

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**HUELLA HIDRICA INDIRECTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL  
USO DE AGUA EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN,  
PERÚ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**YOMAYRA SANDRA OSORIO DELGADO**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**HUELLA HIDRICA INDIRECTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL  
USO DE AGUA EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN,  
PERÚ**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:**



***Dr. Segundo Rolando Alvites Vigo***  
**PRESIDENTE**



***Ing. Luis Miguel Chávez Barbery***  
**SECRETARIO**



***Ángel Pedro Campos Julca***  
**VOCAL**



***Dr. Fredesvindo Fernández Herrera***  
**ASESOR**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

El presente estudio está dedicado a Dios por darme la vida, a mis padres Solari Paul Osorio Ricaldi y Máxima Maribel Delgado Ramírez, por brindarme su amor, comprensión, apoyo y educación durante esta larga y hermosa carrera académica de Ingeniería ambiental. Asimismo, agradezco a mis hermanos, Ketlin, Joseph, Nicoll y mi adorada sobrina Hazli por siempre motivarme a seguir creciendo y ser perseverante en encontrar el éxito profesional.

*Yomayra Sandra Osorio Delgado*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por guiarme y bendecirme al largo de mi vida, agradezco a mis padres Paul y Máxima por todo el esfuerzo que hicieron para culminar este logro académico, a mis hermanos, tíos y primos que siempre me instruyeron y aconsejaron en cada paso de mi educación. Agradezco a mi facultad por brindarme las facilidades de culminar mis estudios.

*Yomayra Sandra Osorio Delgado*

## INDICE

	Pág.
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE .....	v
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema .....	4
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específicos .....	4
1.3. Objetivos de la Investigación .....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivo Especifico .....	4
1.4. Justificación de la Investigación.....	4
1.5. Delimitación del estudio .....	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO .....	7
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	7
2.2. Bases Teóricas .....	9
Huella Hídrica.....	9
Huella Hídrica Indirecta .....	10
Productos alimenticios .....	11
Huella hídrica indirecta en productos alimenticios .....	12
Evaluación de la huella hídrica indirecta por producto.....	13
Puestos de expendio .....	20
Productos contaminantes .....	24
Sostenibilidad del uso de agua.....	27

2.3. Definiciones conceptuales.....	33
2.4. Formulación de la Hipótesis.....	34
2.4.1. Hipótesis General .....	34
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	34
3.1. Diseño metodológico .....	35
3.1.1. Ubicación .....	35
3.1.2. Materiales e insumos .....	35
3.1.3. Diseño experimental .....	36
3.1.4. Característica del área experimental. ....	36
3.1.5. Variables a evaluar. ....	36
3.1.6. Conducción del experimento.....	37
3.2. Población y muestra.....	38
3.2.1. Población.....	38
3.2.2. Muestra .....	38
3.3. Técnicas de recolección de datos .....	38
3.3.1. Encuesta .....	38
3.4.    Técnicas para el procesamiento de la información.....	38
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	39
4.1. Análisis de resultados .....	39
4.1.1. Análisis del resultado de la huella hídrica indirecta .....	41
4.1.2. Análisis del resultado de la sostenibilidad del uso de agua .....	48
CAPITULO V: DISCUSIONES.....	53
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
6.1. Conclusiones .....	55
6.2. Recomendaciones .....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> <i>Huella hídrica de alimentos perecederos</i> .....	16
<b>Tabla 2</b> <i>Huella hídrica de los alimentos no perecederos</i> .....	19
<b>Tabla 3</b> <i>Contribución de diferentes cultivos a la huella hídrica mundial</i> .....	25
<b>Tabla 4</b> <i>Huella hídrica indirecta de dieta cárnica y vegetariana</i> .....	27
<b>Tabla 5</b> <i>Operacionalización de variable</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Puestos de expendio</i> .....	39
<b>Tabla 7</b> <i>Grupo etario</i> .....	40
<b>Tabla 8</b> <i>Sexo</i> .....	41
<b>Tabla 9</b> <i>Análisis de la huella hídrica indirecta de alimentos a granel</i> .....	41
<b>Tabla 10</b> <i>Alimentos secos</i> .....	42
<b>Tabla 11</b> <i>Productos de frutas</i> .....	43
<b>Tabla 12</b> <i>Productos de verduras</i> .....	44
<b>Tabla 13</b> <i>Productos de tubérculos</i> .....	45
<b>Tabla 14</b> <i>Alimentos de pescados y mariscos</i> .....	46
<b>Tabla 15</b> <i>Alimentos avícolas</i> .....	47
<b>Tabla 16</b> <i>Productos de carnes</i> .....	47
<b>Tabla 17</b> <i>Promedio de consumidores</i> .....	48
<b>Tabla 18</b> <i>Inversión en la adquisición de productos alimenticios</i> .....	49
<b>Tabla 19</b> <i>Segregación de residuos sólidos</i> .....	50
<b>Tabla 20</b> <i>Disposición de residuos</i> .....	51

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Sistemas de infraestructura hídrica sostenibles .....	28
<i>Figura 2.</i> Ubicación del proyecto (San Jerónimo de Tunán) .....	35
<i>Figura 3.</i> Puestos de expendio .....	39
<i>Figura 4.</i> Grupo etario.....	40
<i>Figura 5.</i> Sexo .....	41
<i>Figura 6.</i> Alimentos a granel.....	42
<i>Figura 7.</i> Alimentos secos.....	43
<i>Figura 8.</i> Productos de frutas .....	44
<i>Figura 9.</i> Productos de verduras .....	45
<i>Figura 10.</i> Productos de tubérculos .....	46
<i>Figura 11.</i> Alimentos de pescados y mariscos .....	46
<i>Figura 12.</i> Alimentos avícolas.....	47
<i>Figura 13.</i> Productos de carne .....	48
<i>Figura 14.</i> Promedio de consumidores .....	49
<i>Figura 15.</i> Inversión en la adquisición de productos alimenticios .....	50
<i>Figura 16.</i> Segregación de residuos sólidos .....	51
<i>Figura 17.</i> Disposición de residuos sólidos.....	52
<i>Figura 18.</i> Foto del frontis del mercado “Catalina Huanca” .....	62
<i>Figura 19.</i> Foto del frontis del mercado “El Dorado” .....	62
<i>Figura 20.</i> Foto de la entrevista al puesto de verduras .....	63
<i>Figura 21.</i> Foto de la entrevista al puesto de frutas.....	63
<i>Figura 22.</i> Foto de entrevista a los puestos de tubérculos.....	64
<i>Figura 23.</i> Foto de entrevista a los puestos de pescados y mariscos .....	64
<i>Figura 24.</i> Foto de la entrevista a los puestos de carnes .....	65
<i>Figura 25.</i> Foto de entrevista a los puestos de avícolas.....	65
<i>Figura 26.</i> Fotos de entrevista a los puestos de alimentos secos.....	66
<i>Figura 27.</i> Fotos de entrevista a los puestos de alimentos a granel.....	66



## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú. **Metodología:** El trabajo se realizó en San Jerónimo de Tunán, provincia de Huancayo, departamento de Junín, cuya ubicación UTM es: -11.9495695,-75.288816 y la altura es 3 274 msnm. El método empleado fue enfoque cuantitativo, descriptivo – correlacional y el diseño aplicado fue no experimental - transversal; la población de estudio estuvo conformado por los comerciantes del mercado y el tamaño de muestra fue de 40 puestos de expendio de productos alimenticios que fueron subdivididos en 4 principales categorías del presente estudio: alimentos secos y a granel, frutas y verduras, tubérculos, y cárnicos. Además, la técnica de recolección de datos fue mediante una encuesta relacionada mediante a la huella hídrica indirecta y el uso sostenible del agua. **Resultados:** Se obtuvo la huella hídrica indirecta de los alimentos a granel 3753 l/kg, alimentos secos 3420 l/kg, frutas 964 l/kg, verduras 604 l/kg, tubérculos 430 l/kg, pescados y marisco 2500 l/kg, productos avícolas 3900 l/kg y en carnes 11767 l/kg. **Conclusiones:** De acuerdo al estudio realizado se determinó que existe correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua de los productos de expendio del mercado del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

**Palabras clave:** cantidad de agua, alimentos, sostenibilidad.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the correlation between the indirect water footprint and the sustainability of water use in the district of San Jerónimo de Tunán, Peru. **Methodology:** The work was carried out in San Jerónimo de Tunán, province of Huancayo, department of Junín, whose UTM location is: -11.9495695 -75.288816 and the altitude is 3 274 masl. The method used was a quantitative, descriptive-correlational, and the applied design was non-experimental - cross-sectional approach; the study population consisted of market traders and the sample size was 40 stalls selling food products that were subdivided into 4 main categories of this study: dry and bulk foods, fruits and vegetables, tubers, and meat products. In addition, the data collection technique was by means of a survey related to the indirect water footprint and sustainable water use. **Results:** indirect water footprint was obtained for bulk foods 3753 l/kg, dry foods 3420 l/kg, fruits 964 l/kg, vegetables 604 l/kg, tubers 430 l/kg, fish and seafood 2500 l/kg, poultry products 3900 l/kg and in meats 11767 l/kg. **Conclusions:** According to the study conducted, it was determined that there is correlation between the indirect water footprint and the sustainability of water use of vending products in the market of the district of San Jeronimo de Tunan, Peru.

**Key words:** water quantity, food, sustainability.

## INTRODUCCIÓN

**El objetivo** de la investigación fue determinar la correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, durante el año 2021, cuyo reto según los resultados será lograr el objetivo de la presente investigación. **La metodología** estará basada en investigación básica, cuyo objetivo es generar teorías que puedan ser elaboradas de la más simple a lo más complejo. El nivel de investigación será descriptivo – correlacional porque permitirá seleccionar y medir las propiedades importantes entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de san Jerónimo de Tunán, Perú. En la metodología de la investigación se considera un estudio correlacional porque permitirá responder a preguntas de investigación para medir el grado de correlación que exista entre sus variables. El diseño no experimental – transversal porque no tiene determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación. Y será transversal para medir una sola vez las variables y con esa información realizar el análisis. El enfoque determinado es el cuantitativo, que representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio, y se utilizarán encuestas, las mismas que arrojarán datos numéricos que permitirán realizar un análisis del fenómeno de estudio; además, se cuenta con una población de 40 comerciantes que también conformaran la muestra de estudio.

Para el desarrollo de la investigación: Huella Hídrica Indirecta para la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú se describirá que en el capítulo I, se elaboró el planteamiento del problema, mediante la formulación del problema general y específicos, objetivos, justificación, delimitación y viabilidad del estudio. En el capítulo II, se desarrollará el marco teórico con antecedentes internacionales y nacionales, además contendrá las bases teóricas, la definición conceptual e hipótesis. En el capítulo III, metodología se formulará el diseño metodológico, determinando la población, muestra, operacionalización de variables, así como la técnica y el instrumento a utilizar. En el capítulo IV, estarán detallado los recursos y el cronograma de actividades. Finalmente, en el capítulo V se registrará las referencias bibliográficas.

## **CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Las diversas presentaciones del recurso hídrico en la vida diaria de las personas se muestran de forma visible y no visible; debido a que, forman parte del proceso de producción de un bien y servicio, con la finalidad de cumplir las necesidades básicas de todo ser humano. El volumen de este líquido vital conocido como huella hídrica, según la Autoridad Nacional del Agua (2020) viene a ser un indicador medioambiental que especifica la cantidad total (agua dulce) en la contaminación de agua para la obtención de un producto. Además, esta herramienta se subdivide en huella hídrica directa e indirecta, siendo este último muy importante porque no es evidente su presencia, pero el resultado es indispensable para todo individuo (Andrés, 2021).

La huella hídrica indirecta es el consumo de agua dulce y la contaminación (detrás) de los productos que se producen y se consumen, siendo participes los productores – consumidores; es decir, es la suma de todos los insumos utilizados por el productor o los productos consumidos por el consumidor. La importancia de este instrumento es porque la suma de las huellas hídricas de los diferentes productos que utilizan las personas en su vida diaria demuestran el volumen de agua utilizado para conseguir un recurso (alimentos, productos de uso diario, envases u otros) o servicio (electricidad) (Canga, 2016). Andrés (2021) realizó un estudio en Valencia con respecto a la huella hídrica indirecta que fue del 84% representando el 68, 28 hm<sup>3</sup> significando que en el país existió una significancia de agua de uso indirecto. Por otro lado, según Papi, et al. (2016) en el sector privado de Chile la huella hídrica indirecta anual de la electricidad fue de 150 327 032, 50 Kwh representando un alto índice de uso indirecto del agua en la planta de cemento. En Perú, Yalta (2018) realizó un estudio en las ganaderas de Chachapoyas con respecto a la huella hídrica indirecta siendo un promedio de 57 673, 355 L/vacas representando un alto valor del uso de agua no visible. Por todo lo mencionado, se considera que todo elemento vital para la humanidad debe mantener su resiliencia e integridad de forma cuantificable, la vulnerabilidad de la escasez del líquido insustituible implica problemas graves a futuro, siendo esta una razón importante para realizar el uso sostenible del agua (Canga, 2016).

El uso sostenible del agua viene a ser un enfoque de integridad para mantener la calidad y cantidad del agua, la atención segura a los diversos usuarios, los ecosistémicos de sus cuencas, la participación democrática e inclusiva, y la consolidación de la cultura del agua

referido a la solidaridad, reciprocidad, cuidado y respeto (Cansi & Márcio , 2020). Asimismo, la importancia del uso sostenible del agua enfatiza el desarrollo socioeconómico, la supervivencia humana y los ecosistemas saludables procurando atender las demandas de agua y proteger las agua subterráneas y superficiales para alcanzar un buen estado a futuro, respetar los indicadores de presión (consumo de fertilizantes, distribución de agua por usuarios y el abastecimiento urbano) y los indicadores de la fuerza motriz (densidad de la población, superficie de cultivos, carga sedimentaria, precipitación y valor agregado bruto de la industria más contaminante) (Cansi & Márcio , 2020).

Díaz (2018) realizó un estudio en la ciudad de Cuba especificando que el índice de sostenibilidad del uso de agua fue del 13,7 % en promedio medio se empleó mejoras en el ahorro, eficiencia y protección de los recursos hídricos considerando la educación ambiental. Gutiérrez (2020) investigó sobre la sostenibilidad del agua en la ciudad de Quillacollo fue del 70% optimizando la sobreexplotación del recurso hídrico y las mejoras en la distribución del recurso, el precio del agua y la falta del control en el consumo. En el Perú, la sostenibilidad de uso de agua representa el 90,8% en el periodo del 2019 al 2020, resaltando que los abastecimientos del consumo de agua provenientes de la red pública y que el 9,2 % representa a la población sin acceso al recurso hídrico (INEI, 2020). Por todo lo mencionado, la sostenibilidad de uso de agua apoya a todo el ser humano a desarrollar sus actividades presentes y futuras, enfatizando crear iniciativas por parte de los gobiernos ante la vulnerabilidad de la escasez del recurso hídrico.

Los comerciantes y consumidores del mercado del distrito de San Jerónimo de Tunán se encuentran dentro de la problemática de lograr una sostenibilidad adecuada del uso del agua con la finalidad de apoyar a generaciones futuras, considerando que todo ciudadano tiene necesidades básicas diarias (alimentación) y se debe conocer la cantidad de agua que se utiliza para producir un insumo o producto que es consumido por la humanidad. Por ello, se elegí al mercado como un factor puntual para la evaluación de la huella hídrica indirecta, los puestos de expendio (carnes, verduras, frutas, hortalizas, etc.) son lugares adecuados para determinar la correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú. De esta manera, se puede plantear el problema general ¿Cuál es el nivel de correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú?

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la correlación entre la evaluación de la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú?
- ¿Cuál es la correlación entre los puestos de expendio y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú?
- ¿Cuál es la correlación entre los contaminantes hídricos y sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

### **1.3.2. Objetivo Especifico**

- Establecer la correlación entre la evaluación de la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.
- Conocer la correlación entre los puestos de expendio y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.
- Precisar la correlación entre los contaminantes hídricos y la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

## **1.4. Justificación de la Investigación**

En el presente trabajo de investigación se consideró sustentar esta parte del informe final de tesis absolviendo los siguientes criterios:

- **La justificación social:** Los comerciantes del mercado del distrito de San Jerónimo de Tunán, brindaron información fundamental para conocer sobre la huella hidrica indirecta de los productos alimenticios que expenden en cada puesto de mercado; de esa manera, se logró realizar un estudio validó y eficaz.
- **La justificación teórica:** El estudio enfatizó la teoria de Water Footprint Network para conceptualizar la huella hidrica indirecta, especificando el uso de agua en los

productos alimenticios perecederos y no perecederos . Por otro lado, la sostenibilidad del uso del agua se desarrollará en los enfoque investigativos del desarrollo sostenible (ambiental y socioeconómica) para la satisfacción actual y no alterar las generaciones futuras.

- **La justificación práctica:** El estudio proporcionó información sobre la magnitud del problema que se genera al utilizar el agua en la producción de insumos de alimentos, siendo mas conocidos como Huella Hidrica Indirecta (agua no visible) y priorizando la sostenibilidad del uso de agua para no alterar este recurso y no perjudicar a la generaciones futuras del distrito de San Jerónimo de Tunán.
- **La justificación metodológica:** El estudio empleó un cuestionario como instrumento de recolección de datos, con el objetivo de recoger la información veraz de cada comerciante de los puestos de expendio del mercado de San Jerónimo de Tunán; además, que la huella hidrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua serán la variables de estudio y contarán con dimensiones pertenecientes a cada variable para lograr el objetivo de la investigación

### 1.5. Delimitación del estudio

**Delimitación Espacial:** Estuvo conformado por los puestos de mercado distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú. Debido a que, se requiere esos datos para analizar la situación de los comerciantes con respecto a la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua.

**Delimitación Social:** La delimitación social para el caso de la investigación se desarrolló a los comerciantes del mercado que se encuentra ubicado en el distrito de San Jeronimo de Tunán. Siendo específicamente a las personas que venden en el mercado para evidenciar la huella hidrica indirecta de los productos alimenticios.

**Delimitación Temporal:** El estudio se desarrolló en el periodo que ha comprendido como inicio en julio a octubre del 2021. En ese transcurso del tiempo se desarrolló las encuestas a la muestra designada para el estudio, considerando que la evaluación de la huella hídrica indirecta de los productos alimenticios y la sostenibilidad del uso de agua.

**Delimitación Conceptual:** La delimitacion conceptual en la presente investigación estuvo dada por la búsqueda de bibliografía de carácter científico relacionada a las variables: *huella hídrica indirecta* y *sostenibilidad del uso de*

*agua*, así como para las correspondientes dimensiones e indicadores y la correspondiente metodología.



## **CAPITULO II. MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

González (2021) realizó la tesis “Evaluación de la huella hídrica de las actividades del Banco de Alimentos de Navarra” difundido en la Universidad Pública de Navarra para obtener el grado de Master en Desarrollo de productos y procesos sostenibles, España. El objetivo fue evaluar la huella hídrica generada por las actividades del banco de alimentos. La metodología fue de tipo aplicada y el diseño fue no experimental. La población y muestra de estudio fueron las 7 actividades que desarrollan en la empresa Banco de Alimento. La técnica de estudio fue las fuentes primarias y secundarias, y el instrumento fue las fichas técnicas. Los resultados de la huella hídrica indirecta de las frutas fueron de 7028,77 l/kg, vegetales y legumbres 6076,94 l/kg, productos lácteos fue de 3585,53 l/kg, cereales, harinas, pan y pasta fueron de 4262,4 l/kg, carnes fue de 33,669 l/kg, huevos fue de 6618 l/kg, cacao y chocolate fue de 2911 l/kg, pescados fue de 820 l/kg, frutos secos fue de 450 l/kg. La conclusión de la investigación determinó que existe mayor demanda por la producción del café té y cacao, seguido de los alimentos de origen animal (carne, pollo u otros) y por último el pescado, hortalizas y legumbres utilizan poca demanda de agua; en consecuencia, la huella hídrica indirecta en la empresa de estudio es significativa en productos no perecederos.

Corredor, Castro, y Páez (2017) desarrollo la investigación de título “Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá” difundido en la Revista Ciencia y Agricultura, Colombia. El objetivo del artículo fue la evaluación del impacto de la producción de la leche. La metodología aplicada fue de nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo; además, la población y muestra de estudio fueron 28 sistemas de producción de bovina, la técnica de estudio fueron las fuentes primarias y el instrumento la encuesta. El resultado de la investigación fue de 2007,8 l/kg de la huella hídrica indirecta de la leche. En conclusión, la huella hídrica indirecta de la leche presenta un impacto significativo ya que ocasiona contaminación del recurso hídrico, considerando una buena sostenibilidad de la producción de la leche.

#### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Huanca (2021) realizó la investigación de título “Huella hídrica del cultivo de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las cuencas Coata e Illpa, Puno” publicado en la Universidad Nacional del Altiplano, para lograr el grado académico de Doctorado Scientiae en ciencia, tecnología y medio ambiente. El objetivo de la investigación fue determinar la huella hídrica del cultivo de kañiwa en grano en las cuencas de estudio. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y el diseño corresponde a una investigación descriptiva, correlacional y explicativa. La población de la investigación estuvo conformada por la producción de la cuenca Coata, Illpa y los distritos (colindantes), y la muestra se conformó por las estaciones meteorológicas de las zonas agroecológicas. Los resultados de la investigación se enfocaron en la huella hídrica verde de la kañiwa en la región Sunialtiplano fue de 4359 l/kg y en la región puna fue de 5329 l/kg. La conclusión de la investigación determinó que los rendimientos adecuados con la humedad facilitan la reducción de la huella hídrica verde.

Bernal (2020) realizó la tesis de título “Propuesta de plan de manejo ambiental para la gestión de residuos sólidos en el mercado de abastos la Hermelinda Trujillo 2019” difundido en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, para conseguir el Título Profesional de Ingeniero Ambiental (tesis de pregrado), Cerro de Pasco, Perú. El objetivo de la investigación fue proponer un programa de gestión de manejo de residuos sólidos en el mercado de abastos “Hermelinda” del distrito con la finalidad de disminuir el impacto ambiental, sensibilizar a los comerciantes y mejorar el servicio de recojo. La metodología del estudio fue de tipo descriptivo, el método fue analítico-descriptivo y el diseño fue no experimental – transversal y descriptivo. La población estuvo conformada por compradores, comerciantes, director y personal; el tamaño de la muestra fue de 30 comerciantes; la técnica empleada fue la encuesta y el instrumento aplicado fue el cuestionario. Los resultados del estudio determinaron que el 13% de los comerciantes clasifica sus residuos generados y el 57% entrega al personal de recolección sus residuos sólidos. La conclusión de la investigación estableció las malas prácticas de la segregación, la deficiencia en almacenamientos de las fuentes de generación y el desconocimiento del aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Cauna (2019) llevó a cabo el estudio de título “Huella hídrica verde para producción de la papa y quinua para el periodo 2008-2017 en la provincia de Puno” presentado en la Universidad Nacional del Altiplano, para alcanzar el título de Ingeniero Agrícola, Puno. El objetivo del estudio fue determinar la huella hídrica verde para la producción de la papa y

quinua para el periodo del 2008 al 2017 en la ciudad de Puno. La metodología fue de tipo aplicativo, el nivel fue explicativo y el diseño fue no experimental, la población y la muestra estuvieron conformados por 6 sectores de la ciudad de Puno. Los resultados del estudio especificaron que la huella hídrica verde de la papa fue de 586,41 m<sup>3</sup>/ton y de la quinua fue de 4822,96 m<sup>3</sup>/ton. La conclusión de la investigación demostró el equilibrio entre la disponibilidad y el uso, pero la productividad de los cultivos fue alta a diferencia de otros productos de manera productiva como socioeconómicamente

Carrasca, y Baldeón (2018) realizó el estudio de título “Huella hídrica del pollo de engorde beneficiado en la costa de Lima – Perú” publicado en la Revista producción + limpia, Lima. El objetivo de la revista fue la estimación de la huella hídrica del pollo engorde beneficiado. La metodología de la investigación fue de tipo aplicada y el diseño no experimental, y la población de estudio fueron los pollos de engorde de la costa – Lima. La técnica de estudio fue la observación directa, la entrevista y revisión de la información, y el instrumento fueron cuestionario y ficha técnica. Los resultados del estudio demostraron que la huella hídrica indirecta del pollo engorde fue de 2059,76 l/kg, de los cuales el 85,28% corresponde a la huella hídrica indirecta verde de sus alimentos (soya y maíz). En conclusión, la huella hídrica indirecta del pollo fue significativa porque la presencia de agua en la producción de su carne de este animal concurreó inviable.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **Huella Hídrica**

La huella hídrica (HH) es un indicador del uso de agua dulce que analiza no solo el uso directo de agua de un consumidor o productor, sino también el uso indirecto de agua. Por otro lado, la huella hídrica se puede considerar como un indicador integral de la apropiación de los recursos de agua dulce, siendo medida de forma tradicional y restringida en la extracción del agua (Hoekstra & Mekonnen, 2010). Además, la huella hídrica de un producto es el volumen de agua dulce utilizada para producir el producto, medida a lo largo de toda la cadena de suministro demostrando ser un indicador multidimensional, de los volúmenes de agua de consumo por fuente y los volúmenes contaminados por tipo de contaminación; todos los componentes de la huella hídrica total se especifican geográfica y temporalmente (Hoekstra A., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2009).

Según Hoehn, y et al. (2021) La huella hídrica es un indicador que representa el uso de agua directo (uso doméstico de agua) e indirecto (agua requerida para producir productos industriales y agrícolas) de un consumidor o productor. Por otro lado, la huella hídrica de un individuo, comunidad o negocio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o la comunidad o producidos por la empresa (Hoehn, y otros, 2021).

El uso de agua se mide en términos de volúmenes de agua consumida (evaporada) y / o perdida contaminada por unidad de tiempo. Se puede calcular una huella hídrica para cualquier grupo bien definido de consumidores (por ejemplo, un individuo, familia, aldea, ciudad, provincia, estado o nación) o productores (por ejemplo, una organización pública, empresa privada o sector económico). Además, la huella hídrica es un indicador geográficamente explícito, no muestra los volúmenes de uso del agua y la contaminación, tampoco las ubicaciones (Hoehn, y otros, 2021).

### **Huella Hídrica Indirecta**

La huella hídrica indirecta es el volumen de agua necesario para la generación de un específico producto, considerar que todo insumo que consumimos contiene un determinado volumen de agua indirecto; debido a que, el líquido vital se utiliza en la cadena de producción (Hoekstra & Chapagain, 2006). Además, que la huella hídrica indirecta es el uso de agua asociado a la producción de los bienes y servicios utilizados por el consumidor, estos consumibles incluyen recursos con demanda diaria, como alimentos, electricidad y combustible (Chini, Konar, & Stillwell, 2017).

La huella hídrica indirecta representa un gran volumen de agua incrustado en los productos alimenticios, los recursos combustibles y otros productos perecederos que ingresan a un entorno urbano, explicando que el agua incrustada en estos recursos tiene importantes implicaciones para la alimentación y seguridad hídrica. Además, que el agua integrada en los alimentos que proporciona un medio para evaluar las exportaciones e importaciones de agua de lugares con estrés hídrico, creando oportunidades para la redistribución globalizada de los recursos hídricos (Hoekstra A. , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2009).

El uso indirecto de agua se calcula multiplicando todos los productos consumidos por su respectiva huella hídrica de producto:

$$HH_{indirecta} = \sum_p (Cp \times HH_{prod}) \quad [\text{Volumen} / \text{tiempo}]$$

Donde:

- Cp: Es la cantidad de productos consumidos (unidad/tiempo)
- HH prod: Es la huella hídrica equivalente del producto (volumen de agua)

En consecuencia, se especifica que la huella hídrica indirecta total es la suma de la multiplicación de los productos consumidos y los materiales respectivamente de las equivalencias hídricas.

La huella hídrica incluye el uso directo e indirecto del agua, que abarca el consumo de agua y la contaminación durante todo el ciclo de producción; por lo general, se divide en tres componentes: agua verde (por ejemplo, agua de lluvia que no se escurre), agua azul (por ejemplo, agua de ríos, lagos y acuíferos utilizados para regar o procesar el producto) y aguas grises (por ejemplo, agua necesaria para diluir los contaminantes generados en la producción). Las soluciones del lado del suministro incluyen la eficiencia del agua en el ciclo urbano del agua o producción de agua agrícola, mientras que las soluciones del lado de la demanda incluyen hábitos dietéticos o la reducción del desperdicio de alimentos. Si bien las ciudades nunca pueden volverse completamente autosuficientes, es importante que contribuyan a la sostenibilidad y la resiliencia globales optimizando el uso de recursos, aumentando la eficiencia y minimizando el desperdicio (Hoekstra & Chapagain, 2006).

### **Productos alimenticios**

Según Kahil et al. (2021) definió a los productos alimenticios como productos o sustancias de cualquier naturaleza (vegetal, animal o mineral), sea en estado líquido, sólido, transformado o natural, que las características, componentes, aplicaciones, preparación y estado de conservación sea susceptible a ser idóneamente y habitual utilizado para el normal nutrición humana, como producto dietético en casos especiales de la alimentación humana o los frutivos (productos que no aportan nutrientes). Los productos alimenticios son todas las sustancias naturales, semielaboradas o elaboradas, que se destinan al consumo humano, incluyendo las bebidas y cualquier otro producto que se utiliza en la preparación, fabricación

o tratamiento de alimentos, a esto no se incluye los tabacos, ni cosméticos y tampoco las sustancias que se utilizan como medicamentos (Kahil, y otros, 2021).

Hoekstra (2012) especifica que la huella hídrica de cualquier producto animal es mayor que la huella hídrica de un producto vegetal elegido sabiamente con valor nutricional equivalente. Ercin, Hoekstra, y Aldaya (2012) ilustraron esto comparando la huella hídrica de 2 productos de soja con 2 productos animales equivalentes, calcularon que 1 L de leche de soja producida en Bélgica tenía una huella hídrica de aproximadamente 300 L, mientras que la huella hídrica de 1 L de leche de vaca era más de 3 veces mayor. La huella hídrica de una hamburguesa de soja de 150 g producida en los Países Bajos parece ser de unos 160 L, mientras que la huella hídrica de una hamburguesa de carne de res promedio de 2400 g es casi 15 veces mayor (Hoekstra A. , 2012).

### **Huella hídrica indirecta en productos alimenticios**

La producción mundial de alimentos ha seguido el ritmo del crecimiento demográfico, cerca de 750 millones de personas (o el 10% de la población mundial) estuvieron expuestas a niveles severos de inseguridad alimentaria en el 2020. Según Kahil, et al. (2021) el agua se utiliza para la producción de alimentos de diversas formas, incluida en la agricultura, la ganadería y la pesca continental, el uso del agua en la agricultura varía desde esencialmente de seco, que depende de la humedad del suelo proveniente de la lluvia, hasta completamente de regadío. La huella hídrica mundial relacionada con la producción de cultivos en el período 1996-2005 fue de 7.404 km<sup>3</sup> por año, lo que representa el 92% de la huella hídrica de la humanidad; asimismo, la agricultura de seco cubre el 80% de las tierras de cultivo del mundo y representa la mayor parte (60%) de la producción de alimentos (Hoekstra & Chapagain, 2011). Por otro lado, la agricultura de seco tiene una huella hídrica mundial de 5.173 km<sup>3</sup> por año (Hoekstra A. , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Además, para producir un alimento se requiere alrededor de 15340 litros de agua en promedio. En cualquier sistema de procesamiento de alimentos perdemos parte del material como resultado de la selección y las ineficiencias. Cuanto más ascienda en la cadena de productos, mayor será el contenido de agua virtual del producto. Por ejemplo, el contenido de agua virtual promedio mundial de maíz, trigo y arroz (descascarillado) es de 900, 1300 y 3000m<sup>3</sup> / ton respectivamente, mientras que el contenido de agua virtual de la carne de pollo, cerdo y ternera es de 3900, 4900 y 15500m<sup>3</sup> / ton respectivamente. Sin embargo, el contenido

de agua virtual de los productos varía mucho de un lugar a otro, dependiendo del clima, la tecnología adoptada para la agricultura y los rendimientos correspondientes (Hoekstra & Chapagain, 2006). El agua está presente en toda la cadena de valor alimentaria, desde la producción de alimentos hasta su procesamiento y consumo, los cultivos consumen aproximadamente 7.000 km<sup>3</sup> de agua cada año. Siendo relevante la agricultura de regadío, que representa menos del 20% del área total cultivada en el mundo, representa más del 40% de la producción mundial de alimentos; además, para millones de agricultores en todo el mundo, el acceso al agua para riego es una delgada línea entre la pobreza y la prosperidad (Terwisscha, y otros, 2021).

### **Evaluación de la huella hídrica indirecta por producto**

La huella hídrica de un producto incluye tanto el lado natural como los procesos antropogénicos que se requieren para crearlo o transformarlo en un producto utilizable, así hacer frente a sus contaminantes asociados; además, a menudo no se reconoce la calidad del agua y se restringe la cantidad disponible para usos específicos (Fresán, Marrin, Mejia, & Sabaté, 2019). Además, que las huellas hídricas de los alimentos de origen animal y vegetal también explican el uso de agua durante el procesamiento y envasado por kilogramo de proteína, los productos animales generalmente tienen una huella hídrica mayor que los productos agrícolas. Lo mismo ocurre con la huella hídrica por caloría; la huella hídrica promedio por caloría de la carne de res es 20 veces mayor que la de los granos y las raíces con almidón. Por lo tanto, estas tendencias han revelado que las dietas vegetarianas y otras dietas bajas en carne generalmente tienen una menor huella hídrica que las dietas occidentales tradicionales; sin embargo, ya que ciertas frutas, verduras y especialmente nueces pueden tener una huella hídrica relativamente alta; sin embargo, algunas dietas más saludables con alto contenido de productos agrícolas intensivos en agua aumentan el estrés hídrico, sobre todo cuando los alimentos provienen de áreas con escasez de agua (Fresán, Marrin, Mejia, & Sabaté, 2019).

### ***Alimentos perecederos***

Según Rodríguez (2020) los alimentos perecederos por sus características, composiciones biológicas y físico-químicas, pueden ocasionar alteraciones de diferentes naturalezas en un periodo determinado y las condiciones especiales de la conservación, almacenamiento, expendio, proceso y transporte; por ejemplo, los productos lácteos,

pescados, aves, frutas, verduras, carnes y otros alimentos preparados. Además, que los alimentos inocuos y frescos vienen a ser importantes para determinar una nutrición de calidad y requiere un buen manejo de los cultivos similares en el caso de la crianza de origen animal y los productos vegetales. Además, los alimentos inocuos significan que se encuentran libres de mohos, hongos y bacterias dañinas, productos químicos y otras sustancias que ocasionan daños a la salud.

Las frutas y verduras frescas deben encontrarse a temperaturas bajas en un lugar seco y limpio para su almacenamiento, considerando que se pierden los nutrientes y la descomposición fácil de estas deben procurar la conservación de la calidad y frescura. Asimismo, el mantenimiento debe ser fresco y sin otros daños, y la presencia o descomposición por insectos durante su tiempo en el mercado se debe cumplir lo siguiente (Rodríguez, V., 2020):

- Mantener el producto alimenticio lejos del suelo y protegida de la luz.
- El producto debe ser tocado lo menos posible, con el uso de guantes desechables en la medida de lo posible.
- Las verduras y frutas que se descomponen deben ser retiradas lo más pronto de los demás productos.

Los alimentos perecibles en condiciones frescas como los productos lácteos, leche, órganos, huevos y carnes crudas, deben estar almacenados en refrigeración baja y en comportamientos separados por clase de producto: los productos que son vendidos a granel (sin envase) en grandes contenedores o en las áreas de expendio deben cumplir las siguientes condiciones (Rodríguez, V., 2020):

- El área o contenedor en el que se encuentra debe ser utilizado solo para los productos alimenticios, no se debe compartir con otros recursos o ser usado por otros alimentos.
- El área o contenedor debe mantenerse cubierto y limpio.
- El utensilio utilizado para la manipulación del alimento debe estar limpio y tener el uso adecuado.
- Los envases pequeños, papel, botellas u otros contenedores en el que se vacíe el alimento comprando, debe estar en buen estado, limpio y ser usado sólo para este producto.



- El alimento vendido debe encontrarse en los envases individuales, cajas, bolsas u otro tipo de envase (intacto, entero y en buenas condiciones).
- El envase no debe tener roturas, agujeros y grietas.
- No debe encontrarse signos de mohos, hongos, suciedad o humedad en el envase.

Los productos alimenticios frescos que contienen cantidades excesivas de productos químicos residuos o expuestos a contaminación o la contaminación microbiana ha sido vinculado a una serie de enfermedades transmitidas por los alimentos brotes de enfermedades en todo el mundo en los últimos años. Fruta y verduras que se comen crudas y especialmente aquellos que no están pelados o lavado con agua limpia, puede transmitir patógenos y productos químicos peligrosos (Rodriguez, V., 2020).

Los productos frescos se envasan mejor en contenedores rígidos para reducir mecánicas daños; durante el transporte, el aire debe poder fluir a través del producto, mientras minimizando la pérdida de agua que puede causar marchitamiento o marchitamiento, pérdida de peso y disminución de la calidad. Embalaje mejorado y el transporte reducen la mecánica daños, limita la necesidad de manipulación, y acelera la entrega a los minoristas y consumidores. A la llegada al por mayores mercados, el producto debe ser clasificado, y reenvasado de acuerdo con demanda del cliente (Rodriguez, V., 2020).

A continuación, se muestra la .

**Tabla 1** que indica la “Huella hídrica de alimentos no perecederos”, correspondiente el promedio mundial en unidades de litros (Hoekstra & Mekonnen, 2010).

**Tabla 1**  
*Huella hídrica de alimentos perecederos*

<b>Alimento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Huella hídrica promedio mundial (litros)</b>
Manzana	1 kg	700
Plátano	1 kg	860
Naranja	1 kg	460
Melocotón	1 kg	1200
Mango	1 kg	1600
Brócoli	1 kg	283
Palta	1 kg	3100
Pepino	1 kg	240
Lechuga	1 kg	130
Tomate	1 kg	180
Cebolla	1 kg	550
Rocoto	1 kg	174
Zanahoria	1 kg	174
Papa	1 kg	900
Yuca	1 kg	194
Camote	1 kg	196.7
Bonito	1 kg	2500
Jurel	1 kg	2500
Pota	1 kg	2500
Mejillón	1 kg	2500
Pulpo	1 kg	2500
Pollo	1 kg	3900
Gallina	1 kg	3900
Carne de ternera	1 kg	15000

Carne de res	1 kg	15500
Carne de cerdo	1 kg	4800

“Huella hídrica de los alimentos perecederos”. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Hoekstra, y Mekonnen; 2010: The Netherlands, pág. 1585

### *Alimentos no perecederos*

Los alimentos no perecederos son aquellos productos que no requieren de condiciones especiales para su conservación, sean estos: cereales, legumbres y frutos secos, tampoco no requieren el almacenamiento en frío debe ser preservados de la suciedad y humedad. Por otro lado, los alimentos secos no perecible como el azúcar, sal, harina, leguminosas (lentejas, frejoles, garbanzos), granos (arroz, avena, maíz, quinoa) y las semillas se deben almacenar en lugares limpio, seco y libre de animales que afecten al producto. Para vender granel en contenedores granes, sacos abiertos o en el mercado, se debe considerar lo siguiente (Terwisscha, y otros, 2021):

- El área de la venta debe estar limpio y ordenado.
- Los productos alimenticios deben estar lejos del suelo y estar cubiertos con una tapa o paño.
- Los envases deben ser específicos para ser utilizados para los diferentes propósitos de venta de alimentos.
- El envase debe estar sin huecos, perforaciones y limpio.
- El utensilio del llenado o cucharón debe ser exclusivamente para un producto y estar limpio.

El agua está presente en toda la cadena de valor alimentaria, desde la producción de alimentos hasta su procesamiento y consumo, los cultivos consumen aproximadamente 7.000 km<sup>3</sup> de agua cada año. Siendo relevante la agricultura de regadío, que representa menos del 20% del área total cultivada en el mundo, representa más del 40% de la producción mundial de alimentos; además, para millones de agricultores en todo el mundo, el acceso al agua para riego es una delgada línea entre la pobreza y la prosperidad (Terwisscha, y otros, 2021).

El sistema alimentario se sustenta casi en su totalidad con el recurso hídrico y la agricultura utiliza la mayor parte de los bienes mundiales de agua dulce; sin embargo, el uso del agua para la producción de alimentos se cuestiona continuamente a medida

que se intensifica la competencia intersectorial por el agua y aumenta la escasez de agua; además, en muchas regiones del mundo, el agua para la producción de alimentos se usa de manera ineficiente. Este es uno de los principales impulsores de la degradación ambiental, incluido el agotamiento de los acuíferos, la reducción de los caudales de los ríos, la degradación de los hábitats de vida silvestre y la contaminación (Kahil, y otros, 2021).

Según Kahil, et al. (2021) el agua se utiliza para la producción de alimentos de diversas formas, incluida en la agricultura, la ganadería y la pesca continental, el uso del agua en la agricultura varía desde esencialmente de secano, que depende de la humedad del suelo proveniente de la lluvia, hasta completamente de regadío. La huella hídrica mundial relacionada con la producción de cultivos en el período 1996-2005 fue de 7.404 km<sup>3</sup> por año, lo que representa el 92% de la huella hídrica de la humanidad; asimismo, la agricultura de secano cubre el 80% de las tierras de cultivo del mundo y representa la mayor parte (60%) de la producción de alimentos (Hoekstra & Chapagain, 2011). Por otro lado, la agricultura de secano tiene una huella hídrica mundial de 5.173 km<sup>3</sup> por año (Hoekstra A. , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Las huellas hídricas de los alimentos de origen animal están determinadas en gran medida por tres factores principales: la eficiencia de conversión del pasto del animal, la composición del pasto y el origen del pasto, además del consumo directo de agua por parte del animal. El tipo de sistema de producción (pastoreo, mixto o industrial) es importante porque influye en los tres factores principales. Por ejemplo, los rumiantes (vacas, ovejas) criados completamente en pasto de secano (agua verde) en tierras de pastoreo inadecuadas para cultivos tienen un impacto muy diferente en el suministro de agua que los rumiantes terminados en operaciones concentradas de alimentación animal (CAFO), a las que debe entregarse agua (azul y verde para el animal) y de la cual se deben diluir los desechos / contaminantes transmitidos por el agua (aguas grises) (Terwisscha, y otros, 2021).

La huella hídrica de un producto incluye tanto el lado natural como los procesos antropogénicos que se requieren para crearlo o transformarlo en un producto utilizable, así hacer frente a sus contaminantes asociados; además, a menudo no se reconoce la calidad del agua y se restringe la cantidad disponible para usos específicos (Fresán,

Marrin, Mejia, & Sabaté, 2019). Además, que las huellas hídricas de los alimentos de origen animal y vegetal también explican el uso de agua durante el procesamiento y envasado por kilogramo de proteína, los productos animales generalmente tienen una huella hídrica mayor que los productos agrícolas. Lo mismo ocurre con la huella hídrica por caloría; la huella hídrica promedio por caloría de la carne de res es 20 veces mayor que la de los granos y las raíces con almidón. Por lo tanto, estas tendencias han revelado que las dietas vegetarianas y otras dietas bajas en carne generalmente tienen una menor huella hídrica que las dietas occidentales tradicionales; sin embargo, ya que ciertas frutas, verduras y especialmente nueces pueden tener una huella hídrica relativamente alta; sin embargo, algunas dietas más saludables con alto contenido de productos agrícolas intensivos en agua aumentan el estrés hídrico, sobre todo cuando los alimentos provienen de áreas con escasez de agua (Fresán, Marrin, Mejia, & Sabaté, 2019).

A continuación, se muestra la **Tabla 2** que muestra algunos alimentos no perecederos correspondiente el promedio mundial en unidades de litros (Hoekstra & Mekonnen, 2010).

**Tabla 2**  
*Huella hídrica de los alimentos no perecederos*

<b>Alimento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Huella hídrica promedio mundial (litros)</b>
Pan	1 kg	1300
Leche	1 litro	1000
Arroz	1 kg	1193
Huevo	1 kg	3265
Azúcar	1 kg	1500
Maíz	1 kg	900
Pasas	1 kg	3000
Maní	1 kg	3100
Frejoles	1 kg	5000
Trigo	1 kg	1000
Lentejas	1 kg	5000
Mantequilla	1 kg	5500
Chocolate	1 kg	17196
Pasta	1 kg	1924

“Huella hídrica de los alimentos perecederos”. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Hoekstra, y Mekonnen; 2010: The Netherlands, pág. 1585

Los alimentos perecederos, a granel y envasados deberán cumplir las siguientes operaciones y características (Ministerio de la Producción, 2021):

- Deberá contar con un exhibidor de refrigeración (por lo menos con uno), para mantener los productos perecederos.
- Los andamios y mostradores para los alimentos perecederos que no requieran refrigeración tendrán el anaquel inferior a 0,20 m del piso.
- El empaquetamiento de los productos industrializados y envasados deberán estar en condiciones óptimas, rotulados y sin signos de deterioro.
- Las especies a granos secas o frescas, deberán estar libres de materias extrañas, no deberán presentar mohos ni signos de deterioro, y se deberán almacenar en envases cerrados para ser protegidos.
- Con respecto a los equipos de corte deberán ser de uso exclusivo y encontrarse en buen estado de higiene y conservación.

## **Puestos de expendio**

### *Puestos de expendio de fruta y hortalizas*

La comercialización de las frutas deberá transportarse, manipularse y almacenarse de tal forma que no presenten daños físicos y no alteren el producto, la prohibición de utilizar sustancias para acelerar o provocar la madurez forzada de los insumos y las verduras deberán mantener en buen estado, integridad, color natural, fresca y la limpieza en todo momento de la venta (Ministerio de la Producción, 2021). Además, en el Art. 31 del Reglamento sanitario de funcionamiento de mercados de abasto especifican las características y operaciones de la comercialización de hortalizas y frutas serán las siguientes:

- Los insumos se colocarán sobre parihuelas o tarimas y no ocuparán el espacio de los pasadizos para la circulación.
- Las frutas y verduras que no han alcanzado la madurez comercial deberán permanecer a temperatura ambiente hasta ser vendidas.

- Los andamios, tarimas, mostradores y parihuelas deberán ser material que facilite su limpieza, que apoye a la conservación de los frutos y el anaquel interior deberá tener las medidas mínimas de 0,20 m del piso.
- Retirar los insumos que presenten signos de descomposición o deterioro.
- El empaquetado se hará en bolsas de plástico de primer uso.
- Los insumos se exhibirán en recipientes que no los deterioren o contaminen.

#### *Puesto de expendio de tubérculos*

La papa ocupa un lugar importante en la economía de la agricultura peruana, siendo el segundo cultivo de mayor importancia a nivel nacional, considerando la participación del 10.7% en el valor neto de la producción del subsector agrícola, superado por el arroz con el 11.5%. La papa viene a ser de vital importancia en la fuente de ingresos de más 710 mil hogares principales de las zonas andinas del país, especificando que el resto de actores son importantes en la cadena de comercialización (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020). Los comerciantes que forman parte de la oferta de los tubérculos en el mercado se distinguen de los acopiadores porque tienen un mayor nivel de especialización y el conocimiento de la demanda a la que buscan atender; además, que el eslabón de la cadena están agrupados en el conjunto de agentes que facilitan el inicio de la producción de consumidores y van en dirección de mercados mayoristas hacia los supermercados (Ministerio de la Producción, 2021).

Los tubérculos, en especial la papa Yungay se convirtió en un producto comercializado en los mercados; además, existen 4 variedades de la papa con mayor preferencia por los clientes, alcanzando las 72 toneladas de la papa Yungay, 38 toneladas de la papa amarilla, 35 toneladas de la papa huayro y 33 toneladas en la papa canchan. Por otro lado, existen 15 variedades de la yuca dulce y 5 de yuca amarga; y existen 45 tipos de camote sean entre: naranja, morados, amarillos y blancos (Morales, Zorogastúa, Mendiburu, & Quiroz, 2018). Por otro lado, los productos básicos que se han registrado en la disminución de sus precios en el día a día siendo: las variedades de las papas (huayro, peruanita, amarilla y huamantanga), yuca, camote y otros productos de alimentos (Morales, Zorogastúa, Mendiburu, & Quiroz, 2018). Según Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021) reportaron los precios accesibles en comparación a

lo registro ayer son: el camote amarillo de S/ 0.93 a S/ 0.95, camote morado de S/ 0.99 a S/ 1.01, papa huayro S/ 1.74 a S/ 1.75, papa huamantanga de S/ 1.48 a S/ 1.53, yuca amarilla de S/ 1.30 a S/ 1.33 entre otros (MIDAGRI, 2021).

*Puestos de expendio de cárnicos (pescados, mariscos, avícolas y carnes)*

El Ministerio de Producción (2021) explica que las menudencias y carnes de animales de abasto deberán proceder de camales autorizados; además, el órgano responsable del mercado debe cuidar la comercialización óptima; es decir, la documentación deberá acreditar su calidad y procedencia. Por otro lado, las aves deberán conservarse y expendirse en estado frío, evisceradas completamente o con su menudencia (depende al cliente). La prohibición del beneficiado de animales de abasto en los puestos de venta de los mercados de abasto, asimismo todos los puestos de carnes deberán cumplir con las siguientes características:

- Los lavaderos serán recubiertos de material liso y sin grietas
- Las paredes serán de material de rápido y fácil desinfección y limpieza.
- Los utensilios y equipos deberán ser de material inoxidable, que no transmita sustancias al alimento.
- Los puestos de comercialización de camélidos y de carne de équido sudamericanos deberán tener un anuncio que indique el tipo de carne que se vende (comercializa) y la procedencia (camal autorizado).
- Las tablas deberán ser de material inocuo, difícil de agrietar y liso.
- Con respecto al plástico será de primer uso

Los puestos de comercialización de marisco y pescados deberán conservarse a una temperatura entre 0 °C a 3 °C, si se congela el insumo deberá someterse a una temperatura de -18°C (máximo) medido en el centro del producto. Con respecto a los mariscos que pueden permanecer vivo fuera de su medio natural sean: crustáceos, equinodermos, tunicados o bivalvos, se conservarán vivos hasta ser comercializados. Todo puesto deberá considerar las operaciones y características mencionadas a continuación (Ministerio de la Producción, 2021):

- Los lavadores deberán estar recubiertos de material liso y sin grietas
- Las paredes serán de material de fácil desinfección y limpieza.



- Los utensilios, cuchillos o descamadores serán de material inoxidable y mango de material sanitario
- Las tablas de fileteo serán de material liso e inocuo.
- Para ser exhibido los insumos serán en mesas revestidas (material liso y con una depresión de 0,15 m a 0,30 m que será cubierta con hielo suficiente) o en mostradores refrigerados.
- Los residuos provenientes del fileteado y eviscerado del pescado se colocará en recipientes con tapa.

#### *Puestos de expendio de alimentos secos y a granel*

Los productos alimenticios a granel en el estado líquido, polvo o granulado deberán transportarse en contenedores, cisternas o receptáculos reservados para su transporte, en los contenedores se debe indicar claramente el nombre del producto y deben ser visible (varias lenguas donde se comercializa) y no olvidar colocar el nombre. Los productos industrializados, granel o envasados, productos secos - granel, condimentos, salsas preparados artesanalmente, la comercialización de estos recursos envasados e industrializados deben ser de procedencia autorizada y contar con el registro sanitario y consigne la fecha de vencimiento en el envase y la etiqueta. Las entidades que comercializan productos adulterados, contrabando, falsificados, descomposición y de origen desconocidos será la responsabilidad del comerciante. El responsable o titular del puesto deberá conocer la procedencia de todos los alimentos que se comercializa. Además, que la preparación de los condimentos o salsas artesanales se hará a partir de insumos que cumplan con la inocuidad y calidad sanitaria, se deberá cumplir con las condiciones higiénicas y ubicarse en productos tóxicos; asimismo, los utensilios y vasijas utilizados en la comercialización deberán mantenerse tapados y limpios (Ministerio de la Producción, 2021).

Los puestos de expendio de abarrotes representan el 21,1 % a nivel nacional, en la región Junín se identificaron 801 tiendas (INEI, 2017). Los almacenes de los productos secos deben mantenerse libres de plagas, suciedad o mohos para tener en cuenta la vida útil del producto, priorizando el ingreso y la salida de los insumos (lo primero que ingresa será lo primero que sale). Para el comercio de los productos

envasados e industrializados de procedencia autorizada, obligatoriamente deben contar con registro sanitario y la fecha de vencimiento en el envase o etiqueta; además se prohíbe la comercialización de los alimentos falsificados, adulterados, de contrabando, origen desconocido o en descomposición, siendo el comerciante el único responsable de ello (INEI, 2017).

## **Productos contaminantes**

### *A. Alimentos más contaminantes*

Los productos pecuarios tienen un contenido de agua indirecta más alto que los productos agrícolas. Esto se debe a que un animal vivo consume una gran cantidad de cultivos forrajeros, agua potable y agua de servicio durante su vida antes de producir algo de producción. Consideramos aquí un ejemplo de carne de vacuno producida en un sistema de agricultura industrial. Se necesitan en promedio 3 años antes de que se sacrifique para producir alrededor de 200 kg de carne deshuesada. Consume cerca de 1300 kg de granos (trigo, avena, cebada, maíz, guisantes secos, harina de soja y otros granos pequeños), 7200 kg de forrajes (pastos, heno seco, ensilaje y otros forrajes), 24 metros cúbicos de agua para beber y 7 metro cúbico de agua para mantenimiento. Esto significa que para producir un kilogramo de carne de res deshuesada, utilizamos aproximadamente 6,5 kg de grano, 36 kg de forrajes y 155 l de agua (solo para beber y servir) (Hoekstra & Chapagain, 2006).

La huella hídrica promedio por caloría de la carne de res es 20 veces mayor que la de los cereales y las raíces con almidón; por otro lado, la huella hídrica por gramo de proteína de la leche, los huevos y la carne de pollo es aproximadamente 1,5 veces mayor que la de las legumbres. Para la carne de res, la huella hídrica por gramo de proteína es 6 veces mayor que la de las legumbres, la mantequilla tiene una huella hídrica relativamente pequeña por gramo de grasa, incluso menos que para los cultivos de semillas oleaginosas, pero todos los demás productos animales tienen una huella hídrica más grande por gramo de grasa en comparación con los cultivos de semillas oleaginosas, la mayor fracción (98%) de la huella hídrica de

los productos animales se refiere a la huella hídrica del alimento para los animales (Hoekstra A. , 2012).

Hoekstra, y Chapagain (2006) mencionan que el volumen total de agua utilizada a nivel mundial para la producción es de 6390 Gm<sup>3</sup> / año a nivel de campo. El arroz tiene la mayor participación en el volumen total de agua utilizada para la producción agrícola mundial. Consume alrededor de 1359 Gm<sup>3</sup> / año, que es aproximadamente el 21% del volumen total de agua utilizado para la producción a nivel de campo. El segundo mayor consumidor de agua es el trigo (12%). La contribución de algunos cultivos importantes a la huella hídrica mundial en lo que respecta al consumo de alimentos se presenta en la **Tabla 3** los productos agrícolas con mayor uno de huella hídrica indirecta (Hoekstra & Chapagain, 2006).

**Tabla 3**

*Contribución de diferentes cultivos a la huella hídrica mundial*

PRODUCTOS AGRICOLAS	PORCENTAJE
Arroz	21%
Trigo	12%
Maíz	9%
Soya	4%
Caña de azúcar	3%
Semilla de algodón	3%
Cebada	3%
Cocos	2%
Café verde	2%
Fruto de palma aceitera	2%
Maní con cascara	2%
Yuca	2%

“Contribución de diferentes cultivos a la huella hídrica mundial”. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern, Hoekstra, y Chapagain: 2006, The Netherlands, pág. 4

### *B. Alimentos menos contaminantes*

En general, los productos agrícolas tienen un contenido de agua virtual menor que los productos pecuarios. Por ejemplo, el contenido de agua virtual promedio mundial de maíz, trigo y arroz (descascarillado) es de 900, 1300 y 3000 m<sup>3</sup> / ton

respectivamente, mientras que el contenido de agua virtual de la carne de pollo, cerdo y ternera es 3900, 4900 y 15500 m<sup>3</sup> / ton. Respectivamente. Sin embargo, el contenido de agua virtual de los productos varía mucho de un lugar a otro, dependiendo del clima, la tecnología adoptada para la agricultura y los rendimientos correspondientes. El volumen global de flujos de agua virtual relacionados con el comercio internacional de productos básicos es de 1625 Gm<sup>3</sup> / año. Aproximadamente el 80% de estos flujos de agua virtual se relacionan con el comercio de productos agrícolas, mientras que el resto está relacionado con el comercio de productos industriales (Chapagain & Hoekstra, 2004).

Los hábitos dietéticos influyen en gran medida en la huella hídrica general de las personas. Según (Hoehn, y otros, 2021) en los países industrializados, el consumo medio de calorías es de unas 3.400 kcal / día; aproximadamente el 30% de eso proviene de productos animales. Cuando asumimos que la porción diaria promedio de productos animales es una mezcla razonable de carne de res, cerdo, aves, pescado, huevos y productos lácteos, podemos estimar que 1 kcal de producto animal requiere aproximadamente 2.5 L de agua en promedio. Los productos de origen vegetal, por otro lado, requieren aproximadamente 0,5 L de agua / kcal, esta vez asumiendo una mezcla razonable de cereales, legumbres, raíces, frutas y verduras. En estas circunstancias, producir el alimento durante 1 día cuesta 3.600 L de agua. Para la dieta vegetariana, asumimos que una fracción más pequeña es de origen animal (no cero, debido a que todavía se consumen productos lácteos) pero mantenemos todos los demás factores iguales. Esto reduce la huella hídrica relacionada con los alimentos a 2.300 L / día, lo que significa una reducción del 36%. Teniendo en cuenta que, para el consumidor de carne, tomamos la dieta promedio de toda una población y que el consumo de carne varía dentro de una población, los individuos que comen más carne pueden lograr mayores ahorros de agua que la persona promedio (Hoehn, y otros, 2021).

De los valores anteriores, es obvio que los consumidores pueden reducir su huella hídrica al reducir su volumen de consumo de carne; sin embargo, los consumidores pueden reducir su huella hídrica al ser más selectiva en la elección del trozo de carne que recogen. Los pollos consumen menos agua que las vacas, y la carne de un sistema de producción no se puede comparar, en términos de los

impactos relacionados con el agua, con la carne de otro sistema de producción (Hoehn, y otros, 2021). A continuación de muestra la **Tabla 4** que especifica *Huella hídrica indirecta de dieta cárnica y vegetariana* (Hoekstra A. , 2012).

**Tabla 4**  
*Huella hídrica indirecta de dieta cárnica y vegetariana*

Ítems	Dieta cárnica (L/días)	Dieta vegetariana(L/días)
Origen animal	2 375	750
Origen vegetariano	1 225	1 550
Total	3 600	2 300

“Huella hídrica indirecta de dieta cárnica y vegetariana”, The hidden water resource use behind meat and dairy, Hoekstra: 2012, The Netherlands, pág 7

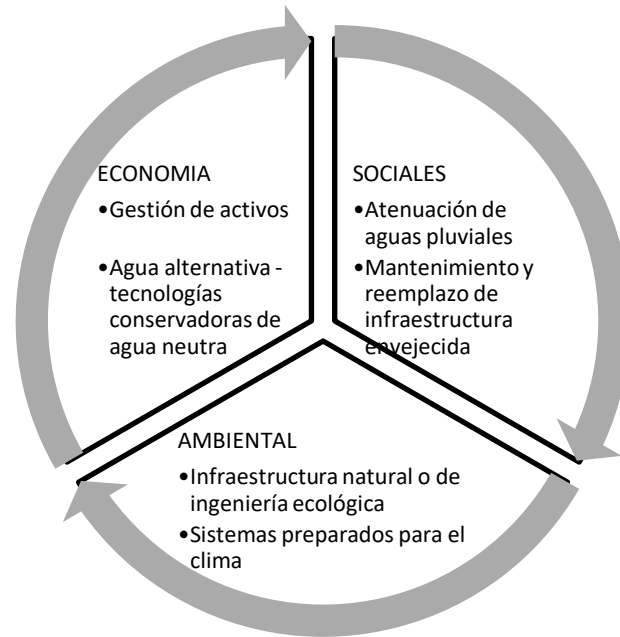
### **Sostenibilidad del uso de agua**

Sostenibilidad significa satisfacer las necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cumplir con sus propias necesidades; además de los recursos naturales también se necesitan los recursos económicos y el factor social (Zarta Ávila, 2018). Por otro lado, la sostenibilidad del medio ambiente porque mantiene la integridad ecológica, todos los aspectos ambientales de la tierra y los sistemas se mantienen en equilibrio mientras los recursos naturales dentro son consumidos por humanos a un ritmo en el que pueden reponerse. La sostenibilidad económica explica que las comunidades humanas de todo el mundo pueden mantener su independencia y tener acceso a los recursos que requieren, pueden ser financieras y de otro tipo, para satisfacer sus necesidades económicas. Por último, la sostenibilidad social está enfocado en los derechos humanos universales y las necesidades básicas son alcanzables por todas las personas, que tienen acceso a suficientes recursos para mantener a sus familias y comunidades saludables que implica tener un líder que garantice cumplir con los derechos laborales y culturales de todas las personas para evitar la discriminación (André & Schreiber, 2017).

La sostenibilidad del uso de agua es definida como el uso de agua que permite sostener a una población que perdure y se desarrolle en un futuro indefinido sin afectar la integridad del ecosistema y el ciclo hidrológico que dependen de él. El seguimiento a la sostenibilidad del uso del agua viene a ser importante para orientar la gestión pública y privada de tal recurso, para garantizar el suministro de este líquido vital. El uso sostenible del agua se define como el requisito de satisfacción de dos condiciones distintas en las que el consumo total de agua en

una economía debe seguir el "uso óptimo" como cualquier otro, el consumo conllevaría mayores costes sociales que beneficios y, por tanto, un resultado óptimo; y que el consumo total de agua debe distribuirse equitativamente entre los usuarios (André & Schreiber, 2017).

Por otro lado, la sostenibilidad del agua describe los flujos y vínculos de valor entre sistemas sociales, económicos y medio ambientales (Environmental Protection Agency, 2012).



**Figura 1.** Sistemas de infraestructura hídrica sostenibles

Nota. "Sistemas de infraestructura hídrica sostenibles", Safe and sustainable water resources, Environmental Protection Agency (EPA): 2012, USA

## Sostenibilidad socioeconómica

### A. Inversión en adquisición de productos alimenticios

Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021) mencionó que las horas más apropiadas para la adquisición de los productos alimenticios (compra), se encuentra en el horario de 8:30 am a 10:30 am, porque en este lapso de tiempo los consumidores recorren el mercado con la finalidad de apreciar el abastecimientos de los productos y evitando cualquier forma de identificación por parte del vendedor. Además, que Huancayo obtuvo el 1,9 % en la Clasificación del Consumo Individual por Finalidades (CCIF), los precios al consumidor muestra comportamiento diferenciado por las variaciones positivas en Huancayo fue el 1,44% del Índice de precio al consumidor (IPC) (INEI, 2021).

El área del mercado potencial depende del lugar donde comercializar los productos, considerando no ser demasiado ambicioso y tampoco planear ir más allá de lo necesario para liquidar la producción, ya que esto incrementará los costos. Existen algunos aspectos que es necesario considerar cuando se van a establecer los puestos donde se va a ejecutar la comercialización de los productos, son (INEI, 2021):

- ¿Qué tan perecedero es el producto? Por ejemplo, la leche es muy perecedera en climas calientes, el transporte hacia lugares lejanos tiene que hacerse en camiones refrigerados; además, que el dueño de una pequeña lechería compra el producto en la ciudad porque el precio es menor, y no considera el traslado del insumo debe ser en camiones con una capacidad determinada, esta consecuencia eleva el costo de la leche (INEI, 2021).
- ¿Quién consume el producto? La mayoría de los consumidores disponen de poco dinero, con frecuencia se encuentran en la incapacidad de comprar artículos perecederos tales como; jugo de frutas empacado o leche pasteurizada, fruta seca u otros; por esto, el mercado potencial depende del producto (limitado a los sectores urbanos y de los altos ingresos) y el consumo de alimentos perecederos es aceptado por un grupo étnico, y la religión puede ser un determinante importante en los patrones de consumo (INEI, 2021).
- ¿Cuál es la competencia? Es importante considerar los productos con mayor adquisición por los consumidores o la competencia ¿Se está en capacidad de producir bienes que puedan competir (gusto y en apariencia) con aquellos que son manufacturados por las grandes compañías o inclusive con productos importados? Si no es así se tendrán que vender productos propios donde estén disponibles los productos de calidad comercial. Las empresas grandes optan por vender productos en supermercados y no en perecederos (mercados de abasto), pero es preciso estar consciente de concentrar las ventas en poblados o tiendas pequeñas (INEI, 2021).
- ¿De qué transporte se dispone?  
El transporte es importante, sea para los medianos y pequeños negocios que no encontraran ser viables y operar sus propios vehículos y deben contratar empresas externas (transporte) (INEI, 2021).

## B. Promedio de consumidores

El consumidor toma decisiones con respecto a la compra, considerado principalmente la búsqueda de información que enfatiza al consumidor buscar información para conocer el producto de forma pasiva (receptiva) o activa; la decisión de compra considera a la marca, cantidad, donde y cuando efectuar el pago, y en ocasiones puede ser influenciado por otras personas; el reconocimiento de la necesidad específica al individuo plantear un problema o la necesidad que está viviendo actualmente (satisfacción o el deseo de conseguir algo). También, se prioriza la evaluación de alternativas que empieza por la información de balance de beneficios que se obtendrá y por último, el comportamiento post compra dependerá de la satisfacción o insatisfacción que le produzca si realmente tiene lo que esperaba o probablemente compraría de nuevo, en caso contrario no comprará o puede recomendar no comprar (INDECOPI, 2017).

Según INDECOPI (2017) realizó un estudio en la ciudad de Huancayo que especificó los hábitos y habilidades del consumidor siendo el 54, 2% que lee las etiquetas de los productos en promedio de siempre y el 57,9% encontró la lectura muy fácil; el 45,1 % identificó sus derechos como consumidor y el 64,1% conoció el código de protección y defensa del consumidor. Por otro lado, los mercados se consideraron como las actividades económicas que deben ser monitoreadas, el 42,5% no tuvo problemas al comprarle a vendedores informales (precio bajo o calidad buena), y el 58,2% menciona que fue probable que la empresa formal solucione un problema de consumo (INDECOPI, 2017).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021) realizó un estudio sobre los productos más comprados por los consumidores fueron los alimentos y bebidas representando una alza de 1,43% que inciden básicamente en la alza de precios de las verduras (hortalizas) que por la estacionalidad que observaron problemas climáticos que afectaron el abastecimiento de las zonas productoras y esto originó un menor ingreso a los mercados, por ejemplo: la arveja verde (99,5%), zapallo macre (15,8%), y otros productos con la misma condición. Con respecto a la variación anual correspondiente al periodo del 2020 (febrero) al 2021 (enero) fue del 2,68 %, con una tasa mensual promedio de 0,22%; además, se realizó una encuesta a 42 mercados de



abastos con respecto: al grado de afluencia del público, días y horas ,mayores de venta, el número de puesto de venta, y entre otras características obteniendo como resultado el 99% mostró un nivel de confianza alta y el 5% no respondió a las interrogantes (INEI, 2021).

### **Sostenibilidad Ambiental**

La sostenibilidad ambiental significa especificar las medidas adecuadas para que el medio ambiente no se agote o dañe más de lo que ya ha estado, y este último abarca una gama más amplia de aspectos socioeconómicos y metas ambientales (Plumed, Gómez, & Martín, 2018). El Ministerio del Ambiente (2009) define a la sostenibilidad ambiental como la capacidad de mantener las cualidades que se valoran en el entorno físico; por ejemplo, la mayoría de la gente quiere sostener (mantener) la vida humana, las capacidades que tiene el entorno natural para mantener las condiciones de vida para las personas y otras especies (por ejemplo, agua y aire limpios, un clima adecuado); los aspectos del medio ambiente que producen recursos renovables como el agua, madera, pescado, energía solar; el funcionamiento de la sociedad, a pesar del agotamiento de los recursos no renovables; y la calidad de vida de todas las personas, la habitabilidad y la belleza del medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2009).

Los residuos municipales vienen a ser de origen doméstico (resto de alimentos, botellas descartables, latas, pañales, papel, entre otros), comercial (embalajes, resto de aseo personal, papel y similares), aseo urbano (barrios de vías y calles, maleza, entre otros), y de productos provenientes de actividades que generen residuos semejantes a estos, su disposición en rellenos sanitarios, entre ellos se encuentran los residuos comerciales, domiciliarios y los de limpieza pública. La recolección de residuos municipales debe ser selectiva y efectuada en las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente, los recicladores y asociaciones de recicladores uniformizados se integran a la recolección selectiva implementada por la municipalidad oportuna, la recolección selectiva se ejecuta de acuerdo a los requisitos de la valoración posterior u criterios que definan la autoridad particular (Ministerio del Ambiente , 2017).

#### *A. Segregación de residuos solidos*

La segregación se refiere a la clasificación de residuos sólidos que debe ejecutarse en la infraestructura o en la fuente de valorización de residuos debidamente autorizada, queda prohibida la segregación en el área donde se realiza la disposición final de los residuos. En el Art. 33 del Decreto Legislativo N° 1278, expresa que la segregación de la fuente debe darse en lugares de generación, centros de acopio de los residuos sólidos municipales y no municipales, debidamente acreditados y que cuenten con certificación ambiental. Art. 19 del Reg del D.L. N° 1278 (Ministerio del Ambiente , 2017).

Segregación en la fuente está en concerniente en la separación según sus características químicas, biológicas y físicas de los residuos generados, cabe resaltar que según el Decreto Legislativo 1278 – MINAM indica en el artículo N° 33 que el creador de residuos sólidos se encuentra obligado a entregar sus residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados (Ministerio del Ambiente , 2017).

#### *B. Disposición final de los residuos solidos*

Los residuos que no puedan ser incrementados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentados, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras autorizadas, e acuerdo con las características químicas, físicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar perjuicios a la salud o el ambiente, artículo 41 del Decreto Legislativo Ley N° 1278 (Ministerio del Ambiente , 2017). Las acciones de reducir son buenas emplear en los seres humanos empezando de la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos; siendo el vague más importante por su efecto más directo y amplio en la reducción de los deterioros y daños al medio ambiente, y consiste en dos caracteres: “Comprar menos” reduce el uso de energía, materia prima (metal, plástico, cartón, metal, etc.), agua químicos empleados en la fabricación de los productos; disminuir las emisiones producidas en el envió del producto, y minimizar la contaminación producida por su desintegración y desecho (Ministerio del Ambiente , 2017).

Las acciones de reutilizar permiten el volver a usar un determinado producto para dar una segunda vida; es decir, con el mismo uso o diferente. Además, que se considera el

segundo vague más importante que reduce el impacto en el medio ambiente de manera indirecta. Esta se enfoca en reutilizar un objeto para brindarle una oportunidad de la segunda vida útil; asimismo, los bienes o materiales que logran tener más de una vida útil debe ser separado por las características del mismo uso o con uso diferente (Ministerio del Ambiente , 2017).

Las acciones de reciclar son procesos cuyo objetivo es convertir los desechos (materiales) en productos nuevos para advertir el desuso de materiales latentemente útiles, disminuir el consumo de la nueva materia prima, el uso de energía, la contaminación del aire (incineración) y las contaminación del agua (vertederos) por medio de la reducción de a la necesidad de los sistemas de desechos convencionales, así como también disminuir las emisiones de gases del efecto invernadero en cotejo con la producción de plásticos. El reciclaje viene a ser un componente importante en la reducción de los desechos contemporáneos y es el tercer componente de las 3R “reducir, reciclar, reutilizar”; asimismo, los materiales de los reciclables incluyen diversos tipos de papel, metal, vidrio, plástico, telas y componentes eléctricos – electrónicos (Ministerio del Ambiente , 2017).

### 2.3. Definiciones conceptuales

**Agua:** Es un recurso natural indispensable para la vida, renovable, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, ciclos naturales y el mantenimiento de los sistemas que la sustentan, y la seguridad de la Nación (ANA, 2020).

**Huella Hídrica:** Es un indicador del uso del agua que analiza el uso directo e indirecto del agua de un consumidor o productor; el uso directo de agua se refiere al uso de agua por parte del consumidor o productor mismo y el uso indirecto de agua se refiere al uso de agua en la cadena de producción de productos comprados por el consumidor o productor (Papi, y otros, 2016).

**Huella Hídrica Indirecta:** Es el uso de agua asociado a la producción de los bienes y servicios utilizados por el consumidor, como el agua que se utiliza para producir los alimentos que come, la ropa que compra, los libros que lee, etc. (Papi, y otros, 2016).

**Mercado:** Es un proceso que opera cuando hay individuos que actúan como vendedores y otros como compradores de bienes y servicios, generando acciones de intercambio (Banco Central de Reserva del Perú, 2021).

**Puesto de abarrote:** Se indica a los puestos fijos que comercializan de forma mayoritaria y unitaria (azúcar, arroz, menestras, leche, etc.) (INEI, 2017).

**Puesto de verdura:** Se indica a los puestos fijos que comercializan de forma mayoritaria las verduras (INEI, 2017).

**Puesto de frutas:** Se indica a los puestos fijos que venden de forma mayoritaria las frutas (INEI, 2017).

**Puesto de carnes:** Se indica a los puestos fijos que comercializan de forma mayoritaria las carnes (porcino, res, ovino, etc.) (INEI, 2017).

**Puesto de aves:** Se indica a los puestos fijos que comercializan de forma mayoritaria las aves (gallina, pollo, pavo, pato, etc.) (INEI, 2017).

**Puesto de pescados y mariscos:** Se indica a los puestos fijos que comercializan de forma mayoritaria a los pescados y mariscos (INEI, 2017).

**Puesto de tubérculos:** Se indica a los puestos fijos que se dedican a comercializar de manera mayoritaria la papa, camote, yuca y otros (INEI, 2017).

**Sostenibilidad:** Es el desarrollo que tiene como objetivo satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, garantizando el equilibrio entre 3 componentes: cuidado del medio ambiente, bienestar social y crecimiento económico (Plumed, Gómez, & Martín, 2018).

## 2.4. Formulación de la Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General

H0: La huella hídrica indirecta no está correlacionada con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

HA: La huella hídrica indirecta está correlacionada con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

### 2.4.2. Hipótesis Específicas

La evaluación de la huella hídrica indirecta está correlacionada con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

Los puestos de expendio están correlacionados con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

Los contaminantes hídricos están correlacionados con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

## CAPITULO III. METODOLOGIA

### 3.1. Diseño metodológico

#### 3.1.1. Ubicación

El estudio se realizó en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Huancayo – Perú. Cuya ubicación UTM es: -11.9495695,-75.288816, cuya altura es 3 274 msnm.

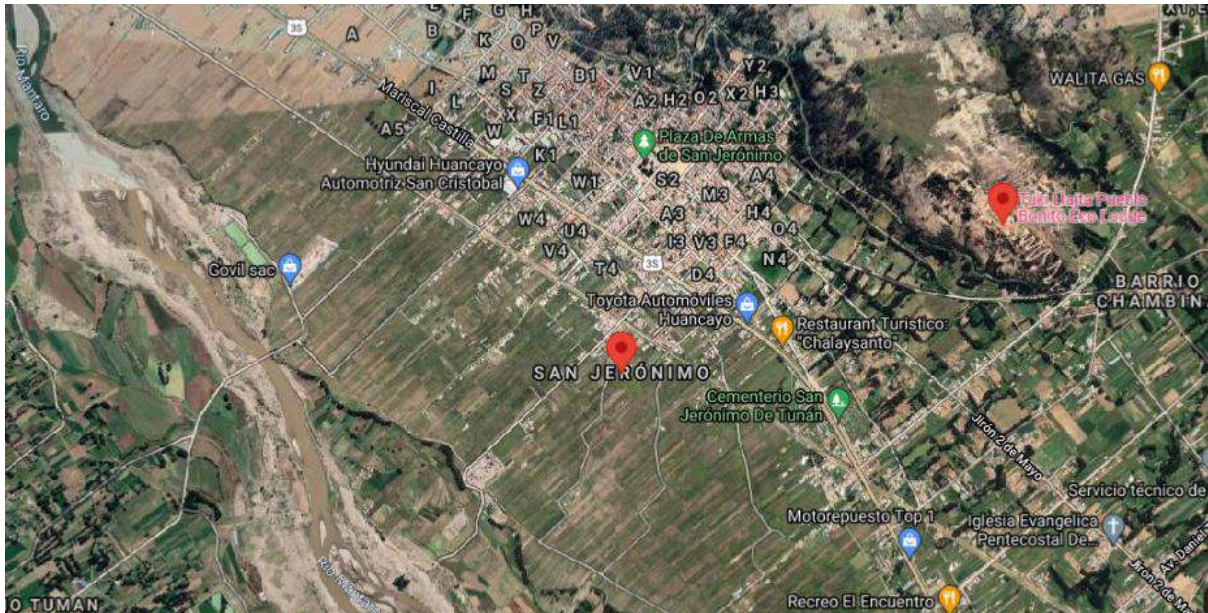


Figura 2. Ubicación del proyecto (San Jerónimo de Tunán)

#### 3.1.2. Materiales e insumos

##### Equipos:

Laptop  
Cámara digital de alta definición  
Impresora

Fotocopiadora

##### Materiales:

Papel bond A4  
Folders  
Sobres  
Plumones  
Lapiceros  
Lápiz  
Libreta de apuntes.  
Fichas de encuesta para recolección de datos

##### Otros:

Memoria USB

Mascarillas

CDs

Microsoft Office (Word, Excel y Power Point).

### **3.1.3. Diseño experimental**

De acuerdo al trabajo no se utilizó un diseño experimental; debido a que, no se adapta a ningún diseño el estudio de investigación y tampoco existirá la manipulación premeditada de las variables de estudio porque se elaboró una encuesta para la verificación, recolección y la obtención de datos que relacionan las características de la población de estudio. Además, que las listas apoyaran a conocer el conocimiento de cada persona con respecto al tema de investigación.

### **3.1.4. Característica del área experimental.**

El área donde se realizó el trabajo fue en el mercado ubicado en la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

### **3.1.5. Variables a evaluar.**

#### **X: Variable independiente: La huella hídrica indirecta.**

Para la investigación se evaluó en 3 dimensiones: evaluación de la huella hídrica indirecta (alimentos perecederos y no perecederos), puestos de expendio (frutas, verduras, tubérculos, cárnicos, alimentos secos y a granel), y los contaminantes hídricos (alimentos más y menos contaminantes).

#### **Y: Variable dependiente: Sostenibilidad del uso de agua**

Para la investigación se evaluó en 2 dimensiones: sostenibilidad socioeconómica (inversión en adquisición de productos alimenticios y promedio de consumidores) y sostenibilidad ambiental (residuos sólidos).

**Tabla 5**  
*Operacionalización de variable*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>X: Huella Hídrica Indirecta</b>	La huella hídrica indirecta es el volumen de agua necesario para la generación de un específico producto, considerar que todo insumo que consumimos contiene un determinado volumen de agua indirecto; debido a que, el líquido vital se utiliza en la cadena de producción (Hoekstra & Chapagain, 2006).	La huella hídrica indirecta en el mercado del distrito de San Jerónimo de Tunán, comprenderá de 3 dimensiones: evaluación de la huella hídrica indirecta, puestos de expendio y productos contaminantes.	<b>Evaluación de la huella hídrica indirecta</b>  <b>Puestos de expendio</b>  <b>Productos contaminantes</b>	l/kg %
<b>Y: Sostenibilidad del uso de agua</b>	La sostenibilidad del uso de agua es definida como el uso de agua que permite sostener a una población que perdure y se desarrolle en un futuro indefinido sin afectar la integridad del ecosistema y el ciclo hidrológico que dependen de él (Ubaque & Augusto, 2017)	La Sostenibilidad del uso de agua en los productos alimenticios, comprenderá de 2 dimensiones: sostenibilidad socioeconómica y sostenibilidad ambiental	<b>Sostenibilidad socioeconómica</b>  <b>Sostenibilidad ambiental</b>	

### 3.1.6. Conducción del experimento

Después de coordinar con el asesor de la zona y definir la fecha exacta para realizar las encuestas, se realizó las respectivas encuestas a los comerciantes del mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán. Posteriormente, al obtener los datos se pasó a procesar y determinar la situación de la huella hídrica indirecta de los productos en estudio.



## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

Se consideró al 100% a los vendedores que laboran en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán, siendo 40 comerciantes la población de estudio.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra de estudio fue de 40 personas que laboran en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

## **3.3. Técnicas de recolección de datos**

### **3.3.1. Encuesta**

Se tomaron los datos para analizar la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso del agua que se encuentra en los alimentos del puesto de mercado.

## **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información**

Después de realizar la encuesta se ordenó y clasifíco la información de acuerdo a los productos alimenticios:

**Alimentos perecederos:** Puesto de expendio de frutas, verduras, tubérculos y cárnicos.

**Alimentos no perecederos:** Puestos de expendio de alimentos secos y granel

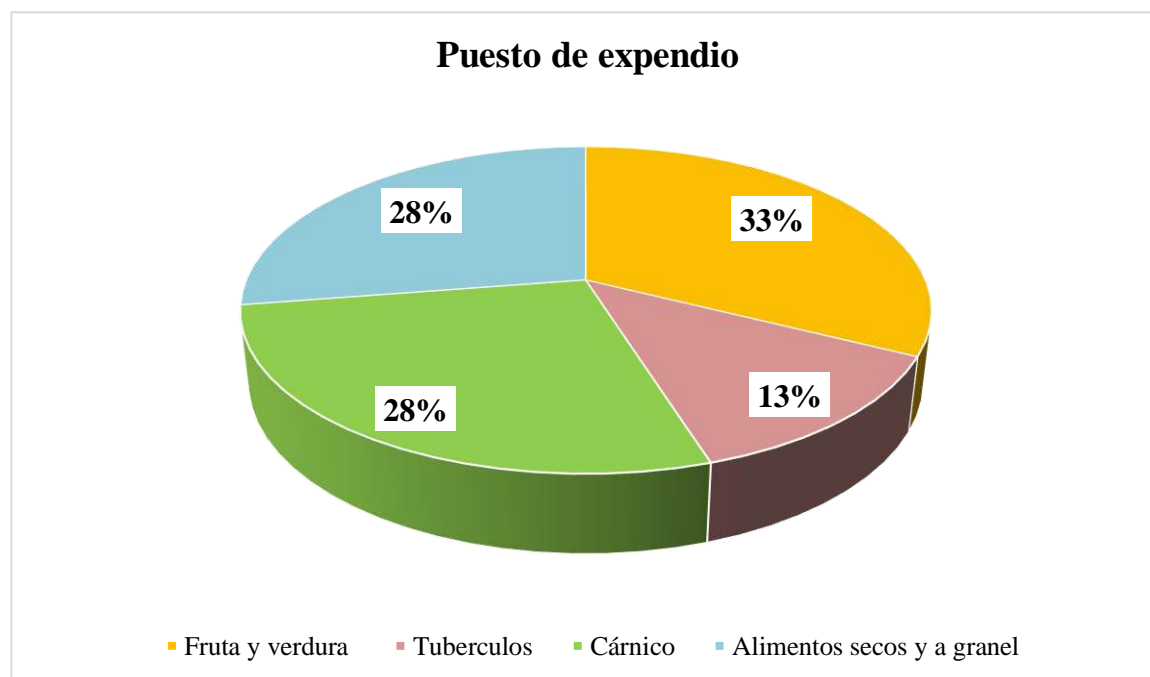
## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados

Los resultados de la investigación se expresan en tablas y graficas con las respectivas respuestas de los comerciantes del mercado de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 6**  
*Puestos de expendio*

Puestos de expendio	Frecuencia	Porcentaje
Fruta y verdura	13	33,0
Tubérculos	8	13,0
Cárnico	11	28,0
Alimentos secos y a granel	11	28,0
Total	40	100,0

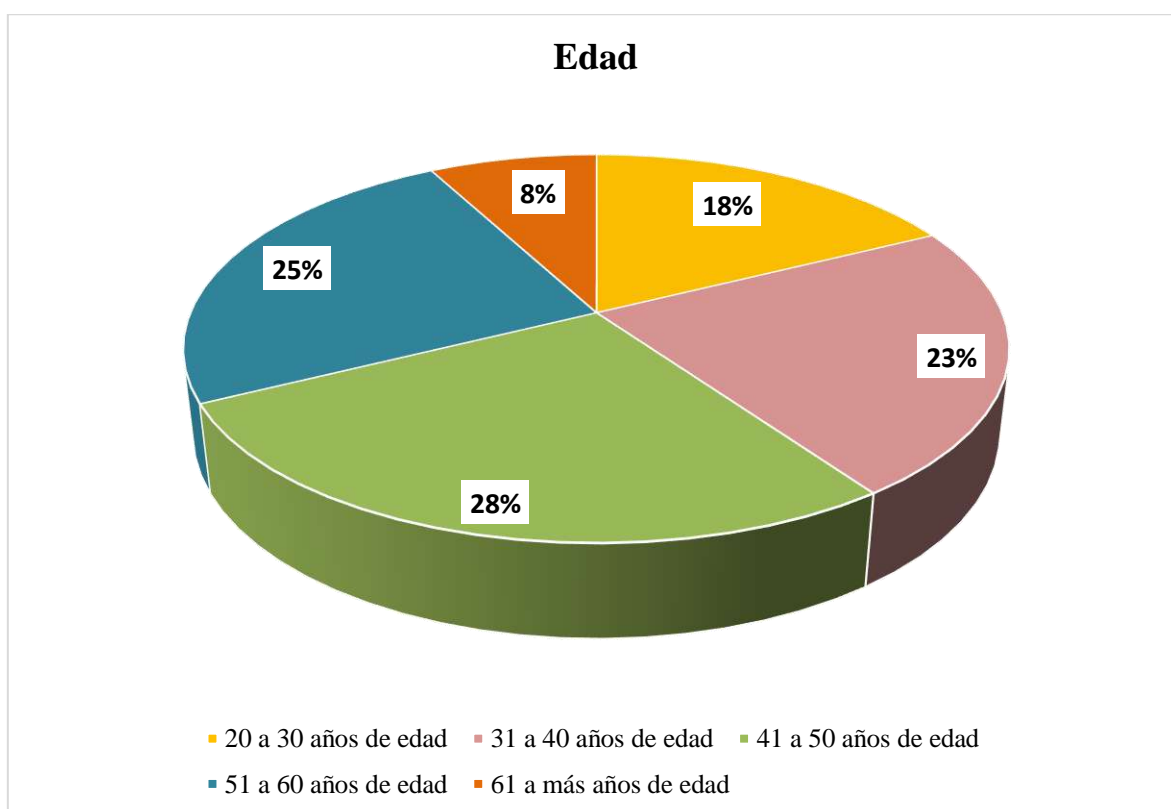


**Figura 3.** Puestos de expendio

De acuerdo a la *Figura 3*, podemos observar que los puestos de expendio del mercado, se subdividen en 4 categorías: los puestos de fruta y verduras con el 33%, los puestos de expendio de cárnicos y alimentos secos / granel con el 28%, y en los puestos de tubérculos con el 13%. Por lo expuesto se demuestra que los puestos de expendio de fruta y verduras tienen mayor relevancia en la comercialización de sus productos alimenticios en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 7**  
*Grupo etario*

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
20 a 30 años de edad	7	18,0
31 a 40 años de edad	9	23,0
41 a 50 años de edad	11	28,0
51 a 60 años de edad	10	25,0
61 a más años de edad	3	8,0
Total	40	100,0

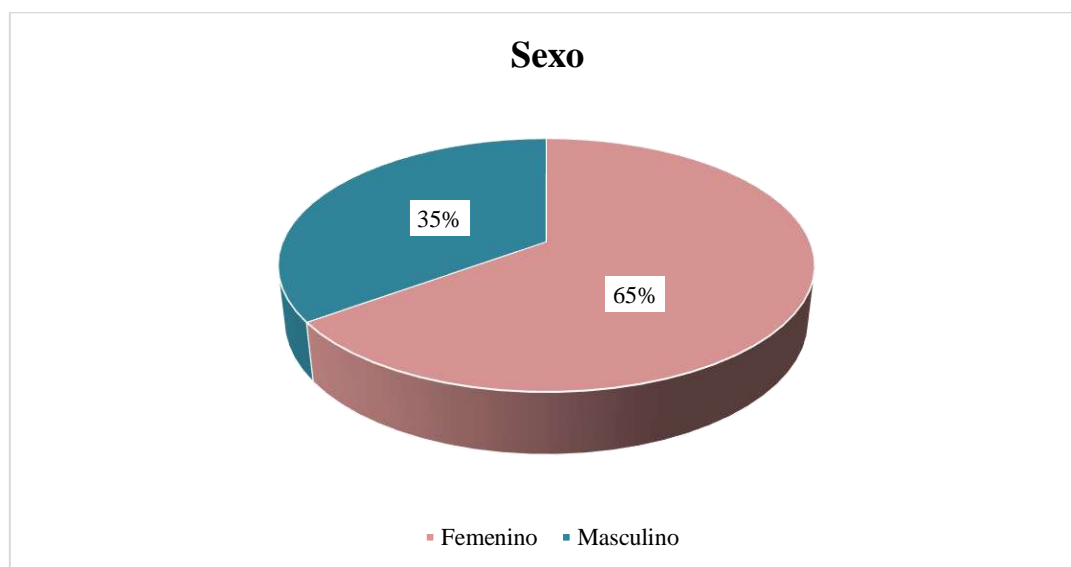


**Figura 4.** Grupo etario

Según el *Figura 4*, podemos observar que la relación en el grupo etario de los comerciantes del mercado se identificó con 5 categorías: 41 a 50 años de edad con el 28% entre, 51 a 60 años de edad con el 25%, 31 a 40 años respectivamente con el 23%, 20 a 30 años con el 18%, y mayores a 61 años con el 8%. Por lo expuesto se demuestra que existe mayor relevancia en los comerciantes de 41 a 50 años de edad que comercializan sus alimentos expuestos en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 8**  
*Sexo*

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Masculino	18	40,0
Femenino	27	60,0
Total	45	100,0



**Figura 5.** Sexo

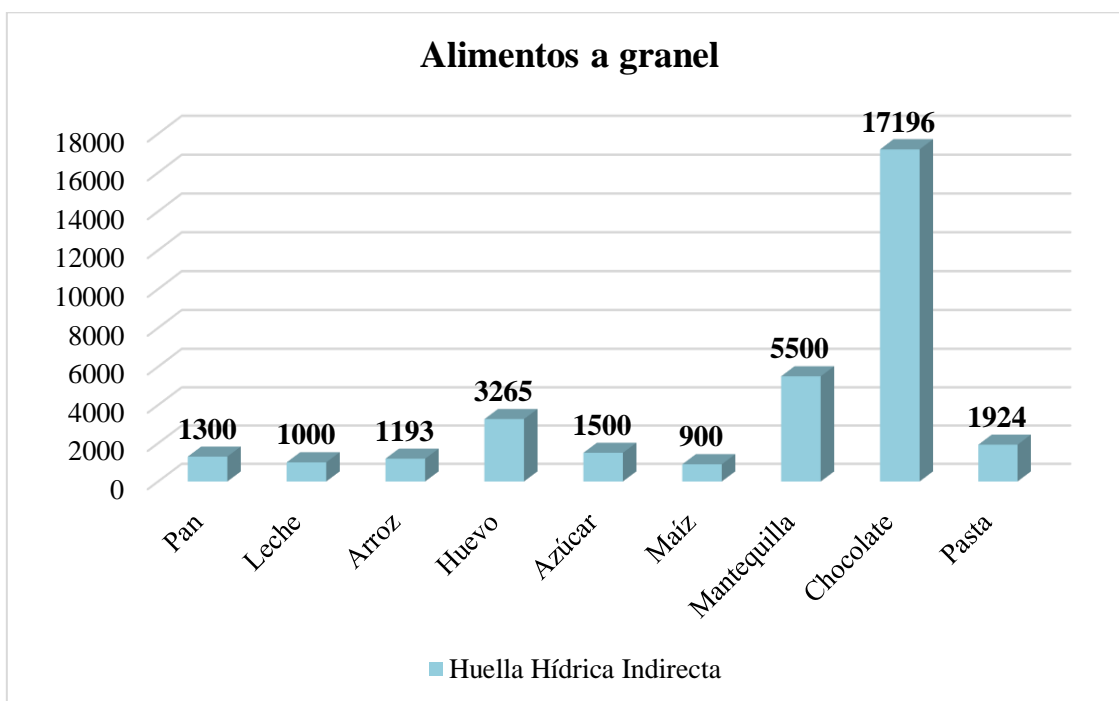
Según la *Figura 5*, podemos observar que el 65,00% pertenecen al sexo femenino y el 35,00% al sexo masculino. Por lo expuesto se determina que existe mayor relevancia por el sexo femenino en la comercialización de sus productos expuestos en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

#### **4.1.1. Análisis del resultado de la huella hídrica indirecta**

**Tabla 9**

*Análisis de la huella hídrica indirecta de alimentos a granel*

<b>Alimentos a granel</b>	<b>Huella Hídrica Indirecta (l/kg)</b>
Pan	1300
Leche	1000
Arroz	1193
Huevo	3265
Azúcar	1500
Maíz	900
Mantequilla	5500
Chocolate	17196

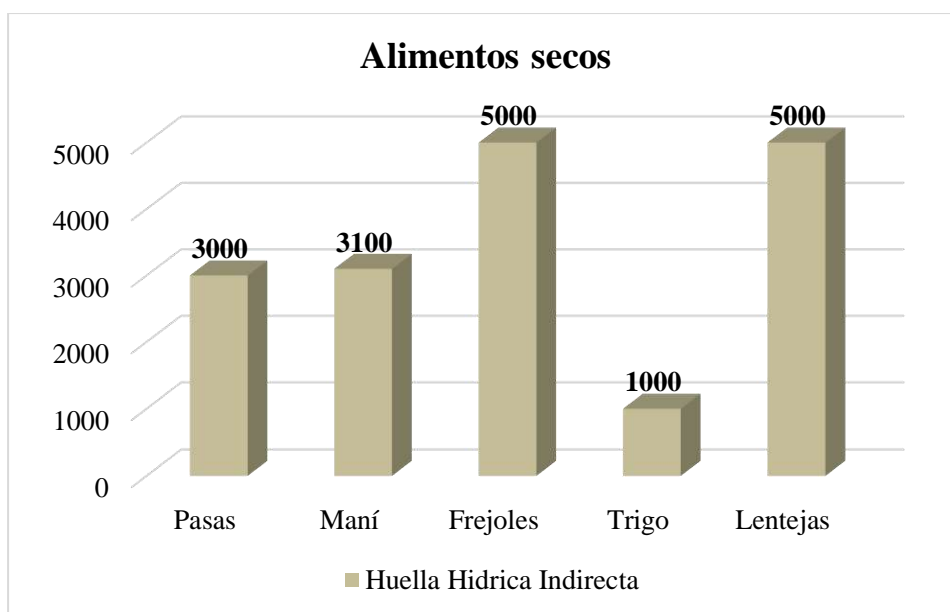


**Figura 6.** Alimentos a granel

Según la **Figura 6**, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos alimenticios a granel: 17196 l/kg del chocolate, 5500 l/kg de la mantequilla, 3265 l/kg de huevo, 19248 l/kg de la pasta, 1500 l/kg del azúcar, 1300 l/kg del pan, 1193 l/kg del arroz, 1000 l/kg de la leche, y 900 l/kg del maíz. Por lo expuesto se determina que existe mayor huella hídrica indirecta en los productos de: chocolate, mantequilla y el huevo que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 10**  
*Alimentos secos*

Alimentos secos	Huella Hídrica Indirecta (l/kg)
Pasas	3000
Maní	3100
Frejoles	5000
Trigo	1000
Lentejas	5000



**Figura 7.** Alimentos secos

Según la *Figura 7*, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos alimenticios secos: 5000 l/kg de los frejoles y lentejas, 3100 l/kg del maní, 3000 l/kg de la pasas y 1000 l/kg del trigo. Por lo expuesto se determina que existe mayor huella hídrica indirecta en los productos de frejoles y lentejas que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 11**  
*Productos de frutas*

<b>Frutas</b>	<b>Huella Hídrica Indirecta (l/kg)</b>
Manzana	700
Plátano	860
Naranja	460
Melocotón	1200
Mango	1600

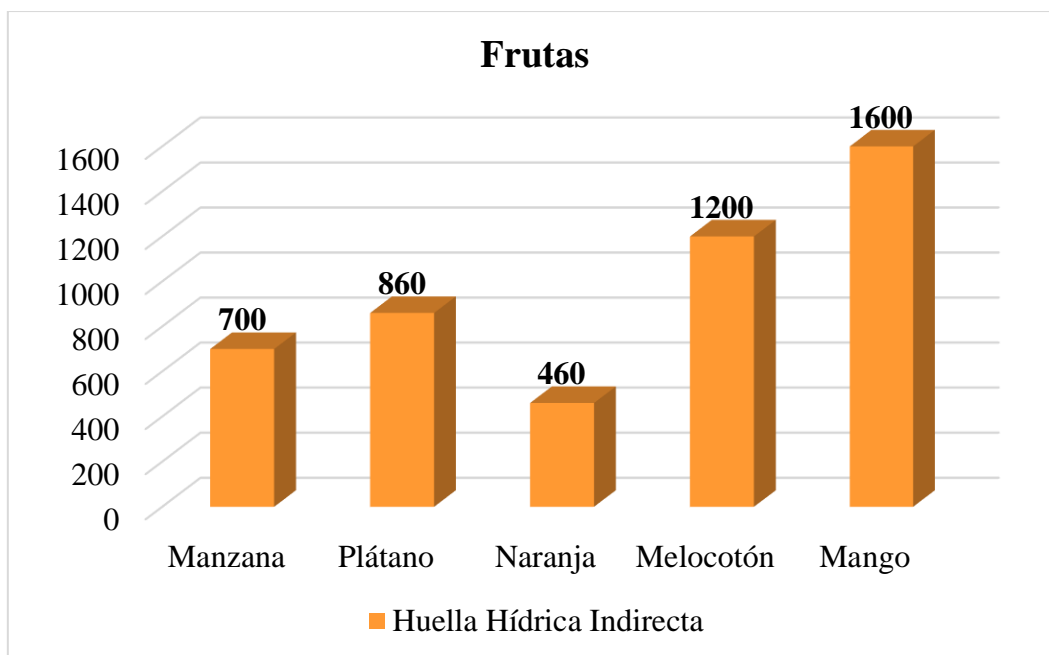
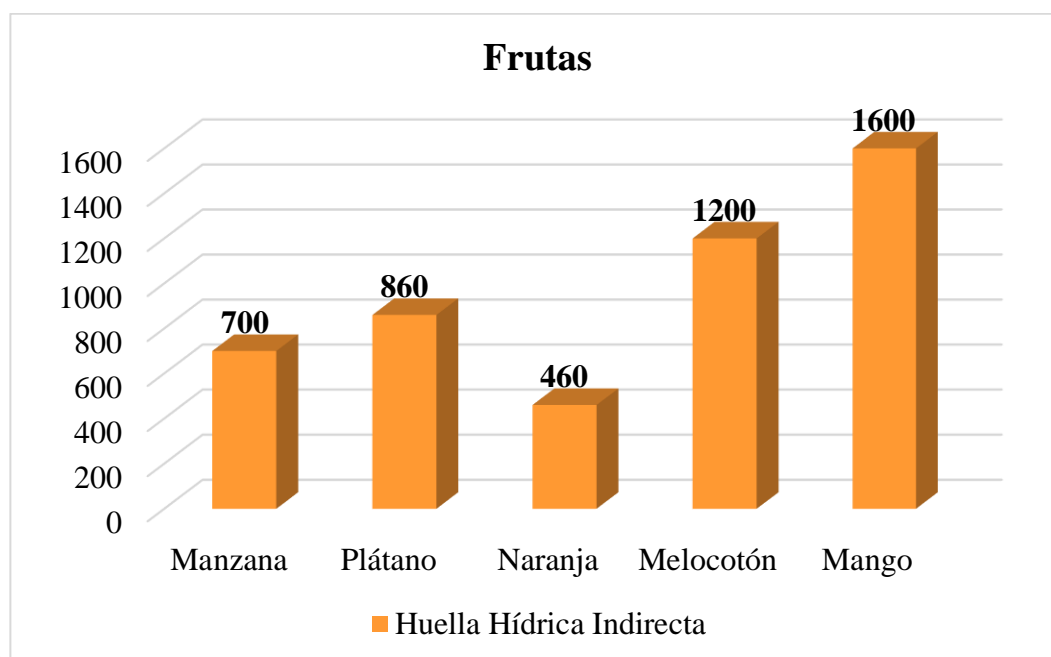


Figura 8. Productos de frutas



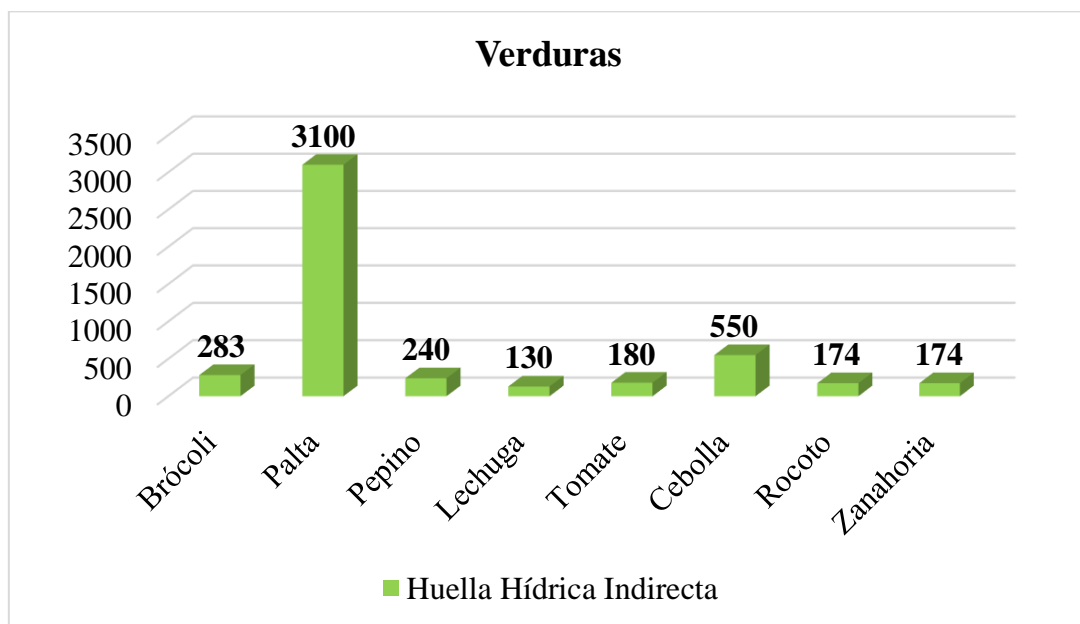
Según la

Figura 8, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos de frutas: 1600 l/kg del mango, 1200 l/kg del melocotón, 860 l/kg del plátano, 700 l/kg de la manzana, y 460 l/kg de la naranja. Por lo expuesto se determina que existe mayor huella hídrica indirecta en los productos de mango y melocotón que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 12**  
Productos de verduras

Verduras	Huella Hídrica Indirecta (l/kg)
----------	---------------------------------

Brócoli	283
Palta	3100
Pepino	240
Lechuga	130
Tomate	180
Cebolla	550
Rocoto	174
Zanahoria	174



**Figura 9.** Productos de verduras

Según la **Figura 9**, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos de verduras: 3100 l/kg de la palta, 550 l/kg de la cebolla, 283 l/kg del brócoli, 240 l/kg del pepino, 180 l/kg del tomate, 174 l/kg de la zanahoria y el rocoto, y 130 l/kg de la lechuga. Por lo expuesto se determina que existe mayor huella hídrica indirecta en la palta que fue comercializado en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 13**  
*Productos de tubérculos*

<b>Tubérculo</b>	<b>Huella Hídrica Indirecta (l/kg)</b>
Papa	900
Yuca	194
Camote	196.7



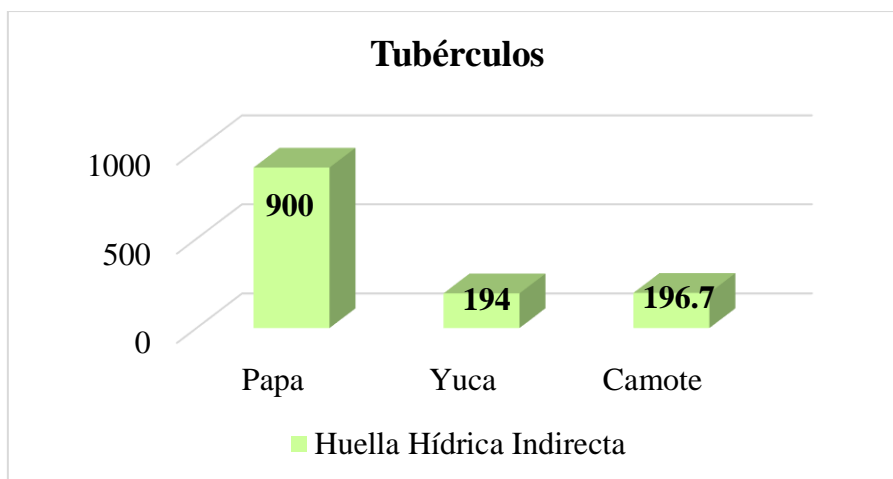


Figura 10. Productos de tubérculos

Según la

Figura 10, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos de tubérculos: 900 l/kg de la papa, 196.7 l/kg del camote, y 194 l/kg de la yuca. Por lo expuesto se determina que existe mayor huella hídrica indirecta en la papa que fue comercializado en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

Tabla 14

Alimentos de pescados y mariscos

Pescados y mariscos	Huella Hídrica Indirecta (l/kg)
Bonito	2500
Jurel	2500
Pota	2500
Mejillón	2500
Pulpo	2500

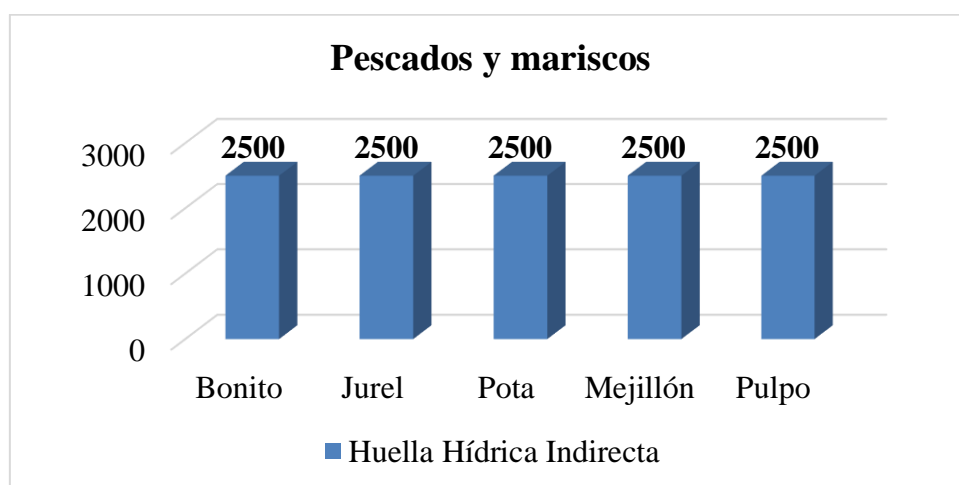
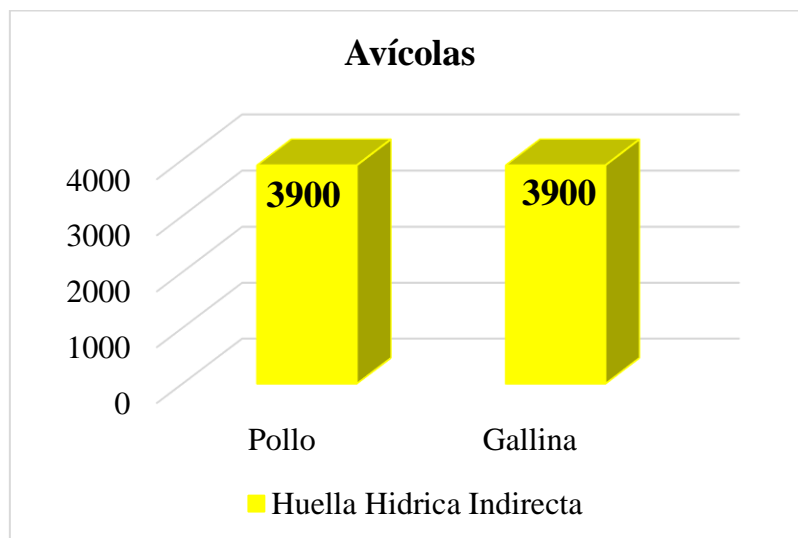


Figura 11. Alimentos de pescados y mariscos

Según la *Figura 11*, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los alimentos de pescados y mariscos fue de 2500 l/kg para todos los alimentos pescados y mariscos (bonito, jurel, mejillón y pulpo). Por lo expuesto se determina que existe un promedio de huella hídrica indirecta en los productos de pescados y mariscos que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 15**  
*Alimentos avícolas*

Avícolas	Huella Hídrica Indirecta (l/kg)
Pollo	3900
Gallina	3900

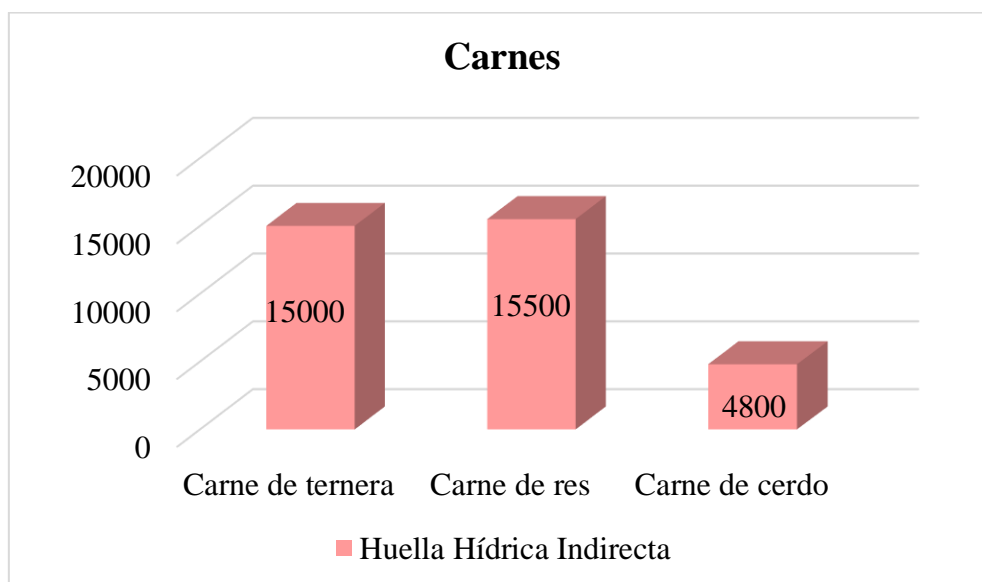


*Figura 12.* Alimentos avícolas

Según la *Figura 12*, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los alimentos avícolas (pollo y gallina) fue de 3900 l/kg. Por lo expuesto se determina que existe un promedio de huella hídrica indirecta en los productos de pollos y gallinas que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 16**  
*Productos de carnes*

<b>Carnes</b>	<b>Huella Hídrica Indirecta (l/kg)</b>
Carne de ternera	15000
Carne de res	15500
Carne de cerdo	4800



**Figura 13.** Productos de carne

Según la **Figura 13**, podemos observar que la huella hídrica indirecta de los productos de carne fue: 15000 l/kg de carne de res, 15500 l/kg de carne de ternera y 4800 l/kg de carne de cerdo. Por lo expuesto se determina que existe mayor de huella hídrica indirecta en los productos de carne de res y ternera que fueron comercializados en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

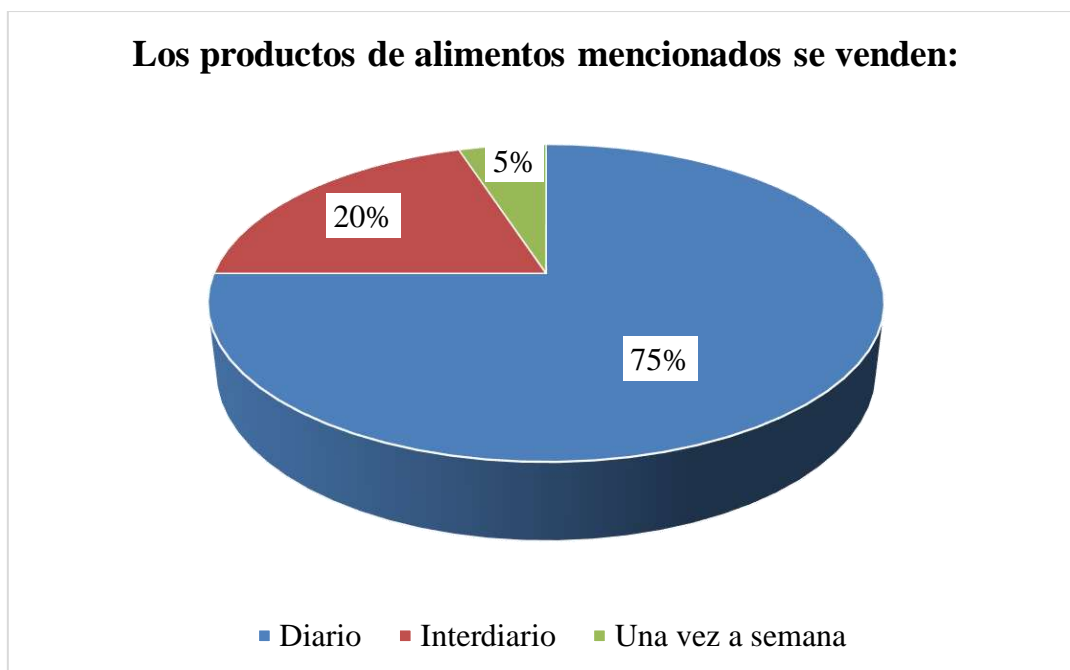
**Figura 1**

#### **4.1.2. Análisis del resultado de la sostenibilidad del uso de agua**

**Tabla 17**

*Promedio de consumidores*

<b>2. Los productos de alimentos mencionados se venden:</b>		
<b>Válido</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Diario	30	75%
Interdiario	8	20%
Una vez a semana	2	5%
Total	40	100,0



**Figura 14.** Promedio de consumidores

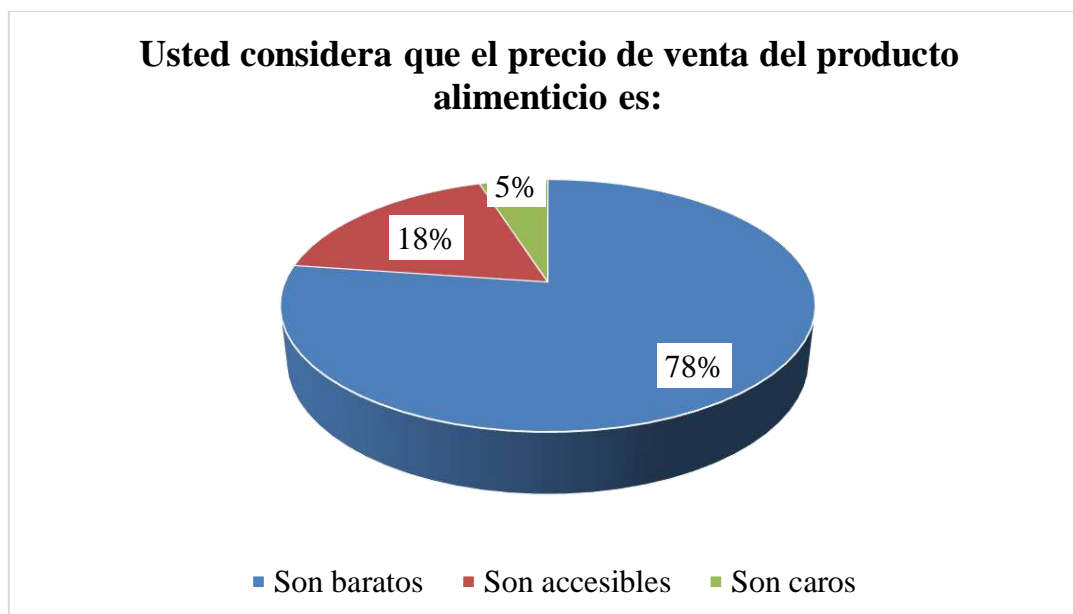
Según la **Figura 14**, podemos observar que el 75% menciona que sus productos alimenticios se venden a diario, el 20% menciona que sus productos alimenticios se venden interdiario y el 5% menciona que sus productos alimenticios se venden una vez a la semana. Por lo expuesto se determina que existe mayor demanda de consumidores de forma diaria en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 18**

*Inversión en la adquisición de productos alimenticios*

**3. Usted considera que el precio de venta del producto alimenticio es:**

Válido	Frecuencia	Porcentaje
Son baratos	31	78%
Son accesibles	7	18%
Son caros	2	5%
Total	40	100,0



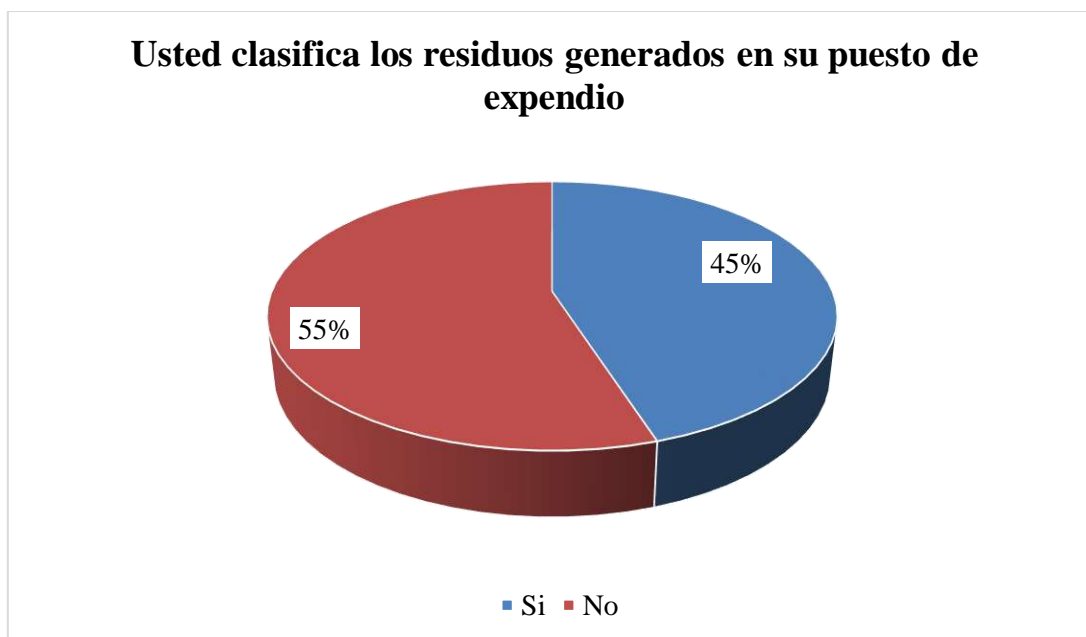
**Figura 15.** Inversión en la adquisición de productos alimenticios

Según la **Figura 15**, podemos observar que el 78% de los encuestados manifiestan que el precio de venta del producto alimenticio fue barato, el 18% de los encuestados manifiestan que el precio de venta del producto alimenticio fue accesible y el 5% de los encuestados manifiestan que el precio de venta del producto alimenticio fue caro. Por lo expuesto se determina que existe mayor demanda por la inversión barata en la adquisición de productos alimenticios en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 19**

*Segregación de residuos sólidos*

<b>4. ¿Usted clasifica los residuos generados en su puesto de expendio?</b>			
	<b>Válido</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si		18	45%
No		22	55%
Total		40	100%



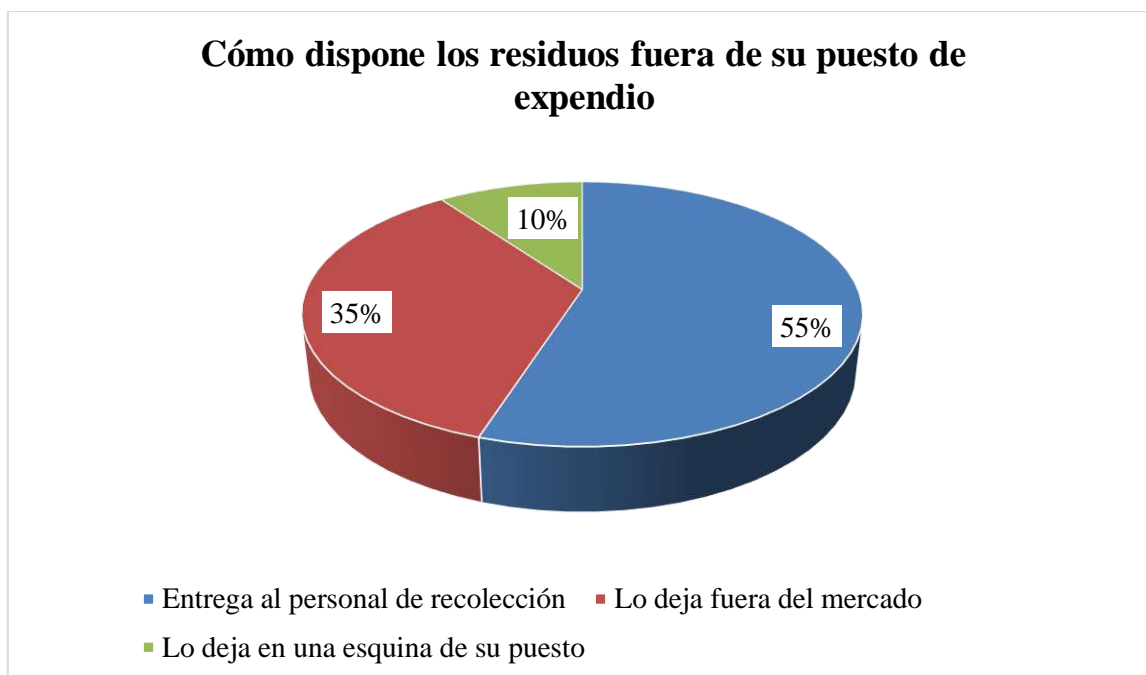
**Figura 16.** Segregación de residuos sólidos

Según la **Figura 16**, podemos observar que el 55% no clasifica sus residuos generados en su puesto de expendio y el 45% si clasifica sus residuos generados en su puesto de expendio. Por lo expuesto se determina que la mayoría de los comerciantes segrega sus residuos sólidos generados en el puesto de expendio en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

**Tabla 20**

*Disposición de residuos*

<b>5. ¿Cómo dispone los residuos fuera de su puesto de expendio?</b>		
<b>Válido</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Entrega al personal de recolección	22	55%
Lo deja fuera de su puesto	14	35%
Lo deja en una esquina de su puesto	4	10%
Total	40	100%



**Figura 17.** Disposición de residuos sólidos

Según la **Figura 17**, podemos observar el 55% entrega al personal de recolección sus residuos sólidos generados, el 35% lo deja fuera del mercado sus residuos sólidos generados y el 10% lo deja en una esquina de su puesto de expendio sus residuos generados. Por lo expuesto se determina que la mayoría de los comerciantes entrega sus residuos sólidos al personal de recolección en el mercado de la capital del distrito de San Jerónimo de Tunán.

## CAPITULO V: DISCUSIONES

Los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos alimenticios a granel en los 7 puestos estudiados resulto en kilogramos de agua: 17196 l/kg del chocolate, 5500 l/kg de la mantequilla, 3265 l/kg de huevo, 1924 l/kg de la pasta, 1500 l/kg del azúcar, 1300 l/kg del pan, 1193 l/kg del arroz, 1000 l/kg de la leche, y 900 l/kg del maíz, lo que es diferente a lo obtenido Corredor, Castro, y Páez (2017) que identifico la huella hídrica indirecta de la leche en 2007,8 l/kg en Colombia; asimismo, González (2021) obtuvo resultados de la huella hídrica indirecta de productos lácteos fue de 3585,53 l/kg; cereales, harinas, pan y pasta fueron de 4262,4 l/kg, huevos fue de 6618 l/kg, y cacao y chocolate fue de 2911 l/kg en España. Por otro lado, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos alimenticios secos en los 4 puestos estudiados resulto con: 5000 l/kg de los frejoles y lentejas, 3100 l/kg del maní, 3000 l/kg de las pasas y 1000 l/kg del trigo; lo que es diferente a lo obtenido por Huanca (2021) que la huella hídrica verde de la kañiwa (quinua) en la región Sunialtiplano fue de 4359 l/kg y en la región puna fue de 5329 l/kg en Puno.

Asimismo, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos de frutas en los 5 puestos estudiados resulto con: 1600 l/kg del mango, 1200 l/kg del melocotón, 860 l/kg del plátano, 700 l/kg de la manzana, y 460 l/kg de la naranja; lo que es diferente a lo obtenido por González (2021) la huella hídrica indirecta de las frutas fue de 702877 l/kg en España. Sin embargo, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos de verduras en los 8 puestos estudiados resulto con: 3100 l/kg de la palta, 550 l/kg de la cebolla, 283 l/kg del brócoli, 240 l/kg del pepino, 180 l/kg del tomate, 174 l/kg de la zanahoria y el rocoto, y 1040 l/kg de la lechuga; lo que es diferente a lo obtenido por González (2021) la huella hídrica indirecta de los vegetales y legumbres 607694 l/kg en España. Además, que los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos de tubérculos en los 5 puestos estudiados resulto con: 900 l/kg de la papa, 194 l/kg del camote, y 196.7 l/kg de la yuca; lo que es diferente a lo obtenido por Cauna (2019) que la huella hídrica verde de la papa fue de 5864,1 l/kg y de la quinua fue de 4822,9 l/kg en Puno.

Por otro lado, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los productos de pescados y mariscos en los



3 puestos estudiados resulto con: 2500 l/kg para todos los alimentos pescados y mariscos; lo que es diferente a lo obtenido por González (2021) la huella hídrica indirecta de los pescados fue de 820 l/kg en España. Igualmente, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de los alimentos avícolas en los 4 puestos estudiados resulto con: 3900 l/kg de pollo y gallina lo que es similar a Carrasca, y Baldeón (2018) que la huella hídrica indirecta del pollo de engorde fue de 2059,76 l/kg en Lima. Finalmente, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán”, la huella hídrica indirecta de carnes en los 4 puestos estudiados resulto con: 15000 l/kg de carne de ternera, 15500 l/kg de carne de res, y 4800 de carne de cerdo lo que es similar a González (2021) que la huella hídrica de carnes fue de 33,669 l/kg en España.

Posteriormente, los datos obtenidos en los puestos de expendio del mercado “San Jerónimo de Tunán” con respecto a la sostenibilidad del uso de agua, especifico que el 55% de los comerciantes no clasifica sus residuos sólidos y el 45% si clasifica sus residuos sólidos. Además, que la disposición temporal de sus residuos sólidos fue el 55% entregaron al personal de recolección, el 35% lo dejo fuera de su puesto de mercado y el 10% lo deja en la esquina de su puesto. Lo que es diferente a lo obtenido por Bernal (2020) que consideró el 13% de los comerciantes clasifica sus residuos generados y el 57% entrega al personal de recolección sus residuos sólidos en Cerro de Pasco.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

De acuerdo al estudio realizado se determinó que existe correlación entre la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

Existe una correlacional entre la evaluación de la huella hídrica indirecta y la sostenibilidad del uso de agua del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

Se logró conocer la existencia de correlación entre los puestos de expendio y la sostenibilidad del uso de agua del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

Se identificó precisar entre los contaminantes hídricos y sostenibilidad del uso de agua del distrito de San Jerónimo de Tunán, Perú.

### **6.2. Recomendaciones**

Gestionar ante las autoridades distritales de San Jerónimo de Tunán, para que desarrollen actividades que comprometan desarrollar talleres en los que se haga conocer la importancia de la huella hídrica indirecta con la sostenibilidad del uso de agua en sus productos de venta.

Coordinar con empresa de servicios de agua a fin de hagan conocer a la población los resultados de la evaluación de la huella hídrica indirecta correlacionada con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

Elaborar y desarrollar programas continuos de sensibilización, capacitación y concientización del uso del agua potable para que los comerciantes sean responsables de los puestos de expendio en relación con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

Se recomienda continuar con este tipo de estudio de la huella hídrica indirecta en todo el distrito a fin de determinar los contaminantes hídricos que estén relacionados con la sostenibilidad del uso de agua en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Fuentes bibliográficas

- Bernal, J. (2020). *Propuesta de plan de manejo ambiental para la gestión de residuos sólidos en el mercado de abastos la Hermelinda Trujillo 2019* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2147>
- Cauna, D. (2019). *Huella hídrica verde para producción de la papa y quinua para el periodo 2008-2017 en la provincia de Puno* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12992>
- Chapagain, A., & Hoekstra, A. (2004). *Water footprints of nations*. Recuperado de <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report16Vol1.pdf>
- Contreras, Y., & Torres, C. (2017). *Cuantificación de la huella hídrica en las instalaciones de la universidad de Córdoba campus Montería, para el año 2014* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/471>
- Environmental Protection Agency. (2012). *Safe and Sustainable water resources*. Recuperado de <https://www.epa.gov/research/safe-and-sustainable-water-resources-strategic-research-action-plan-2019-2022>
- González, J. (2021). *Evaluación de la huella hídrica de las actividades del Banco de alimentos de Navarra* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://hdl.handle.net/2454/40858>
- Gutiérrez, E. (2020). *Sistema de gestión sostenible del agua para la ciudad de Quillacollo en Cochabamba (Bolivia)* (tesis de maestría). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/108384>
- Hoekstra, A., & Chapagain, A. (2011). *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources (Vol. 2)*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/270745057\\_Globalization\\_of\\_Water\\_Sharing\\_the\\_Planet's\\_Freshwater\\_Resources](https://www.researchgate.net/publication/270745057_Globalization_of_Water_Sharing_the_Planet's_Freshwater_Resources)
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2009). *Water Footprint Manual*. Recuperado de [https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf)
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *Manual de evaluación de la huella hídrica*.

[https://waterfootprint.org/media/downloads/Water Footprint Assessment Manual Spanish.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/Water_Footprint_Assessment_Manual_Spanish.pdf)

- Huanca, E. (2021). Huella hídrica del cultivo de kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en las cuencas coata e illpa, Puno (tesis de pregrado). Recuperado de <http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/2672>
- INDECOPI. (2017). *El perfil del consumidor en el Perú urbano: Un enfoque de protección. Dirección de la Autoridad Nacional de Protección del Consumidor (DPC)*. Recuperado de [https://www.consumidor.gob.pe/documents/127561/394512/Perfil\\_Consumidor\\_Urbano\\_2017\\_VF.pdf/b44ffa97-8d3b-a2f0-5d0d-3c2fbf6b6294](https://www.consumidor.gob.pe/documents/127561/394512/Perfil_Consumidor_Urbano_2017_VF.pdf/b44ffa97-8d3b-a2f0-5d0d-3c2fbf6b6294)
- INEI. (2017). *Censo nacional de mercados de abastos 2016*. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1448/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1448/libro.pdf)
- INEI. (2021). Indicadores de precios de la economía . Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/informe-de-precios/1/>
- Kahil, T., Wada, Y., Manzoor, Q., Jewitt, G., Cudennec, C., & Lulu, Z. (2021). *Food and agriculture*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Análisis de mercado*. Recuperado de <https://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/2021/03/INFORME-GESTION-2020-SSEFIRMADO.pdf>
- Ministerio de la Producción. (2021). *Manual especializado de gestión para el giro de alimentos preparados*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2001467/Manual%20Especializado%20de%20Gesti%C3%B3n%20para%20el%20Giro%20de%20Frutas%20y%20Verduras..pdf.pdf>
- Ministerio del Ambiente . (2017). *Decreto Legislativo N° 1278 .- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Política Nacional del Ambiente - Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM de 23 de Mayo de 2009*. Recuperado de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_012-2009-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf)
- Papi, S., Mohando, A., Galleguillos, C., Broschek, U., Dourojeanni, A., Jofré, S., & Candia, J. (2016). *Manual de aplicación para evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046*. Recuperado de <https://certificadoazul.ana.gob.pe/wp->

[content/uploads/2018/10/manual de aplicacion de huella hidrica acorde a la norma iso 14046 0.pdf](https://otca.gob.do/wp-content/uploads/2018/10/manual_de_aplicacion_de_huella_hidrica_acorde_a_la_norma_iso_14046_0.pdf)

Rodriguez, V. (2020). *Manual de perezaderos, Buenas practicas para el manejo de productos a través de la cadena de frío*. Recuperado de <https://otca.gob.do/wp-content/uploads/2020/08/Manual-de-Perezaderos.pdf>

Yalta, J. (2018). *Determinación de la huella hídrica para la producción lechera en fincas ganaderas en el distrito de Florida, Amazonas* (tesis pregrado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/1602>

### **Fuentes hemerográficas**

André, A., & Schreiber, D. (2017). Sustainability and sustainable development: unraveling overlays and scope of their meanings. *Revista de Cadernos ebape.br*, 14 (3), 667-681.

Carrascal, E., & Baldeón, W. (2018). Huella hídrica del pollo de engorde beneficiado en la costa de Lima –Perú. *Revista producción + limpia*, 13(1), 106-111

Cansi, F., & Márcio, P. (2020). “Agua nueva”: notas sobre sostenibilidad de la economía circular. *Revistas Científicas* 2 (4), 49-65.

Corredor, E., Castro, E., & Páez, E. (2017). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(2), 7-17.

Plumed, M., Gómez, D., & Martín, C. (2018). Planificación turística, promoción y sostenibilidad ambiental: el caso de España. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 8(17), 7-17

Chini, C., Konar, M., & Stillwell, A. (2017). Direct and indirect urban water footprints of the United States. *Water Resour* 53 (1), 316-327

Díaz, J. (2018). El agua en Cuba: un desafío a la sostenibilidad. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 39 (2), 46-59.

Ercin, A., Hoekstra, A., & Aldaya, M. (2012). The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products. *Ecological Indicators*, 18(1), 392-402.

Fresán, U., Marrin, D., Mejia, M., & Sabaté, J. (2019). Water Footprint of Meat Analogs: Selected Indicators According to Life Cycle Assessment. *Water*, 11(4), 728-740.

Hoehn, D., Margallo, M., Laso, J., Ruiz, I., Fernández, A., Vásquez, I., Quinteiro, P. (2021). Water Footprint Assessment of Food Loss and Waste. *Sustainability*, 13(14), 7538-7553.

Hoekstra, A., & Mekonnen, M. (2010). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15(1), 1577-1600.

- Hoekstra, A. (2012). The hidden water resource use behind meat and dairy. *Animal frontiers*, 2(2), 3-8.
- Hoekstra, A., & Chapagain, A. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *In Integrated assessment of water resources and global change, springer*, 21(1), 35-48.
- Morales, R., Zorogastúa, P., Mendiburu, F., & Quiroz, R. (2018). Producción mecanizada de maíz, camote y yuca en la costa desértica peruana: estimación de la huella de carbono y propuestas de mitigación. *Ecología aplicada*, 17(1), 13-21
- Terwisscha, C., De Miguel, A., Jan, G., Heesmans, H., Dankers, R., & Smaling, E. (2021). Unravelling the interplay between water and food systems in arid and semi-arid environments: the case of Egypt. *Food Security*, 13(1), 1145-1161.
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28 (18), 409-423.

#### **Fuentes electrónicas**

- Autoridad Nacional del Agua (2021). *Programa de Huella Hidrica*. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/programa-huella-hidrica>
- Banco Central de Reserva (2021). *Glosario de Términos Económicos*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/glosario/m.html>.

# ANEXO

## ANEXO 01

### Instrumentos de investigación

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN**

**ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE HUELLA HIDRICA INDIRECTA Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AGUA**

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

1.2. Puesto de expendio:

1.3. Sexo:

M  F

1.4. Edad:

 años

1.5. Distrito

San Jerónimo de Tunán

#### II. HUELLA HIDRICA INDIRECTA Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AGUA

A continuación, se presenta la variable de Huella Hídrica indirecta de los productos alimenticios. Con la idea de obtener mayor precisión marque con un aspa su nivel de valoración de acuerdo a la siguiente escala:

1 Marque con una (X) los productos que vende usted:

pan	<input type="checkbox"/>	palta	<input type="checkbox"/>
leche	<input type="checkbox"/>	pepino	<input type="checkbox"/>
arroz	<input type="checkbox"/>	lechuga	<input type="checkbox"/>
huevo	<input type="checkbox"/>	tomate	<input type="checkbox"/>
azúcar	<input type="checkbox"/>	cebolla	<input type="checkbox"/>
maíz	<input type="checkbox"/>	rocoto	<input type="checkbox"/>
pasas	<input type="checkbox"/>	zanahoria	<input type="checkbox"/>
maní	<input type="checkbox"/>	papa	<input type="checkbox"/>
frejoles	<input type="checkbox"/>	yuca	<input type="checkbox"/>
trigo	<input type="checkbox"/>	camote	<input type="checkbox"/>
lentejas	<input type="checkbox"/>	bonito	<input type="checkbox"/>
mantequilla	<input type="checkbox"/>	jurel	<input type="checkbox"/>
chocolate	<input type="checkbox"/>	pota	<input type="checkbox"/>
pasta	<input type="checkbox"/>	mejillón	<input type="checkbox"/>
manzana	<input type="checkbox"/>	pulpo	<input type="checkbox"/>
plátano	<input type="checkbox"/>	pollo	<input type="checkbox"/>
naranja	<input type="checkbox"/>	gallina	<input type="checkbox"/>
melocotón	<input type="checkbox"/>	carne de ternera	<input type="checkbox"/>
mango	<input type="checkbox"/>	carne de res	<input type="checkbox"/>
brócoli	<input type="checkbox"/>	carne de cerdo	<input type="checkbox"/>

2 Los productos de alimentos mencionados se venden:

Diario	<input type="checkbox"/>
Interdiario	<input type="checkbox"/>
Una vez a semana	<input type="checkbox"/>

3 Usted considera que el precio de venta del producto alimenticio es:

Son baratos	<input type="checkbox"/>
Son accesibles	<input type="checkbox"/>
Son caros	<input type="checkbox"/>

4 ¿Usted clasifica los residuos generados en su puesto de expendio?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

5 ¿Cómo dispone los residuos fuera de su puesto de expendio?

Entrega al personal de recolección	<input type="checkbox"/>
Lo deja fuera del mercado	<input type="checkbox"/>
Lo deja en una esquina de su puesto	<input type="checkbox"/>

*Gracias por su atención y colaboración*





Figura 18. Foto del frontis del mercado "Catalina Huanca"



Figura 19. Foto del frontis del mercado "El Dorado"





*Figura 20.* Foto de la entrevista al puesto de verduras



*Figura 21.* Foto de la entrevista al puesto de frutas





*Figura 22.* Foto de entrevista a los puestos de tubérculos



*Figura 23.* Foto de entrevista a los puestos de pescados y mariscos





*Figura 24.* Foto de la entrevista a los puestos de carnes



*Figura 25.* Foto de entrevista a los puestos de avícolas



**Figura 26.** Fotos de entrevista a los puestos de alimentos secos



**Figura 27.** Fotos de entrevista a los puestos de alimentos a granel