study applies a qualitative methodology to analyze the relationship between the food security of the communities of the Cohana Bay region (taking the Chojasivi community as a case study) and water pollution in the Katari basin. The results reveal that such contamination has generated a potential effect on access, availability, use and stability over time of the food that makes up the basic food basket of the community.

KEYWORDS: Water, agriculture, Cohana Bay, Andean communities, water pollution, Katari basin, livestock, Titicaca Lake, fishing, food security.

INTRODUCCIÓN

La bahía de Cohana, ubicada en el Lago Binacional del Titicaca, es un territorio poblado por varias comunidades andinas donde la calidad de vida de más de 26.000 personas se ha visto afectada por la contaminación hídrica (Agramont et al., 2021; Castillo, 2012). La misma proviene del río Katari que arrastra aguas servidas domésticas, industriales y mineras, además de residuos sólidos, de las ciudades de El Alto, Viacha, Laja y Pucarani (Archundia et al., 2016). Debido a ello, la pesca y la agricultura, que por años fueron las principales fuentes de subsistencia y producción económica de la región, se han visto impactadas considerablemente (Agramont et al., 2021) provocando que las comunidades locales migren a la ganadería lechera como una nueva alternativa (Castillo, 2012). Sin embargo, a pesar del cambio, la contaminación hídrica impide que esta actividad se desarrolle de manera sostenible, afectando de forma drástica la vida en las comunidades.

En tal aspecto, uno de los efectos negativos más preocupantes se da en torno a la seguridad alimentaria de las comunidades, puesto que sus labores agropecuarias son las que garantizan la economía y la alimentación de la región (Terán et al., 2020). Cabe mencionar que, de acuerdo con la FAO (2011), para que el derecho a la seguridad alimentaria de las personas se cumpla, estas deben contar con acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan las necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias, permitiéndoles llevar una vida sana y activa.

Por todo lo mencionado, es relevante estudiar la relación entre la contaminación hídrica y el potencial impacto sobre la seguridad alimentaria en la zona andina. Dicho análisis podría evidenciar la necesidad de formular políticas públicas para articular la remediación y justicia ambiental ligada al derecho a la alimentación de las comunidades afectadas por la contaminación.

Bajo ese criterio, el presente trabajo explora la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre la contaminación hídrica y la seguridad alimentaria en comunidades de la bahía de Cohana de la región andina del Lago Titicaca?

En ese marco, la presente investigación pretende analizar la relación entre la contaminación de los recursos hídricos y la seguridad alimentaria, considerando a sus principales fuentes de subsistencia como unidades de análisis. Bajo ese criterio se delimitó la investigación empleando como estudio de caso a Chojasivi, considerada como la comunidad de la región de la bahía de Cohana más afectada por la contaminación. Asimismo, se empleó una metodología de tipo cualitativa, en la que se recopiló información por medio de entrevistas. Una vez efectuadas las mismas, se analizó la información obtenida.

A continuación, se presenta la revisión literaria, seguida de la metodología que aborda cómo se aplicó el método y cómo se generaron los datos necesarios para el análisis. Posteriormente, se explican los resultados y se realiza la discusión en cuatro subsecciones. Finalmente, se presentan las conclusiones.

REVISIÓN DE LITERATURA

Contaminación hídrica en la bahía de Cohana del lago Titicaca

El lago Titicaca se encuentra situado entre los territorios de Bolivia y Perú y está catalogado como el lago navegable más alto del mundo y de mayor extensión en Sudamérica. Cuenta con una superficie de 8.300 km² (Mera, 2022) y se divide en dos partes, el Lago Grande y el Lago Menor. De acuerdo a Molina et al. (2017), los aportes de varios afluentes corresponden al 67% del volumen total del lago. Entre todos ellos destaca el río Katari localizado en la cuenca del mismo nombre, la cual actualmente es una de las más presionadas demográfica y ambientalmente en Bolivia (IIADI, 2022). En tal aspecto las aguas de la cuenca nacen en el nevado del Huayna Potosí, continuando hacia los ríos Seke y Seco que atraviesan las ciudades de El Alto y luego de Viacha para desembocar en los ríos Pallina y posteriormente Katari, concluyendo en la bahía de Cohana que corresponde al Lago Menor.

Hoy en día destaca la problemática generada por las aguas que confluyen al río Katari y a la bahía de Cohana, pues arrastran consigo toda la contaminación existente en su recorrido. Inicia con la contaminación minera de Milluni, causada principalmente por pasivos ambientales que datan de 1920 y que han generado drenajes ácidos, los cuales se concentran en su mayoría en las lagunas Milluni Chico y Milluni Grande (Campanini, 2021) ubicadas en la naciente de la cuenca. De acuerdo con Campanini (2021), ambos cuerpos de agua presentan sedimentos mineros y metales pesados, siendo el hierro, cadmio, manganeso, zinc y arsénico los de mayor concentración. Dichos metales se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normativa nacional, influyendo de forma significativa en la acidez del agua (Alvizuri-Tintaya et al., 2021). En consecuencia, las aguas que se originan en el deshielo del nevado Huayna Potosí

arrastran la contaminación de los pasivos ambientales mineros, expandiendo a su paso la contaminación al conectarse con los ríos Seke y Seco (UMSA, 2019).

Dicha contaminación se agudiza al cruzar por la ciudad de El Alto. Por un lado, su acelerada expansión demográfica no permitió una adecuada planificación urbana de la infraestructura para los servicios de agua (Agramont et al., 2021). En ese sentido, la única planta de tratamiento de efluentes domésticos *Puchukollo* se encuentra subdimensionada y es deficiente en su desempeño (Revilla, 2021b). Por otro lado, El Alto cuenta solo con un 68% de cobertura en la red de alcantarillado sanitario (Prensa Renueva, 2021). Además, dicha red es insuficiente para el volumen de aguas residuales domésticas que recibe (Agramont et al., 2021). Por ello, los efluentes descargados en los ríos Seke y Seco provocan una reducción significativa del oxígeno disuelto y un aumento exponencial de la contaminación por coliformes fecales en el agua (Revilla, 2021a). Por consiguiente, dichos efluentes no pueden ser aprovechados para riego, ni para ningún otro fin (MMAyA, 2018; Archundia et al., 2016).

Por otro lado, el crecimiento industrial en El Alto y Viacha aumenta la complejidad del problema. En la región existen más de 5.200 industrias manufactureras (legales e ilegales) que se desarrollan en diferentes rubros (Ribera, 2008). Como resultado del incumplimiento de la normativa ambiental, sus efluentes se descargan a los ríos Seke y Seco con menos del 50% del agua tratada, provocando altas concentraciones de metales pesados como arsénico, cadmio, zinc, cobre y plomo (Chudnoff, 2009).

Asimismo, el manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos también incrementa la contaminación hídrica. Cabe mencionar que el relleno sanitario *Villa Ingenio* ubicado en la ciudad de El Alto tiene una cobertura sólo del 63.5% de toda la población (MMAyA, 2018). En ese sentido, se vierten alrededor de 800 toneladas de residuos sólidos al año y un volumen significativo de aguas lixiviadas a los ríos Seke y Seco (Revilla, 2021a).

Los ríos Seke y Seco confluyen en los ríos Pallina y luego Katari, mismos que se convierten en afluentes de alto riesgo sanitario e infeccioso para las comunidades y pobladores que a su paso utilizan sus aguas para actividades agropecuarias y que habitan en sus riberas (Castillo, 2012). Finalizando con el trayecto, el río Katari desemboca en la bahía de Cohana del Lago Titicaca, arrastrando la alta contaminación incorporada desde las lagunas de Milluni. De acuerdo con Castillo (2012), sus aguas son una mezcla de aguas domésticas, industriales y residuos sólidos. En ese sentido, de acuerdo al Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (1995) las aguas de la bahía son de clasificación C a D, por lo que su calidad es considerada “muy mala”. Cabe resaltar que la mancha de contaminación en la zona de descarga en el lago alcanza una extensión de 84km². En tal aspecto, las comunidades principalmente afectadas son Chojasivi, Catavi, Lacaya, y Cohana del municipio de Pucarani, y las de Cumaná, Cascachi, Pajchiri y Quehuaya del municipio de Puerto Pérez, además de las islas Suriqui y Pariti del lago Titicaca (Castillo, 2012). Cabe destacar que todos ellos de igual manera descargan desechos sanitarios y agropecuarios a la cuenca.

Impacto de la contaminación hídrica de la bahía de Cohana en las comunidades

Hace más de 30 años, la pesca y la agricultura eran las principales actividades de sustento económico para las comunidades de la bahía de Cohana del Lago Titicaca, además de ser sus

principales fuentes de alimentación. En ese sentido, ambas actividades eran indispensables para garantizar la seguridad alimentaria de las familias de la región (Castillo, 2012). Sin embargo, como consecuencia de la contaminación hídrica, la pesca y la agricultura dejaron de ser sustentables. Esto ha llevado a las comunidades a cambiar de rubro, optando principalmente por la producción ganadera de leche, la cual genera mayor movimiento económico y es complementada con la producción de forrajes. A pesar de ello, de igual manera las actividades agropecuarias de la región están siendo afectadas por la contaminación de la región (Agramont et al., 2021). Esto es de gran preocupación, considerando que además de ello, las comunidades aledañas a la bahía de Cohana se caracterizan por vivir en *pobreza moderada* (Terán et al., 2020). En tal aspecto, su economía familiar es de subsistencia puesto que los gastos efectuados muchas veces superan a los ingresos obtenidos por las actividades agropecuarias que realizan.

En ese sentido, el desafío de garantizar la seguridad alimentaria en la región de la bahía de Cohana del lago Titicaca es una cuestión crucial que demanda una atención especial. En Bolivia, la Constitución Política del Estado reconoce a la seguridad alimentaria como un derecho fundamental (CPE, 2009). En ese marco, la política de desarrollo rural integral del Estado reconoce la importancia de asegurar la soberanía y seguridad alimentaria priorizando la producción y consumo de alimentos agropecuarios en coordinación con entidades territoriales autónomas. A pesar de estos esfuerzos, la seguridad alimentaria sigue siendo un desafío, pues tiende a ser más vulnerable en las regiones donde la producción agropecuaria es indispensable como medio de subsistencia (MDRyT, 2020).

Con base a lo mencionado, es importante considerar que, para que la seguridad alimentaria se cumpla se deben tomar en cuenta sus cuatro dimensiones (FAO, 2011). La primera dimensión abarca la disponibilidad de los alimentos, refiriéndose a la presencia física de los alimentos procedentes de todos los medios de producción interna, importaciones comerciales y asistencia alimentaria en el área. La segunda dimensión considera el acceso a los alimentos, aludiendo a la capacidad que tiene un hogar para obtener suficientes alimentos, considerando su disponibilidad física. El acceso se da mediante uno o la combinación de los siguientes medios: producción propia (cosechas, ganado, etc.), caza, pesca o recolección de alimentos silvestres, compras (en mercados, tiendas, etc.), trueque (intercambio de alimentos) y obsequios, préstamos o asistencia alimentaria (de amigos o parientes, comunidad, gobierno, agencias gubernamentales, etc.). La tercera dimensión considera la utilización de los alimentos, que describe la forma en la que el cuerpo aprovecha los nutrientes presentes en los alimentos. Por ello, considera las formas en las que se almacenan, procesan y preparan los alimentos, incluyendo el agua que se utiliza para cocinar y las condiciones higiénicas. Por otro lado, se toman en cuenta las prácticas de alimentación con especial atención a los individuos con necesidades nutricionales especiales (como bebés, mujeres embarazadas, etc.), la distribución de los alimentos dentro del hogar y la medida en la que ésta corresponde con las necesidades nutricionales de cada miembro del hogar y su estado de salud. Finalmente, la última dimensión considera la estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores. Si las mismas no se cumplen de manera periódica, se considera que no se goza de completa seguridad alimentaria, pues existe un riesgo para la condición nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

La investigación analiza el impacto de la contaminación hídrica sobre la seguridad alimentaria de los comunarios de la bahía de Cohana a partir de un diseño metodológico cualitativo. Este modelo se caracteriza por extraer conocimiento de un conjunto de datos heterogéneos en forma textual o narrativa (Acosta y Martínez, 2021). Los datos que se obtienen provienen de entrevistas individuales y/o grupales, observaciones directas, documentos bibliográficos, entre otros (Amezcuza y Gálvez, 2002) y se encuentran en distintos formatos como: audio y/o imágenes (Fernández, 2006). Dicha evaluación es de gran importancia ya que permite analizar las experiencias de los individuos mediante sus creencias, opiniones y actitudes en un contexto natural (Flick, 2018).

Estudio de caso: comunidad Chojasivi

Se seleccionó como estudio de caso a la comunidad de Chojasivi (ubicado en el municipio de Pucarani del departamento de La Paz) debido a que actualmente sus actividades de subsistencia se han visto afectadas por la contaminación hídrica que llega a la bahía de Cohana. De acuerdo a Revilla (2021a), hace más de 10 años los habitantes de la comunidad de Cohana manifestaron una alerta por la contaminación que llegaba a su región. Por ello, una de las acciones que se aplicó para mitigar su impacto fue desviar un brazo del río Katari hacia el suroeste, específicamente hacia la comunidad de Chojasivi. A causa de esta acción, hoy en día las subcomunidades que la comprenden (Lukurmata, Achachicala, Chiluyo y Tiquipa) son más propensas a verse afectadas.

A causa de todo ello, los comunarios iniciaron trabajos para dragar el río, así como reclamos para que se implemente el proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de agua Puchukollo (Revilla, 2021a), sin embargo, estas acciones no fueron suficientes para resolver esta problemática. Bajo ese criterio, considerando que sus habitantes son los más afectados, se vio pertinente analizar la relación entre la contaminación hídrica y su seguridad alimentaria.

Código de ética

La investigación cumplió con el código de ética considerando que durante la gestión 2022, la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” firmó un convenio interinstitucional con la Central Agraria Campesina Chojasivi (comunidad de estudio de caso) en el marco de la implementación del Proyecto CReA (a través del cual se desarrolló la investigación). Dicho Proyecto se enfoca en aumentar la resiliencia comunitaria en áreas rurales y periurbanas de Bolivia a través de la generación de conocimiento y creación de soluciones sostenibles. Bajo ese criterio, el convenio busca consolidar la colaboración en investigación y desarrollo de capacidades para generar acciones que contribuyan a mejorar las condiciones del sistema social y ecológico a nivel local y de la Cuenca Katari. Con base a lo mencionado, es posible constatar que la implementación de esta medida permitió garantizar el respeto, la confidencialidad y el consentimiento informado de todas las partes involucradas en las actividades que permitieron llevar a cabo la investigación.

Selección de participantes

El grupo de entrevistados está constituido por hombres y mujeres mayores de 18 años que practican distintos rubros como ganadería, agricultura, comercio y educación en la comunidad de Chojasivi. La población de estudio fue elegida considerando que el grupo mencionado, en su mayoría, orientan su trabajo a actividades que garantizan la economía y consecuentemente la alimentación de sus familias en la comunidad.

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó por medio de entrevistas semi-estructuradas (Mata, 2020). Por un lado, se desarrolló una guía compuesta por 8 preguntas, cuyo enfoque facilitó estructurar una conversación abierta y flexible con los entrevistados. La misma fue validada por expertos en las áreas relacionadas a la problemática de estudio. Para ello, se proporcionó a los evaluadores una descripción detallada del contexto de la investigación y el propósito de cada pregunta en el guion. De esa forma, a través de sus correcciones fue posible garantizar que las preguntas fuesen claras, consistentes y relevantes. Con base a lo descrito, dichas preguntas se enfocaron en analizar las situaciones que los comunarios enfrentan a causa de la contaminación hídrica y en cómo la misma afecta a sus principales fuentes de subsistencia (pesca, ganadería, agricultura, y servicio del agua). Además de identificar los alimentos que conforman su canasta básica junto a la percepción que tienen en torno a su abastecimiento y calidad. A continuación, se encuentra el guion de las preguntas que permitieron evaluar las dimensiones de su seguridad alimentaria.

TABLA 1.

Guía de preguntas orientativas para llevar a cabo el trabajo de campo

Nº	Preguntas Orientativas
1	¿Se dedica o dedicaba a la pesca para ganar dinero y poder sustentar a su familia?
2	¿Cree que la contaminación del agua ha afectado a la pesca? Si es así, ¿cómo?
3	¿Hoy en día a qué se dedica para ganar dinero y poder sustentar a su familia?
4	¿Cree que la contaminación del agua ha afectado a la ganadería? Si es así, ¿cómo?
5	¿Se dedica a la agricultura? Si es así, ¿qué alimentos cultiva?
6	¿Qué alimentos consume usualmente y de donde provienen?
7	¿Cree que la contaminación del agua ha afectado a la agricultura? Si es así, ¿cómo?
8	¿De dónde proviene el agua que beben?
9	¿Cree que la contaminación del agua ha afectado a las fuentes de agua de la comunidad? Si es así, ¿cómo?

Fuente: Elaborado por los autores.

Por otro lado, los investigadores fueron sometidos a un proceso de capacitación por medio de los expertos evaluadores. En las sesiones se abordó aspectos cruciales, como el desarrollo

adecuado de las entrevistas a través del guion de preguntas y la ética de la investigación. De esa forma, a través de su retroalimentación constructiva, se enfatizó la importancia de mantener una postura neutral, de escucha activa y de adaptabilidad durante las entrevistas.

Finalmente, para llevar a cabo el trabajo de campo se sostuvo previamente una reunión con el subalcalde de la comunidad de Chojasivi y el coordinador de la defensa de la vida del Lago Titicaca para solicitar la autorización para ingresar a las comunidades y realizar el levantamiento de datos. De esa forma, se realizaron 56 entrevistas en total (entre hombres y mujeres). Las mismas llegaron a su punto de saturación después de haber escuchado múltiples criterios, por lo que la información adicional obtenida dejó de aportar elementos nuevos. Finalmente, se utilizó el software “Nvivo” para analizar e interpretar los datos cualitativos recolectados. El mismo permitió organizar y manipular los datos obtenidos a través de los siguientes componentes (Sabariego, 2018):

- *Recursos*: Engloban a los datos que se pretenden analizar en forma de documento, imágenes o grabaciones de audio y video. En este caso los recursos son las entrevistas, las cuales fueron documentadas en grabaciones de audio y posteriormente transcritas. Asimismo, se contó con el registro fotográfico de los efectos que está teniendo la contaminación hídrica en el territorio.
- *Nodos*: Representan a las categorías donde se almacena información específica referente a unidades de análisis que contempla la investigación. En este caso se consideraron como nodos a las principales fuentes de subsistencia, mismas que garantizan la seguridad alimentaria y que se verían afectadas por la contaminación hídrica.
- *Atributos*: Hacen referencia a las propiedades que tienen los recursos y los nodos, en este caso se consideran a las dimensiones que abarca la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso y uso de alimentos, al igual que su estabilidad en el tiempo).

Marco analítico

Para evaluar la relación entre la contaminación hídrica y la seguridad alimentaria, se analizó cómo la contaminación podría estar afectando a las principales fuentes de subsistencia que juegan un papel importante en garantizar la seguridad alimentaria en la región de la bahía de Cohana (pesca, ganadería, agricultura y el servicio de agua potable). Para ello, se analizaron los posibles efectos en las cuatro dimensiones que abarca la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso y utilización de los alimentos y su estabilidad en el tiempo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La contaminación hídrica en la comunidad de Chojasivi es considerable, pues como se mencionó, inicia su recorrido en la región de Milluni, se agudiza al pasar por El Alto y Viacha y finalmente empeora en Laja, Pucarani y Puerto Perez (Campanini, 2021; Agramont et al., 2021; Castillo, 2012). Como consecuencia de todo ello, las fuentes de subsistencia de los comunarios (principalmente la agricultura y la ganadería), están siendo afectadas por la contaminación. “*El agua contaminada nos afecta principalmente en la ganadería lechera y en la agricultura. No tenemos comida para las vacas y todo se está muriendo. Es importante limpiar este río*” (Entrevistado 5, 2022).

Con base a ello, a continuación, se analizan las principales fuentes de subsistencia de los comunarios (pesca, ganadería, agricultura y suministro de agua para consumo), y cómo la contaminación hídrica podría estar incidiendo en las diferentes dimensiones de la seguridad alimentaria, tales como la disponibilidad, el acceso y la utilización de alimentos, así como su estabilidad a lo largo del tiempo.

Análisis de las dimensiones de la seguridad alimentaria en torno a la pesca

En cuanto a la *disponibilidad* de pescado, se pudo constatar que ya no existen peces en la región “*Antes había pescado y con eso vivíamos. Ahora todos se han muerto, la contaminación nos ha afectado en todo*” (Entrevistado 2, 2022). Con base a ello, es posible apreciar que su disponibilidad se ha reducido considerablemente.

No obstante, todavía se ofrece este alimento en la feria semanal de Chojasivi, el cuál es traído desde el límite con Perú “*Los peces son traídos desde la cercanía con Perú porque aquí los pescados mueren*” (Entrevistado 49, 2022). En ese sentido, la capacidad de *acceder* a dicho alimento directa y regularmente también ha sido afectada, pues para obtener el mismo deben comprar el producto (destinando parte de sus ingresos económicos a ello) y no pescar como lo hacían antes. Asimismo, a causa de esta problemática, el trueque ha dejado de ser una práctica permanente entre los comunarios. “*En esta temporada antes había bastante pescado. Después de pescarlo, lo vendíamos o hacíamos trueque con chuño, papa y todo eso*” (Entrevistado 25, 2022). De esa forma, es posible apreciar que se ha perdido un medio para adquirir diferentes alimentos a través del intercambio con el pescado.

Con base a lo mencionado, en cuanto a la *utilización* del pescado, los comunarios perciben que la calidad del mismo ha cambiado debido a la contaminación hídrica. “*Consumimos pescado de La Paz o de Taraco, pero no de esta región porque el lago está contaminado. Tiene un sabor muy distinto y un mal olor. Dicen que les hace daño a las personas que lo consumen*” (Entrevistado 32, 2022).

En tal aspecto, es importante destacar que la Contraloría General del Estado (2014) realizó un estudio sobre los sedimentos presentes en la cuenca Katari el año 2014, en el cual se demostró que en la zona de la bahía de Cohana existen altas concentraciones de metales pesados y metaloides. En ese sentido, los contaminantes persistentes en los sedimentos se acumulan y biomagnifican en la cadena alimentaria acuática, lo cual conlleva a concentraciones inaceptables en los peces de la región. Además, que son considerados seres bioacumuladores por lo que tienen mayor potencial para transferir residuos contaminantes a los humanos (Dórea, 2006).

Bajo ese criterio, se podría considerar que el pescado que se obtiene directamente de la zona de estudio es insalubre. Por ende, su consumo podría presentar un riesgo significativo en la salud de los comunarios, pues la coexistencia de varios tipos de contaminantes tóxicos en el mismo, es la causa principal de alteraciones cardiovasculares y neurotóxicas como parestesias, ataxia, neurastenia, pérdida de visión y audición (Alay et al., 2012; Dórea, 2008). Asimismo, provoca anemia, trastornos en el sistema nervioso, problemas renales, hipertensión arterial y aumenta la acción cancerígena (Scoullou et al., 2001), además de déficits en el desarrollo cognitivo en los niños (Bienenfeld et al., 2003).

Finalmente, a continuación, se aprecian las afirmaciones y/o perspectivas más representativas de los comunarios en torno a la pesca y su relación con la problemática de estudio.

TABLA 2.

Categorización de datos obtenidos en torno a la pesca

Pesca		
Tópico	Detalle	Nº de personas
Desaparición de peces	Los comunarios se dedicaban a la pesca	34
	La región ha experimentado la desaparición de peces, afectando la forma de vida de los comunarios	34
	La contaminación hídrica se menciona como la causa principal de esta disminución	25
Acceso al pescado	A pesar de la falta de peces en la región, aún se puede obtener pescado de una fuente externa	14
Cambios en las Prácticas Alimentarias	La falta de peces ha afectado las prácticas alimentarias y el trueque entre los comunarios	5
Percepción de la Calidad del Pescado	Los comunarios perciben que la calidad del pescado local ha cambiado debido a la contaminación hídrica	8

Fuente: Elaborado por los autores.

Análisis de las dimensiones de la seguridad alimentaria en torno a la ganadería

Tomando en cuenta el cambio de rubro de los comunarios hacia la ganadería lechera por la desaparición de peces, la comunidad cuenta con *disponibilidad* de alimentos como la leche y el queso. Si bien la producción de ambos alimentos es principalmente para su venta “Aquí vienen... [empresas lecheras] a recoger leche y los comunarios que no la entregamos, hacemos queso y lo vendemos en la feria de nuestra comunidad o en La Paz” (Entrevistado 16, 2022), los comunarios también los consumen en su diario vivir pues tienen un *acceso* directo a los mismos. “Cada mañana consumimos leche y queso” (Entrevistado 6, 2022).

Es importante resaltar que, a pesar de que cuentan con disponibilidad y acceso directo a dichos alimentos, los comunarios mencionan que el ganado lechero cada vez rinde menos. “El ganado ya no da tanta leche, su producción ha disminuido y las vacas ya no engordan” (Entrevistado 22, 2022). Se plantea que la razón detrás de este problema radica en el aumento progresivo de enfermedades en el ganado, y se postula que la causa subyacente de este fenómeno está relacionada con la contaminación hídrica. “Nuestro ganado se enferma con fasciola por la contaminación del agua. Esa enfermedad no deja que las vacas se desarrollen. Entonces tenemos que efectuar la dosificación” (Entrevistado 16, 2022).

A causa de ello, los comunarios han optado por medicar a su ganado, con el fin de prevenir enfermedades o al menos hacer frente a ellas. No obstante, se ha observado que esta medida no es suficiente para abordar completamente la situación. “Hay momentos en que el ganado se enferma gravemente y no sana. Llamamos al veterinario y a pesar de que les ponen inyecciones, no es suficiente. Igual hay que ponerles vitaminas y todas esas cosas. Antes no se usaba tanto eso” (Entrevistado 15, 2022); “Usamos medicamentos orales e inyectables. La fasciola no deja dar buena producción, por eso tenemos que

dosificar cada 3 meses” (Entrevistado 16, 2022). Cabe mencionar que, con base a lo mencionado previamente, los comunarios deben destinar continuamente parte de sus ingresos económicos a la salud del ganado.

Por otra parte, además de contar con la disponibilidad de la leche y queso, producto de la ganadería, también se cuenta con *disponibilidad* de carne de res. Algunos comunarios mencionaron que consumen carne de vaca, ya sea *accediendo* a la misma por la carnicería que hay en la comunidad o por su propio ganado (se sugiere que en menor medida según las entrevistas). Sin embargo, en general se mencionó que el consumo de carne de res no es muy frecuente en su dieta *“No comemos mucha carne. A veces nos compramos, pero no es parte de nuestra dieta diaria”* (Entrevistado 23, 2022). Cabe mencionar que en cuanto al consumo de carne los comunarios sienten que la calidad de la misma ha reducido. En ese sentido atribuyen este suceso a la alimentación del ganado *“Cuando las vacas se alimentan de totora o toman agua del río, la carne no es buena y tiene otro sabor”* (Entrevistado 52, 2022).

En tal aspecto, el deterioro en la salud del ganado se debe a que en muchos casos el alimento y/o agua que consumen se encuentra contaminado. En el caso de la alimentación del ganado, los comunarios en primera instancia optan por cultivar avena, cebada, alfalfa o pastizales de la región. Sin embargo, la mayoría de las veces estas fuentes de alimentación no son suficientes, por lo que los comunarios también alimentan a sus vacas con totora *“Alimentamos al ganado con avena, cebada, pasto, alfalfa. Cuando ya no hay, los alimentamos a la fuerza con totora”* (Entrevistado 9, 2022). De acuerdo a los comunarios dicha planta se encuentra contaminada y es una de las causas por la cual el ganado se enferma *“Las totoras están muy contaminadas. Cuando las vacas la comen se enferman de fasciolosis”* (Entrevistado 48, 2022).

Cabe mencionar que la fascioliasis es una enfermedad parasitaria causada por la duela hepática *Fasciola hepática*, la cual se contagia por la ingestión de berros u otras plantas acuáticas contaminadas (Marie y Petri, 2021). En tal aspecto, de acuerdo a González et al. (2007) la presencia de fasciolosis en el ganado disminuye la producción de leche. Por otro lado, de acuerdo a Palacio Collado et al. (2020) un animal parasitado puede disminuir hasta un 28% su producción de carne y un 14% en su producción de leche, dependiendo de la carga parasitaria. De igual forma, González Paniagua (2012) indica que la enfermedad además influye negativamente en el potencial reproductor, y la capacidad de trabajo, disminuyendo considerablemente la vida activa de los animales.

Si bien la fascioliasis es una enfermedad parasitaria animal (principalmente de rumiantes, pero también de cerdos, burros, llamas y alpacas), también puede ser transmitida a los humanos (OPS, 2023). Al respecto, los comunarios mencionaron que incluso ahora los estudiantes de la unidad educativa de la comunidad reciben dosificaciones anuales para contrarrestar tal enfermedad. *“Les hacía mal la comida. Los de la posta de salud les hicieron exámenes y encontraron que tenían gusanos. Ahora a principios de cada año vienen a darnos una pastilla para este gusano que se llama fasciola. Ahora ya no tienen dolor de estómago”* (Entrevistado 32, 2022).

Por otra parte, en el caso del agua que consume el ganado, los comunarios mencionaron que la misma proviene de pozos o del río. *“Algunas vacas toman agua de pozos. Los comunarios que no los tienen, llevan su ganado al río a que tomen agua”* (Entrevistado 6, 2022). En el caso de los pozos, estos fueron perforados río abajo por algunos comunarios con el objetivo de obtener fuentes de agua para los bebederos de su ganado y así evitar que estos beban agua del río *“Si llevamos a nuestras*

vacas a tomar esta agua, se van a enfermar y morirán más rápido. Por eso les damos agua de los pozos que hemos perforado. Aún así no es suficiente” (Entrevistado 22, 2022).

Por otra parte, los comunarios que no cuentan con acceso a pozos, llevan a su ganado al río para que beban agua “*Cuándo llega el río, las vacas toman el agua de ahí porque no hay más agua*” (Entrevistado 9, 2022). Asimismo, al igual que la alimentación, el consumo de agua en el ganado influye directamente en la producción y la salud del mismo. De acuerdo a Vidaurreta (2016) la calidad del agua influye de forma importante sobre la salud y la producción, pues la ingesta de agua de mala calidad lleva a una disminución en el consumo de alimentos, problemas digestivos, menor productividad, pérdida de estado y a una alteración de la reproducción. En tal aspecto el consumo de agua contaminada puede contener bacterias poco saludables para las vacas que podrían contribuir en la reducción de la producción lechera, o afectar la salud animal en general.

Respecto a todo lo mencionado previamente, en torno a los subproductos obtenidos de la ganadería se puede apreciar que los mismos podrían afectar en la *utilización* que los comunarios le dan, pues estos al estar expuestos a la contaminación, no son del todo inocuos. En el estudio de Adriázola Vasquez (2015), se realizó un análisis del forraje con el cual las comunidades de Tacahi, Pampa Cohana, San Pedro y Pakollo de la bahía de Cohana alimentan a su ganado. Los resultados indicaron que los valores de Arsénico, Cadmio y Plomo sobrepasan los valores límite permisibles establecido por la EPA. Asimismo, la concentración de Cromo trivalente es significativa y preocupante. Por otro lado, los valores de nutrientes como Calcio y Hierro también sobrepasan los límites permisibles establecidos por el Instituto de Investigación Nutricional (México).

Asimismo, en el estudio de Adriázola Vasquez (2015) se analizaron muestras de leche de las comunidades. Si bien no se encontraron valores de metales pesados, se encontró una presencia significativa del metal Cromo trivalente en la leche lo cual es preocupante teniendo en cuenta que este metal es tóxico y nocivo para la salud. De acuerdo a Castro (2017), el uso de aguas residuales para producir forrajes destinados a la alimentación de las vacas puede contribuir a que diversos compuestos tóxicos se encuentren presentes en la leche o la carne, incluyendo metales pesados, que se caracterizan por su bioacumulación, y causar problemas a la salud pública al ser citotóxicos, cancerígenos y mutagénicos. En ese sentido la alimentación del ganado y la salud del mismo, influyen de forma directa en la calidad de la leche o la carne, incluso afectando al valor nutricional de los mismos (Calvache García y Navas Panadero, 2012; Cruz-Monterrosa y Ramírez-Bribiesca, 2013).

Finalmente, a continuación, se aprecian las afirmaciones y/o perspectivas más representativas de los comunarios en torno a la ganadería y su relación con la problemática de estudio.

TABLA 3.

Categorización de datos obtenidos en torno a la ganadería

Ganadería		
Tópico	Detalle	N° de personas
Cambio de Rubro	Los comunarios cambiaron de rubro a la ganadería lechera	44
Consumo y Venta de Alimentos Lácteos	La leche y el queso son productos principales, tanto para la venta como para el consumo de la comunidad	22
Problemas en la Producción Lechera	El ganado lechero está experimentando una disminución en la producción	25
	Se atribuye la disminución en la producción de leche al aumento de enfermedades en el ganado	28
Alimentación del Ganado	La alimentación del ganado incluye avena, cebada, alfalfa, pastizales. Sin embargo, este no es suficiente y en ocasiones los comunarios deben alimentar al ganado con totora	26
Suministro de Agua del Ganado	Algunos comunarios utilizan agua proveniente del río para su ganado. Indican que está contaminada y afecta en su salud	23
	Algunos comunarios utilizan agua proveniente de pozos para su ganado. Indican que no está contaminada y no afecta en su salud	22
Salud del Ganado	La fasciolosis en el ganado se atribuye al consumo de totora o agua contaminada	33
	Los comunarios medican al ganado para combatir las enfermedades	19
Consumo de Carne de Res	Aunque hay disponibilidad de carne de res, el consumo no es frecuente	12
	La calidad de la carne ha disminuido, y se atribuye a la alimentación del ganado, que incluye totora y agua contaminada	9
Transmisión de la Fasciolosis a Humanos	Existe la preocupación de la transmisión de la fasciolosis a los humanos	13

Fuente: Elaborado por los autores.

Análisis de las dimensiones de la seguridad alimentaria en torno a la agricultura

De acuerdo a los comunarios, la práctica de la agricultura en la región se enfoca principalmente en el cultivo de alimentos para el autoconsumo y no para la venta de los mismos “*Algunos venden lo que cosechan, pero ahora sembramos mucho menos, casi todo es para nuestro consumo*” (Entrevistado 48, 2022). Con base a ello, es posible apreciar que, debido a esta actividad, las familias cuentan con la *disponibilidad* de diversos alimentos. Por ejemplo, en la mayoría de los casos, los comunarios

indicaron que cultivan papa (de la que hacen chuño), haba, oca, papalisa, maíz, arveja y quinua, los cuales se encuentran distribuidos en distintas partes de la región *“Aquí se cultiva papa, haba, oca, papalisa, maíz, arveja, cebada y quinua. Igual nuestros terrenos están o en la pampa o en la serranía”* (Entrevistado 27, 2022).

Bajo ese criterio, existe la capacidad de *acceder* directamente a dichos alimentos, pues para consumirlos no necesitan comprarlos. Sin embargo, la contaminación hídrica podría estar condicionando y/o afectando su producción agrícola. Por un lado, los comunarios mencionan que, a causa de la misma, riegan sus cultivos únicamente con agua de lluvia. *“Regamos nuestras cosechas con la lluvia que empieza en septiembre y termina en diciembre”* (Entrevistado 10, 2022). Por ende, en caso de presentarse sequías sufren pérdidas *“Si hay sequía, la producción de las cosechas es insostenible y esto representa un riesgo para nosotros; el año anterior hubo escasez”* (Entrevistado 39, 2022). Considerando ello, es importante destacar que la probabilidad de ocurrencia de sequía en la zona de estudio es de 3er grado (MDRyT, 2020), lo que significa que la ocurrencia de este fenómeno es considerable.

Por otro lado, las inundaciones causadas por el desborde del río han contribuido a la expansión de la contaminación hídrica y consecuentemente han provocado el crecimiento de maleza (planta de origen no nativo), en zonas de tierra que eran empleadas como pastizales y para cultivo. Cabe mencionar que la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno es alta debido al incremento anual de sedimentos en los lechos del río Katari (Revilla, 2021a). Como resultado, dicho territorio se ha vuelto inutilizable *“La maleza no es originaria de este lugar, está aquí desde hace más de 15 años. Esta era una zona productora de quinua, avena, papa; ahora ya no sembramos aquí y eso ha afectado nuestra economía”* (Entrevistado 14, 2022). Cabe destacar que la maleza es difícil de extraer por la profundidad a la cual se encuentra enraizada. *“Esta maleza no se puede sacar, está enraizada de 2 a 3 metros. Superficialmente puedes sacarla o quemarla, pero igual volverá a crecer”* (Entrevistado 18, 2022).

La pérdida de territorio cultivable no es el único desafío para los comunarios, pues ahora se enfrentan a plagas como el gusano de tierra. Como respuesta a esta situación, han optado por emplear insecticidas para proteger sus cultivos y evitar sufrir pérdidas. *“Antes no usábamos insecticidas, ahora todos lo hacen. Sin eso es complicado cosechar, especialmente por los gusanos”* (Entrevistado 18, 2022).

Con base a todo lo mencionado previamente, la *utilización* de los alimentos obtenidos de las actividades agrícolas podría verse afectada debido a múltiples razones. Por un lado, las inundaciones provocadas por la acumulación de sedimentos (lodo) y el material arrastrado por el río, han causado que el suelo de la región esté contaminado. Según Castillo (2012), la desaparición de los peces es una prueba de ello. Por otro lado, el uso inadecuado de agroquímicos impacta continuamente en la calidad de dicho suelo. Esto se debe a que los comunarios aplican los insecticidas sin tomar en cuenta criterios técnicos (Revilla, 2021a).

Bajo ese contexto, los contaminantes presentes en el suelo pueden llegar a contaminar sus alimentos cultivados, pues las sustancias tóxicas son absorbidas y acumuladas en los tejidos de las plantas durante su desarrollo y crecimiento. Una consecuencia de dicha problemática se refleja en la salud y en el rendimiento educativo de algunos estudiantes de la región. *“Algunos estudiantes se han desmayado en el colegio. Diría que es porque no están consumiendo alimentos de calidad. Aquí comen más hidratos de carbono, les falta combinar todo eso con fruta o verdura”* (Entrevistado 19, 2022). En tal

aspecto, es posible considerar que los alimentos provenientes de las actividades agrícolas de Chojasivi no son lo suficientemente nutritivos e inocuos para los comunarios.

Según la OMS (2020) y Salas et al., (2019), a largo plazo su ingesta diaria puede afectar al *sistema renal* (provocando disminución de la función renal, nefropatía crónica, etc.); al *sistema cardiovascular* (aumentando la hipertensión arterial y causando enfermedades cerebrovasculares); al sistema sanguíneo (causando anemia, entre otros) y al *aparato gastrointestinal* (causando enfermedades parasitarias, provocando cólicos saturninos, etc.). Asimismo, puede causar problemas respiratorios y aumentar la acción cancerígena, además de producir efectos sistémicos, inmunológicos, genotóxicos, entre otros (Sun et al., 2016).

Finalmente, a continuación, se aprecian las afirmaciones y/o perspectivas más representativas de los comunarios en torno a la agricultura y su relación con la problemática de estudio.

TABLA 4.

Categorización de datos obtenidos en torno a la agricultura

Agricultura		
Tópico	Detalle	Nº de personas
Enfoque en Agricultura para Autoconsumo	La agricultura en la región se centra principalmente en cultivar alimentos para el autoconsumo, y no tanto para la venta	27
Variedades de Cultivos en la Región	Los comunarios cultivan una variedad de alimentos para autoconsumo, como papa, haba, oca, papalisa, maíz, arveja, cebada y quinua	37
Impacto de la Contaminación Hídrica en la Agricultura	La contaminación hídrica afecta la producción agrícola, y los comunarios riegan sus cultivos solo con agua de lluvia para evitar la contaminación	18
	Inundaciones causadas por el desborde del río también son frecuentes, contribuyendo a la contaminación y el crecimiento de maleza en áreas antes utilizadas para pastizales y cultivos, volviendo el territorio inutilizable	30
Pérdidas en la Agricultura	El gusano de tierra ha surgido como una plaga, y los comunarios ahora utilizan insecticidas para proteger sus cultivos y evitar pérdidas	18

Fuente: Elaborado por los autores.

Análisis de las dimensiones de la seguridad alimentaria en torno al suministro de agua

De acuerdo a los comunarios, el agua que consumen es captada por medio de pozos y almacenada en tanques que tienen conexión directa a sus domicilios. Es importante destacar que las familias se vieron obligadas a optar por esta nueva alternativa de abastecimiento, puesto que el río y el lago (fuentes de suministro directa), se encuentran altamente contaminados. No obstante, es posible considerar que las familias cuentan con *disponibilidad* de agua. “Nosotros excavamos los pozos y sale el agua que va al tanque y de ahí a las redes para que llegue a todos los domicilios” (Entrevistado 43, 2022).

Asimismo, mencionan que el agua que llega hasta sus hogares es potable “*Nosotros tomamos agua directamente de la pila porque ya está tratada*” (Entrevistado 22, 2022).

Bajo ese criterio, existe la capacidad de *acceder* al agua directamente. No obstante, los comunarios perciben que los pozos mediante los cuales captan agua se están secando. “*Esos pozos se secan y ya no es suficiente. En la mañana hay agua y en la tarde ya no hay. Así está la situación en torno al acceso que tenemos al agua*” (Entrevistado 27, 2022). Esto podría deberse a que la recarga de agua de los pozos es menor cuando la lluvia es menos recurrente (Sukia, 2009). Asimismo, es importante recordar que la amenaza de sequía en la zona de estudio es alta (MDRyT, 2020).

En cuanto a la *utilización*, es importante considerar que el agua que llega a los hogares de Chojasivi, proveniente de aguas subterráneas (pozos), podría encontrarse contaminada. De acuerdo a Porras et al. (1985), la infiltración de las aguas superficiales contaminadas hasta los acuíferos, pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas. Cabe mencionar que los acuíferos son formaciones geológicas de rocas, arenas y gravas porosas que contienen el agua subterránea (Caballero, 2022). Por otro lado, es importante destacar que, una vez incorporados los contaminantes al flujo subterráneo, es complejo y costoso detectar su presencia, conocer su desplazamiento y detenerlo antes de su llegada a pozos (Porras et al., 1985).

Bajo ese criterio, se sugiere que el agua de los pozos podría generar un riesgo para la salud de los comunarios. Sin embargo, la mayoría indicó que el agua no les ha causado malestares hasta el momento. “*No he sentido que el agua me provoque malestares porque normalmente está limpia*” (Entrevistado 21, 2022). Asimismo, la mayoría de los comunarios mencionaron que consumen el agua directamente de la pila. Bajo ese criterio, tal acción podría representar un riesgo para su salud, ya que incluso hirviendo el agua no se logra eliminar todos los contaminantes.

Hervir el agua puede eliminar o reducir la presencia de la mayoría de contaminantes biológicos (Shrestha et al., 2018). Sin embargo, la ebullición del agua no elimina los contaminantes químicos que tienen puntos de ebullición más altos que el agua o que son volátiles a temperaturas más bajas como metales pesados, productos químicos orgánicos persistentes y algunos compuestos químicos industriales (EPA, 2023).

Considerando que las aguas superficiales de la región se encuentran altamente contaminadas por contaminantes químicos, el consumo humano de aguas subterráneas podría tener implicancias en la salud de los comunarios. La presencia de contaminantes químicos en el agua como metales pesados, pesticidas y productos químicos industriales puede provocar problemas de salud a largo plazo como daños al sistema nervioso, trastornos endocrinos, daño hepático, cáncer y malformaciones congénitas (Azada Verde, 2023). Por ello, es esencial implementar medidas efectivas de tratamiento y monitoreo del agua para prevenir estos riesgos y salvaguardar la salud pública.

Finalmente, a continuación, se aprecian las afirmaciones y/o perspectivas más representativas de los comunarios en torno al suministro de agua y su relación con la problemática de estudio.

TABLA 5.

Categorización de datos obtenidos en torno al suministro de agua

Suministro de agua para consumo		
Tópico	Detalle	N° de personas
Fuente de Agua	Las familias pueden acceder al agua directamente en sus hogares desde tanques conectados a pozos	38
Suficiencia del Suministro de Agua	Aunque las familias han optado por pozos, perciben que estos se están secando	19
Calidad y Consumo del Agua	Los comunarios consumen agua directamente de la pila ya que afirman que el agua es potable y tratada	28
	Aunque hay preocupaciones sobre la calidad del agua, los comunarios indican que el agua no les ha causado malestares hasta el momento	21

Fuente: Elaborado por los autores.

Implicancias del estudio

La presente investigación arroja luz sobre la alarmante relación entre la contaminación hídrica y la seguridad alimentaria de las comunidades locales (HLPE, 2015). La evidencia recabada revela que la disponibilidad, acceso y uso de alimentos se ven directamente afectados por la contaminación hídrica, desencadenando cambios significativos en los medios de subsistencia de la población. Este estudio resalta cómo la contaminación hídrica ha llevado a que Chojasivi experimente una transición de la pesca a la ganadería y la agricultura como respuesta a la disminución de la viabilidad de la pesca en la zona. Además, examina la influencia de la contaminación hídrica en la insuficiente cantidad y calidad de los productos agropecuarios obtenidos en esta transición.

Si bien el cambio de la pesca a actividades agropecuarias revela la adaptabilidad de la comunidad local, también señala la urgencia de adoptar medidas sostenibles para preservar la seguridad alimentaria y la salud en el futuro. La contaminación del agua puede tener graves efectos en la salud humana, como enfermedades diarreicas, cólera, fiebre tifoidea, disentería, amebiasis, giardiasis, entre otras (Reef Resilience Work, 2023). Además, la exposición crónica al agua contaminada puede contribuir al desarrollo de enfermedades como el cáncer (Azada Verde, 2023).

Los resultados de esta investigación sugieren acciones inmediatas de autoridades locales y gubernamentales para garantizar la salud a través de la disponibilidad de alimentos y agua potable; y también apuntan a promover políticas públicas a largo plazo para fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a los desafíos ambientales. La prevención, remediación y gestión adecuada de la contaminación del agua son centrales para salvaguardar la seguridad alimentaria, la salud de las personas y mantener la integridad de los ecosistemas.

A pesar de los hallazgos obtenidos en este estudio, cabe reconocer ciertas limitaciones. Una limitación importante reside en la falta de evaluaciones clínicas directas en la población local. La

ausencia de datos de salud específicos impide una evaluación detallada de los posibles impactos directos de la alimentación y la contaminación en la salud de los comunarios.

En cuanto a futuras investigaciones, existe una oportunidad para profundizar en áreas específicas que no fueron abordadas en este estudio. Por ejemplo, sería beneficioso conocer sobre la calidad del agua subterránea obtenida de los pozos, considerando su uso como fuente alternativa de agua. Además, investigaciones más detalladas podrían explorar la relación entre la contaminación hídrica, la salud de la ganadería y los impactos en la producción cárnica y lechera respecto a la seguridad alimentaria. Asimismo, se sugiere investigar estrategias específicas de mitigación y adaptación que podrían ser implementadas para contrarrestar los efectos adversos identificados en este estudio.

En conjunto, abordar estas limitaciones y explorar estas áreas en futuras investigaciones fortalecerá la base de conocimientos y permitirá una comprensión más holística de la compleja interacción entre la contaminación hídrica y la seguridad alimentaria en Chojasivi.

CONCLUSIONES

La presente investigación sugiere que la contaminación hídrica de la bahía Cohana tiene una estrecha relación con la vulnerabilidad que actualmente existe en la seguridad alimentaria de las comunidades de la región. En este caso, los resultados reflejan que existe una influencia directa de la contaminación hídrica sobre la seguridad alimentaria en la zona, tomando en cuenta que la disponibilidad, el acceso y el uso de alimentos se ven afectados por la misma.

En ese sentido, se logró evidenciar que la disponibilidad, acceso y utilización de alimentos en torno a los principales medios de subsistencia no son estables en el tiempo, pues no se cumplen en su totalidad periódicamente. En tal aspecto, a través del análisis de las entrevistas a los comunarios, se pudo constatar que la *pesca* en efecto, era el principal medio de subsistencia para la comunidad, sin embargo, la misma dejó de ser viable por la contaminación en la zona. Es por ello que la ganadería lechera y la agricultura se volvieron los principales medios de subsistencia, los cuales juegan un papel importante en su seguridad alimentaria. Sin embargo, en el caso de la *ganadería* se aprecia que también está siendo afectada, pues el ganado se encuentra expuesto a la contaminación y se enferma con mayor regularidad. A causa de ello, la producción lechera se ha reducido y la calidad e inocuidad de los subproductos obtenidos es cuestionable.

En el caso de la *agricultura*, la misma también está siendo vulnerada por múltiples razones. Por un lado, el crecimiento de la maleza ha causado que los territorios que eran empleados como pastizales y para cultivo sean inutilizables. Por otro lado, las inundaciones causadas por la acumulación de sedimentos y el uso inadecuado de insecticidas, han provocado que el suelo de la región esté contaminado; por ende, se sugiere que los alimentos obtenidos de los cultivos no son del todo inocuos. Asimismo, al regar sus cultivos únicamente con agua de lluvia, aumenta la probabilidad de que pierdan sus alimentos debido al riesgo considerable de sequía en la región.

Finalmente, en cuanto al *suministro de agua*, debido a que el río y el lago se encuentran contaminados, los comunarios optaron por excavar pozos y obtener agua subterránea. A pesar de ello, mencionaron que la misma no es suficiente. Por otro lado, si bien el agua no proviene de los cuerpos de agua superficiales, se sugiere que su calidad se está viendo afectada por la contaminación hídrica y su posible infiltración, representando un posible riesgo a la salud de los comunarios.

Con base a todo lo mencionado, es importante destacar que este estudio sobre contaminación hídrica en Chojasivi impacta directamente en la seguridad alimentaria de esta comunidad, al analizar la inevitable y cercana vinculación entre la calidad del agua y la disponibilidad, accesibilidad y utilización de alimentos. Al identificar cambios en los medios de subsistencia de esta comunidad, como el traslado de la pesca a la ganadería y la agricultura, así como los severos riesgos alimentarios y de salud pública ocasionados por la polución de los productos agropecuarios en la población de esta comunidad, resalta la urgencia de encarar la contaminación para asegurar el acceso constante a alimentos seguros y nutritivos. Esta investigación no solo sugiere acciones inmediatas de autoridades locales y gubernamentales para garantizar la salud a través de la disponibilidad de alimentos y agua potable, sino que también apunta a promover políticas públicas a largo plazo para fortalecer la resiliencia de las comunidades que se encuentran en situaciones similares a las de Chojasivi frente a los desafíos ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., y Martínez, A. (2021). *Procesos para el análisis de datos de investigación*. [Tesis de Licenciatura educación infantil, Corporación universitaria Iberoamericana] <https://en.calameo.com/read/006695895dd3f31f5d15b>
- Adriázola Vasquez, J. P. (2015). *Análisis del grado de contaminación del agua en la Bahía de Cohana y su influencia en la calidad de la leche del ganado bovino*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés] <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9289>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (24 de mayo de 2023). *Desinfección de agua potable en situaciones de emergencia*. EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/desinfeccion-de-agua-potable-en-situaciones-de-emergencia#:~:text=Sin%20embargo%2C%20al%20hervir%20o,mayor%C3%ADa%20de%20otras%20sustancias%20qu%C3%ADmicas>
- Agramont, A., Van Cauwenbergh, N., Van Griesven, A., y Craps, M. (2021). Integrating spatial and social characteristics in the DPSIR framework for the sustainable management of river basins: case study of the Katari River Basin, Bolivia. *Water International*, 47(1), 8-29. <https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1997021>
- Alay, G., Lomas, M., Mallafré, J., y Roig, J. (2012). *Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria*. Editorial Díaz de Santos, S.A. https://books.google.com.bo/books/about/Riesgo_t%C3%B3xico_por_metales_presentes_en.html?id=XjgaxZ6FY7QC&redir_esc=y
- Alvizuri-Tintaya, P. A., Martínez, E. M. V., Vicent, B. M., García, J. L., Torregrosa-López, J. I., y Lo-Iacono-Ferreira, V. G. (2021). On the road to sustainable water supply: reducing public health risks and preserving surface water resources in the Milluni Micro-Basin, Bolivia. *Environments*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.3390/environments9010004>
- Amezcuca, M., y Gálvez, A. (2002). Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Revista Española de salud pública*, 76, 423-436. https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/resp/v76n5/colabora4.pdf

- Archundia, D., Duwig, C., Spadini, L., Uzu, G., Guédron, S., Morel, M., Cortez, R., Ramos, O. E. R., Chincheros, J., y Martins, J. M. (2016). How uncontrolled urban expansion increases the contamination of the Titicaca Lake Basin (El Alto, La Paz, Bolivia). *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(1). <https://doi.org/10.1007/s11270-016-3217-0>
- Azada Verde. (2023). *¿Cómo afecta la contaminación del agua a la salud humana?*. Azada Verde. <https://azadaverde.org/como-afecta-la-contaminacion-del-agua-a-la-salud-humana>
- Bienenfeld, L.A., Golden, A.L. y Garland, E.J. (2003). Consumption of fish from polluted waters by WIC participants in East Harlem. *J Urban Health*. 80, 349–358 <https://doi.org/10.1093/jurban/jtg036>
- Caballero, F. (22 de marzo de 2022). *¿Qué es un acuífero?*. El Ágora Diario. <https://www.elagoradiario.com/agora-forum/sabias-que/que-es-un-acuifero/>
- Calvache García, I., y Navas Panadero, A. (2012). Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. *Revista ciencia animal*, 1(5), 73-85. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ca/vol1/iss5/7/>
- Campanini, O. (14 de junio de 2021). *Minería y agua, caso de la ciudad de La Paz. Bolivia. CEDIB*. <https://www.cedib.org/biblioteca/mineria-y-agua-el-caso-de-la-ciudad-de-la-paz-21-3-17/>
- Castillo, I. (2012). *Problemas socio ambientales de la Bahía de Cohana*. Bolivia: LIDEMA. https://www.bivica.org/files/bahia_cohana.pdf
- Castro, N. (2017). *Riesgo de contaminación de leche de vaca con metales pesados en los estados de Puebla y Tlaxcala, México*. [Tesis de Doctorado, Universidad de Córdoba] <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/15104/2017000001655.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chudnoff, S. M. (2009). *A water quality assessment of the Rio Katari River and its principle tributaries, Bolivia*. [Tesis de Maestría, Universidad de México] https://digitalrepository.unm.edu/wr_sp/127?utm_source=digitalrepository.unm.edu%2Fwr_sp%2F127&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Constitución Política del Estado [CPE]. (7 de febrero de 2009). Constitución Política del Estado [CPE]. Art. 16. 7 de febrero de 2009 (Bolivia) https://www.oas.org/dil/esp/constitucion_bolivia.pdf
- Contraloría General del Estado. (2014). Informe de Auditoría Sobre el Desempeño Ambiental Respecto de la Contaminación Hídrica en la cuenca del río Katari y la Bahía de Cohana. Informe de Auditoría Ambiental K2/AP05/J13. <https://www.contraloria.gob.bo/wp-content/uploads/informes/K2AP05J13.pdf>
- Cruz-Monterrosa, R. G., y Ramírez-Bribiesca, E. (2013). Factores alimenticios que influyen en la calidad de la carne de rumiantes. *AGRO*. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320254.pdf>
- Dórea, J. G. (2006). Fish meal in animal feed and human exposure to persistent bioaccumulative and toxic substances. *Journal of Food Protection*, 69(11), 2777-2785. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.11.2777>

- Dórea, J. G. (2008). Persistent, bioaccumulative and toxic substances in fish: Human Health Considerations. *Science of The Total Environment*, 400(1-3), 93-114. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.06.017>
- Fernández, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? [Archivo PDF]. <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/analisis-datos-cualitativos.pdf>
- Flick, U. (2018). *Designing qualitative research*. Uwe Flick. https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=b_1QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=designing+qualitative+research+uwe+flick&ots=LrI6BCOety&sig=PEa8Ux00aO4Nhs4-oBn_263QUfM
- González Paniagua, M. A. (2012). *Determinación de la prevalencia de Fasciola hepatica en caprinos, a través del método AMS III, en el municipio de Chimaltenango, del departamento de Chimaltenango, Guatemala, año 2011*. Tesis de Licenciatura en Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://core.ac.uk/reader/35293200>
- González, R., Pérez Ruano, M., y Brito, S. (2007). Fasciolosis bovina. Evaluación de las principales pérdidas provocadas en una empresa ganadera. *Revista de salud animal*, 29(3), 167-175. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2007000300007&script=sci_arttext
- HLPE, (2015). *Contribución del agua a la seguridad alimentaria y la nutrición*. Informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_S_and_R/HLPE_2015_Water_for_FSN_Summary-and-Recommendations_ES.pdf
- Instituto de Investigación y Acción para el Desarrollo Integral (IIADI). (2022). *Cuenca Katari*. <https://iiadi.bolivia.bo/cuenca-katari/>
- Marie, C. y Petri, W.A. (2021). *Fascioliasis*. MANUAL MSD. <https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/trematodos-duelas/fascioliasis>
- Mata, L. (04 de febrero de 2020). *La entrevista en la investigación cualitativa*. Investigalia. <https://investigaliacr.com/investigacion/la-entrevista-en-la-investigacion-cualitativa/#:~:text=La%20entrevista%20en%20la%20investigaci%C3%B3n%20cualitativa%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20para,a%20prop%C3%B3sitos%20concretos%20del%20estudio.&text=La%20entrevista%20es%20una%20t%C3%A9cnica,la%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos%20cualitativos>
- Mera, R. A. (2022). *Biblioteca de referencia de DNA BARCODES para macroinvertebrados acuáticos del lago Titicaca, Puno, Perú*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/19069>
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). (2020). *Análisis integrado de contexto de la seguridad alimentaria en Bolivia “ICA – Bolivia”* [Archivo PDF]. https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000131999/download/?_ga=2.173092515.1229934474.1672524101-2022882956.1672524101

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). (2018). *Plan director de la cuenca Katari y su estrategia de recuperación integral de la cuenca y del Lago Menor del Titicaca*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Bolivia. [Documento PDF] https://www.academia.edu/27074895/Plan_director_katari
- Molina, C. I., Lazzaro, X., Guédron, S., y Achá, D. (2017). Contaminación de la Bahía de Cohana, Lago Titicaca (Bolivia): Desafíos y oportunidades para promover su recuperación. *Ecología en Bolivia*, 52(2), 65-76. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282017000200002&lng=es.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (30 de abril de 2020). *Inocuidad de los alimentos*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones Guía práctica*. [Archivo PDF] <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2023). *Fascioliasis*. OPS. <https://www.paho.org/es/temas/fascioliasis#:~:text=La%20fascioliasis%20es%20una%20enfermedad,conocidos%20como%20%22duelas%22>
- Palacio Collado, D., Bertot Valdés, J. A., y Beltrao Molento, M. (2020). Fasciolosis en Cuba y el mundo. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 103-119. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202020000300103&script=sci_arttext
- Porras, J., López-Guerrero, P., Álvarez-Fernández, C., Fernández, A., y Gimeno, M. V. (1985). Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España. *Instituto Geológico y Minero de España (IGME)*. <https://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/lib43.htm>
- Prensa Renueva. (24 de septiembre de 2021). *Municipio trabaja en conexiones para agua potable que dotarán de este servicio a El Alto por 30 años*. Prensa Renueva. <https://prensa.evacopa.bo/2021/09/24/municipio-trabaja-en-conexiones-para-agua-potable-que-dotaran-de-este-servicio-a-el-alto-por-30-anos/>
- Reef Resilience Work. (2023). *Impactos en la Salud Humana*. Reef Resilience Work. <https://reefresilience.org/es/management-strategies/wastewater-pollution/impacts-on-human-health/>
- Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. (8 de diciembre de 1995). Bolivia: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica <https://www.lexivox.org/norms/BO-RE-DS24176D.html>
- Revilla, C. (2021a). ¿Somos nosotros mismos? Desigualdades socioecológicas y urbanización en la cuenca del río Katari. Centro de estudios para el desarrollo laboral y agrario. *CEDLA*. <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2021-e767c-2rio.pdf>
- Revilla, C. (2021b). Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario. “Reportaje multimedia Katari: cuenca turbia”. *CEDLA*. <https://cedla.org/reportaje-multimedia-cuenca-katari/>
- Ribera, A. (2008). “La hiper-contaminación de la Bahía de Cohana”. *Liga de Defensa del Medio Ambiente* 1, n.º1.

- Sabariego, M. (2018). Análisis de datos cualitativos a través del programa NVivo 11 PRO Dossier 1. Tutorial del programa. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/118884/1/Dossier%201.pdf>
- Salas, C., Garduño, M., Mendiola, P., Vences, J., Zetina, V., Martínez, O., y Ramos, M. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20(1). <https://www.redalyc.org/journal/813/81359562002/81359562002.pdf>
- Scoullou, M., Vonkeman, G., Thornton, I., y Makuch, Z. (2001). Handbook for sustainable heavy metals policy and regulation. *Environment & Policy*. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/2470>
- Shrestha, L. G., Shrestha, R. y Spuhler, D. (02 de diciembre de 2018). *Ebullición*. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/ebullici%C3%B3n>
- Sukia, J. (2009). *Recarga de acuíferos mediante agua de lluvia*. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8847/00.pdf>
- Sun, H., Brocato, J., y Costa, M. (2016). Oral Chromium Exposure and Toxicity. *Current Environmental Health Reports*. 2(3). 295–303. <https://doi.org/10.1007/s40572-015-0054-z>
- Terán, G., Thellaeche, J. y Abad Conde, E. (2020). *Plan de Contingencia Alimentaria: Municipio de Pucarani*. Bolivia: Fundación Alternativas y ONU Hábitat - Bolivia. https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2020/12/PCA-Pucarani_FINAL-web.pdf
- Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). (2019). “Contaminación y residuos mineros condenan a Milluni”. *Noticias - UMSA*. https://www.umsa.bo/es/web/guest/umsa-noticias/-/asset_publisher/sIpuYXdbB9M8/content/contaminacion-y-residuos-mineros-condenan-a-milluni/426522
- Vidaurreta, I. (2016). Calidad y disponibilidad de agua para los bovinos en producción. *Manual Vetifarma, SA Argentina*. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2016/11/calidad-y-disponibilidad-de-agua-para-los-bovinos-en-produccion3b3n-1.pdf>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Códigos JEL: Q25, Q56, Q18