

Evaluation of the water footprint in the inhabitants of Chimbote and Nuevo Chimbote – Peru and its importance as a tool for environmental awareness

Miñan-Olivos Guillermo Segundo, Magíster en gestión pública¹, Cardoza-Sernaqué Manuel Antonio, Maestro en gestión del talento humano¹, Pulido-Joo Luis Alexander, Magíster en gestión del talento humano¹, Miller-Ávila Dolly Angélica, Magíster en administración de negocios¹, Peralta-Barreto Lisset Milagros, Maestro en gestión pública¹ y Abanto-Buitron Shirley Juliane, Magíster en Administración de Negocios¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c20342@utp.edu.pe, mcardoza@utp.edu.pe, e20188@utp.edu.pe, dmiller@utp.edu.pe, lperalta@utp.edu.pe y sabanto@utp.edu.pe

Abstract- The purpose of this research was to evaluate the water footprint of the inhabitants of Chimbote and Nuevo Chimbote (Peru) and to highlight its importance as a tool for generating environmental awareness regarding water use (direct and indirect) at the domestic level. To achieve this objective, a sample of 470 people, selected by simple random sampling, was obtained and the water footprint was measured in liters per month per person using a web tool published by the National Water Authority of Peru (ANA). At the same time, the following information was collected from the participants: age, gender and socioeconomic level (SES). After processing the information, a virtual workshop was held to disseminate the results and initiate an environmental awareness campaign in the locality. The results showed that, according to gender or age, the water footprint does not show significant differences (sig. >0.05) but with respect to socioeconomic levels, a significant difference was found between them (sig. <0.05); specifically when comparing NSE B with NSE C and E. It was also determined that the median water footprint was greater than 10000 liters per month with a significance level of 0.00. When considering the totality of the data, 38% of the villagers were identified as having a low water footprint (<=10000 liters per month). For the inferential analysis, without outliers, the observed probability of people with a low water footprint was 41%; despite this, the binomial test dismissed the probability that 50% of the population of Chimbote and Nuevo Chimbote has a low water footprint. Finally, it was concluded that the water footprint of the population of Chimbote and Nuevo Chimbote is at moderate to high levels. The importance of carrying out outreach and environmental awareness programs as alternatives to improve the use of water resources has also been highlighted.

Keywords—water footprint, water scarcity, ANA, environmental awareness

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.52>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Evaluación de la huella hídrica en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote – Perú y su importancia como herramienta de sensibilización ambiental

Miñan-Olivos Guillermo Segundo, Magíster en gestión pública¹, Cardoza-Sernaqué Manuel Antonio, Maestro en gestión del talento humano¹, Pulido-Joo Luis Alexander, Magíster en gestión del talento humano¹, Miller-Ávila Dolly Angélica, Magíster en administración de negocios¹, Peralta-Barreto Lisset Milagros, Maestro en gestión pública¹ y Abanto-Buitron Shirley Juliane, Magíster en Administración de Negocios¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c20342@utp.edu.pe, mcardoza@utp.edu.pe, e20188@utp.edu.pe, dmiller@utp.edu.pe, lperalta@utp.edu.pe y sabanto@utp.edu.pe

Resumen— La investigación tuvo por finalidad evaluar la huella hídrica de pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote (Perú) y resaltar su importancia como herramienta para la generación de sensibilización ambiental respecto al uso del agua (directo e indirecto) a nivel doméstico. Para lograr dicho objetivo, se obtuvo una muestra de 470 personas, seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple, y se midió la huella hídrica en litros al mes por persona haciendo uso de una herramienta web publicada por la Autoridad Nacional del Agua en el Perú (ANA). Al mismo tiempo, se recopiló la siguiente información de los participantes: edad, género y nivel socioeconómico (NSE). Luego de haber procesado la la información, se llevó a cabo un taller virtual para la difusión de los resultados y así iniciar una campaña de sensibilización ambiental en la localidad. Los resultados demostraron que, según el género o la edad, la huella hídrica no presenta diferencias significativas (sig. >0.05) pero respecto a niveles socioeconómicos sí se halló una diferencia significativa entre ellos (sig. <0.05); específicamente al comparar el NSE B con los NSE C y E. También se logró determinar que la mediana de la huella hídrica era mayor a los 10000 litros al mes con un nivel de significancia de 0.00. Al considerar la totalidad de los datos, se identificó a un 38% de pobladores con huella hídrica baja (≤ 10000 litros al mes). Para el análisis inferencial, sin valores atípicos, la probabilidad observada de pobladores con huella hídrica baja fue del 41%; a pesar de ello, la prueba binomial desestimó la probabilidad de que el 50% de la población de Chimbote y Nuevo Chimbote tenga una huella hídrica baja. Finalmente, se concluyó que la huella hídrica en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote se ubica en niveles moderados – altos. Asimismo, se ha resaltado la importancia de llevar a cabo programas de difusión y sensibilización ambiental como alternativas para mejorar el uso de los recursos hídricos.

Palabras clave— huella hídrica, escasez de agua, ANA, sensibilización ambiental

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el cuidado por el medio ambiente ha cobrado mayor relevancia en la comunidad científica y en muchos sectores de la población. En ese sentido, se han creado distintas estrategias para frenar el avance del cambio climático y del calentamiento global, así como para disminuir el impacto ambiental negativo del ser humano sobre el medio ambiente. Toda la problemática ambiental en sí misma presenta distintos puntos sobre los cuales se debe orientar soluciones y mecanismos para una

evaluación constante. La escasez del agua es uno de aquellos puntos que resulta sumamente importante cuando se aborda la coyuntura sobre el cuidado del medio ambiente. Un informe de la Organización de las Naciones Unidas indica que la utilización del agua ha venido incrementándose a una tasa anual del 1%, desde la década de los 80 del siglo pasado, y se estima que dicho valor porcentual se mantenga hasta el 2050 lo que representaría un aumento del 20 o 30% respecto al consumo actual, impulsado principalmente por la industria y el sector doméstico. De la misma manera, dicho informe menciona que más de 2000 millones de personas sobreviven en países con escenarios de escasez de agua y al menos 4000 millones deben atravesar una grave escasez de agua por lo menos un mes al año [1].

La utilización del agua es relevante en muchos aspectos: es un recurso esencial para la vida, se asocia con niveles de pobreza, se relaciona directamente al cambio climático, tiene incidencia en la seguridad alimentaria, influye en problemas de desnutrición; entre otros [2]. Ante dicha realidad, en la actualidad se utilizan indicadores, tales como la huella hídrica, con la intención de mejorar la gestión de los recursos naturales. La huella hídrica es un concepto utilizado por primera vez por Arjen Hoekstra y P. Hung para monitorear el consumo humano de agua dulce; puede referirse a un producto físico, a un consumidor, a una organización o a una región geográfica [3].

La huella hídrica de una nación se entiende como la cantidad de agua empleada en la producción de bienes y servicios consumido por sus habitantes [4]. A nivel individual, según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, la huella hídrica de una persona se encuentra representada por un 3% con relación a lo consumido en casa, cuyo valor es alrededor de los 150 litros al día, mientras que, por otro lado, el 97% de su huella hídrica se deriva de productos que consume, de los cuales se estima que 3400 litros al día pertenecen a productos agrícolas y 1100 litros al día a otros productos industriales [5].

La huella hídrica, debido a su gran similitud conceptual con la huella ecológica, es una herramienta ambiental que

viene consolidándose en la sociedad por su aporte como indicador para evaluar el uso del agua en dimensiones ambientales, sociales y económicas; y es por ello también, que muchas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales buscan mejorar el análisis y la gestión del agua a través de la huella hídrica [6]. Sin embargo, es importante notar que muchos de los trabajos de investigación sobre el tema están orientados a procedimientos técnicos para calcular la huella hídrica de determinados productos, procesos o regiones geográficas; es decir, que existe una brecha entre los estudios realizados y la retroalimentación correspondiente sobre la población en general, que permita generar un cambio de actitud que disminuya el uso del agua como recurso directo en la vida cotidiana y que al mismo tiempo permita reducir el consumismo de la sociedad actual que impacta indirectamente en un uso excesivo de los recursos hídricos disponibles en el planeta.

El Perú es uno de los países con mayor reserva de agua en el mundo, pero al mismo tiempo presenta diferencias hidrológicas extremas lo que lo ubica entre los principales países vulnerables en relación con el cambio climático. Se estima que la huella hídrica por consumo nacional alcanzaría los 32218 hm³ y, en el caso de los sectores productivos, la actividad agropecuaria es la que tiene mayor incidencia en el uso de recursos hídricos [7].

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación ha tenido un enfoque cuantitativo, respecto al diseño de investigación ha sido del tipo no experimental y según su finalidad ha sido aplicada. Asimismo, ha tenido un corte transversal en la recopilación de la información y un alcance descriptivo-explicativo en la interpretación de los resultados.

2.2. Población, muestra y muestreo

La población del estudio estuvo representada por todos los pobladores de los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Ancash – Perú. Según la información disponible en el portal web del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el número de habitantes para el distrito de Chimbote corresponde a 215817 mientras que para el distrito de Nuevo Chimbote la cantidad de pobladores es de 113166 [8]. La muestra fue de 470 pobladores y para calcular su tamaño se utilizó la siguiente ecuación [9]:

$$\frac{N * (\alpha_c * 0,5)^2}{1 + (e^2 * (N - 1))} = \quad (1)$$

Donde:

N = población equivalente a 328983 habitantes

α_c = nivel de confianza equivalente al 97%

e^2 = margen de error correspondiente a 5%

El nivel de confianza estableció una probabilidad del 97% de que los encuestados generen un valor que se encuentre dentro de los intervalos de confianza asociados a la media. Asimismo, el margen de error determinó una dispersión máxima de $\pm 5\%$ respecto a la media de la huella hídrica en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote. Ahora bien, luego de haber calculado el tamaño de la muestra, se procedió a recopilar la información mediante un muestreo probabilístico por selección aleatoria simple.

2.3. Instrumento de recolección de datos

En el Perú, a partir del 2008 se creó la Autoridad Nacional del Agua (ANA); entidad gubernamental responsable de gestionar a nivel técnico y normativo los recursos hídricos a nivel nacional, para que de esa manera se pueda beneficiar con dicho recurso a la ciudadanía en general, oportuna y eficazmente. En ese sentido, el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú juntamente con el ANA han venido desarrollando una campaña de sensibilización ambiental destinada a que los pobladores puedan reconocer la cantidad de agua inherente a sus actividades cotidianas; es decir, su huella hídrica. La investigación realizada hizo uso de la herramienta web denominada “Calcula tu huella Hídrica”, la cual ha sido diseñada como parte de la campaña mencionada y que permite cuantificar la huella hídrica de una persona expresada en litros al mes [9]. Dicha herramienta web evalúa hábitos de higiene, de limpieza y de alimentación.

Los participantes hicieron uso de la herramienta web durante noviembre-2020 y adicionalmente, cada uno de los mismos indicó: edad, género y nivel socioeconómico. Para las categorías del nivel socioeconómico (NSE) se tomó en cuenta lo expresado en el informe “Perfiles socioeconómicos Perú 2019” [10] donde presenta la siguiente clasificación: NSE “A” con un ingreso promedio de 3517 dólares, NSE “B” con un ingreso promedio de 1950 dólares, NSE “C” con un ingreso promedio de 1103 dólares, NSE “D” con un ingreso promedio de 689 dólares y el NSE “E” con un ingreso promedio de 361 dólares.

2.4. Análisis de datos

Los datos se analizaron mediante una estadística descriptiva que permitió clasificar porcentualmente a los participantes del estudio según su edad, género y nivel socioeconómico. Para su presentación, se elaboraron gráficos de barras horizontales y circulares. Asimismo, se utilizó Minitab 18 para elaborar un histograma que grafique los valores cuantitativos respecto a la huella hídrica en litros y, de la misma manera, el software permitió calcular: la media, la

III. RESULTADOS

mediana, intervalos de confianza, normalidad de los datos, entre otros indicadores estadísticos. De la misma manera, se graficó la huella hídrica utilizando categorías para agrupar los valores obtenidos: huella hídrica baja (menor o igual a los 10000 litros al mes), huella hídrica moderada (entre los 10001 y 20000 litros al mes) y huella hídrica alta (mayor a los 20000 litros al mes)

Respecto al análisis inferencial, los datos se tabularon y agruparon para establecer diferencias estadísticas entre sí. En función a los resultados descriptivos de Minitab 18, se estableció que los datos no seguían una distribución normal ya que la prueba de normalidad mediante el estadístico de Anderson-Darling estuvo por debajo de un nivel de significancia de 0.05; en ese sentido, las pruebas estadísticas fueron no paramétricas para determinar diferencias significativas entre los distintos grupos. Asimismo, los datos recopilados atravesaron un análisis gráfico mediante diagramas de caja para identificar valores atípicos y excluirlas de los cálculos estadísticos inferenciales.

Para determinar si existía diferencia estadística entre las medianas y distribuciones de los pobladores agrupados según su género (masculino y femenino), con relación a la huella hídrica en litros al mes, se empleó el software SPSS 25 para aplicar una Prueba de la mediana para muestras independientes y una prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes. Asimismo, para establecer si existía diferencia estadística respecto a los grupos formados según el nivel socioeconómico y a los rangos de edad (grupos > 2), se empleó el software SPSS 25 para aplicar una Prueba de la mediana para muestras independientes y una Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Adicionalmente, se utilizó una comparación por parejas al hallarse diferencia significativa entre más de dos grupos.

Por otro lado, se evaluó la siguiente hipótesis general: la huella hídrica de los pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote se ubica en un nivel moderado-alto por encima de los 10000 litros al mes. Para ello se hizo uso de la Prueba de Wilcoxon para una muestra en Minitab 18 y determinar si la huella hídrica presentaba una mediana igual o mayor a los 10000 litros al mes por persona. Asimismo, se utilizó una Prueba Binomial en SPSS 25 para evaluar si la huella hídrica se presentaba con una probabilidad del 50% de ser igual o menor a los 10000 litros al mes por persona.

Todas las pruebas inferenciales se aplicaron con un nivel de significancia asintótica del 0.05 y un nivel de confianza del 95%.

Finalmente, se realizó una valoración subjetiva de los resultados en función a la relevancia de estos como medio de sensibilización ambiental para mejorar el uso de los recursos hídricos de la localidad.

Los resultados de la investigación se iniciaron con la descripción estadística de los datos generales de los encuestados y con los valores de la huella hídrica individual.

3.1. Análisis descriptivo de los resultados

En la Fig. 1 se muestra la distribución de los pobladores encuestados según su género y edad. Respecto al género femenino, se registró un 54.89% de mujeres participantes dentro del estudio mientras que del sexo masculino la proporción fue de 45.11%. En cuanto a los rangos de edad, un 68.51% de los pobladores seleccionados tenían una edad entre 15 y 21 años, un 17.66% presentaba una edad entre 22 y 40 años y un 13.83% estuvo entre los 41 y 81 años.

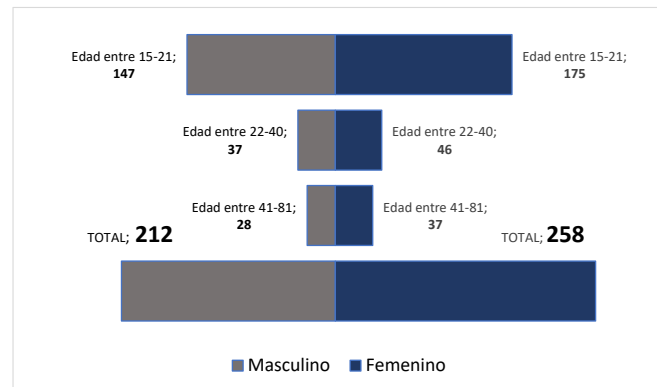


Fig. 1 Pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote que participaron de la encuesta, según género y edad

En la Fig. 2 se muestra la distribución de los pobladores encuestados según su nivel socioeconómico (NSE). Se puede observar que el 37.66% se ubicaba en el NSE E, un 27.66% en el NSE D, el 18.94% en un NSE C, el 11.28% en un NSE B y para el NSE A solo el 4.47%.

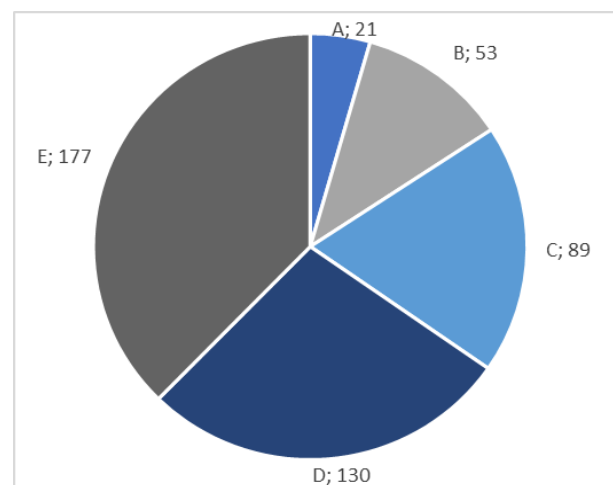


Fig. 2 Pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote que participaron de la encuesta, según nivel socioeconómico

En la Fig. 3 se muestra el histograma que grafica la distribución de frecuencias obtenidas respecto a la huella hídrica expresada en litros al mes por persona. Visualmente, se pudo aseverar que los datos hallados sobre la huella hídrica no presentaban una distribución normal, lo cual se confirmó a través de los siguientes valores: asimetría = 2.7116, curtosis = 11.1323 y prueba de normalidad de Anderson-Darling con un estadístico de 30.86 (valor $p < 0.005$). Al considerar la totalidad de los datos, sin restricciones de valores atípicos, se pudo establecer un promedio de 17863 litros al mes por persona, con una desviación estándar de 15658 litros al mes por persona; lo cual demostraba una alta dispersión de los datos respecto a la media (coeficiente de variación 87.67%). Asimismo, se obtuvo un valor mínimo de 2311 litros al mes por persona y un máximo de 133249 litros al mes por persona; sin embargo, el tercer cuartil se ubicó en los 22366 litros al mes por persona lo que indicaba que el 75% de los pobladores tenía una huella hídrica igual o por debajo de ese valor.

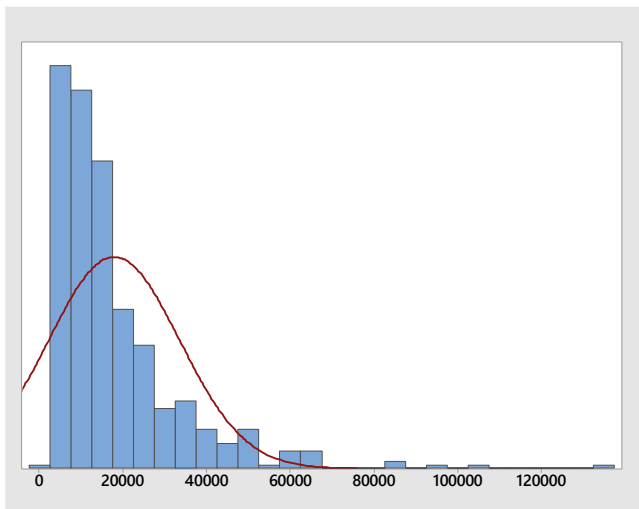


Fig. 3 Histograma de la huella hídrica en litros/mes por persona entre pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote (2020)
Fuente: Minitab 18

En la Fig. 4 se puede observar que la media presentaba un intervalo de confianza entre los 16444 y 19282 litros al mes por persona. De la misma manera, se pudo establecer que la mediana estaba en un intervalo de confianza entre los 11620 y los 13995. Dichos resultados aseguran una probabilidad del 95% de que la población de Chimbote y Nuevo Chimbote tengan una huella hídrica entre los parámetros establecidos.

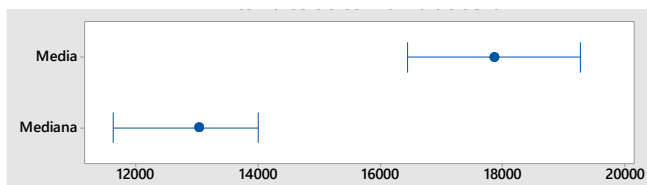


Fig. 4 Intervalos de confianza al 95% para la media y la mediana de la huella hídrica (litros al mes) entre pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote
Fuente: Minitab 18

En la Fig. 5, se nota que solo 38 pobladores por cada 100 presentaban una huella hídrica baja (<10000 litros por mes)

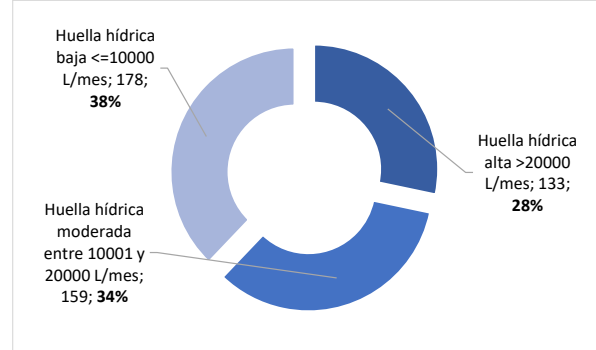


Fig. 5 Niveles de la huella hídrica (baja, moderada y alta) en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote

3.2. Análisis inferencial respecto al género y la huella hídrica

En la Figura 6 se pueden apreciar los resultados según el género de los pobladores. En el caso de las mujeres (género femenino) el 50% de ellas presentaron una huella hídrica entre los 7562 y 19569 litros al mes, su mediana se calculó en los 13002 litros al mes, registraron un valor mínimo de 3177 litros al mes y un máximo que se ubicó en los 36328 litros al mes, así mismo, se identificaron valores atípicos en el grupo a partir de los 38050 litros al mes. En el caso de los varones (género masculino) la huella hídrica tuvo una mediana 3.97% mayor que la de las mujeres y se calculó en 13516 litros al mes, el 50% se halló entre los 7621 y 23092 litros al mes, su valor mínimo fue de 2311 y el máximo de 46282; mientras que, los valores atípicos se identificaron a partir de los 46548 litros al mes.

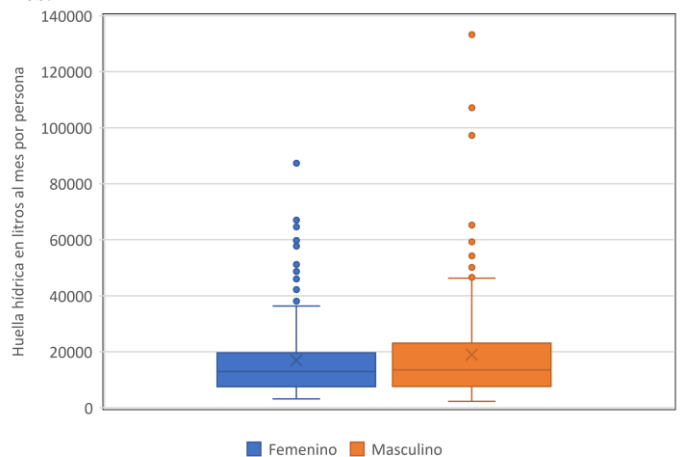


Fig. 6 Diagrama de cajas respecto a la huella hídrica en litros por mes de pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote, según el género

A través de la Tabla I se pudo determinar que no existía una diferencia significativa entre los pobladores, según su género ($\text{sig.} > 0.05$). Por lo tanto, se puede afirmar que la huella hídrica entre mujeres y hombres de Chimbote y Nuevo Chimbote es la misma (igualdad en las medianas y en la distribución)

TABLA I
COMPARACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA ENTRE POBLADORES DE CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE AGRUPADOS SEGÚN SU GÉNERO

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las medianas de la huella hídrica son las mismas entre las categorías de género	Prueba de la mediana para muestras independientes	0.89	Retener hipótesis nula
La distribución de la huella hídrica es la misma entre las categorías de género	Prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.13	Retener hipótesis nula

Fuente: SPSS 25

3.3. Análisis inferencial respecto al nivel socioeconómico y la huella hídrica

En la Fig. 7 se puede observar los resultados de la huella hídrica según los niveles socioeconómicos (NSE) de los pobladores. El NSE B fue el grupo con mayor huella hídrica media ya que se le calculó una mediana de 18455 litros al mes, y en el caso del valor medio más bajo, se presentó en el NSE C con una mediana de 11469 litros al mes. El 50% de los pobladores clasificados en el NSE A presentaron valores entre los 8056 y 24173 litros al mes, en el NSE B el 50% de los datos se ubicaron entre los 9106 y 18455 litros al mes y dentro del NSE C la mitad de los resultados estuvieron comprendidos entre los 7483 y 27665 litros al mes. Estos resultados muestran una mayor dispersión de los datos en dichos niveles socioeconómicos. Por otro lado, una menor dispersión se observó en el NSE D, donde el 50% de los valores estuvo entre los 7889 y 19614 litros al mes, y en el NSE E, el cual recopiló un 50% de sus datos entre los 7460 y 18567 litros al mes. También se puede destacar que los valores más altos se presentaron en los NSE A, B y C (>40000 litros al mes) y los valores más bajos se ubicaron en los NSE D y E (75% de los datos fueron menores a los 20000 litros al mes). Respecto a la presencia de valores atípicos, se logró identificar cifras relevantes en los NSE B (>59242), NSE D (>42214) y el NSE E (>35529).

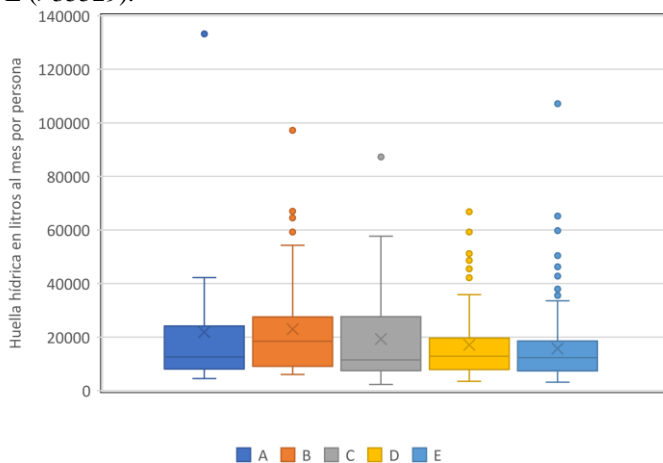


Fig. 7 Diagrama de cajas respecto a la huella hídrica en litros por mes de pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote, según el nivel socioeconómico

En la Tabla II se puede observar una probabilidad de error del 21% al aseverar que las medianas de los NSE son iguales. Sin embargo, se identificó una diferencia significativa (sig. <0.05) entre las distribuciones de estos.

TABLA II
COMPARACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA ENTRE POBLADORES DE CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE AGRUPADOS SEGÚN SU NIVEL SOCIOECONÓMICO

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las medianas de la huella hídrica son las mismas entre las categorías del nivel socioeconómico	Prueba de la mediana para muestras independientes	0.21	Retener hipótesis nula
La distribución de la huella hídrica es la misma entre las categorías del nivel socioeconómico	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.01	Rechazar la hipótesis nula

Fuente: SPSS 25

Al existir una significancia experimental de 0.01 en la Prueba de Kruskal-Wallis, se podía afirmar que por lo menos uno de los niveles socioeconómicos difería significativamente del resto. En ese sentido, se procedió a realizar una comparación entre parejas para determinar dichas diferencias. En la Fig. 8 se puede apreciar que la huella hídrica de los pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote ubicados en el NSE B presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a la huella hídrica de los pobladores clasificados en el NSE C y E (sig. <0.05).

Muestra 1-...	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
A-B	-35,627	33,588	-1,061	,289	1,000
C-A	2,907	31,390	,093	,926	1,000
E-C	9,429	15,281	,617	,537	1,000
C-C	24,395	17,888	1,364	,173	1,000
C-A	27,302	30,610	,892	,372	1,000
E-C	33,824	16,789	2,015	,044	,439
E-A	36,730	29,981	1,225	,221	1,000
C-B	38,533	22,609	1,704	,088	,883
C-B	62,928	21,513	2,925	,003	,034
E-B	72,357	20,609	3,511	,000	,004

Fig. 8 Comparación entre parejas para determinar diferencias significativas en la distribución de la huella hídrica según niveles socioeconómicos

Fuente: SPSS 25

3.4. Análisis inferencial respecto a la edad y la huella hídrica

En la Fig. 9 se presentan los resultados de la huella hídrica en función a la edad de los pobladores participantes.

Los pobladores entre 22 y 40 años presentaron una mediana de 14 208 litros al mes, la cual fue superior en 9% respecto a los pobladores con edades entre 15 y 21 años y un 13% mayor en comparación con los habitantes cuya edad fluctuaba entre los 41 y 81 años. Sin embargo, cabe destacar que los pobladores entre 15 y 21 años presentaron los casos más alto de la huella hídrica, incluso sobrepasando los 40000 litros al mes; así mismo, fue el grupo donde se detectó una mayor incidencia de valores atípicos a partir de los 48257 litros al mes. Por otra parte, los pobladores con edades entre los 41 y 81 años mostraron valores más bajos ya que el 75% de los valores identificados estuvo por debajo de los 20000 litros al mes.

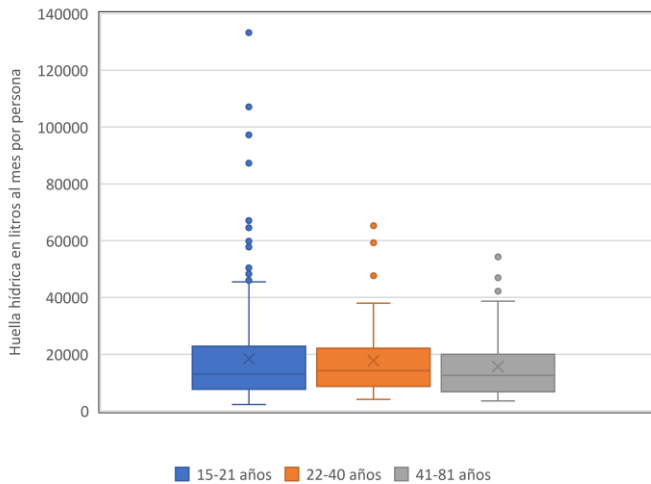


Fig. 9 Diagrama de cajas respecto a la huella hídrica en litros por mes de pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote, según su rango de edad

En la Tabla III se muestra que el análisis inferencial estableció que la huella hídrica no presenta una diferencia significativa ($\text{sig.} > 0.05$) en función a la edad. En concordancia con dicho resultado, se puede afirmar que la huella hídrica entre los pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote es la misma entre distintos rangos de edad.

COMPARACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA ENTRE POBLADORES DE CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE AGRUPADOS SEGÚN SU EDAD

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las medianas de la huella hídrica son las mismas entre las categorías de la edad	Prueba de la mediana para muestras independientes	0.67	Retener hipótesis nula
La distribución de la huella hídrica es la misma entre las categorías de la edad	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.54	Retener hipótesis nula

Fuente: SPSS 25

3.5. Comprobación de la hipótesis general de la investigación

En la Tabla IV se muestra el análisis realizado respecto a la mediana de la huella hídrica en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote. el valor p obtenido fue menor a 0.05 lo cual

indicaba que la mediana de la huella hídrica estaba por encima de los 10000 litros al mes (huella hídrica moderada o alta)

PRUEBA DE WILCOXON RESPECTO A LA HUELLA HÍDRICA DE POBLADORES DE CHIMBOTE Y NUEVO CHIMBOTE

Hipótesis	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Hipótesis nula H0: mediana = 10000 Hipótesis alterna H1: mediana > 10000	69476	0.00

Fuente: Minitab 18

En la Figura 10 se evaluó la probabilidad de que el 50% de pobladores tuvieran una huella hídrica baja, es decir, menor a los 10000 litros al mes. La probabilidad observada fue de 41% y para dicha probabilidad el nivel de significancia fue de 0.00 lo que indicó a su vez que no era probable que el 50% de los pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote tuvieran una huella hídrica baja; en contraste con ello, es mucho más probable que más del 50% tenga una huella hídrica moderada o alta (>10000 litros al mes).

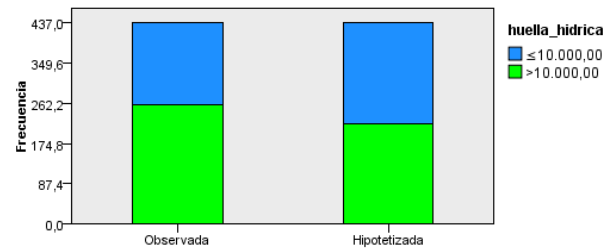


Fig. 10 Prueba binomial para los valores obtenidos de la huella hídrica expresada en litros al mes por persona

Fuente: SPSS 25

3.5. Importancia de los resultados de la medición de la huella hídrica como herramienta de sensibilización ambiental

El cálculo de la huella hídrica más actividades de sensibilización en función a los resultados obtenidos, es una estrategia de educación ambiental que genera un sentido de responsabilidad en los participantes lo cual a su vez impulsa a los mismos a comunicar, replicar y transmitir la experiencia adquirida [11]. Es por ello, que la presente investigación no solo se limitó a la cuantificación de la huella hídrica, sino que por el contrario también se buscó la concientización de los pobladores participantes mediante talleres virtuales donde se explique los conceptos básicos y donde se interpreten los resultados.

En la Fig. 11 se muestra la videoconferencia realizada con la finalidad de poder sensibilizar a los participantes por medio de la difusión de los resultados del estudio. Dicho evento virtual inició explicando la problemática que se atraviesa a nivel mundial por la escasez del agua. Asimismo, se explicó el concepto de huella hídrica y se resaltó su importancia como un

indicador para ser más responsables y eficientes en la utilización directa e indirecta del agua. En concordancia con ello, ya que la huella hídrica mide el uso de agua a través de los productos que consume una persona, también se detalló la huella hídrica de ciertos alimentos y productos comunes en el uso diario de muchas personas para que de esa manera los participantes puedan ser conscientes de que cada una de sus decisiones de compra tiene un impacto sobre los recursos hídricos disponibles en el planeta. Otro punto que se destacó en la charla virtual fue que la huella hídrica se puede mejorar siempre y cuando se haga un cambio en los hábitos de una persona; es decir, que el compromiso de cada poblador debía ser cambiar sus hábitos alimenticios, de vestimenta e incluso de higiene y de limpieza.



Fig. 11 Videoconferencia para difundir los resultados de la huella hídrica en pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote

Los resultados que se difundieron también se contrastaron con otros informes sobre el tema en el Perú. Por ejemplo, se estima que la huella hídrica de una persona en Lima se ubica en aproximadamente 17528 litros al mes, solo considerando su consumo en productos agropecuarios dentro de su canasta básica familiar [12]; es decir, se ubicarían en un rango moderado-alto según la escala utilizada por la presente investigación. Por otro lado, una evaluación de la huella hídrica en 777 estudiantes de Arequipa (Perú) determinó un valor mensual de 9369 litros/mes, una huella hídrica baja según la escala del presente estudio y que resulta inferior si se compara con el valor medio de 13028 litros/mes obtenido para los pobladores entre 15 y 21 años de Chimbote y Nuevo Chimbote [13].

IV. CONCLUSIONES

Se pudo concluir que, más del 50% de los pobladores de Chimbote y Nuevo Chimbote presentan una huella hídrica moderada o elevada (>10000 litros al mes). Asimismo, la evaluación de los resultados permitió determinar que la huella hídrica no depende de la edad o del género ya que no se hallaron diferencias significativas en las distintas categorías planteadas para dichas variables; sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas al analizar la huella

hídrica en distintos niveles socioeconómicos, de manera específica, diferencias entre el NSE B y los NSE C y E. Finalmente, es relevante destacar que la huella hídrica es un indicador primordial para reducir el uso ineficiente del agua y por ello resulta importante como herramienta de sensibilización ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a los estudiantes del curso de Individuo y Medio Ambiente, sección 6593, de la Universidad Tecnológica del Perú Filial de Chimbote, por su aporte invaluable en la recopilación de la información y en la organización del evento virtual para la difusión de los resultados, que a su vez permitió llevar a cabo el proyecto de responsabilidad social universitaria planificado por el curso.

REFERENCIAS

- [1] Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- [2] A. Luna, A. Yate y D. Fúquene, "Huella hídrica: una reflexión para la adopción de prácticas corporativas sustentables", *Documentos de trabajo de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente*, vol. 1, no 1, pp. 1-16, junio 2017.
- [3] R. del Mercado y M. Buenfil, "Huella hídrica de América Latina: Retos y oportunidades" *Aqua-LAC*, vol. 4, no 1, marzo 2012.
- [4] A. Ávila, "Agua virtual en Colombia: Definición y evaluación mediante la huella hídrica e implicaciones" *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, vol. 8, no 1, pp. 216-228, diciembre 2019.
- [5] C. Toledo, "La huella hídrica también es mi responsabilidad" *Revista Análisis de la Realidad Nacional*, vol. 7, no 139, pp. 57-64, abril 2018.
- [6] M. Peña, J. García y L. Arévalo, "Estimación de la huella hídrica de los estudiantes y trabajadores de la Universidad Máximo Gómez Báez", *Universidad & Ciencia*, vol. 1, no 27, pp. 1-16, diciembre 2019.
- [7] Huella Hídrica del Perú. Sector Agropecuario, Ministerio de Agricultura y Riego-Autoridad Nacional del Agua-Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/huella_hidrica_final.pdf
- [8] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Series Nacionales. <https://www.inei.gob.pe/sistemas-consulta/>
- [9] Estadística aplicada a las ciencias sociales, Universidad Pontificia Comillas de Madrid. <https://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestr a.pdf>
- [10] Informe Perfiles Socioeconómicos Perú 2019, IPSOS. <https://www.ipsos.com/es-pe/caracteristicas-de-los-niveles-socioeconomicos-en-el-peru>
- [11] S. Delgado, J. Trujillo y M. Torres, "La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico: ejercicio con comunidades rurales de Villavicencio" *Revista Luna Azul*, vol. 1, no 36, junio 2013.
- [12] Infografía - Huella Hídrica en nuestro consumo, Ministerio de Agricultura y Riego-Autoridad Nacional del Agua-Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación. https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2015/09/infografia_huella_hidrica.pdf
- [13] Universitarios de Arequipa consumen más de 9 mil litros de agua al mes, Autoridad Nacional del Agua <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/137298-universitarios-de-arequipa-consumen-mas-de-9-mil-litros-de-agua-al-mes>