

## Un Marco Para Medir La Inseguridad Hídrica De Los Hogares En Paraguay: Implementación Inicial De La Encuesta HWISE En General Artigas Y Alto Verá, Itapúa

**A Framework to Measure Household Water Insecurity in Paraguay: Initial Implementation of the HWISE Survey in General Artigas and Alto Vera, Itapúa**

Torhan S<sup>1</sup> , Aquino Laguna M V<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, Penn State University, University Park, PA, EE.UU. – ORCID (<https://orcid.org/0000-0003-0753-0357>)

<sup>2</sup>Estudiante de Maestría de la Universidad Nacional del Este U.N.E, Ciudad del Este, Paraguay

\* Autor corresponsal – Email: sarahtorhan@gmail.com

### Resumen

Este estudio de caso sirve como un marco para evaluar la inseguridad hídrica a nivel de los hogares en comunidades rurales de Itapúa, Paraguay, utilizando el índice de Experiencias de Inseguridad Hídrica a nivel del Hogar (HWISE). También presenta la primera traducción al guaraní de la encuesta HWISE, que fue clave porque es un idioma nacional de Paraguay y aproximadamente el 90% de la población lo habla a través de todas las clases socioeconómicas. Los datos se recopilaron en 16 comunidades de Alto Verá y General Artigas, lo que resultó en 914 encuestas realizadas y una muestra final procesada de n=711. Surgieron dos hallazgos clave: (1) se observó una variabilidad significativa en la inseguridad hídrica tanto entre comunidades como dentro de ellas, y (2) los cortes de electricidad fueron la interrupción más frecuentemente reportada en el acceso al agua, destacando vulnerabilidades críticas en las interdependencias entre energía y agua. El estudio resalta la necesidad de más recursos y colaboración para lograr una infraestructura resiliente que garantice la disponibilidad de agua en comunidades rurales.

**Palabras clave** Seguridad hídrica, infraestructura hídrica, Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), comunidades rurales, manejo del agua.

### Abstract

This case study serves as a framework for evaluating household water insecurity in rural communities in Itapúa, Paraguay using the Household Water Insecurity Experiences (HWISE) index. It also presents the first Guaraní translation of the HWISE survey, which was critical because Guaraní is a national language of Paraguay with approximately 90% of the population speaking it across all socioeconomic classes. Data were collected from 16 communities across Alto Verá and General Artigas, resulting in 914 executed surveys and a final processed sample size of n=711. Two key findings emerged: (1) significant variability in water insecurity was observed between and within communities, and (2) power outages were the most frequently reported interruption to water access, highlighting critical vulnerabilities in energy-water interdependencies. The study highlights the need for more resources and collaboration to achieve resilient infrastructure to achieve water availability in rural communities.

### Key Words

Water security, water infrastructure, Sustainable Development Goals (SDGs), rural communities, water management.

## 1. Introducción

Lograr la seguridad hídrica sigue siendo un desafío global, interceptando los ámbitos ambiental, social y económico. Según Gerlak et al. (2018), la seguridad hídrica se describe como la disponibilidad, accesibilidad y fiabilidad del agua para los seres humanos y los ecosistemas. Aunque sigue siendo una prioridad para las políticas, instituciones y organizaciones ambientales a nivel mundial, más del 25% de la población mundial aún carece de acceso a agua potable segura (WHO, 2022), y más de 4 mil millones de personas experimentan al menos un mes de escasez de agua al año (Mekonnen & Hoekstra, 2016). Estas estadísticas subrayan la importancia de la seguridad hídrica en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en particular el ODS 6, que busca "garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos" para 2030 (Kumar Aurora & Mishra, 2022).

La seguridad hídrica es un concepto multidimensional que abarca la disponibilidad de una cantidad y calidad aceptables de agua para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, al tiempo que se preservan los ecosistemas y se adaptan al cambio climático (Mishra et al., 2021; Torres-Slimming et al., 2020). La literatura académica a menudo lo enmarca en cuatro dimensiones clave: disponibilidad de agua, calidad del agua, accesibilidad y gestión de riesgos (Gerlak et al., 2018). Las mediciones de la seguridad hídrica varían, pero generalmente incluyen indicadores como la disponibilidad de agua per cápita, el acceso a servicios de agua y saneamiento gestionados de manera segura, la incidencia de impactos a la calidad del agua y la resiliencia de la disponibilidad del agua ante extremos hidrológicos como inundaciones y sequías (Desantis & Elliott, 2024; Olmedo, 2023). Además, los estudios académicos a menudo contextualizan la seguridad hídrica dentro de un marco específico, como la urbanización, la agricultura o la gobernanza del agua, enfatizando su intersección con la economía, la conservación ambiental y la estabilidad geopolítica (Orr et al., 2009). Dado que la seguridad hídrica también tiene un carácter localizado, las medidas de escala y nivel son características inherentes para la evaluación geográfica y las políticas (Garrido & Ingram, 2011). Este entendimiento matizado es esencial para diseñar políticas que aborden los complejos e interconectados desafíos de la seguridad hídrica en la actualidad. Este artículo contribuye a este esfuerzo explorando la seguridad hídrica en Paraguay, ofreciendo perspectivas sobre las vías hacia un futuro más seguro en términos hídricos.

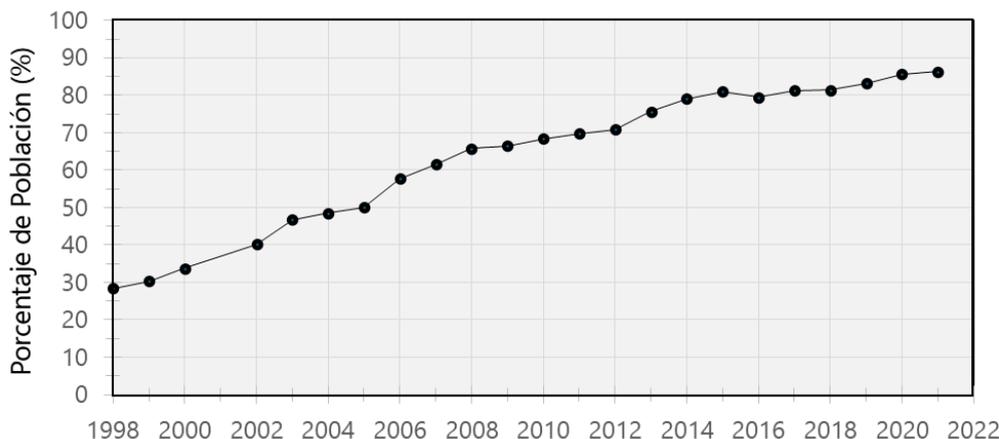
### 1.1. La inseguridad hídrica en Paraguay

A pesar de sus abundantes recursos de agua dulce (Maboggiano, 2019), Paraguay aún enfrenta desafíos para lograr una seguridad hídrica integral (Oleaga et al., 2009). Históricamente, las zonas rurales han carecido de acceso adecuado a agua de calidad. Por ejemplo, en el año 2000, solo el 51,6% de la población rural tenía acceso a agua potable segura. Sin embargo, para 2017, esta cifra casi se había duplicado, alcanzando el 94% (Figura 1), lo que refleja avances significativos gracias a la mejora de las leyes y la gobernanza en materia de agua (INE, 2021). En 2007, Paraguay promulgó la Ley 3239, que reconoce el acceso al agua potable como un derecho humano, un paso progresivo que antecedió a la declaración similar de las Naciones Unidas en 2010 (FAO, 2007). A pesar de estos avances, Paraguay ocupaba el último lugar en el índice de seguridad hídrica de América del Sur en 2020, debido en parte a que las medidas regulatorias de su principal legislación

hídrica solo comenzaron a implementarse 15 años después de su promulgación (Urquiza & Billi, 2020).

**Figura 1**

**POBLACIÓN RURAL CON ACCESO A AGUA MEJORADA (%) – INE MÉTRICA PARA ODS 6.6.1**



Nota. Las métricas de seguridad hídrica del censo nacional indican que la seguridad hídrica no es un problema en Paraguay, pero solo miden si los hogares tienen acceso a agua potable, no si su distribución es confiable. Elaboración propia a partir de: INE (2021).

Según el censo más reciente, el 91,2% de la población nacional y el 93,3% en Itapúa tienen acceso mejorado al agua (INE, 2021). Sin embargo, informes nacionales y declaraciones de funcionarios gubernamentales han señalado recientemente un aumento en los problemas relacionados con la disponibilidad, accesibilidad y calidad del agua, atribuidos al uso intensivo y a los efectos acumulados de las sequías (Figura 2). Por ejemplo, el nivel del río Paraguay en Asunción ha alcanzado mínimos históricos debido a la sequía en Brasil, afectando la navegación y el transporte de granos (Desantis & Elliott, 2024). Además, en el departamento de Ñeembucú, la disminución del nivel del río ha intensificado los conflictos entre pescadores y agricultores, quienes compiten por recursos hídricos cada vez más escasos (Olmedo, 2023). Estos desafíos subrayan la necesidad urgente de fortalecer las políticas y estrategias hídricas y la recopilación de datos para garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua en todo el país.

Con el objetivo de abordar las deficiencias de datos, Paraguay lanzó en marzo de 2023 un Sistema de Información del Agua (WIS, por sus siglas en inglés), destinado a proporcionar datos integrales sobre los recursos hídricos para mejorar su gestión y acceso (Armoa, 2023). Sin embargo, esta iniciativa ya agotó su financiación inicial y aún no ha completado la integración de datos necesarios. Investigadores paraguayos han realizado algunos estudios locales para medir la seguridad hídrica a nivel regional, concluyendo que queda bastante trabajo por hacer para amplificarlo a otras regiones (Pacheco et al., 2019). Además, un estudio reciente destacó las dificultades de los ciudadanos para acceder al agua en áreas rurales y suburbanas de Asunción (Última Hora, 2024). Estos desafíos subrayan la necesidad urgente de fortalecer las políticas y estrategias hídricas para garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua en todo el país.

Figura 2



Nota. Lograr la seguridad hídrica en Paraguay es complicado por el estado de la infraestructura en las comunidades rurales. Fotografía y elaboración propia.

### 1.2. La escala de experiencias de inseguridad hídrica en los hogares (HWISE, por sus siglas en inglés)

La inseguridad hídrica a nivel de los hogares se refiere a la incapacidad de acceder y beneficiarse de agua adecuada, confiable y segura para el bienestar y los medios de subsistencia, afectando a miles de millones de personas en todo el mundo (Jepson et al., 2021). En 2019, una red colaborativa de académicos publicó la encuesta Experiencias de Inseguridad Hídrica en los Hogares (Household Water Insecurity Experiences, HWISE, por sus siglas en inglés), que fue implementada y validada de manera transversal y longitudinal en diversos países, sitios, idiomas, contextos demográficos y sociales (Young et al., 2019; Stoler et al., 2021). La encuesta HWISE fue desarrollada y validada por Young et al. (2019) como un esfuerzo colaborativo para mejorar los datos relacionados con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6, "Agua limpia y saneamiento para todos". Esta encuesta ha sido probada en diversos contextos y culturas en todo el mundo.

Esta encuesta es un instrumento diseñado para estandarizar los indicadores de inseguridad hídrica a escala doméstica, como un esfuerzo para medir con mayor precisión el progreso hacia el ODS 6. El índice de experiencias de inseguridad hídrica a nivel de los hogares ( $I_{HWISE}$ ) generalmente se divide en 12 dimensiones que evalúan las experiencias de los hogares con el agua durante el último mes (Tabla 1). Preguntas adicionales, como aquellas relacionadas con la agricultura y la calidad del agua, pueden incorporarse a la encuesta para un análisis más detallado y contextualizado. Desde su implementación, ha sido utilizada para comprender las relaciones entre la inseguridad hídrica y la salud (Jepson et al., 2021), la demografía (Shahman-Levy et al., 2023; Rosinger et al., 2021), la gobernanza (Miller et al., 2020), la inseguridad alimentaria (Bethancourt et al., 2023), los factores sociales (Rosinger et al., 2021; Stuart et al., 2023), la estacionalidad (Broyles et al., 2023) y la geografía (Stoler et al., 2021; Stuart et al., 2023). Aunque todavía es un indicador novedoso en la comunidad académica, las iniciativas HWISE buscan ampliar la cobertura de los datos e invitar a una mayor evaluación de las variables que pueden ser significativas para la inseguridad hídrica.

Tabla 1

<b>Etiqueta</b> (En inglés)	<b>Cuestión</b>
<b>Preocupación</b> (Worry)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda se preocupó de no tener suficiente agua para cubrir todas sus necesidades?
<b>Interrupción</b> (Interrupt)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia había una interrupción o problema de su fuente principal de agua? (p. ej., la presión, corte de luz, menos agua de la esperada, cañería, se descompuso, se seco)
<b>Ropa</b> (Clothes)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia no tuvieron suficiente agua para lavar la ropa?
<b>Cambio de Horarios</b> (Plans)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda tuvo que cambiar sus planes o horarios por encontrarse con problemas con el agua? (por ejemplo: levantarse medio noche, cambiar la hora para dormir, ajustar las tareas domésticas, el cuidado de niños y/o adultos mayores, el trabajo agrícola y/o las actividades generadoras de ingresos, etc.)
<b>Alimentos</b> (Food)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda tuvo que cambiar lo que iba a cocinar o comer porque hubo problemas con el agua? (p. ej., para lavar alimentos, cocinar, etc.)
<b>Manos</b> (Hands)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda tuvo que dejar de lavarse las manos después de ensuciarse debido a problemas con el agua?
<b>Cuerpo</b> (Body)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda tuvo que dejar de bañarse debido a problemas con el agua?
<b>Bebida</b> (Drink)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia no tuvo tanta agua para beber como quisiera para alguien en la vivienda?
<b>Disconformidad</b> (Angry)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda sintió enojo o molestia por su situación con respecto al agua?
<b>Sueño</b> (Sleep)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda se ha ido a dormir con sed porque no tuvo tanta agua para beber como quisiera?
<b>Falta</b> (None)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia no había agua segura para beber en su vivienda?
<b>Vergüenza</b> (Shame)	En las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia alguien de la vivienda se sintió vergüenza, mal, excluido, rechazado por su situación del agua?
<b>Elección de respuestas</b>	<input type="checkbox"/> nunca (0 días) <input type="checkbox"/> a veces (3-10 días) <input type="checkbox"/> rara vez (1-2 días) <input type="checkbox"/> a menudo/siempre (11+ días)

Nota. Los ítems y las preguntas asociadas a los temas y dimensiones de la escala HWISE fueron traducidos al castellano paraguayo. Adaptado de: Young et al. (2019).

Este investigación utiliza el índice HWISE para evaluar posibles relaciones con la infraestructura y los factores sociodemográficos en el contexto de las regiones subtropicales en Paraguay, que han experimentado transformaciones rápidas. Esta es la primera aplicación de la escala HWISE en Paraguay, con la primera traducción de la encuesta en guaraní, con la esperanza de esclarecer una mejor comprensión de la inseguridad hídrica del hogar moderna en una región históricamente rica en agua. Este estudio busca abordar un vacío en la investigación, proporcionando datos de resolución más detallada sobre la inseguridad hídrica en Paraguay, mientras se prueban las métricas HWISE con variables geográficas, demográficas y estructurales. Además, realizar esta investigación en Paraguay contribuye a la literatura académica representando regiones, poblaciones, contextos políticos y sociales, y condiciones geográficas poco estudiados, para informar mejor las generalizaciones en dominios de investigación más amplios.

### 1.3. Objetivos de Investigación

Este estudio aplica la encuesta Experiencias de Inseguridad Hídrica a nivel del Hogar (HWISE) en comunidades rurales de Itapúa, Paraguay, para evaluar la relación entre la inseguridad hídrica, los factores geográficos y las variables demográficas. Aunque esta herramienta se ha utilizado más comúnmente en los sectores de la salud y las ciencias sociales, nuestro estudio busca analizar la inseguridad hídrica desde la perspectiva de la geografía y el desarrollo de infraestructura.

Este documento presenta la primera traducción de la encuesta HWISE en guaraní, y se sirve como el marco de métodos la fundación para un análisis más profundo que está en preparación (Torhan et al., *en preparación*). De manera más específica de este estudio, exploramos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el estado de la inseguridad del agua en los hogares rurales de Itapúa?
- ¿Qué implicaciones tienen estos resultados para el cumplimiento de los objetivos del ODS 6?

## 2. Materiales y Métodos

La encuesta recopila información para calcular el índice de Experiencias de Inseguridad Hídrica a nivel del Hogar (HWISE), con preguntas adicionales relacionadas con la información geográfica, la sociodemográfica, la infraestructura de la distribución del agua y el uso del agua. La traducción al guaraní (Table 2) fue clave para cumplir las encuestas porque aproximadamente el 90% de los paraguayos hablan guaraní a través de todas las clases socioeconómicas y es un idioma nacional (Romero, 2012). Las encuestas se llevaron a cabo durante el invierno y la primavera (octubre - diciembre de 2023) en un año de El Niño (con exceso de lluvias). Recopilar puntuaciones de HWISE durante este período se considera conservador, ya que se asume que los efectos de la inseguridad hídrica están más relacionados con factores estructurales y geográficos, en lugar de factores climáticos como la sequía y el calor extremo. Para la recopilación de datos, todos los participantes dieron su consentimiento informado y cumplieron con los siguientes criterios de inclusión per la revisión ética, IRB STUDY00023303:

- Todos los participantes debían ser ciudadanos paraguayos o residentes.
- Todos los participantes debían tener más de 18 años.
- Todos los participantes debían hablar español y/o guaraní.

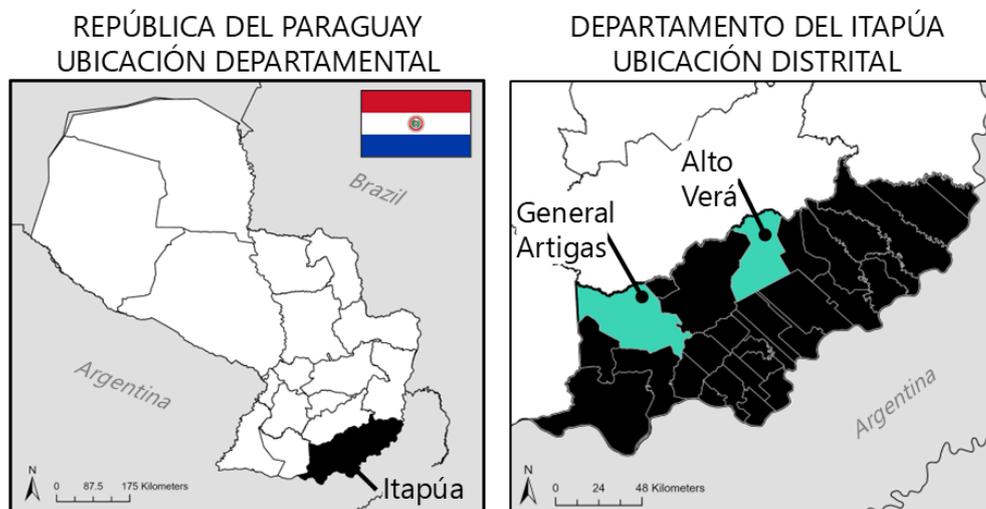
Tabla 2

Etiqueta (En inglés)	Cuestión
<b>Jepy'apy</b> (Worry)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko ogaygua ojepy'apy ýre ojapo hağua hekotevë tenondegua?
<b>Ñepytũ</b> (Interrupt)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekue. ¿Mboy ára piko oiko jepy'apy térã apañuai jepyso pe y gueruhágui?
<b>Ao johéi</b> (Clothes)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko ndoguerekói y ojohéi hağua aokuéra?
<b>Aravo ñemoambue</b> (Plans)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua omoambue aravo oĩgui apañuai ýre? (Techapyrã: repu'ã pyharemytejave, emoambue aravo reke hağua, omohenda tembiapo ogapypegua, mitã ha kakuaáva ñangareko, mba'apo kokuépegua ha umi tembiapo ome'ëva jehepyme'ë ha ambueve).
<b>Tembi'u</b> (Food)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua omoambue hi'upyrã apo térã hembí'u oĩgui apañuai ýre? (Techapyrã: ojohéi hağua hi'upyrã, ombojy ha ambueve mba'e.)
<b>Po johéi</b> (Hands)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua ndojohéi ipo omogy'a rire oĩgui apañuai ýre?
<b>Rete johéi</b> (Body)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua ndojahúi oĩgui apañuai ýre?
<b>Hoy'u hağua</b> (Drink)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua ndoguerekói y hekopete hoy'u hağua?
<b>Pochy</b> (Anger)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko oĩ pochy térã py'arasy y jepuru rehegua?
<b>Kéra</b> (Sleep)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe Umi 4 arapokõindy'pe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua oho oke ijuhéire ndoguerekoguii heta y hoy'u hağua oipotaháicha?
<b>Ndaipóri</b> (None)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko ndaipóri y iporãva ojeyí'u hağua nde rogapýpe?
<b>Ñembyai</b> (Shame)	Umi 4 arapokõindy ohasava'ekuépe. ¿Mboy ára piko peteî ogaygua hoy'u y naiporãimbáva, iky'a, ine terã oñeñandú peteî ñembyai ýpe?
<b>Elección de respuestas</b>	<input type="checkbox"/> Araka'eve (0 ára) <input type="checkbox"/> Sapy'a py'ante (3-10 ára peve) <input type="checkbox"/> Sapy'ante (1-2 ára peve) <input type="checkbox"/> Jepi/tapiaite (11+ ára)

Nota. Presentamos los ítems y las preguntas asociadas a los temas y dimensiones de la escala HWISE traducidos al guaraní. La traducción se coincida con los artículos de Tabla 1. Elaborada por Lic. María Victoria Aquino Laguna y Prof. Mirta Aquino Laguna.

Esta investigación se llevó a cabo en Itapúa, Paraguay. Esto incluyó 16 comunidades rurales distribuidas en los distritos de Alto Verá y General Artigas. Todos los sitios propuestos están ubicados en el departamento sureste de Itapúa, que se puede observar en la Figura 3:

**Figura 3**



Nota. Recopilación de datos HWISE se ocurrió en General Artigas y Alto Verá, Itapúa.

Elaboración propia a partir de: INE (2022).

Este estudio utilizó métodos de muestreo intencional, espacial y en cadena (snowball sampling) para identificar a los participantes de la investigación. Comenzando con una comunidad por sitio de estudio, la primera autora se puso en contacto con personas conocidas e instituciones, visitó comunidades, realizó reuniones introductorias y solicitó conexiones con otras comunidades en los sitios seleccionados. Una vez que se eligió una comunidad, los asistentes de recolección de datos fueron casa por casa para solicitar el consentimiento informado y realizar las encuestas.

En propiedades con múltiples viviendas, solo se encuestó una casa para ser incluida en la muestra. Los participantes que desearan retirarse del estudio podían hacerlo dentro de un período de 2 meses después de completar la recolección de datos.

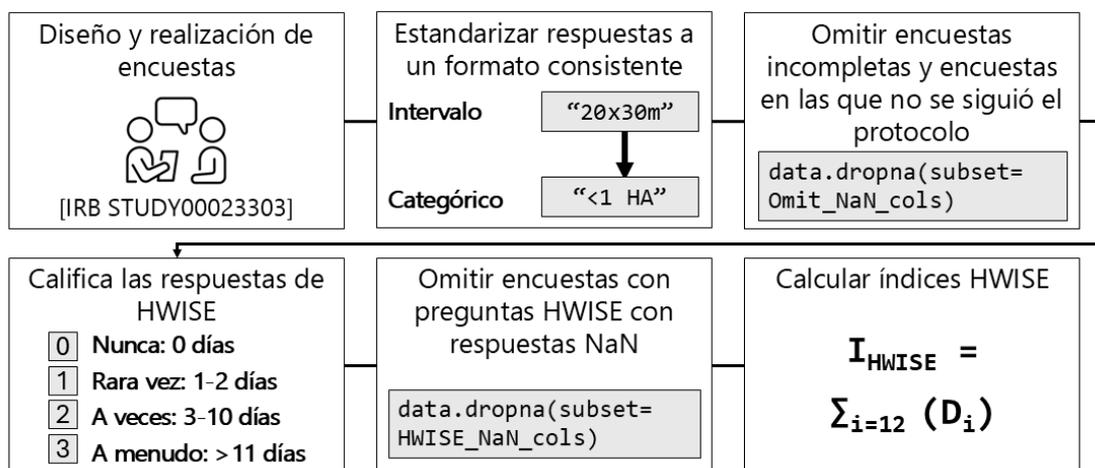
El objetivo era encuestar al mayor número posible de hogares que otorgaran su consentimiento dentro de cada comunidad. Cada comunidad contaba con entre 80 y 200 hogares conectados a infraestructura de agua corriente. Nuestro objetivo era mantener una delimitación espacial de al menos cinco (5) hogares por kilómetro cuadrado. Según contactos locales, las parcelas de desarrollo rural en Paraguay generalmente tienen entre 5 y 10 hectáreas por hogar, lo que equivale aproximadamente a diez (10) hogares por kilómetro cuadrado. Por lo tanto, para lograr una tasa de respuesta del 50%, buscamos mantener esta concentración durante toda la recolección de datos.

Para asegurar que podemos evaluar la relevancia estadística de utilizar un modelo de regresión lineal ( $\alpha \leq 0.05$ ; Poder estadístico  $\geq 0.8$ ;  $F \geq 0.39$ ), el estudio requería un tamaño mínimo de muestra de 111 hogares para analizar la relación de 7 variables independientes (relación con la

infraestructura de agua, uso del agua, disponibilidad, agricultura, género, empleo y tamaño de la propiedad) sobre el índice continuo de HWISE como variable dependiente. El número final de encuestas realizadas fue de  $n=914$  antes del preprocesamiento de datos para garantizar la calidad, la integridad de la recolección de datos y su procesamiento en variables analizables.

Los datos de la encuesta fueron recolectados de forma manual, y luego ingresados manualmente para crear un conjunto de datos con el índice HWISE ( $I_{\text{HWISE}}$ ) como variable dependiente y los factores sociodemográficos y geográficos como variables independientes. Para el procesamiento de los datos (Figura 4), se utilizaron las bibliotecas de Python *pandas* y *numpy* para estandarizar las respuestas a un formato consistente, omitir encuestas incompletas, y calificar las respuestas de HWISE para calcular los índices por cada hogar. El conjunto de datos final obtenido resultó en una muestra final de  $n=711$ . Después del procesamiento, los datos para este artículo fueron analizados y visualizados utilizando la biblioteca de Python *matplotlib*.

**Figura 4**



Nota. Los datos necesitaron ser procesados para garantizar que solo se analizaran respuestas completas y consistentes. Elaboración propia.

### 3. Resultados y Discusión

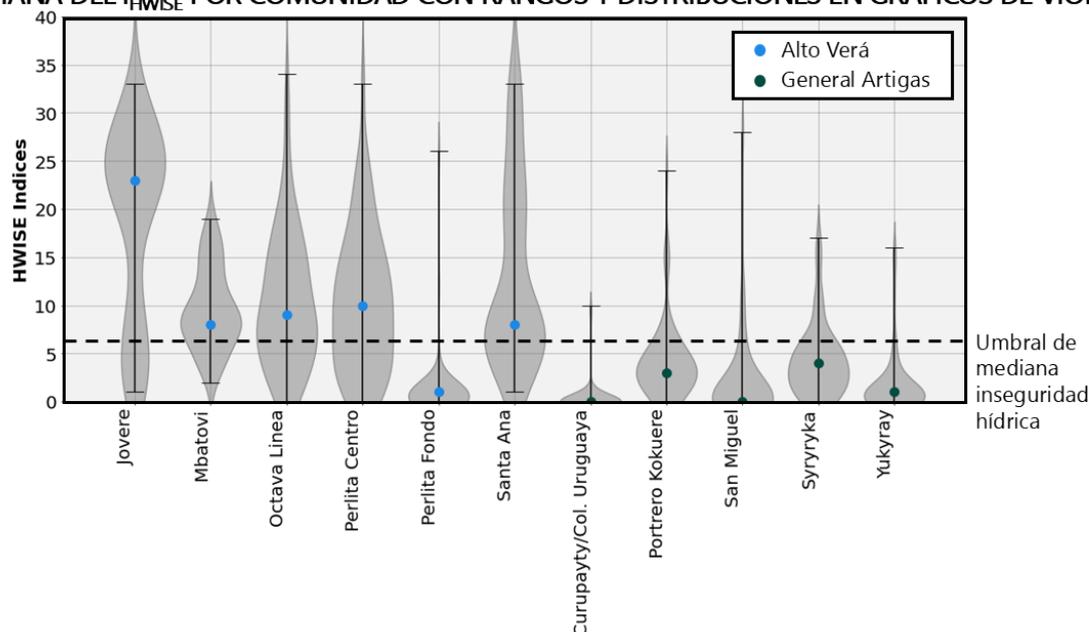
#### 3.1. La inseguridad hídrica a nivel de los hogares varía entre distritos y comunidades, así como dentro de las comunidades.

La Figura 5 visualiza la distribución de los índices de Experiencias de Inseguridad Hídrica a nivel del Hogar (HWISE) en diferentes comunidades, representada por gráficos de violín. El ancho de cada violín indica la densidad de las puntuaciones de HWISE, con las secciones más anchas mostrando dónde se concentran la mayoría de los valores. Los puntos representan la mediana del índice HWISE para cada comunidad, codificados por colores según el distrito, mientras que las barras de error verticales se extienden desde los valores mínimos hasta los máximos. Comunidades como Jovere y Santa Ana muestran un rango más amplio de índices HWISE, reflejando una mayor variabilidad en las experiencias de inseguridad hídrica, mientras que comunidades como Colonia Uruguay y Potrerito Kokueré tienen rangos más estrechos y

puntuaciones medianas más bajas, indicando niveles más consistentes y bajos de inseguridad hídrica.

**Figura 5**

**MEDIANA DEL  $I_{\text{HWISE}}$  POR COMUNIDAD CON RANGOS Y DISTRIBUCIONES EN GRÁFICOS DE VIOLÍN**



Nota. El gráfico muestra la distribución, la mediana y el rango de los índices HWISE para cada comunidad, resaltando la variabilidad en la inseguridad hídrica entre las comunidades.

Elaboración propia.

El umbral de inseguridad hídrica media se encuentra en un índice HWISE de 6, lo que indica que un hogar experimenta múltiples dimensiones de inseguridad hídrica rara vez, además de entre el 25-50% de las dimensiones a veces y/o de 2 a 4 dimensiones siempre.

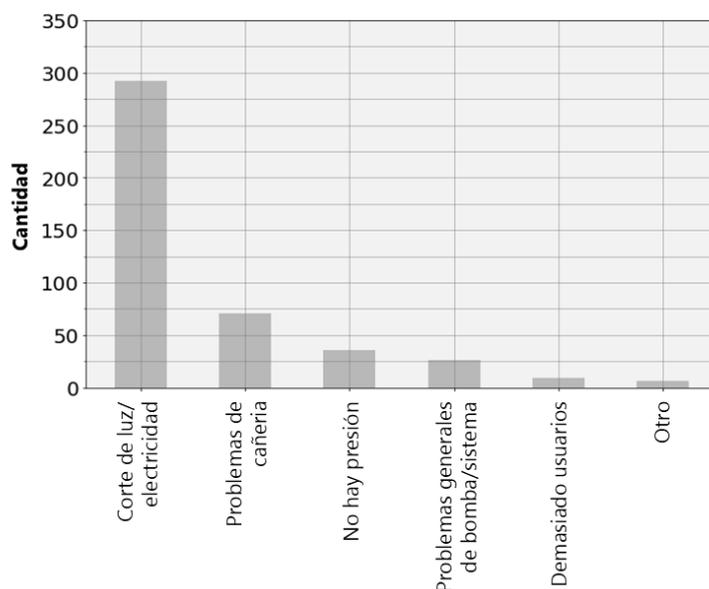
### **3.2. Para avanzar hacia el ODS 6.6.1, las comunidades rurales de Paraguay necesitan mayor apoyo para mejorar la infraestructura eléctrica, abordar las roturas de cañería a lo largo de las caminos y calles y mantener los sistemas envejecidos.**

La Figura 6 muestra la frecuencia de interrupciones reportadas que afectan la disponibilidad de agua en los hogares, destacando que los "Cortes de luz/electricidad" son, por un margen significativo, el problema más citado, seguido por "Problemas de cañería". Otros problemas reportados con frecuencia incluyen "No hay presión" (presión baja o inexistente), "Problemas de bomba/sistema" (problemas con la bomba o el sistema), y una proporción menor agrupada como "Otros".

La predominancia de las interrupciones relacionadas con la electricidad resalta una dependencia crítica de la infraestructura eléctrica para el acceso al agua, reflejando potencialmente vulnerabilidades en las interdependencias entre energía y agua. Abordar estos problemas está directamente relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6.6.1, que enfatiza el uso sostenible y la restauración de los ecosistemas relacionados con el agua (PNUD, 2013).

Figura 6

NÚMERO DE RESPUESTAS A LOS TIPOS DE INTERRUPCIONES POR LOS HOGARES



Nota. El gráfico ilustra los tipos y frecuencias de interrupciones que afectan la disponibilidad de agua en los hogares, siendo los cortes de luz la problemática más reportada. Elaboración propia.

La frecuente mención de problemas relacionados con cañería y sistemas subraya la necesidad de inversiones en infraestructura hídrica resiliente y en la salud de los ecosistemas para garantizar un acceso ininterrumpido y equitativo a los recursos hídricos. Además, reducir las dependencias entre energía y agua mediante la integración de energías fiables o sistemas descentralizados de agua podría contribuir aún más al logro del ODS 6, promoviendo un acceso al agua sostenible y confiable (PNUD, 2013).

Con servicios gubernamentales como las Juntas de Saneamiento, el Ente Regulador de Servicios Sanitarios del Paraguay (ERSSAN) y el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) – Dirección de Agua Potable y Saneamiento establecidos para ayudar a alcanzar estos objetivos (Barrios, 2016; Muñoz, 2015; MOPC, 2018), pero suelen trabajar en silos. Los resultados de este estudio dan el énfasis que es fundamental priorizar un enfoque más consolidado en la mejora de la confiabilidad de los sistemas de agua en áreas rurales, además de fomentar una mayor colaboración entre estos sectores y la Administración Nacional de Electricidad (ANDE).

#### 4. Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la relación entre la inseguridad hídrica a nivel de los hogares con los factores geográficos y las variables sociodemográficas en comunidades rurales de Itapúa, Paraguay, utilizando el índice de Experiencias de Inseguridad Hídrica a nivel del Hogar (HWISE). Este artículo sirve como un marco para un análisis más profundo del índice HWISE en comunidades rurales de Paraguay (Torhan et al., *en preparación*). La aplicación de HWISE proporcionó un marco estandarizado para evaluar y comparar la inseguridad hídrica en contextos

diversos, ofreciendo información sobre experiencias y desafíos locales. De este análisis surgieron dos hallazgos clave: primero, se observó una variabilidad significativa en la inseguridad hídrica tanto entre comunidades como dentro de ellas, influenciada por la proximidad a la infraestructura y los patrones de uso del suelo; segundo, los cortes de electricidad fueron identificados como la interrupción más reportada que afecta el acceso al agua, lo que destaca vulnerabilidades críticas en las interdependencias entre energía y agua. Estos hallazgos subrayan la importancia de abordar factores estructurales, como la mejora de la infraestructura hídrica y la fiabilidad energética, para garantizar un acceso sostenible al agua. Las implicaciones más amplias incluyen la necesidad de políticas e inversiones específicas para reducir la inseguridad hídrica, particularmente en áreas rurales, alineándose con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 para garantizar una gestión equitativa y sostenible de los recursos hídricos a nivel nacional.

## 5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todos los paraguayos de Alto Verá y General Artigas que participaron en este estudio por su tiempo y consideración. La primera autora también desea agradecer a la Universidad Nacional de Itapúa – Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales por su apoyo, su revisión de los protocolos y las traducciones, y su amistad, especialmente a la Dra. María Rosa Servín Nasich, la Ing. Marlene Candia, la Ing. Agrop. Manuela Arriola Almada y el Ing. Agrop. Julio Rodas Balmaceda. También desea agradecer especialmente a la Lic. Elizabeth Cabrera y a Alistair Kerlín del Cuerpo de Paz por su constante consejo y apoyo, así como por haber proporcionado los primeros contactos con la universidad y las comunidades rurales de Paraguay.

La primera autora también quiere reconocer a los esfuerzos de los estudiantes, docentes y técnicos que ayudaron a llevar a cabo las encuestas y recopilar los datos, especialmente a la Lic. María Victoria Aquino Laguna, la Prof. Mirta Aquino Laguna, Guido Martínez Giménez, Elena Acosta Benítez, Edgar (Lalo) Báez, Javier Cabrera Rojas, William Caballero Benítez, Willians Bogado Méreles, Maricel López Cabral, y Sebastián Zárate Benítez.

Finalmente, también desea agradecer a los miembros de las comunidades que la recibieron con los brazos abiertos y la hicieron sentir bienvenida durante la realización de esta investigación, especialmente a la Prof. Ramona Osorio, el Prof. Víctor Hugo Duarte Báez, Elvira Acosta Petroff, Aurelia Rodríguez y el Prof. Héctor Rafael Maciel Gómez. Asimismo, la primera autora desea expresar su agradecimiento a las colegas de la Universidad Católica, la Dra. Alicia Eisenkölbl y la Ing. Celia Garayo, por su apoyo y por la oportunidad de difundir la investigación sobre seguridad hídrica en el II Congreso de Ciencias Agropecuarias.

## 6. Financiamiento

Los autores de este artículo agradecen a las siguientes organizaciones de financiación que hicieron posible esta investigación: la Fundación Fulbright, the Boren Awards, and el programa de U.S. National Defense Science and Engineering Graduate (NDSEG) Fellowship.

## 7. Aspectos éticos

Todos los participantes dieron su consentimiento informado para su inclusión antes de participar en el estudio. El estudio se llevó a cabo de conformidad con la Declaración de Helsinki y el protocolo fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional de la Penn State University junta de revisión ética institucional (IRB STUDY00023303).

## 8. Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés que pueda influir en la objetividad o imparcialidad de los resultados presentados en este artículo.

## 9. Referencias

- Armoa, C. 2023. *Towards a water information system in Paraguay*. Global Partnership for Sustainable Development Data. <https://www.data4sdgs.org/towards-water-information-system-paraguay>.
- Barrios, P. 2016. Provisión de datos sobre Juntas de Saneamiento de Encarnación. s.l., s.e.
- Bethancourt, H. J., Frongillo, E. A., & Young, S. L. 2022. Validity of an abbreviated Individual Water Insecurity Experiences (IWISE-4) Scale for measuring the prevalence of water insecurity in low- and middle-income countries. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 12(9), 647–658. <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.094>.
- Desantis, D. & Elliott, L. 2024. South America's rivers hit record lows as Brazil drought impact spreads. *Reuters*. <https://www.reuters.com/world/americas/south-americas-rivers-hit-record-lows-brazil-drought-impact-spreads-2024-09-09/>.
- Desantis, D., & Olmedo, C. (2024, October 17). Paraguay's drying river stokes water tensions between fishers and farmers. *Reuters*. Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://www.reuters.com/world/americas/paraguays-drying-river-stokes-water-tensions-between-fishers-farmers-2024-10-17/>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. *Ley N° 3.239/07—De los recursos hídricos del Paraguay*. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC087462/>.
- Garrido, A., & Ingram, H. 2011. *Water for Food in a Changing World*. Routledge.
- Gerlak, A. K., House-Peters, L., Varady, R. G., Albrecht, T., Zúñiga-Terán, A., de Grenade, R. R., Cook, C., & Scott, C. A. 2018. Water security: A review of place-based research. *Environmental Science & Policy*, 82, 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.009>.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2021. Caracterización de las viviendas y los hogares CNPV2022 (en línea). Asunción, Paraguay, INE. Consultado 1 dic. 2024. Disponible en <https://www.ine.gov.py/default.php?publicacion=10>.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2022. Códigos Geográficos 2022 - Departamentos, Distritos y Barrios (en línea). Asunción, Paraguay, INE. Consultado 1 dic. 2024. Disponible en <https://www.ine.gov.py/microdatos/codigo-geografico-2022.php>.

- Jepson, W., Tomaz, P., Santos, J. O., & Baek, J. 2021. A comparative analysis of urban and rural household water insecurity experiences during the 2011–17 drought in Ceará, Brazil. *Water International*, 46(5), 697–722. <https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1944543>
- Maboggiano. 2019. Los 10 países con mayores reservas de agua dulce (en línea, sitio web). Consultado 19 sep. 2021. Disponible en <https://www.cronista.com/columnistas/Los-10-paises-con-mayores-reservas-de-agua-dulce-20191125-0037.html>.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, 2(2), e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.
- Miller, J. D., Vonk, J., Staddon, C., & Young, S. L. 2020. Is household water insecurity a link between water governance and well-being? A multi-site analysis. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(2), 320–334. <https://doi.org/10.2166/washdev.2020.165>.
- Mishra, B. K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. 2021. Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. *Water*, 13(4), 490. <https://doi.org/10.3390/w13040490>.
- MOPC (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones); Dirección de Agua Potable y Saneamiento. 2018. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento. s.l., s.e.
- Muñoz, C. 2015. Ponencia del Ente Regulador de Servicios Sanitarios del Paraguay (ERSSAN). Encarnación, Paraguay, s.e.
- Oleaga, A; Pacheco, F; Feller, M. 2009. Determinación de perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad y riesgo de contaminación de acuíferos (en línea). Montevideo, Uruguay, s.e., vol.6, (Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní). Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <http://sstd.cicplata.org/sstd/arquivo/arquivo/download/pdf/MDcvMTAvMjAxNiAxNToyMz00NS44OTRzYWdfbWFudWFsX3BvY29zLnBkZg==.pdf>.
- Olmedo, C. 2023. El Nino rains wipe out Paraguay neighborhoods, with more to come. *Reuters*. Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://www.reuters.com/world/americas/el-nino-rains-wipe-out-paraguay-neighborhoods-with-more-come-2023-11-08/>.
- Orr, S., Cartwright, A., & Tickner, D. 2009. Understanding water risks: A primer on the consequences of water scarcity for government and business. *Understanding Water Risks: A Primer on the Consequences of Water Scarcity for Government and Business*. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093333777>.
- Pacheco Figueredo, VM; Servín Nasich, MR; Velázquez Haurón, EJ; Servín Santa Cruz, MÁ. 2019. Acceso al agua potable y saneamiento: el caso de la ciudad de Encarnación - Paraguay (en línea). Encarnación, Paraguay, Universidad Nacional de Itapúa. p. 73-81. Disponible en [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u489/Compendio%20de%20art%C3%ADculos%20-%202023.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u489/Compendio%20de%20art%C3%ADculos%20-%202023.pdf).

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2013. Usos y Gobernabilidad del Agua en Paraguay (en línea). s.l., Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 97 p. Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://www.undp.org/es/paraguay/publicaciones/ usos-y-gobernabilidad-del-agua-en-paraguay>.

Romero, S. 2012. An Indigenous Language With Unique Staying Power. *The New York Times*. Consultado 3 dic. 2024. Disponible en <https://www.nytimes.com/2012/03/12/world/americas/in-paraguay-indigenous-language-with-unique-staying-power.html>.

Rosinger, A. Y., Bethancourt, H. J., Young, S. L., & Schultz, A. F. 2021. The embodiment of water insecurity: Injuries and chronic stress in lowland Bolivia. *Social Science & Medicine*, 291, 114490. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114490>.

Shamah-Levy, T., Mundo-Rosas, V., Muñoz-Espinosa, A., Méndez Gómez-Humarán, I., Pérez-Escamilla, R., Melgar-Quinones, H., Frongillo, E. A., & Young, S. L. 2023. Viabilidad de una escala de experiencias de inseguridad del agua en hogares mexicanos. *Salud Pública de México*, 65(3, may-jun), 219–226. <https://doi.org/10.21149/14424>.

Stoler, J., Miller, J. D., Adams, E. A., Ahmed, F., Alexander, M., Asiki, G., Balogun, M., Boivin, M. J., Brewis, A., Carrillo, G., Chapman, K., Cole, S., Collins, S. M., Escobar-Vargas, J., Eini-Zinab, H., Freeman, M. C., Ghorbani, M., Hagaman, A., Hawley, N., ... Young, S. L. 2021. The Household Water Insecurity Experiences (HWISE) Scale: Comparison scores from 27 sites in 22 countries. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 11(6), 1102–1110. <https://doi.org/10.2166/washdev.2021.108>.

Stuart, E., Stoler, J., Pearson, A. L., & Asiki, G. 2023. Spatial heterogeneity of household water insecurity in rural Uganda: Implications for development. *Water International*, 48(2), 282–301. <https://doi.org/10.1080/02508060.2023.2183641>.

Torres-Slimming, P. A., Wright, C. J., Lancha, G., Carcamo, C. P., Garcia, P. J., Ford, J. D., IHACC Research Team, & Harper, S. L. 2020. Climatic Changes, Water Systems, and Adaptation Challenges in Shawi Communities in the Peruvian Amazon. *Sustainability*, 12(8), 3422. <https://doi.org/10.3390/su12083422>.

*El drama de los acuíferos por la sequía: ¿Puede impactar en el abastecimiento de agua?* 2024. Última Hora. Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://www.ultimahora.com/el-drama-de-los-acuíferos-por-la-sequia-puede-impactar-en-el-abastecimiento-de-agua>.

Urquiza, A. & Billi, M.. 2020. Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe. Consultores de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05363ead-c81f-4c55-a8c9-4170d4502666/content>.

WHO, UNICEF, World Bank. 2022. State of the world's drinking water: an urgent call to action to accelerate progress on ensuring safe drinking water for all. Geneva: World Health Organization. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Consultado 2 dic. 2024. Disponible en <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/363704/9789240060807-eng.pdf?sequence=1>.

Young, S. L., Boateng, G. O., Jamaluddine, Z., Miller, J. D., Frongillo, E. A., Neilands, T. B., Collins, S. M., Wutich, A., Jepson, W. E., & Stoler, J. 2019. The Household Water InSecurity Experiences (HWISE) Scale: Development and validation of a household water insecurity measure for low-income and middle-income countries. *BMJ Global Health*, 4(5), e001750. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2019-001750>.