



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA HUELLA
HÍDRICA DE ALUMNOS DE LA CARRERA DE
BIOLOGÍA DE TRES FACULTADES DE LA
CIUDAD DE MÉXICO Y RECOMENDACIONES
DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

MONDRAGÓN MONROY GABRIEL

DIRECTOR DE TESIS: DR ARCADIO MONROY ATA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA VEGETAL

CIUDAD DE MÉXICO, 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***Y fueron enterrados por la orilla de la arena
en las olas del mar. Y entonces, en un solo
golpe de agua, llegaron las aguas.***

***Y cuando fue robada la Gran Serpiente, se
desplomó el firmamento
y hundió la tierra...***

Chilam Balam de Chumayel

Dedicatoria

A mis Padres

Por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, por su perfecto e incondicional apoyo en todo el trayecto de mi vida, en mi educación, formación académica y personal.

A toda la Familia Monroy y Mondragón Mora

Por sus ánimos y compartir todos esos inolvidables momentos.

A la familia Ríos López

Por su confianza, apoyo y oportunidades brindadas.

A mis amigos

Por brindarme su amistad sin importar la situación, así como sus consejos. Ustedes saben quiénes son...

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México

Por permitirme realizarme como profesional y permitirme vivir la experiencia de estar en la mejor universidad de este país y una de las mejores de Iberoamérica.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Por el espacio y apoyo para mi formación académica.

A mi director Dr. Arcadio Monroy Ata

Por su tiempo y disposición para la realización de esta tesis.

A mis sinodales:

M. en C. Armando Cervantes Sandoval

Dra. Esther Matiana García Amador

Dr. Guillermo Artemio Blancas Arroyo

Biól. Aida Zapata Cruz

Por su gran apoyo, aporte de conocimientos y valiosas observaciones que permitieron mejorar este trabajo.

Contenido

Resumen

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	2
2.1 Tipo de agua de huella hídrica	3
2.2 Tipos de huella hídrica	4
2.3 Caudal ecológico	5
2.4 Huella hídrica en México	5
2.5 Agua Virtual	6
2.6 Sustentabilidad de la huella hídrica	6
3. Justificación	7
4. Problemática	8
5. Hipótesis	8
6. Objetivos	8
6.1 Objetivo General	8
6.2 Objetivos Particulares	9
7. Diseño Metodológico	9
7.1 Zona de Estudio	9
7.2 Cuestionario huella hídrica (HH)	9
7.3 Diseño de estudio	10
8. Resultados	12
8.1 Pruebas estadísticas (análisis comparativo no paramétrico, prueba de Kruskal Wallis)	12
8.2 Componentes principales de la huella hídrica	21
9. Discusión	26
10. Conclusiones	29
11. Referencias	30
12. Anexos	33

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de cuestionarios a aplicar por Facultad	10
Tabla 2. Estructura de la base de datos del cuestionario de HH	10
Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis de HH de las tres Facultades	13
Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la FES Zaragoza	14
Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la Facultad de Ciencias	15
Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la Universidad Simón Bolívar	16
Tabla 7. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos de los géneros en la Universidad Simón Bolívar	17
Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis de HH de la categoría de Alimentos de las tres Facultades	18
Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis de HH de la categoría de Hogar de las tres Facultades	19
Tabla 10. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos de la categoría de Hogar de las tres Facultades	20
Tabla 11. Autovalores huella hídrica	21
Tabla 12. Autovectores huella hídrica	21
Tabla 13. Autovalores de la categoría de Alimentos	23
Tabla 14. Autovectores de la categoría de Alimentos	23
Tabla 15. Autovalores de la categoría de Hogar	24
Tabla 16. Autovectores de la categoría de Hogar	25
Tabla 17. Síntesis del análisis de resultados de la HH	28

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para el análisis estadístico del índice de huella hídrica	11
Figura 2. Porcentaje de mujeres y hombres de la población estudiada de las tres Facultades (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar).	12
Figura 3. Media de huella hídrica de las tres Facultades	13
Figura 4. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la FES Zaragoza	14
Figura 5. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la Facultad de Ciencias	15
Figura 6. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la Universidad Simón Bolívar	16
Figura 7. Comparación de la categoría de Alimentos de la huella hídrica de las tres Facultades	18
Figura 8. Comparación de la categoría de Hogar de la huella hídrica de las tres Facultades	19
Figura 9. Componentes principales de la huella hídrica de las tres Facultades	21
Figura 10. Componentes principales de la categoría de Alimentos de las tres Facultades	22
Figura 11. Componentes principales de la categoría de Hogar de las tres Facultades	24

Resumen

Este trabajo se realizó con el fin de calcular y comparar el índice de huella hídrica (HH) de los alumnos de la Carrera Biología de tres Facultades de la Ciudad de México (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar). Esto se llevó a cabo por medio de un cuestionario de 20 preguntas, que considera el patrón de vida y el nivel de consumo propios de la cultura mexicana. El estudio consistió en aplicar 120 encuestas en cada una de las Facultades; posteriormente, se realizó un análisis estadístico de los datos mediante el programa *InfoStat*, para realizar comparaciones entre las tres Facultades, por género y por categoría (Alimentos y Hogar). Los resultados dieron una media de huella hídrica de 1701.74 m³/hab/año para la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 1683.91 m³/hab/año para la Facultad de Ciencias (CU) y 1664.38 m³/hab/año para la Universidad Simón Bolívar. Estos datos no presentan diferencias estadísticamente significativas al comparar las tres Facultades en general. Analizando por sectores, para la categoría de Alimentos dieron una media de 1701.74 m³/hab/año para la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 1630.61 m³/hab/año para la Facultad de Ciencias (CU) y 1611.25 m³/hab/año para la Universidad Simón Bolívar, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la categoría de Hogar, las cuales dieron una media de 49.55 m³/hab/año para la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 53.30 m³/hab/año para la Facultad de Ciencias (CU) y 53.13 m³/hab/año para la Universidad Simón Bolívar. Así también, el índice de la media de HH más elevado por género corresponde a los Hombres con 1863.45 m³/hab/año, en contraste con la menor media para las Mujeres con 1504.01 m³/hab/año, ambos pertenecientes a la Universidad Simón Bolívar, mostrando diferencias estadísticamente significativas. Por lo anterior, se proponen algunas de medidas de mitigación para la sección de alimentos como a) disminuir el consumo de carne en general b) alimentarse con alimentos nutritivos de origen vegetal, con cultivo en zonas aledañas c) recurrir a una dieta balanceada, evitando excesos d) consumir alimentos de temporada (origen nacional preferentemente) y e) realizar en lo posible cultivos caseros. Así también, para la sección de hogar se recomienda a) reducción de tiempos de ducha y lavado b) utilizar aparatos ahorradores de agua (por ejemplo: regaderas, lavadoras, taza de WC y grifos ahorradores) c) utilizar carga adecuada para el lavado de ropa y trastes d) utilizar detergentes de libre enjuague, así como de tipo biodegradable y e) limpieza, mantenimiento y revisión periódica de las instalaciones del suministro de agua. Finalmente se concluye que conocer el nivel personal de consumo hídrico contribuye a concientizar a los estudiantes sobre el uso del agua y que esto se traduzca en un menor impacto ambiental.

Palabras clave: huella hídrica, análisis estadístico, medidas de mitigación.

1. Introducción

La educación es vista como un derecho humano fundamental y también como un promotor de valores y actitudes que pueden fomentar prácticas de convivencia entre los estudiantes y los ciudadanos (Gottlieb *et al.*, 2011). Por ello, en las propuestas de educación ambiental es necesaria la implementación de estrategias para que las comunidades se informen sobre temas ambientales y tomen conciencia del uso que están dando a los recursos naturales (Delgado *et al.*, 2013).

Asimismo, es importante destacar que este proceso de aprendizaje debe estar de acuerdo con la cultura y las necesidades de una población dentro del mismo país (Ribas, 2013). Por ejemplo, la capacidad de las personas para gestionar sus recursos hídricos puede mejorarse mediante una formación específica (Molden, 2007). Para esto existe un indicador cuantitativo: la huella hídrica (HH).

Los cambios en el comportamiento y la actividad humana se están acelerando, lo que afecta la demanda de agua y su oferta (WWAP, 2009). Así mismo, el mundo actualmente enfrenta la aceleración del cambio climático, la inestabilidad económica y los límites de uso de recursos (Lyon, 2011). Por lo tanto, las vidas y los medios de subsistencia dependen del agua para su desarrollo (Zhao *et al.*, 2017).

Así, la huella hídrica (HH) se define como el volumen total de agua que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de un país (Chapagain y Hoekstra, 2004). Este concepto se introdujo con el fin de proporcionar información sobre cómo se usa el agua en la producción y complementar así los indicadores tradicionales de uso del líquido por los diferentes sectores. Como indicador agregado, muestra los requerimientos totales de agua de un país y es una medida del impacto del consumo humano sobre los recursos hídricos.

El estudio de la huella hídrica contribuye al conocimiento de los flujos reales de agua a través de la producción y consumo, permitiendo identificar el origen y destino, así como la forma en que es utilizada para satisfacer necesidades o generar riqueza (Chapagain y Hoekstra, 2004). Sin embargo, uno de los principales desafíos de la sustentabilidad de los recursos hídricos en el mundo está relacionado con el aumento inexorable de la demanda de agua necesaria para satisfacer las crecientes necesidades de la población (Konar *et al.*, 2011; Strzepek y Boehlert, 2010). De la misma manera, la protección del capital natural, incluyendo su capacidad para renovar o regenerarse, representa un aspecto fundamental de la sustentabilidad (Monfreda *et al.*, 2003).

Siguiendo un enfoque integrado, la gestión del agua se vuelve muy compleja, ya que debe considerar los intereses de todos los ciudadanos. No solo los efectos ambientales y ecológicos de cualquier acción de manejo del agua son importantes, sino también los impactos económicos, sociales y culturales (Treitler, 2012). Por lo anterior, el objetivo de este documento es realizar un análisis comparativo del índice de HH individual de los alumnos de la Carrera de Biología de tres Facultades: FES

Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar de la Ciudad de México, con la finalidad de caracterizar sus impactos ambientales individuales e identificar los sectores con más peso en su HH. Esto permitirá hacer recomendaciones puntuales para maximizar el aprovechamiento de los recursos hídricos y lograr una HH sustentable.

2. Marco Teórico

El agua y la energía son recursos naturales críticos que sostienen la civilización moderna. Como uno de los recursos más valiosos del planeta, el agua dulce es un elemento esencial de mantenimiento de la vida que no puede ser reemplazado (Koehler, 2008).

El siglo XXI ha sido considerado por Monroy (2017), como la centuria del medio ambiente debido a problemáticas del entorno como la contaminación de suelos, agua y aire, la escasez del recurso hídrico para uso humano. Estos impactos pueden ser causados de manera directa, como los que derivan del consumo de recursos naturales (agua, alimentos, vestido, vivienda).

En la actualidad existen desequilibrios entre la oferta y la demanda del recurso agua y/o entre sus diversos usos generados por el aumento de la población, lo cual prende las alarmas de instituciones internacionales preocupadas por la gestión del agua, dado que gran parte de la población no tiene conciencia del uso que se le está dando al recurso. Esto hace necesario mejorar el conocimiento acerca de la gestión y cuidado del recurso hídrico (Vélez y Correa, 2002).

El ser humano utiliza grandes cantidades de agua para sus actividades cotidianas (beber, cocinar, lavar) pero mucha más para producir alimentos, papel, ropa y demás productos que consume (Chapagain y Hoekstra, 2004).

Globalmente, la demanda de agua para producir alimentos, suministrar industrias y sostener a las poblaciones urbanas y rurales aumenta continuamente desde hace muchos años (Hoff, 2009). Además, un número cada vez mayor de regiones del mundo se enfrenta a la escasez de agua dulce (Hoekstra *et al.*, 2012). El tema del consumo de agua puede compararse con el del uso de la tierra (Borucke *et al.*, 2013).

Lo común a todas las huellas ambientales es que cuantifican la apropiación humana del capital natural (Hoekstra y Wiedmann, 2014). Por ello, en los últimos años se han propuesto huellas de agua como indicadores para evaluar la sostenibilidad, eficiencia y equidad de las asignaciones de agua en un contexto global (Wichelns, 2017).

El indicador de la huella hídrica (HH) aborda la cuestión de la apropiación de los recursos hídricos por la humanidad. De forma similar a las huellas ecológicas y de

carbono, la justificación de la evaluación de HH se basa inicialmente en una perspectiva de consumo, ya que cuantifica tanto el uso directo como indirecto (es decir, toda la cadena de suministro) del agua en la elaboración de productos o asociados al patrón de consumo de una persona o de una población (Hoekstra *et al.*, 2011). Se considera que tiene el potencial de sustentar una declaración de producto ambiental y actuar como una comunicación del desempeño ambiental a las partes interesadas (Ridoutt *et al.*, 2009).

Conociendo que la huella hídrica per cápita es el volumen total de agua utilizado para producir los bienes y servicios que un individuo consume, esta se obtiene multiplicando todos los bienes y servicios consumidos por un habitante promedio por su respectivo contenido virtual de agua. Los principales factores que determinan la huella hídrica per cápita son: 1) El consumo de agua promedio por persona; 2) Los hábitos de consumo de sus habitantes; 3) El clima, en particular la evaporación, que determina las condiciones de cultivo; y 4) La eficiencia de uso de agua en la producción agrícola e industrial.

La huella hídrica es un indicador de apropiación de agua dulce (en m³/año), desarrollado como un análogo a la huella ecológica, que es un indicador del uso del espacio biológicamente productivo (en ha) (Hoekstra, 2009).

La HH considera la fuente de donde proviene el agua y, en función de ello, la clasifica en 3 tipos o colores: azul, verde y gris. Los costos de oportunidad, el manejo y los impactos para cada uno difieren significativamente para cada color (Agroder, 2012).

La HH considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 componentes básicos:

- Volumen
- Color/clasificación del agua
- Lugar de origen del agua
- Momento de extracción del agua

2.1 Tipo de agua de huella hídrica

Agua azul - Se denomina así a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros) y subterráneos. La HH azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea de determinada cuenca, entendiendo consumo como extracción. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como HH (Agroder, 2012).

Agua verde - Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad, siempre y cuando no se convierta en escorrentía (Falkenmark y Rockström, 2006).

Igualmente, la huella hídrica verde se concentra en el uso de agua de lluvia, específicamente en el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal (Agroder, 2012).

Agua gris - Es toda el agua contaminada por un proceso. Sin embargo, la huella hídrica gris no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de éstos y los estándares locales de calidad del agua vigentes (Agroder, 2012).

2.2 Tipos de huella hídrica

Huella hídrica de un producto – a) El volumen de agua dulce utilizada para producir el producto, sumado a lo largo de las distintas etapas de la cadena de distribución. b) Cuando y donde se utiliza el agua: la huella hídrica incluye una dimensión temporal y espacial. c) Tipo de uso de agua: huella hídrica verde, azul, gris.

Huella hídrica de un consumidor - a) El total de agua utilizada para la producción de los bienes y servicios consumidos. b) Igual a la suma de las huellas hídricas de todos los bienes y servicios consumidos. c) Dimensiones de la huella hídrica: volumen, donde y cuando, tipo de uso del agua: verde, azul, gris.

La huella hídrica de un consumidor ($HH_{\text{consumidor}}$) se calcula sumando la huella de agua directa del individuo y su huella de agua indirecta:

$$HH_{\text{consumidor}} = HH_{\text{consumo directo}} + HH_{\text{consumo indirecto}} \quad [\text{volumen/tiempo}]$$

La huella de agua directa se refiere al consumo de agua y la contaminación que se relaciona con el uso del agua en el hogar. La huella indirecta del agua se refiere al consumo de agua y la contaminación del agua que puede asociarse con la producción de los bienes y servicios utilizados por el consumidor (Hoekstra *et al.*, 2011).

La cantidad de agua verde, agua azul y agua gris que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su huella hídrica (Agroder, 2012).

Al intercambiar productos y servicios, también se intercambian grandes cantidades de agua. Lo que comemos en un día, la ropa que usamos, la energía que consumimos, y todos los productos con los que estamos en contacto requirieron agua en distintas cantidades para su creación, producción o generación (Agroder, 2012).

2.3 Caudal ecológico

Es el régimen del flujo de agua que los ecosistemas requieren para mantener sus componentes, funciones y procesos, mismos que proporcionan bienes y servicios ambientales a la sociedad. Su conservación permite la conectividad a lo largo de toda la cuenca y asegura un balance hidrológico a largo plazo, de lo que depende asegurar la disponibilidad de agua para todos. Si la huella hídrica excede la diferencia entre el caudal natural y el caudal ecológico, la zona padece estrés hídrico. Esto puede suceder estacionalmente, por las variaciones en los flujos durante cada temporada. De esta manera, pueden identificarse *hot spots* o sitios críticos en los que es necesario restringir el uso de agua durante los meses que se rebasa el límite (Agroder, 2012).

2.4 Huella hídrica en México

En cuanto a la HH de consumo per cápita, México ocupa el lugar 49 en el mundo, con 1,978 m³ per cápita al año (superior al promedio mundial, de 1,385 m³ per cápita al año) (CONAGUA, 2016).

Cada ser humano utiliza en promedio 1,385 m³ de agua por año. Sin embargo, las diferencias son muy grandes entre los países. En México la huella hídrica es de 1,978 m³ de agua por persona al año, mientras que en Estados Unidos de América (el país con la huella hídrica más grande) se requieren 2,483 m³ y en China (uno de los países con una huella hídrica más pequeña) 702 m³ de agua (Mahlknecht y Pastén, 2013).

La disponibilidad media de agua en México presenta una distribución desigual estacional y regional. En las regiones administrativas de la zona centro, norte y noroeste del país la disponibilidad media de agua por habitante alcanza niveles críticos de escasez (1,821 m³/hab/año), al contrario de la zona sur y sureste (10,292 m³ /hab/año) (CONAGUA, 2010).

En solo unas cuantas décadas, México pasó de ser un país de alta disponibilidad de agua a uno de baja, debido al crecimiento demográfico, a la creciente demanda en los distintos usos y al manejo poco eficiente del recurso, lo cual ha derivado en una mayor presión a los recursos hídricos. Durante el periodo 1996-2005, México ocupó el segundo lugar en el mundo y el primero en América como importador neto de agua virtual, tanto por comercio agrícola, como pecuario e industrial. Su huella hídrica externa fue de 42.5%, proveniente principalmente de Estados Unidos, Canadá, China y Brasil. Su huella hídrica azul fue la mayor de América Latina; el 87% de la misma no fue sostenible y se concentró en tres países: 56% en México, 39% en Estados Unidos y 2% en España (Vázquez, 2017).

Las huellas se vuelven significativas cuando se evalúan en función de los niveles máximos sostenibles, que se refieren a la capacidad de transporte o asimilación del medio ambiente (Hoekstra, 2016).

2.5 Agua Virtual

Un concepto íntimamente ligado al de la huella hídrica es el que se refiere al contenido de agua virtual (CONAGUA, 2014). El agua virtual ha jugado un papel importante de manera temporal en países que han sufrido fenómenos extremos como sequías o inundaciones, o en forma permanente en aquellos que no cuentan con suficiente agua para producir sus alimentos, bienes o servicios. Por otro lado, algunos países han aprovechado el agua virtual para reducir la presión sobre el medio ambiente (Arreguín *et al.*, 2007).

Por ejemplo, cuando se bebe una taza de café, generalmente se cree que se consumen 125 ml de agua. No obstante, para crecer el grano se requirió agua, que pudo ser agua de lluvia o riego, lo mismo que para los procesos de secado, tostado, molido y empaquetado. En promedio, para una taza de café fueron necesarios 140 litros de agua durante todo su proceso de elaboración. A esta cantidad de agua se le conoce como agua virtual (AV) (Agroder, 2012).

El cultivo de un kilogramo de maíz requiere en promedio 900 litros de agua, mientras que un kilogramo de arroz blanco emplea 3,400 litros. La producción de un kilogramo de carne de res requiere de 15,500 litros, que incluyen el agua que bebe la res a lo largo de su vida y el agua requerida para cultivar los granos que le sirven de alimentos (Hoekstra y Chapagain, 2008).

En general, el consumo per cápita de carne y otros productos animales aumenta con el ingreso promedio per cápita hasta alcanzar cierto nivel de satisfacción (Gerbens-Leenes *et al.*, 2010). También, los cambios en los estilos de vida requerirán grandes cantidades de agua para producir y procesar los bienes y servicios no alimentarios (agua virtual) ejerciendo cada vez más presión sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Así mismo, el comercio virtual del agua también puede desempeñar un papel cada vez mayor en el futuro (Allan, 2011).

2.6 Sustentabilidad de la huella hídrica

La sustentabilidad se refiere a una forma de vida que toma en cuenta los aportes del entorno natural que se denominan servicios ambientales. La sustentabilidad tiene dos dimensiones: influencia y dependencia de estos servicios (Gottlieb *et al.*, 2011).

La sostenibilidad de la huella hídrica de un producto, productor o consumidor depende en parte de los contextos geográficos en los que se encuentran los

diversos componentes de la huella hídrica de un producto, productor o consumidor (Hoekstra *et al.*, 2011).

Los hábitos alimenticios, patrones de consumo y estilo de vida (transporte, tecnología, entretenimiento, ocupación, aficiones) son los factores que determinan la magnitud de la huella hídrica individual. Así mismo, el uso eficiente del agua, está relacionado, con la realización de una función, tarea, proceso o resultado con la mínima cantidad de agua posible (Hellweg y Milà i Canals, 2014).

La gestión del agua de manera eficaz para satisfacer los objetivos alimentarios y ambientales requerirá la acción concertada de individuos de distintas profesiones; en América Latina y el Caribe, 73% de la extracción del agua se utiliza para fines agrícolas, 18% para uso doméstico y el 9% restante para uso industrial. En comparación con la media mundial, 71% se destina para uso agrícola, 9% para uso doméstico y 20% para uso industrial. Otros usos benéficos del vital líquido son en la industria hidroeléctrica, navegación, pesca, minería, aspectos ambientales y recreación. Por otra parte, en la segunda mitad del siglo pasado, América Latina y el Caribe experimentaron un crecimiento demográfico sin precedente en su historia. Es decir, la población aumentó de 167 millones en 1950 a 590 millones de habitantes en 2010 (Mahlknecht y Pastén, 2013). La concentración y el crecimiento acelerado de la población en las localidades urbanas han implicado fuertes presiones sobre el medio ambiente (CONAGUA, 2014). Así mismo, la gestión de los recursos hídricos ha evolucionado con el tiempo, debido a la amenaza de una creciente escasez de agua, la contaminación y el cambio climático (CEPAL, 2012).

3. Justificación

La huella hídrica es un indicador del uso de agua individual, mediante una serie de preguntas, permite conocer un patrón de régimen alimenticio y de uso personal/doméstico expresado en $\text{m}^3/\text{habitante/año}$, el cual es de suma importancia, debido al consumo indirecto de agua en bienes y servicios, los cuales también generan contaminación directa sobre el medio ambiente. Por tal motivo es importante que alumnos de Biología conozcan el índice de HH, de igual manera, es necesario promover en lo posible el aprovechamiento más eficiente el uso de los recursos hídricos; por ello este indicador de HH puede proporcionar información, con la finalidad de concientizar y racionalizar sobre la cantidad necesaria de agua para las actividades cotidianas. Asimismo se puedan identificar rubros donde se pueda ahorrar agua a fin proponer medidas de mitigación particulares.

4. Problemática

Se sabe que a nivel mundial hay una gran problemática en relación al recurso vital universal, el agua. Día a día va en aumento la escasez, dicho recurso es empleado tanto en producción de alimentos, uso personal así como para la generación de bienes.

En México, el uso irracional de los recursos hídricos, combinado con una escasa medida de prevención, normas y falta de educación ambiental han generado que el deterioro del medio ambiente se haya incrementado a un ritmo acelerado.

Por ello, con este análisis comparativo de las distintas Facultades, se podrá comprobar si hay diferencias significativas en los datos obtenidos del total de huellas hídricas de los alumnos de la Carrera Biología. Por estas razones, en este estudio se busca dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿En qué Facultad los alumnos de la Carrera de Biología tienen el índice más alto de huella hídrica individual?
- ¿En qué categoría: alimentos u hogar, hay mayor consumo de agua?
- ¿Qué género tiene un mayor índice de huella hídrica en cada Facultad?
- ¿Cuáles serán las medidas de mitigación más recomendables para cada Facultad?

5. Hipótesis

El índice de huella hídrica será mayor en las mujeres respecto a los hombres, se espera que el índice en la Universidad Simón Bolívar sea el más elevado de las tres Facultades, esto de acuerdo a la mayor disponibilidad de los recursos al ser una institución privada.

6. Objetivos

6.1 Objetivo General

Determinar y comparar la huella hídrica mediante un análisis estadístico entre alumnos de la carrera Biología de las Facultades FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar, así como proponer recomendaciones de las medidas de mitigación en el medio ambiente.

6.2 Objetivos Particulares

- ✓ Comparar el índice de huella hídrica de los alumnos de la Carrera de Biología las diferentes Facultades FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar.
- ✓ Evaluar la huella hídrica de los alumnos de la Carrera Biología de las Facultades FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar de acuerdo al género.
- ✓ Determinar en qué categoría (entre alimentos y hogar) se presenta el mayor índice de huella hídrica.
- ✓ Realizar un listado por categoría con las propuestas recomendadas para mitigar el impacto de la huella hídrica al ambiente.

7. Diseño Metodológico

7.1 Zona de Estudio

Las tres Facultades donde se realizaron las encuestas se ubican dentro de la Ciudad de México:

- a) FES Zaragoza (*Campus II*) ubicada en calle Batalla 5 de Mayo s/n esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, Delegación Iztapalapa, CDMX.
- b) Facultad de Ciencias (CU), UNAM ubicada en Av. Universidad 3000, Circuito Exterior s/n, Delegación Coyoacán, CDMX.
- c) Universidad Simón Bolívar ubicada en Av. Río Mixcoac 48, Col. Insurgentes Mixcoac, Delegación Benito Juárez, CDMX.

7.2 Cuestionario huella hídrica (HH)

Para la obtención de datos sobre la huella hídrica individual de los alumnos de la carrera Biología de las diferentes Facultades: FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar de la Ciudad de México, se les aplicó un cuestionario de 20 preguntas (Anexo A), utilizando una calculadora de huella hídrica basada en los hábitos propios de la cultura mexicana, dividida en sección: a) alimentación y b) hogar, mismo que fue desarrollado en la FES Zaragoza por Monroy Ata (2017).

7.3 Diseño de estudio

El estudio se llevó a cabo en 3 etapas: a) encuesta b) procesamiento de datos y c) análisis comparativo de datos.

En la primer etapa - Se realizaron 120 encuestas (divididas en categoría: alimentos y hogar) al azar a alumnos de la carrera Biología para cada una de las Facultades (FES Zaragoza, CU y Universidad Simón Bolívar) de la Ciudad de México, mediante un muestreo aleatorio donde cada elemento tuvo la misma probabilidad de ser seleccionado para integrar la muestra.

Tabla 1. Número de cuestionarios a aplicar por Facultad.

Aplicación de Cuestionarios			
Sector (HH) Facultad	Alimentación	Hogar	Total
FES Zaragoza (<i>Campus II</i>)	120	120	120
Facultad de Ciencias (CU)	120	120	120
Universidad Simón Bolívar	65	65	65
			305

En la segunda etapa, se procesaron los datos en un tabulador informático como lo muestra la (Tabla 2).

Tabla 2. Estructura de la base de datos del cuestionario de HH.

Facultad (X)								
Parámetro Nombre	Edad	Ocupación	Semestre	Sexo	Sección Alimentos	Sección Hogar	Total	

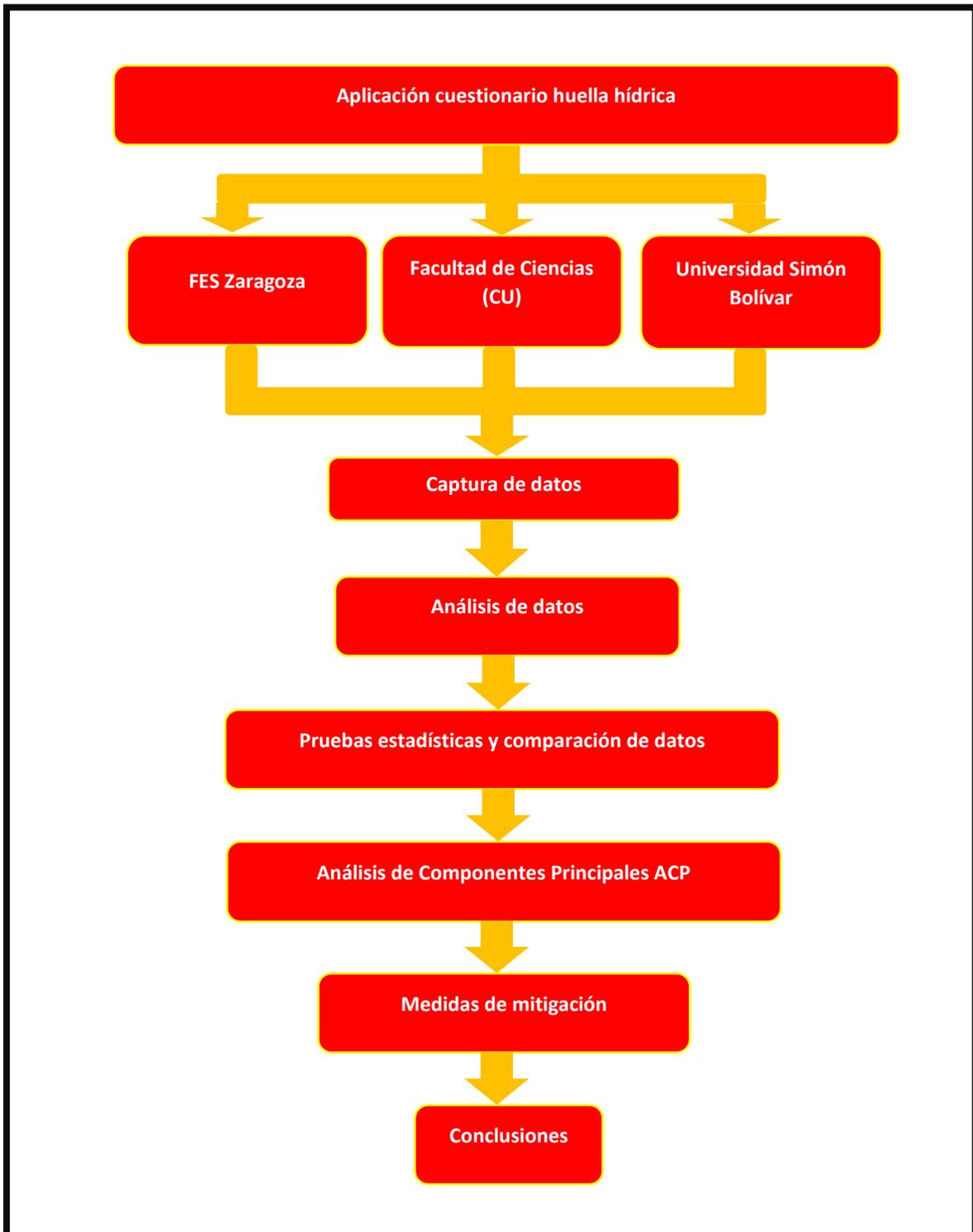


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para el análisis estadístico del índice de huella hídrica.

8. Resultados

La huella hídrica media para México es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016), por lo que el resultado obtenido de la suma de puntos del cuestionario deberá ser comparado y así saber si se está por arriba o por debajo de la media (Monroy, 2017).

El cuestionario se aplicó a una muestra total de 305 alumnos, de los cuales 167 fueron mujeres y 138 hombres (Figura 2).

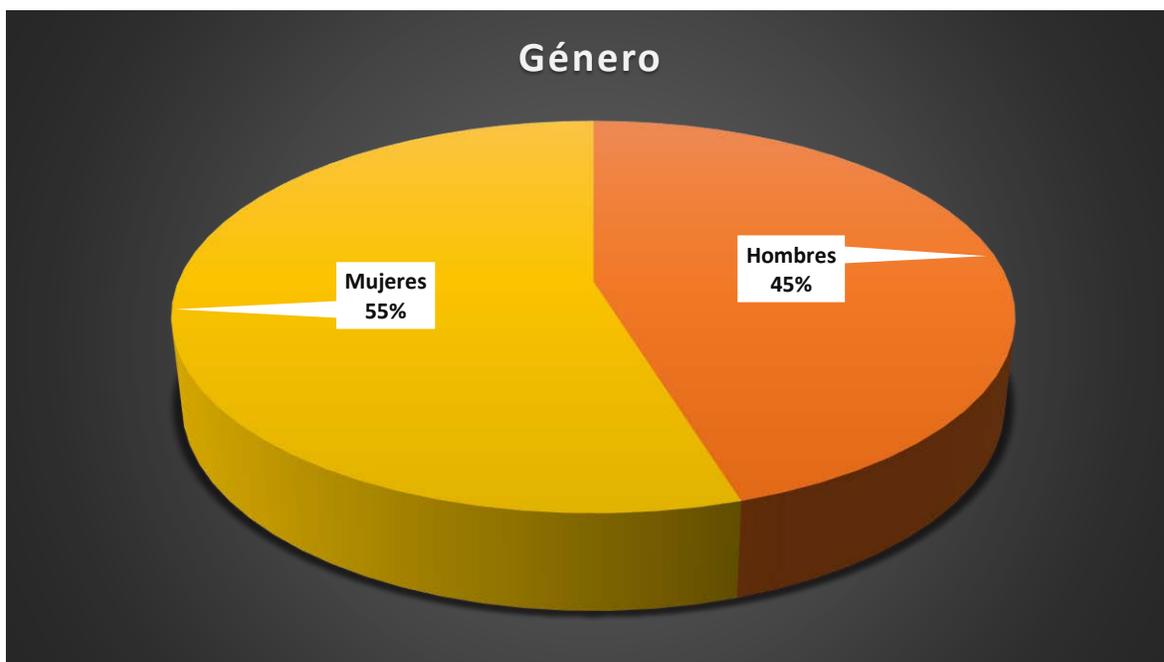


Figura 2. Porcentaje de mujeres y hombres de la población estudiada de las tres Facultades (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar).

8.1 Pruebas estadísticas (análisis comparativo no paramétrico, prueba de Kruskal Wallis).

El análisis de datos se realizó con una ANOVA de 1 factor (Facultad) para la huella hídrica (HH) total y de 2 factores (Facultad y categoría del encuestado), para las variables: sexo y categoría de la huella hídrica (Alimentos y Hogar).

Mediante la prueba de la normalidad Shapiro-Wilks (modificado), se determinó la distribución de los datos que se presentaron de la media de huella hídrica en las poblaciones de alumnos de las Carreras de Biología de la FES Zaragoza, Facultad de Ciencias (CU) y Universidad Simón Bolívar. El resultado de este análisis fue que con una $p < 0.001$, ningún conjunto de datos de las tres Facultades sigue una distribución normal.

Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis como estadística comparativa.

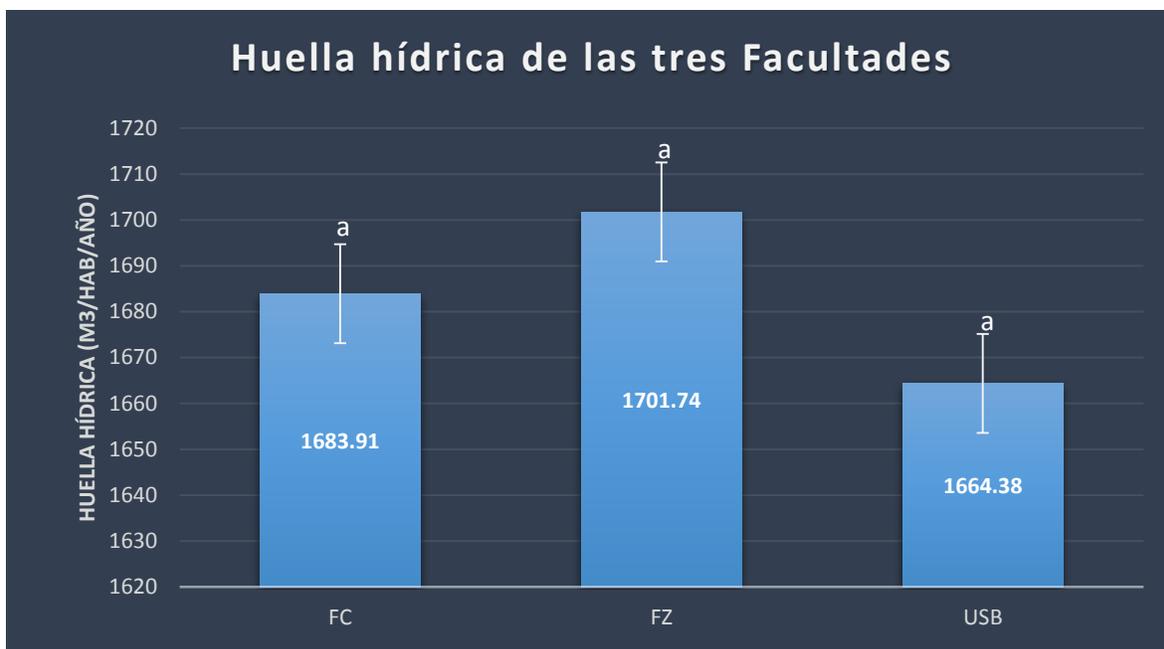


Figura 3. Media de huella hídrica en m³/hab/año, de los alumnos de la Carrera de Biología FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis de la media de huella hídrica en m³/hab/año de la Carrera de Biología de las tres Facultades: FES Zaragoza (FZ), Facultad de Ciencias (FC) y Universidad Simón Bolívar (USB).

Facultad	n	Media HH (m ³ /hab/año)	D.E.	Medianas (m ³ /hab/año)	H	p
FZ	120	1701.74	428.78	1748.00	1.94	0.3794
FC	120	1683.91	376.39	1693.00		
USB	65	1664.38	451.09	1562.50		

FES Zaragoza (FZ), Facultad de Ciencias (FC) y Universidad Simón Bolívar (USB). Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica (m³/hab/año) y D.E. (Desviación Estándar).

En la figura 3 se muestra la media de huella hídrica en m³/hab/año para cada una de las tres Facultades de la Ciudad de México (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar) y se observa que todas las Facultades se encuentran por debajo de la media de HH para México, el cual es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016). Así mismo se observa que la FES Zaragoza tiene la media de huella hídrica más alto de las tres Facultades de la Ciudad de México con 1701.74 m³/hab/año, seguida de la Facultad de Ciencias con 1683.91 m³/hab/año y por último la Universidad Simón Bolívar con 1664.38 m³/hab/año.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH de la Carrera de Biología (tabla 3) de las tres Facultades de la Ciudad de México realizada para analizar si había diferencias significativas, dio como resultado una p de 0.3794, por lo tanto se afirma que no hay diferencias estadísticamente significativas.

Posteriormente se realizó la evaluación de la huella hídrica de los alumnos de la Carrera de Biología de las Facultades FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar de acuerdo al género para analizar si hay o no diferencias estadísticamente significativas.

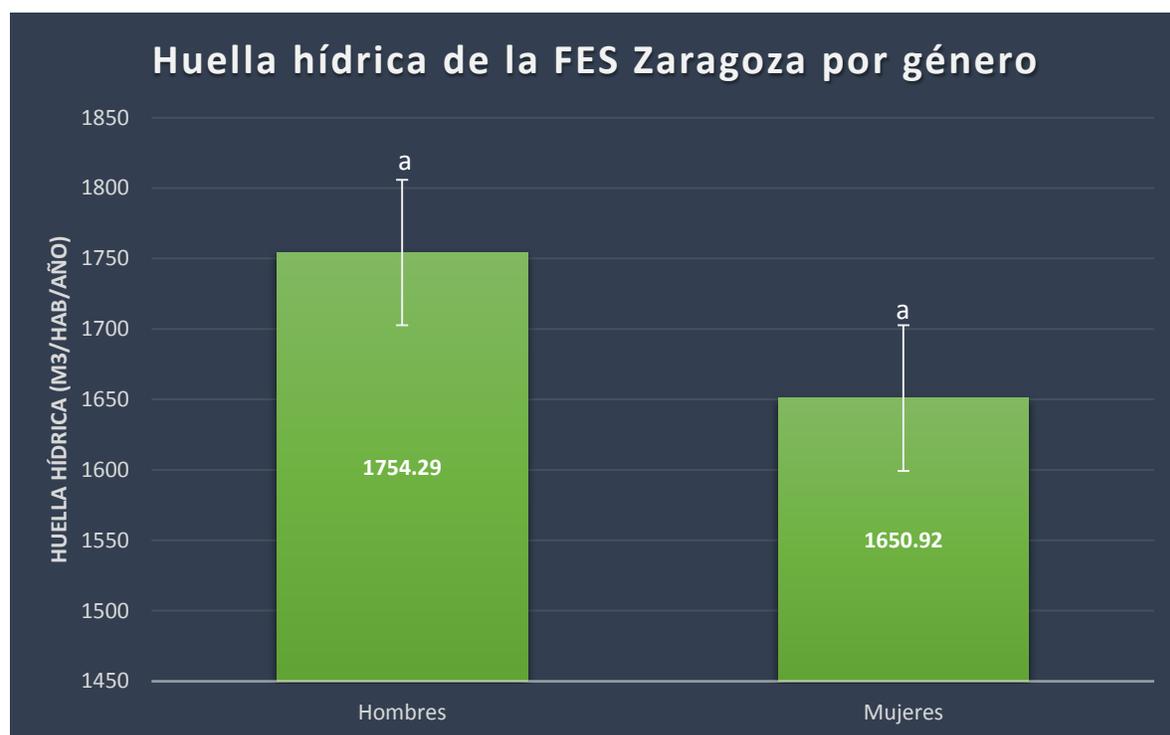


Figura 4. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la FES Zaragoza. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la FES Zaragoza.

Variable	n	Media HH (m ³ /hab/año)	D.E.	Medianas (m ³ /hab/año)	H	p
Hombres	59	1754.29	423.53	1783.50	2.23	0.1353
Mujeres	61	1650.92	431.16	1695.50		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica (m³/hab/año) y D.E. (Desviación Estándar).

En la figura 4 se muestra la comparación de la media de huella hídrica en $m^3/hab/año$ entre los géneros en la FES Zaragoza. Se observa que ambos géneros se encuentran por debajo de la media de HH para México que es de $1978 m^3/hab/año$ (CONAGUA, 2016), así también, es superior la media para hombres con $1554.29 m^3/hab/año$ y menor para mujeres con $1650.92 m^3/hab/año$.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH entre los géneros en la FES Zaragoza (tabla 4) realizada para analizar si había diferencias estadísticamente significativas, dio como resultado una p de 0.1353, por lo tanto se afirma que no hay diferencias estadísticamente significativas.

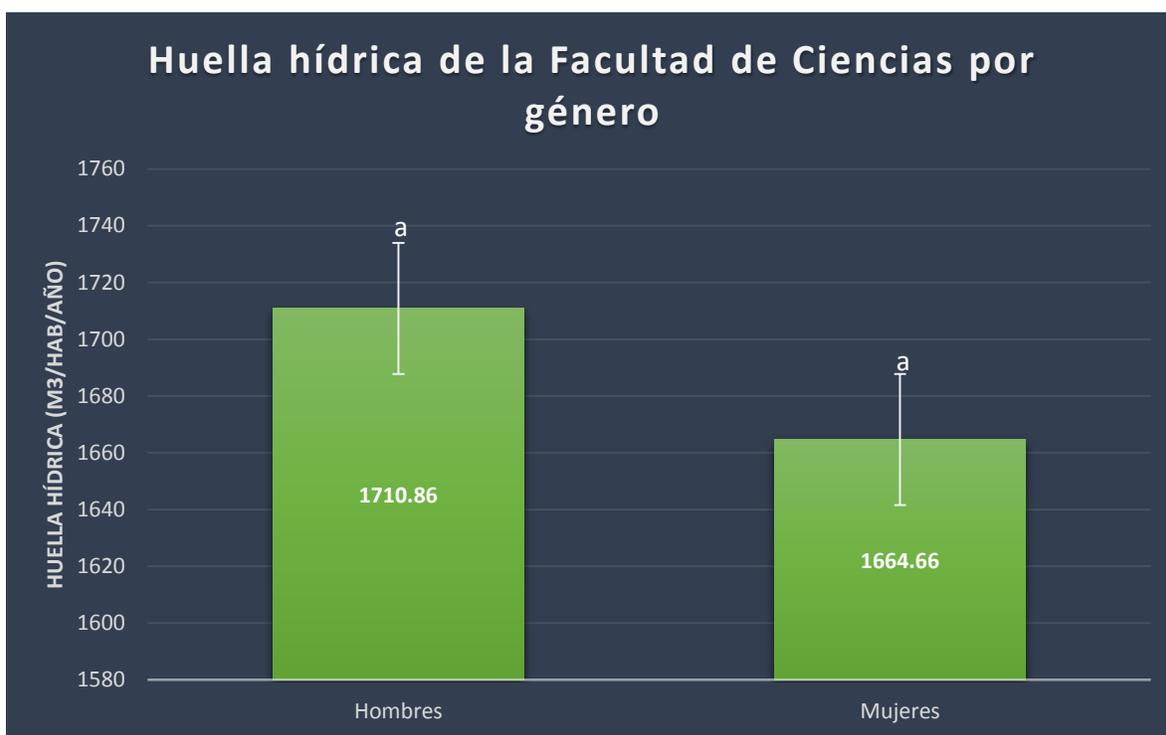


Figura 5. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la Facultad de Ciencias. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la Facultad de Ciencias.

Variable	n	Media HH ($m^3/hab/año$)	D.E.	Medianas ($m^3/hab/año$)	H	p
Hombres	50	1710.86	373.21	1691.00	0.02	0.8836
Mujeres	70	1664.66	380.16	1695.75		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica ($m^3/hab/año$) y D.E. (Desviación Estándar).

En la figura 5 se muestra la comparación de la media de huella hídrica en m³/hab/año entre los géneros en la Facultad de Ciencias. Se observa que ambos géneros se encuentran por debajo de la media de HH para México que es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016), así también, es superior la media para hombres con 1710.86 m³/hab/año y menor para mujeres con 1664.66 m³/hab/año.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH entre los géneros en la Facultad de Ciencias (tabla 5) realizada para analizar si había diferencias estadísticamente significativas, dio como resultado una p de 0.8836, por lo tanto se afirma que no hay diferencias estadísticamente significativas.

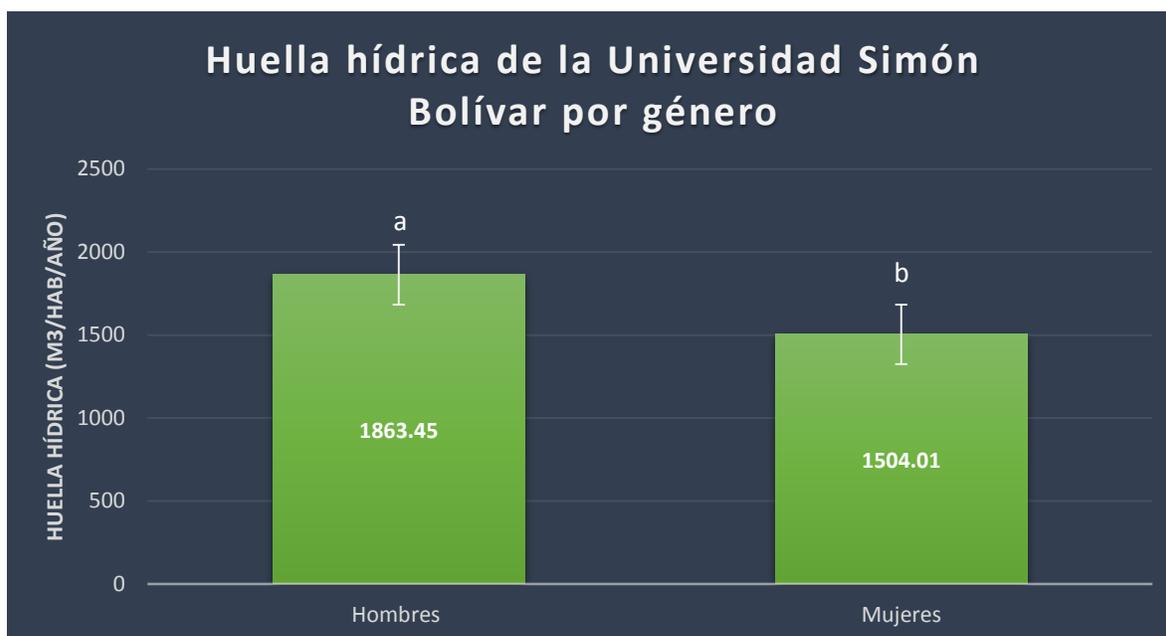


Figura 6. Comparación de la huella hídrica entre géneros en la Universidad Simón Bolívar.

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis de los géneros en la Universidad Simón Bolívar.

Variable	n	Media HH (m ³ /hab/año)	D.E.	Medianas (m ³ /hab/año)	H	p
Hombres	29	1863.45	484.44	1772.50	9.01	0.0027
Mujeres	36	1504.01	353.63	1421.50		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica (m³/hab/año) y D.E. (Desviación Estándar).

Tabla 7. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos de los géneros en la Universidad Simón Bolívar.

Facultad	Rango de media (m ³ /hab/año)		
Universidad Simón Bolívar (Hombres)	26.68	a	
Universidad Simón Bolívar (Mujeres)	40.84		b

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

En la figura 6 se muestra la comparación de la media de huella hídrica en m³/hab/año entre los géneros en la Facultad de Ciencias. Se observa que ambos géneros se encuentran por debajo de la media de HH para México que es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016), así también, es superior la media para hombres con 1863.45 m³/hab/año y menor para mujeres con 1504.01 m³/hab/año. Cabe mencionar que la media para los hombres está casi al límite del consumo individual.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH entre los géneros en la Universidad Simón Bolívar (tabla 6) realizada para analizar si había diferencias estadísticamente significativas, dio como resultado una p de 0.0027, por lo tanto se afirma que hay diferencias estadísticamente significativas (tabla 7).

En general, la población de alumnos de la Carrera Biología de tres Facultades (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar) de la Ciudad de México presentan una huella hídrica por debajo de la media para México, no obstante es necesario analizar que Facultad tiene el mayor índice por categoría.

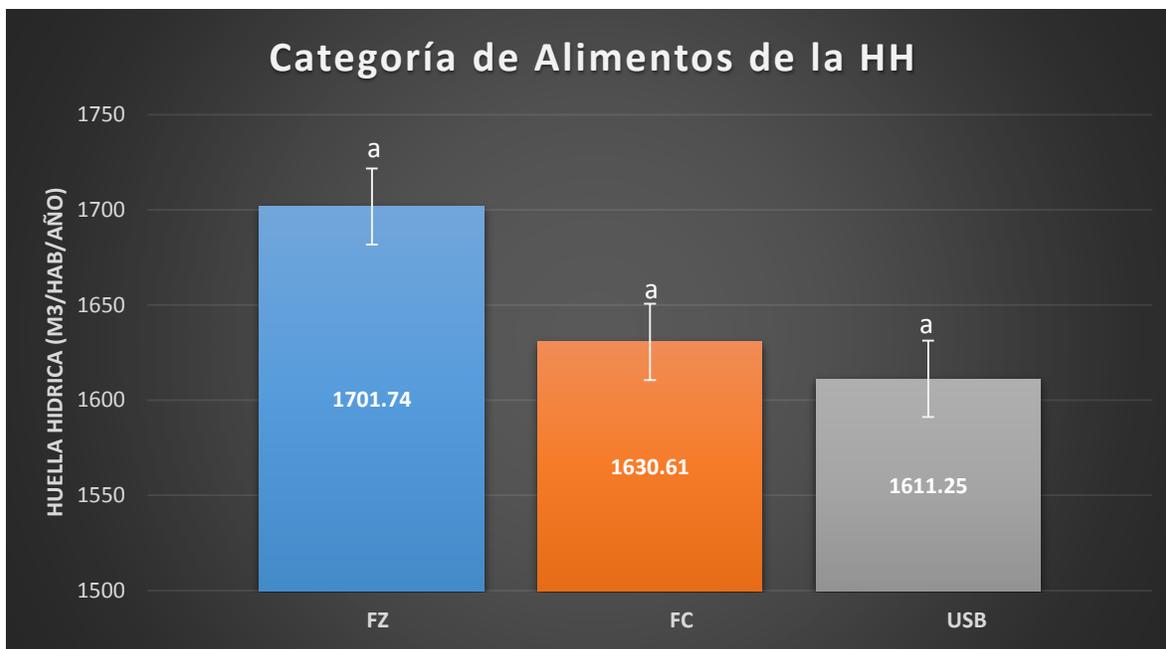


Figura 7. Comparación de la categoría de Alimentos de la huella hídrica en m³/hab/año de los alumnos de la Carrera de Biología FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 8. Prueba de Kruskal-Wallis de la media de huella hídrica en m³/hab/año de la categoría de Alimentos de la Carrera de Biología de las tres Facultades: FES Zaragoza (FZ), Facultad de Ciencias (FC) y Universidad Simón Bolívar (USB).

Facultad	n	Media HH (m ³ /hab/año)	D.E.	Medianas (m ³ /hab/año)	H	p
FZ	120	1701.74	428.78	1748.00	4.81	0.0901
FC	120	1630.61	375.65	1644.50		
USB	65	1611.25	450.93	1502.00		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica (m³/hab/año) y D.E. (Desviación Estándar).

En la figura 7 se muestra la comparación de la media de huella hídrica en m³/hab/año para la categoría de Alimentos entre las tres Facultades de la Ciudad de México (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar) y se observa que todas las Facultades se encuentran por debajo de la media de HH para México, el cual es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016). Así mismo se observa que la FES Zaragoza tiene la media de huella hídrica más alto por categoría (Alimentos) de las tres Facultades de la Ciudad de México con 1701.74 m³/hab/año,

seguida de la Facultad de Ciencias con 1630.61 m³/hab/año y por último la Universidad Simón Bolívar con 1611.25 m³/hab/año.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH para la categoría de alimentos en la Carrera de Biología de las tres Facultades de la Ciudad de México (tabla 8) realizada para analizar si había diferencias estadísticamente significativas, dio como resultado una p de 0.0901, por lo tanto se afirma que no hay diferencias estadísticamente significativas.

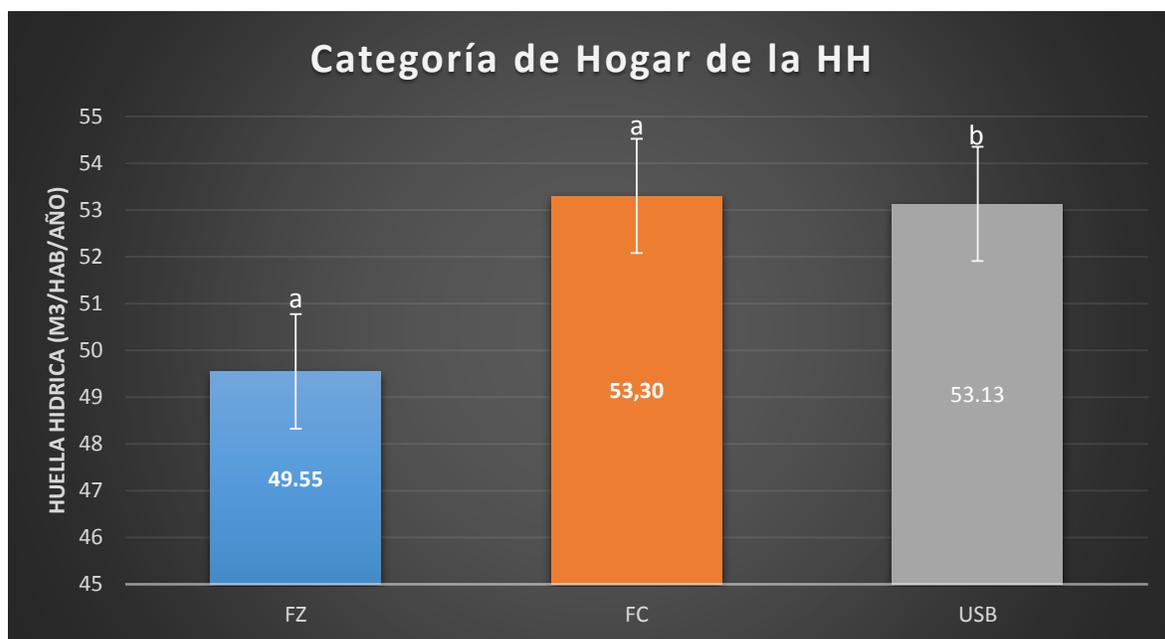


Figura 8. Comparación de la categoría de Hogar de la huella hídrica en m³/hab/año de los alumnos de la Carrera de Biología FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Tabla 9. Prueba de Kruskal-Wallis de la media de huella hídrica en m³/hab/año de la categoría de Hogar de la Carrera de Biología de las tres Facultades: FES Zaragoza (FZ), Facultad de Ciencias (FC) y Universidad Simón Bolívar (USB).

Facultad	n	Media HH (m ³ /hab/año)	D.E.	Medianas (m ³ /hab/año)	H	p
FZ	120	49.55	12.28	50.00	6.37	0.0403
FC	120	53.30	13.05	53.50		
USB	65	53.13	12.38	53.50		

Se evaluó el número de individuos (n), Media de la huella hídrica (m³/hab/año) y D.E. (Desviación Estándar).

Tabla 10. Contrastes entre medias de los rangos de tratamientos de la categoría de Hogar de las tres Facultades.

Facultad	Rango de media (m ³ /hab/año)		
FES Zaragoza	137.29	a	
Universidad Simón Bolívar	160.46	a	b
Facultad de Ciencias	164.67		b

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

En la figura 8 se muestra la comparación de la media de huella hídrica en m³/hab/año para la categoría Hogar entre las tres Facultades de la Ciudad de México (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar), y se observa que la Facultad de Ciencias tiene la media de huella hídrica más alta de las tres Facultades de la Ciudad de México con 53.30 m³/hab/año, seguida de la FES Zaragoza con 53.13 m³/hab/año y por último la Universidad Simón Bolívar con 49.55 m³/hab/año.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis de la media de HH para la categoría Hogar en la Carrera de Biología de las tres Facultades de la Ciudad de México (tabla 9) realizada para analizar si había diferencias estadísticamente significativas, dio como resultado una p de 0.0403, y presentan letras distintas en los rangos de medias (tabla 10), por lo tanto se afirma que hay diferencias estadísticamente significativas en la FES Zaragoza respecto a la Facultad de Ciencias.

8.2 Componentes principales de la huella hídrica

En el análisis de componentes principales se puede reconocer la categoría con el mayor impacto sobre el total de la HH, así mismo, los hábitos de consumo que tienen los alumnos de la Carrera de Biología de la FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar.

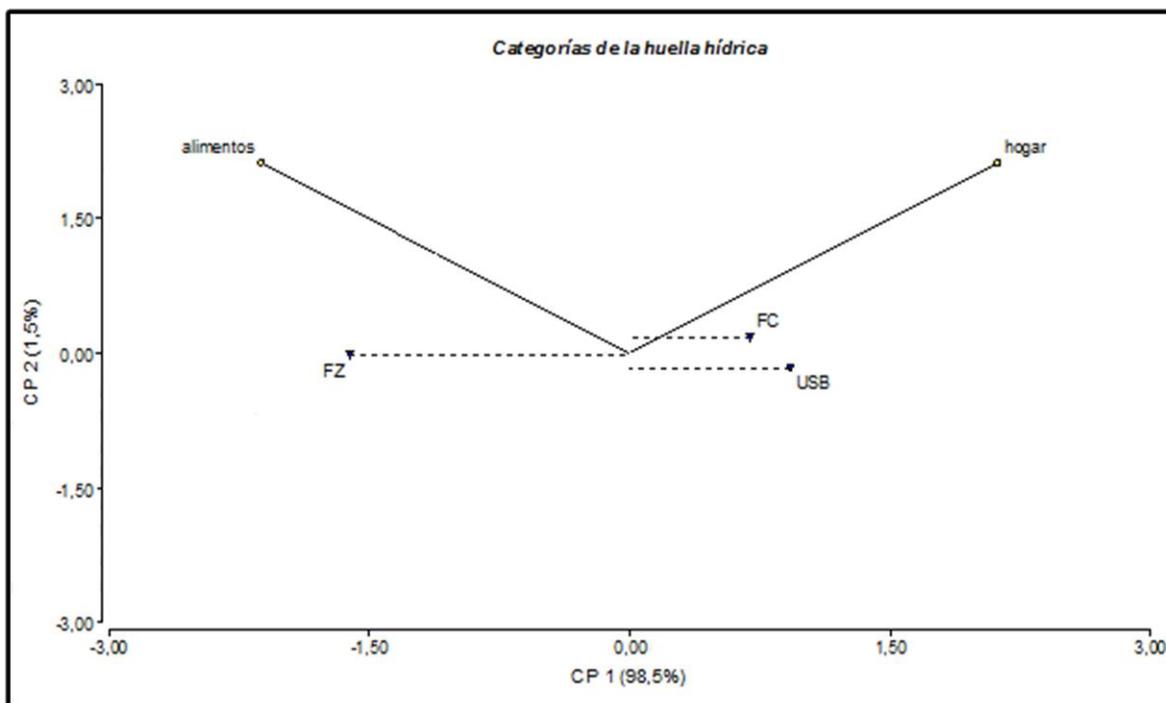


Figura 9. Componentes principales de la huella hídrica de la Carrera de Biología en la FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Tabla 11. Autovalores huella hídrica

Lambda	Valor	%	% Acum
1	1.97	0.99	0.99
2	0.03	0.01	1.00

Tabla 12. Autovectores huella hídrica

Variables	e1	e2
Alimentos	-0.71	0.71
Hogar	0.71	0.71

La CP1 (Tabla 12) está conformada por el rubro Alimentos que recibió el valor negativo más alto. Por otra parte el CP2 (Tabla 12) está conformado por el rubro Hogar que recibió el valor positivo más alto. Por lo tanto, se puede decir que estas categorías Alimentos y Hogar, están negativamente correlacionadas. Esto quiere decir, que el mayor consumo de los alumnos se encuentra en el sector Alimentos. Con estos dos ejes se explicó el 98.5% de la variabilidad total (Figura 9).

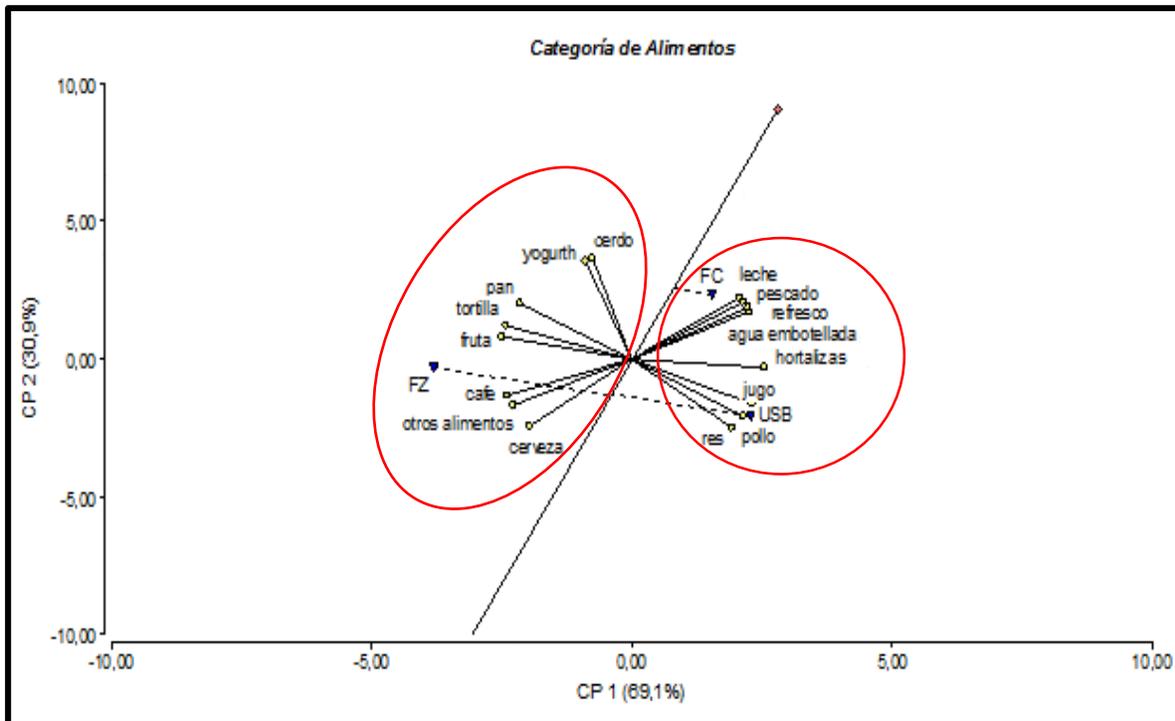


Figura 10. Componentes principales de la categoría de Alimentos en la huella hídrica de la Carrera de Biología en la FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Tabla 13. Autovalores de la categoría de Alimentos

Lambda	Valor	%	% Acum
Fruta	11.06	0.69	0.69
Hortalizas	4.94	0.31	1.00
Jugo	0.00	0.00	1.00
Café	0.00	0.00	1.00
Pan	0.00	0.00	1.00
Tortilla	0.00	0.00	1.00
Res	0.00	0.00	1.00
Pollo	0.00	0.00	1.00
Cerdo	0.00	0.00	1.00
Pescado	0.00	0.00	1.00
Yogurt	0.00	0.00	1.00
Leche	0.00	0.00	1.00
Refresco	0.00	0.00	1.00
Agua embotellada	0.00	0.00	1.00
Cerveza	0.00	0.00	1.00
Otros alimentos	0.00	0.00	1.00

Tabla 14. Autovectores de la categoría de Alimentos

Variables	e1	e2
Fruta	-0.29	0.09
Hortalizas	0.30	-0.03
Jugo	0.27	-0.19
Café	-0.28	-0.15
Pan	-0.25	0.24
Tortilla	-0.28	0.14
Res	0.23	-0.29
Pollo	0.25	-0.24
Cerdo	-0.09	0.43
Pescado	0.25	0.24
Yogurt	-0.10	0.42
Leche	0.24	0.26
Refresco	0.27	0.21
Agua embotellada	0.26	0.22
Cerveza	-0.23	-0.29
Otros alimentos	-0.27	-0.20

La CP1 está conformada por frutas y hortalizas explicando el 69.1% de la variabilidad de los datos (Tabla 14). La CP2 por el contrario está regida por el consumo de cerdo con el mayor valor positivo y contrastando con el consumo de res con el valor mayor negativo (Tabla 14).

Así mismo, se observa un par de conjuntos (Figura 10), en el primero se encuentra la FES Zaragoza relacionada a los rubros de fruta, tortilla, pan, yogurt, cerdo, cerveza y otros alimentos. Por otra parte, en el segundo conjunto se encuentran la Facultad de Ciencias asociada a los rubros de leche, pescado, refresco y agua embotellada. Así también, la Universidad Simón Bolívar con los rubros de pollo, res, jugo y hortalizas.

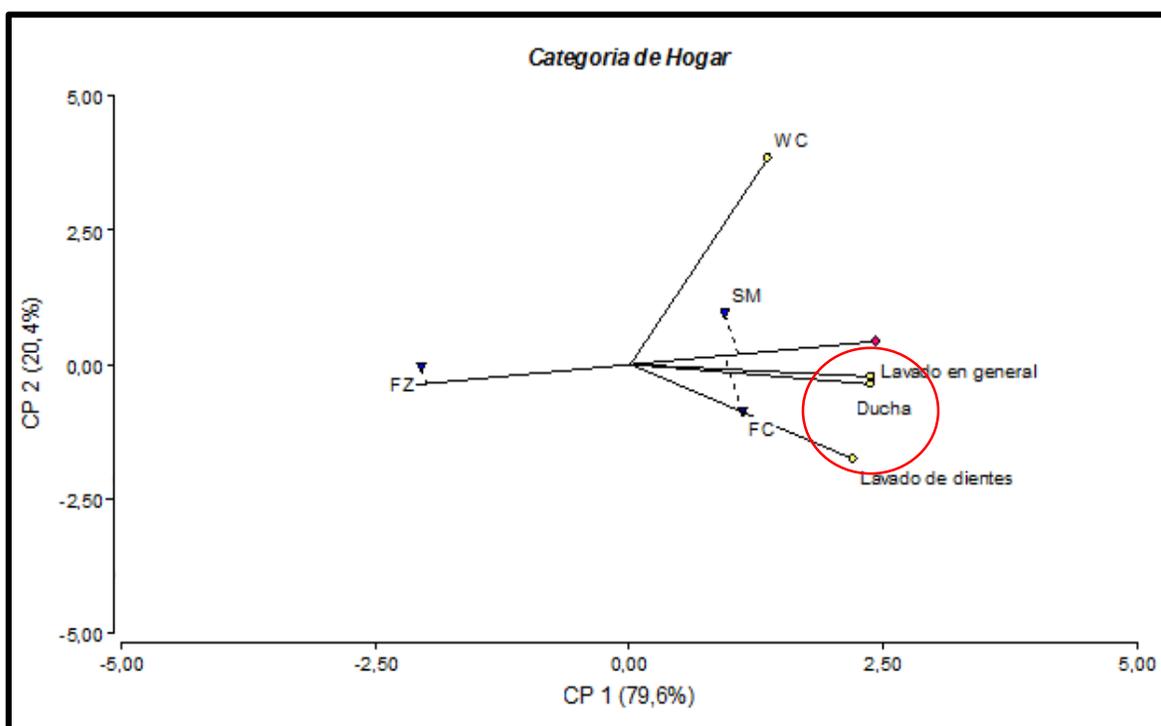


Figura 11. Componentes principales de la categoría de Hogar en la huella hídrica de la Carrera de Biología en la FZ (FES Zaragoza), FC (Facultad de Ciencias) y USB (Universidad Simón Bolívar).

Tabla 15. Autovalores de la categoría de Hogar

Lambda	Valor	%	% Acum
Lavado en general	3.18	0.80	0.80
Ducha	0.82	0.20	1.00
Lavado de dientes	0.00	0.00	1.00
WC	0.00	0.00	1.00

Tabla 16. Autovectores de la categoría de Hogar

Variables	e1	e2
Lavado en general	0.56	-0.05
Ducha	0.56	-0.08
Lavado de dientes	0.52	-0.41
WC	0.32	0.90

La CP1 está conformada por el uso en la ducha explicando el 79.6% de la variabilidad de los datos (Tabla 16). La CP2 por el contrario está regida por el uso de WC con el mayor valor positivo y contrastando con el uso en el lavado de dientes con el valor mayor negativo (Tabla 16).

Así mismo, se observa un conjunto (Figura 11), donde se encuentra la Facultad de Ciencias relacionada a los rubros de lavado de dientes, ducha y lavado en general.

9. Discusión

La media de la HH para México es de 1978 m³/hab/año (CONAGUA, 2016). Se encontró que los alumnos de la Carrera de Biología de la Fes Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar presentan un índice de HH por debajo de la media para México, siendo sustentable, sin embargo, este a su vez se encuentra por encima de la media mundial de 1385 m³/hab/año (CONAGUA, 2016).

De acuerdo al análisis estadístico realizado para cada una de las tres Facultades, la FES Zaragoza tuvo el índice más alto de huella hídrica con una media de 1701.74 m³/hab/año, seguido por la Facultad de Ciencias con una media de 1683.91 m³/hab/año y al final la Universidad Simón Bolívar con una media de 1664.38 m³/hab/año, las tres Facultades no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Al analizar por género no presentaron diferencias estadísticamente significativas, a excepción de la Universidad Simón Bolívar la cual presento el índice de HH más elevado con 1863.45 m³/hab/año para hombres y el más bajo con 1504.01 m³/hab/año para mujeres. Esta diferencia con base en el tiempo de ducha principalmente.

Al analizar por separado las categorías que componen la HH entre las tres Facultades (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar), se observó que en la categoría de Alimentos no hay diferencias estadísticamente significativas y de acuerdo al consumo la FES Zaragoza está más relacionada con el consumo de fruta, café, pan y tortillas principalmente, la Facultad de Ciencias con el pescado, leche, refresco y agua embotellada y la Universidad Simón Bolívar con el pollo, res, y con el jugo. En contraste con la categoría de Hogar la cual tuvo diferencias estadísticamente significativas entre las tres Facultades, con un valor de 49.55 m³/hab/año para la FES Zaragoza, 53.30 m³/hab/año para la Facultad de Ciencias y 53.13 m³/hab/año para la Universidad Simón Bolívar respectivamente, en cuanto al consumo la FES Zaragoza no tuvo una relación específica a un rubro en particular, la Facultad de Ciencias está más relacionada al consumo por lavado de dientes, mientras la Universidad Simón Bolívar está más relacionada al uso por descarga del WC.

En cuanto al comparativo entre las categorías de Alimentos y Hogar de las tres Facultades (FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar), la que presento un valor mayor fue la categoría de Alimentos respecto a la categoría de Hogar, mostrando diferencias altamente significativas, esto de acuerdo a la necesidades primordiales como lo es la alimentación, seguida del aseo personal. Los componentes con mayor peso fueron el consumo de carne en general (cerdo, res, pollo y pescado) para la categoría de Alimentos y el consumo por ducha en la categoría de Hogar, debido al tiempo de duración principalmente, seguido por el uso de descarga de WC, posteriormente por lavado en general y finalmente el uso en el lavado de dientes. Se debe incitar al uso de medidas para reducir el índice de

HH, principalmente en los tiempos de ducha ya que el consumo de agua presenta una relación directamente proporcional en la cantidad de litros respecto al tiempo de duración, por lo tanto, es altamente notable.

Considerando los resultados (tabla 17), se propone la siguiente lista para mitigar el impacto individual de la huella hídrica al ambiente por parte de los alumnos de la Carrera de Biología de la FES Zaragoza, Facultad de Ciencias y Universidad Simón Bolívar.

Medidas de mitigación para disminuir el impacto en el sector de alimentos:

- a) Disminuir el consumo de carne en general.
- b) Alimentarse con alimentos nutritivos de origen vegetal, con cultivo en zonas aledañas.
- c) Recurrir a una dieta balanceada, evitando excesos.
- d) Consumir alimentos de temporada (Origen nacional preferentemente).
- e) Realizar en lo posible cultivos caseros.

Medidas de mitigación para disminuir el impacto en el sector de hogar:

- a) Reducción de tiempos de ducha y lavado.
- b) Utilizar aparatos ahorradores de agua (por ejemplo: regaderas, lavadoras, taza de WC y grifos ahorradores).
- c) Utilizar carga adecuada para el lavado de ropa y trastes.
- d) Utilizar detergentes de libre enjuague, así como de tipo biodegradable.
- e) Limpieza, mantenimiento y revisión periódica de las instalaciones del suministro de agua.

Tabla 17. Síntesis del análisis de resultados de la HH de la Carrera de Biología de la FES Zaragoza (FZ), Facultad de Ciencias (FC) y Universidad Simón Bolívar (USB).

Parámetro \ Facultad	FZ media	FC media	USB media	Observaciones
HH total (m ³ /hab/año)	1701.74 a	1683.91 a	1664.38 a	Índice sustentable para México, elevado conforme al índice global, sin diferencias estadísticamente significativas
Categoría de Alimentos de la HH (m ³ /hab/año)	1701.74 a	1630.61 a	1611.25 a	Diferencias en consumo de carnes principalmente sin ser estadísticamente significativas
Categoría de Hogar de la HH (m ³ /hab/año)	49.55 a	53.30 b	53.13 a	Diferencias en el tiempo de ducha principalmente, siendo estadísticamente significativas
HH (m ³ /hab/año) por género	H: 1754.29 a M: 1650.92 a	H: 1710.86 a M: 1664.66 a	H: 1863.45 a M: 1504.01 b	Diferencias basadas en el consumo de carne y tiempo de ducha, siendo estadísticamente significativas

H: Hombres. M: Mujeres. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05).

10. Conclusiones

La FES Zaragoza presenta el mayor índice de HH de las tres Facultades, seguida por la Facultad de Ciencias y por último la Universidad Simón Bolívar, estas no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

En el índice de HH por género, la FES Zaragoza y Facultad de Ciencias, no presentan diferencias estadísticamente significativas, por el contrario si hay diferencias significativas para la Universidad Simón Bolívar.

Los hombres presentan un índice de HH superior respecto a las mujeres en las tres Facultades.

La FES Zaragoza tiene el mayor índice de HH para la categoría de Alimentos, así mismo, la categoría de Alimentos es la que presenta un valor mayor y los rubros de carnes en general tienen el mayor peso.

La Facultad de Ciencias tiene el mayor índice de HH para la categoría de Hogar, el rubro de ducha es el que presentó el mayor peso.

Aunque los índices de huella hídrica sean menores que la media para México, y se consideren sustentables, se recomienda en general aplicar medidas de mitigación puesto que el índice de HH global es aún menor.

Finalmente, se pretende que con las medidas propuestas se reduzca el impacto ambiental de manera individual y hacer conciencia sobre el aprovechamiento del recurso vital por excelencia, el agua.

11. Referencias

- Agroder. (2012). Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica. DF, México: WWF México y Agroder.
- Allan, T. (2011). The water-food-trade nexus and global water resource security. UK Irrigation.
- Arreguín, F. I., López, M., Marengo, H., y Tejeda, C. (2007). Ingeniería hidráulica en México. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. 22(4), 121-132.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Iha, K., Gracey, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J. C., Wackernagel, M., y Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: the national footprint accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24(2013), 518-533.
- CEPAL (Comisión Económica de los Países de América Latina). (2012). Water and a green Economy in Latin America and the Caribbean (LAC). Santiago, Naciones Unidas.
- Chapagain, A. y Hoekstra, A. (2011). The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, 70(4), 749-758.
- Chapagain, A.K. y Hoekstra, A. Y. (2004). *Water footprints of nations, value of water. Research Report Series 16*. Delf., Netherlands. UNESCO-IHE.
- CONAGUA. (2016). *Numeragua México 2016*. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2014). *Estadísticas del agua en México 2014*. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2010). *Estadísticas del agua en México 2010*. México: Comisión Nacional del Agua.
- Delgado, S. M., Trujillo, J. M. y Torres, M. A. (2013). La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico: ejercicio en las comunidades rurales de Villavicencio. *Luna Azul*, 36(2013), 70-77.

- Falkenmark, M. y Rockström, J. (2006). The new blue and green water paradigm: Ground for water resources planning and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(2006), 121-129.
- Gerbens-Leenes, P.W., Nonhebel, S. y Krol, M.S. (2010). Food consumption patterns and economic growth. Increasing affluence and the use of natural resources. *Appetite*, 55(2010), 597–608.
- Gottlieb, D., Vigoda, G. E., Haim, A. y Kissinger, M. (2011). The ecological footprint as an educational tool for sustainability: a case study analysis in an Israeli public high school. *International Journal of Educational Development*, 32(2012), 193-200.
- Hellweg, S. L. y Milà i Canals. (2014). Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*, 344(6188), 1109-1113.
- Hoekstra, A. Y. (2016). A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA. *Ecological Indicators*, 66(2016), 564-573.
- Hoekstra, A.Y. y Wiedmann, T.O. (2014). Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science*, 344(6188), 1114-1117.
- Hoekstra, Y., Mekonnen, M., Chapagain, A., Mathews, R. y Richter, B. (2012). Global monthly water scarcity: blue water footprints versus blue water availability. *Plus One*, 7(2), 1-9.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. y Mekonnen, M. M. (2011). *The water footprint assessment. Manual: setting the global standard*. London, UK: Earthscan.
- Hoekstra, A. Y. (2009). Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*, 68(7), 1963–1974.
- Hoekstra, A.Y. y Chapagain, A. K. (2008). *Globalization of water: sharing the planet's freshwater resources*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A. y Chapagain, A. (2007). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*. 21, 35-48. Doi: 10.1007/s11269-006-9039-x.
- Hoff, H. (2009). Global water resources and their management. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2009), 141-147.

- Koehler, A. (2008). Water use in LCA: managing the planet's freshwater resources. *Int. J. Life Cycle Asses*, 13(2008), 451-455.
- Konar, M., Dalin, C., Suweis, S., Hanasaki, N., Rinaldo, A., y Rodriguez-Iturbe, A. I. (2011). Water for food: the global virtual water trade network. *Water Resources Research*, 47(2011), 1029-1037.
- Lyon, A. (2011). Achievements and gaps in indicators for sustainability. *Ecological Indicators*, 17 (2012), 14-19.
- Mahlknecht, J. y Pastén Zapata, E. (2013). *Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Molden, D (Ed.). (2007). *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London, UK: Erthscan-Internacional Water Manegement Institute.
- Monfreda, C., Wackernagel, M. y Deumling, D. (2003). Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy*, 21(2004), 231-246.
- Monroy, A. (Ed.). (2017). *La huella ecológica de estudiantes mexicanos*. Ciudad de México, México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza – UNAM, PAPIIME PE206414, 188-190.
- Ribas, S. (2013). The enviromental education as a path for global sustainability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106(2013), 2769-2774.
- Ridoutt, B.G., Eady, S.J., Sellahewa, J., Simons, L., y Bektash, R. (2009). Water footprinting at the product brand level case study and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 17(2009), 1228-1235.
- Strzepek, K., y Boehlert, B. (2010). Competition for water for the food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365(2010), 2927-2940.
- Treitler, R. (2012). Integrated water fee. *APCBEE Procedia*, 4(2012), 122–129.
- Vázquez, R. y Lambarri, J. (2017). *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- Vélez, J. y Correa, P. (2002). *Implementación de un sistema de información geográfica (SIG) para apoyar la gestión del recurso hídrico en la Cuenca de la Quebrada Chachafruto*. XV Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Medellín.
- Wichelns, D. (2017). Volumetric water footprints, applied in a global context, do not provide insight regarding water scarcity or water quality degradation. *Ecological Indicators*, 74(2017), 420-426.
- WWAP (World Water Assessment Programme). (2012). *The united nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk*. Paris, UNESCO.
- WWAP (World Water Assessment Programme). (2009). *The united nations world water development report 3: water in a changing world*. Paris: UNESCO.
- Zhao, X., Tillotson, M.R., Liu, Y.W., Guo, W. y Li, Y.F. (2017). Index decomposition analysis of urban crop water footprint. *Ecological Modelling*, 348(2017), 25-32.

12. Anexos

A. Cuestionario de la Huella hídrica. Tomado de La Huella Ecológica de estudiantes mexicanos (Monroy, 2017).

CUESTIONARIO DE HUELLA HÍDRICA PERSONAL

La Huella Hídrica te ayuda a identificar cómo tus acciones tienen un impacto sobre el agua del planeta. ¿Quieres conocer tu Huella Hídrica? Realiza el siguiente cuestionario y lo sabrás. Cada pregunta tiene varias opciones; elige la opción que mejor te represente y subraya su valor en la línea de cada pregunta.

SECCION A (ALIMENTOS)

1) ¿Cuántas raciones de **fruta** consumes a la **semana**?

(Considera como ración un plátano, una manzana o un plato de fruta mixta mayor a 100 g).

- | | |
|---------------------------------|-----|
| a) 0 raciones a la semana | 0 |
| b) 1 a 2 raciones a la semana | 50 |
| c) 3 a 4 raciones a la semana | 100 |
| d) 5 a 6 raciones a la semana | 150 |
| e) 7 ó más raciones a la semana | 200 |

2) ¿Acostumbras incluir hortalizas (jitomate, tomate, zanahoria, papas; etc.) en tu alimentación?

- | | |
|------------|-----|
| a) Sí..... | 100 |
| b) No..... | 0 |

3) ¿Cuántas veces tomas vasos de **jugó natural** de frutas a la semana?

- | | |
|-------------------------------|-----|
| a) No consumo jugos de frutas | 0 |
| b) 1 a 2 jugos a la semana | 50 |
| c) 3 a 4 jugos a la semana | 100 |
| d) 5 a 6 jugos a la semana | 150 |
| e) 7 ó más jugos a la semana | 200 |

4) ¿Cuántas tazas tomas de café/té a la semana?

- | | |
|------------------------------|-----|
| a) No consumo café ni té | 0 |
| b) 1 a 2 tazas a la semana | 25 |
| c) 3 a 4 tazas a la semana | 50 |
| d) 5 a 7 tazas a la semana | 75 |
| e) 8 ó más tazas a la semana | 100 |

5) ¿Cuántas piezas de **pan** (dulce y/o salado) consumes a la **semana**?

- | | |
|--------------------------------------|----|
| a) 0 piezas a la semana | 0 |
| b) 1 a 2 piezas de pan a la semana | 5 |
| c) 2 a 4 piezas de pan a la semana | 10 |
| d) 4 a 6 piezas de pan a la semana | 16 |
| e) 7 ó más piezas de pan a la semana | 23 |

6) ¿Qué cantidad de **tortilla** consumes en promedio al día... (**piezas**)?

- | | |
|--------------------------------------|-----|
| a) 0 piezas de tortilla al día | 0 |
| b) 1 a 2 piezas de tortilla al día | 25 |
| c) 3 a 4 piezas de tortilla al día | 50 |
| d) 5 a 6 piezas de tortilla al día | 75 |
| e) 7 a 8 piezas de tortilla al día | 100 |
| f) 9 ó más piezas de tortilla al día | 125 |

7) ¿Cuántas veces a la **semana** consumes **carne de res**?

- | | |
|-----------------------------|------|
| a) No consumo | 0 |
| b) 1 a 2 veces por semana | 350 |
| c) 3 a 4 veces por semana | 700 |
| d) 5 ó más veces por semana | 1000 |

8) ¿Cuántas veces a la **semana** consumes **carne de pollo**?

- | | |
|-----------------------------|-----|
| a) No consumo | 0 |
| b) 1 a 2 veces por semana | 100 |
| c) 3 a 4 veces por semana | 200 |
| d) 5 ó más veces por semana | 300 |

9) ¿Cuántas veces a la **semana** consumes **carne de cerdo**?

- | | |
|-----------------------------|-----|
| a) No consumo. | 0 |
| b) 1 a 2 veces por semana | 250 |
| c) 3 a 4 veces por semana | 500 |
| d) 5 ó más veces por semana | 750 |

10) ¿Consumes pescado y/o mariscos?

- | | |
|-------|-----|
| a) No | 0 |
| b) Sí | 100 |

11) ¿Cuántas veces a la **semana** consumes **yogurt**?
(Considera una ración individual en vaso o para beber).

- | | |
|------------------------------|----|
| a) No consumo | 0 |
| b) 1 a 2 veces a la semana | 10 |
| c) 3 a 4 veces a la semana | 20 |
| d) 5 a 6 veces a la semana | 30 |
| e) 7 o más veces a la semana | 40 |

12) ¿Cuántas veces a la **semana** tomas **leche**?
(Considera una ración de 387 mL)

- | | |
|------------------------------|----|
| a) No consumo leche | 0 |
| b) 1 a 2 veces a la semana | 6 |
| c) 3 a 4 veces a la semana | 12 |
| d) 5 a 6 veces a la semana | 18 |
| e) 7 ó más veces a la semana | 28 |

13) ¿Cuántas veces a la **semana** tomas **refrescos embotellados**?

(Considera una ración de 387 mL)

- | | |
|------------------------------|----|
| a) No consumo refrescos | 0 |
| b) 1 a 2 veces a la semana | 4 |
| c) 3 a 4 veces a la semana | 8 |
| d) 5 a 6 veces a la semana | 12 |
| e) 7 ó más veces a la semana | 18 |

14) ¿Cuántas veces a la **semana** tomas **agua embotellada**?

(Considera una ración de 500 mL)

- | | |
|--------------------------------|---|
| a) No consumo agua embotellada | 0 |
| b) 1 a 2 veces a la semana | 2 |
| c) 3 a 4 veces a la semana | 4 |
| d) 5 a 6 veces a la semana | 6 |
| e) 7 ó más veces a la semana | 9 |

15) ¿En cuánto estimas tu consumo a la **semana** de **cerveza**?

(Toma como ración una lata de cerveza de 355 mL)

- | | |
|---------------------------------|----|
| a) No consumo cerveza | 0 |
| b) 1 a 2 cervezas a la semana | 20 |
| c) 3 a 4 cervezas a la semana | 40 |
| d) 5 ó más cervezas a la semana | 90 |

16) ¿Cuál de los siguientes alimentos consumes regularmente?

Puedes marcar más de una opción (X).

- | | |
|-------------------------|---------|
| Arroz, frijol y lenteja | 150 () |
| Nopalitos y chile | 100 () |
| Aguacate | 160 () |
| Cacahuates | 20 () |
| Huevo | 110 () |

Suma total pregunta 16: _____

SECCIÓN B (HOGAR)

17) ¿Cuál de los siguientes servicios tienes en tu casa? **Suma el puntaje correspondiente de tu elección en la línea. En caso de no contar con alguno de los servicios, no lo consideres en la suma.**

- | | |
|---------------------------------|---|
| a) Fregadero para lavar ropa | 4 |
| b) Lavabo para lavado de manos | 1 |
| c) Tarja para lavado de trastes | 7 |
| d) Lavadora | 6 |

Suma total pregunta 17: _____

18) ¿Cuánto tiempo tardas en **bañarte**?

- | | |
|--------------------------|----|
| a) Más de 20 minutos | 40 |
| b) Entre 10 y 20 minutos | 28 |
| c) Entre 5 y 10 minutos | 14 |
| d) Solo 5 minutos | 7 |

19) Cuando te lavas los dientes....

- | | |
|---|-----|
| a) Dejé correr el agua mientras lo hago | 1 |
| b) Utilizo un vaso de agua para realizar esta actividad | 0.5 |

20) ¿Cuántas veces al **día** vacías el inodoro o WC?

- | | |
|------------------------|----|
| a) 2 a 3 veces por día | 7 |
| b) 4 a 5 veces por día | 14 |
| c) 6 a 7 veces por día | 21 |
| 8 ó más veces al día | 28 |

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: F M
Profesión: _____ Ocupación: _____
Carrera: _____ Semestre: _____
Correo electrónico: _____

Respuestas

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____
- 9 _____
- 10 _____
- 11 _____
- 12 _____
- 13 _____
- 14 _____
- 15 _____
- 16 _____
- 17 _____
- 18 _____
- 19 _____
- 20 _____

Total: _____

Interpretación

Los datos obtenidos del cuestionario están en miles de litros y la Huella Hídrica se mide en m³/habitante/año, por lo que la suma que se obtenga de las 20 preguntas ya está en metros cúbicos de consumo de agua por individuo.

La Huella Hídrica media para México es de **1 978 m³/hab/año**, por lo que el resultado obtenido de la suma de puntos del cuestionario deberá ser comparado con esta cifra y así saber si se está por arriba o por debajo de este promedio. Sin embargo, es necesario saber que la Huella Hídrica promedio mundial es de 1 385, la de Estados Unidos es de 2 483, la de Francia es de 1 875, la de Guatemala es de 762, la de India es de 980 y la de China es de 702 m³/hab/año.

Cuestionario elaborado por el Dr. Arcadio Monroy Ata, profesor titular de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza como parte del proyecto **PAPIME PE206414**, financiado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.
Correo electrónico: arcadiom@unam.mx blog: www.impactoambientalindividual.com/ y Facebook: *Arcadio Monroy* si se desea mayor información.

B. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la FES Zaragoza.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
1 -Alimentos	120	128,75	137,45	0,40	<0,0001
2 -Alimentos	120	89,17	31,21	0,35	<0,0001
3 -Alimentos	120	48,33	44,41	0,79	<0,0001
4 -Alimentos	120	51,67	33,48	0,87	<0,0001
5 -Alimentos	120	10,23	5,87	0,87	<0,0001
6 -Alimentos	120	55,00	41,45	0,78	<0,0001
7 -Alimentos	120	442,92	236,24	0,82	<0,0001
8 -Alimentos	120	140,00	73,79	0,80	<0,0001
9 -Alimentos	120	185,83	156,27	0,77	<0,0001
10 -Alimentos	120	69,33	46,16	0,56	<0,0001
11 -Alimentos	120	13,15	11,37	0,82	<0,0001
12 -Alimentos	120	10,88	9,53	0,84	<0,0001
13 -Alimentos	120	3,28	3,66	0,78	<0,0001
14 -Alimentos	120	4,48	3,52	0,82	<0,0001
15 -Alimentos	120	18,67	23,87	0,71	<0,0001
16 -Alimentos	120	380,50	129,86	0,89	<0,0001
17 -Hogar	120	15,89	3,51	0,71	<0,0001
18 -Hogar	120	22,09	9,37	0,80	<0,0001
19 -Hogar	120	0,54	0,14	0,31	<0,0001
20 -Hogar	120	11,03	5,72	0,69	<0,0001

C. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la Facultad de Ciencias.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
1 -Alimentos	120	117,08	54,42	0,87	<0,0001
2 -Alimentos	120	94,17	23,54	0,25	<0,0001
3 -Alimentos	120	58,33	42,67	0,84	<0,0001
4 -Alimentos	120	44,38	33,28	0,86	<0,0001
5 -Alimentos	120	9,68	5,98	0,83	<0,0001
6 -Alimentos	120	47,50	29,78	0,84	<0,0001
7 -Alimentos	120	445,42	210,34	0,77	<0,0001
8 -Alimentos	120	145,00	65,91	0,78	<0,0001
9 -Alimentos	120	202,08	138,63	0,71	<0,0001
10 -Alimentos	120	77,50	41,93	0,50	<0,0001
11 -Alimentos	120	13,92	13,68	0,79	<0,0001
12 -Alimentos	120	15,58	9,37	0,86	<0,0001
13 -Alimentos	120	4,50	4,42	0,78	<0,0001
14 -Alimentos	120	4,88	3,18	0,85	<0,0001
15 -Alimentos	120	7,67	15,54	0,55	<0,0001
16 -Alimentos	120	342,92	131,36	0,93	<0,0001
17 -Hogar	120	16,63	2,82	0,55	<0,0001
18 -Hogar	120	24,96	10,85	0,83	<0,0001
19 -Hogar	120	0,63	0,45	0,30	<0,0001
20 -Hogar	120	11,08	5,34	0,70	<0,0001

D. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilks (modificado) para la Universidad Simón Bolívar.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
1 -Alimentos	65	111,54	54,32	0,86	<0,0001
2 -Alimentos	65	95,38	21,15	0,23	<0,0001
3 -Alimentos	65	69,38	51,87	0,80	<0,0001
4 -Alimentos	65	46,15	31,01	0,84	<0,0001
5 -Alimentos	65	8,72	5,23	0,87	<0,0001
6 -Alimentos	65	41,92	32,81	0,86	<0,0001
7 -Alimentos	65	453,85	229,52	0,73	<0,0001
8 -Alimentos	65	153,85	68,64	0,81	<0,0001
9 -Alimentos	65	153,85	163,53	0,73	<0,0001
10 -Alimentos	65	73,85	44,29	0,53	<0,0001
11 -Alimentos	65	11,23	8,75	0,84	<0,0001
12 -Alimentos	65	13,26	9,20	0,86	<0,0001
13 -Alimentos	65	4,06	4,61	0,78	<0,0001
14 -Alimentos	65	4,72	3,01	0,86	<0,0001
15 -Alimentos	65	13,69	21,69	0,65	<0,0001
16 -Alimentos	65	355,78	132,03	0,90	<0,0001
17 -Hogar	65	16,55	2,80	0,59	<0,0001
18 -Hogar	65	24,57	9,62	0,81	<0,0001
19 -Hogar	65	0,59	0,20	0,46	<0,0001
20 -Hogar	65	11,42	6,50	0,66	<0,0001